RELATORIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROYECTO:
"TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS EN TANQUES FLEXIBLES POR VIA FLUVIAL"

PROPONENTE:	LHG NAVEGACIÓN S.A.
RUC:	80015765-6
DIRECCIÓN:	Edificio Rosa T 2º piso – Calle 4 e/ Eduardo Schaerer
DISTRITO:	Asunción
DEPARTAMENTO:	Capital
CONSULTOR:	TECNOAMBIENTAL S.R.L.
CÓDIGO CTCA:	E-133

OCTUBRE, 2026

INDICE

1. INTRODUCCIÓN 6

1.1. Justificación del Estudio de Impacto Ambiental 6
1.2. Contextualización 6
1.3. Objetivos del Estudio de Impacto Ambiental 6

1.3.1. Objetivo general 6
1.3.2. Objetivos específicos 7

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 7

2.1. Antecedentes 7
2.2. Objetivo del proyecto 8
2.3. Localización y recorrido previsto 9
2.4. Características generales del sistema 10
2.5. Tanques flexibles (Bladders) 10
2.6. Compatibilidad de los tanques flexibles con el producto a transportar 11
2.7. Barcaza objeto de adaptación 11
2.8. Sistema de contención secundaria 12
2.9. Equipos y accesorios 12

2.9.1. Pórtico grúa 12
2.9.2. Canasta de izaje 13
2.9.3. Sistema de sujeción de los tanques 13
2.9.4. Codos de llenado y válvulas 13
2.9.5. Sistema de manifold 13
2.9.6. Equipo de bombeo 14

2.10. Sistema eléctrico 14
2.11. Fase actual del proyecto 14
2.12. Pruebas y puesta en funcionamiento 15
2.13. Operación de llenado 15
2.14. Operación durante el tránsito fluvial 16
2.15. Operación de descarga 16
2.16. Desarme del sistema 17
2.17. Sistema de prevención y respuesta ante derrames 17
2.18. Protección contra incendios y equipos de emergencia 20
2.19. Seguridad durante las operaciones 23
2.20. Generación de residuos 24
2.21. Emisiones y efluentes 24
2.22. Personal y responsabilidades operativas 24
2.23. Registros y trazabilidad operacional 25
2.24. Vida útil y mantenimiento 25
2.25. Síntesis del ciclo operativo 26

3. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS 26

3.1. Objetivo del análisis 26
3.2. Alternativas consideradas 27

3.2.1. Alternativa 0 – No ejecución del proyecto. 27
3.2.2. Alternativa 1 – Transporte terrestre de diésel 27
3.2.3. Alternativa 2 – Transporte fluvial mediante barcazas con tanques rígidos o integrados 28
3.2.4. Alternativa 3 – Transporte fluvial mediante barcazas adaptadas con tanques flexibles. 28

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

3.3. Alternativa seleccionada 29
4. ÁREA DE INFLUENCIA 30
4.1. Área de influencia directa 30
4.2. Área de influencia indirecta 30
4.2.1. Características geográficas y morfológicas del tramo 30
4.2.2. Rol logístico y portuario en la Hidrovía Paraguay-Paraná 31
4.2.3. Avances y estado del proyecto de la Hidrovía en el tramo 31
5. IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES 32
5.1. Criterios para la identificación de aspectos ambientales 32
5.2. Etapas y actividades consideradas 32
5.3. Identificación de aspectos ambientales 33
5.4. Aspectos ambientales asociados al medio hídrico 34
5.5. Aspectos relacionados con residuos 35
5.6. Emisiones atmosféricas, ruido y vibraciones 35
5.7. Aspectos relacionados con la biodiversidad 35
5.8. Aspectos relacionados con el medio socioeconómico 36
5.9. Aspectos asociados a situaciones de emergencia 36
5.10. Mecanismos de prevención y control 36
5.11. Síntesis de los aspectos ambientales relevantes 37
6. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 38
6.1. Metodología de evaluación 38
6.1.1. Criterios de valoración 38
6.1.2. Determinación de la importancia 38
6.2. Componentes ambientales considerados 39
6.3. Evaluación de impactos durante el acondicionamiento de la barcaza 39
6.4. Evaluación de impactos durante la carga de diésel 39
6.5. Evaluación de impactos durante el transporte fluvial 40
6.6. Potencial afectación del medio hídrico por derrame de diésel 40
6.7. Evaluación de impactos durante la descarga 41
6.8. Evaluación de impactos durante el desarme y preparación para retorno 41
6.9. Impactos sobre la biodiversidad 41
6.10. Impactos sobre el medio socioeconómico 42
6.11. Matriz de valoración de impactos 43
6.12. Evaluación diferenciada de contingencias 44
6.13. Impactos acumulativos y sinérgicos 44
6.14. Jerarquía de la gestión de los impactos 45
6.15. Síntesis de la evaluación 45
7. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL 46
7.1. Objetivo 46
7.2. Organización del PGA 46
7.3. Programa de prevención y mitigación ambiental 47
7.4. Programa de prevención y control de derrames 49
7.5. Programa de gestión de residuos 51
7.6. Programa de inspección y mantenimiento 52
7.7. Programa de monitoreo y seguimiento ambiental 53
7.8. Plan de contingencias 54

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

7.8.1. Respuesta general ante emergencias 54
7.8.2. Respuesta ante derrame de diésel 55
7.8.3. Respuesta ante incendio 56
7.9. Programa de capacitación y competencia ambiental 57
7.9.1. Objetivos 57
7.9.2. Alcance 57
7.9.3. Capacitación específica para respuesta ante derrames 58
7.9.4. Simulacros 58
7.9.5. Registros 58
8. PROGRAMA DE MONITOREO 59
8.1. Objetivo 59
8.2. Alcance 59
8.3. Plan general de monitoreo 60
8.4. Indicadores de desempeño ambiental 62
8.5. Informes de seguimiento 62
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 63
9.1. Conclusiones 63
9.2. Compromisos ambientales del proyecto 63
9.3. Recomendaciones 64
10. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS 66
11. EQUIPO CONSULTOR 67

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

DATOS DEL PROYECTO	
NOMBRE DEL PROYECTO	TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS EN TANQUES FLEXIBLES POR VIA FLUVIAL
NOMBRE DE LA EMPRESA PROPONENTE	LHG NAVEGACIÓN S.A.
RUC N.º	80015765-6
REPRESENTANTE LEGAL	ICLAIR MASCARELLO
ACTIVIDAD ECONÓMICA PRINCIPAL	Minería y logística fluvial.
TELÉFONO	(021) 4165000
E-MAIL	logisticafluvial@lhgmining.com.br
UBICACIÓN DEL PROYECTO	EDIFICIO ROSA T 2º PISO – CALLE 4 E/ EDUARDO SCHAERER
COORDENADAS GEOGRÁFICAS (UTM)	21 J 438860.09 m E 7204789.25 m S
EMPRESA CONSULTORA RESPONSABLE	TECNOAMBIENTAL S.R.L.
CÓDIGO CTCA N.º	E-133
E-MAIL	info@tecnoambiental.com.py

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación del Estudio de Impacto Ambiental

El proyecto corresponde a un plan piloto de transporte de hidrocarburos en tanques flexibles por vía fluvial, en donde conforme a lo establecido en la Ley Nº 294/1993 de *"Evaluación de Impacto Ambiental"* y en sus decretos reglamentarios, el Decreto Nº 453/2013 *"Por El Cual Se Reglamenta La Ley Nº 294/1993 'De Evaluación De Impacto Ambiental' Y su Modificatoria, La Ley Nº 345/1994, y se Deroga El Decreto Nº 14.281/1996"* y el Decreto Nº 954/2013 *"Por el cual se modifican y amplían los artículos 2°, 3°, 5°, 6° Inciso E, 9°, 10, 14 y el anexo del Decreto Nº 453 del 8 de octubre de 2013, por el cual se Reglamenta la Ley Nº 294/1993 'De Evaluación De Impacto Ambiental' y su modificatoria, la Ley Nº 345/1994, y se deroga el Decreto Nº 14.281/1996"*, se encuentra dentro de las obras y actividades que requieren la obtención de una Declaración de Impacto Ambiental, correspondiéndole la actividad de **"Producción, comercialización y transporte de substancias peligrosas"**, conforme a lo estipulado en el Art. 2°, ítem p) del Decreto Nº 453/2013. Por lo tanto, se procede a presentar un **Estudio de Impacto Ambiental preliminar (EIAp).**

El Proponente busca el lucro económico armonizado con el bienestar social y la conservación en cantidad y calidad de los recursos naturales; que beneficie a la generación presente y las venideras, principio rector del desarrollo sostenible.

1.2. Contextualización

El incremento de las operaciones industriales y mineras en la cuenca de la Hidrovía Paraguay-Paraná demanda soluciones logísticas eficientes, continuas y ambientalmente seguras para el suministro de insumos energéticos.

En este contexto, LHG Mining Navegación S.A., en coordinación con el operador logístico especializado AVIATION GROUP S.A.S, ha diseñado e implementado un sistema de transporte de combustible diésel a bordo de una barcaza adaptada.

El proyecto utiliza tecnología de tanques colapsables de tela (*bladders*) de alta resistencia fabricados por SEI Industries Ltd. (modelo *Jungle King*), los cuales se despliegan temporalmente en la bodega de la barcaza para permitir una operación mixta de transporte sin alterar la estructura permanente de las embarcaciones.

1.3. Objetivos del Estudio de Impacto Ambiental

1.3.1. Objetivo general

Dar cumplimiento a la Ley Nº 294/93 de Evaluación de Impacto Ambiental y sus Decretos reglamentarios Nº 453/2013 y Nº 954/2013, respectivamente.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

1.3.2. Objetivos específicos

- Describir y caracterizar técnicamente el proyecto, incluyendo sus componentes, actividades, procesos, infraestructura, recursos requeridos y etapas de ejecución y operación.
- Caracterizar las condiciones ambientales y socioeconómicas del área de influencia del proyecto, considerando los componentes físico, biótico y antrópico, a fin de determinar las principales condiciones de sensibilidad del entorno.
- Identificar y analizar el marco legal, reglamentario y normativo aplicable al proyecto, incluyendo las disposiciones ambientales, sectoriales, de seguridad y de gestión de riesgos que correspondan.
- Identificar, predecir, interpretar y valorar los impactos ambientales potenciales, tanto positivos como negativos, que puedan derivarse de las distintas actividades y etapas del proyecto, considerando su magnitud, extensión, duración, reversibilidad, probabilidad y significancia.
- Establecer medidas de prevención, mitigación y/o compensación, orientadas a evitar o reducir los impactos ambientales negativos significativos y potenciar los impactos positivos identificados.
- Elaborar un Plan de Gestión Ambiental (PGA) que integre los programas y medidas de manejo ambiental necesarios para la adecuada implementación del proyecto, incluyendo mecanismos de seguimiento, monitoreo, control, contingencia y respuesta ante emergencias ambientales.
- Definir indicadores y mecanismos de seguimiento y monitoreo ambiental que permitan verificar el cumplimiento de las medidas propuestas, evaluar su eficacia y establecer acciones correctivas cuando corresponda.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1. Antecedentes

El proyecto contempla la implementación de un sistema para el transporte fluvial de combustible diésel Tipo III mediante tanques flexibles instalados en el interior de una barcaza adaptada para tal efecto, utilizando la Hidrovía Paraguay–Paraná como vía de transporte.

En su concepción inicial, el proyecto consideraba la utilización de una o dos barcazas con diferentes configuraciones y capacidades de almacenamiento. Como resultado del proceso de desarrollo y optimización del proyecto, dicha configuración fue modificada, previéndose actualmente la utilización de una única barcaza de mayor porte, acondicionada para alojar ocho tanques flexibles de igual capacidad.

La modificación mantiene la tecnología y el principio operacional previamente evaluados, concentrando la operación en una única unidad fluvial y simplificando la configuración del sistema de almacenamiento, contención secundaria y transferencia de combustible.

La embarcación será adaptada para permitir la instalación segura de los tanques flexibles y sus correspondientes sistemas de contención, sujeción, transferencia y respuesta ante emergencias.

La iniciativa se encuentra actualmente en fase de ensamble y preparación de la infraestructura y del equipamiento necesario para la implementación del sistema de transporte fluvial de combustible. El desarrollo del proyecto comprende la participación de diferentes empresas y entidades, cuyas funciones se encuentran diferenciadas entre la provisión de tecnología, integración y soporte operativo, adecuación naval y verificación externa de la embarcación.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

SEI Industries participa como fabricante y proveedor especializado de los tanques flexibles (bladders) y componentes asociados al sistema de almacenamiento y manejo de combustible. Su participación se vincula principalmente con la tecnología de contención flexible utilizada para el transporte de diésel y los accesorios complementarios asociados a dicha solución.

Aviation Group S.A.S. participa como integrador técnico y operador especializado del sistema de tanques flexibles, brindando apoyo técnico y logístico para su implementación en Paraguay. Su intervención comprende la definición y documentación de procedimientos de instalación, operación, mantenimiento y respuesta operacional asociados al sistema, incluyendo los procedimientos para carga, navegación, descarga y utilización del sistema contra incendios.

Astillero La Madrid participa como proveedor naval local, interviniendo en los trabajos de adecuación, adaptación y reacondicionamiento requeridos sobre las embarcaciones para la incorporación de los componentes del proyecto. Su función se encuentra, por tanto, vinculada a la ejecución material de las modificaciones y trabajos navales necesarios para adaptar la barcaza a la configuración operacional prevista.

De manera independiente a los proveedores e integradores del proyecto, el American Bureau of Shipping (ABS) interviene como sociedad de clasificación y entidad técnica externa de inspección y verificación. Para la barcaza LHG 1l1 0442, ABS emitió un *Statement of Compliance*,[1] en el cual declara que la embarcación fue sometida a una inspección de clase iniciada en Asunción el 17 de noviembre de 2025 y que la verificación del cumplimiento de los requisitos de seguridad aplicables al transporte por la Hidrovía Paraguay–Paraná obtuvo resultados satisfactorios.

Asimismo, ABS emitió el *Classification Certificate* N.º YY301839-7614671-079[2], con fecha de emisión 30 de abril de 2026 y vencimiento indicado al 29 de abril de 2032. El certificado establece que la embarcación fue inspeccionada conforme a las reglas del Bureau e incorporada a su registro con la correspondiente clase.

2.2. Objetivo del proyecto

El objetivo del proyecto es implementar un sistema de transporte fluvial de combustible diésel mediante tanques flexibles instalados dentro de la bodegas de una barcaza, aprovechando embarcaciones fluviales acondicionadas y dotándolas de los sistemas auxiliares necesarios para realizar de manera controlada las operaciones de carga, transporte y descarga.

La solución contempla la incorporación de:

- Tanques flexibles para almacenamiento temporal y transporte del diésel.
- Bermas de contención para cada grupo de tanques.
- Correas de posicionamiento y sujeción.
- Mangueras de conexión.
- Manifold de distribución.
- Codos de llenado con válvulas de corte.
- Equipo de bombeo.

[1] American Bureau of Shipping. (2026, 30 de abril). Statement of Compliance: LHG 1l1 0442, Class No. YY301839 [Declaración de cumplimiento].

[2] American Bureau of Shipping. (2026, 30 de abril). Classification Certificate: LHG 1l1 0442, Certificate No. YY301839-7614671-079 [Certificado de clasificación].

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

- Pórtico grúa y canasta para manipulación de los equipos.
- Sistema eléctrico y conexiones entre la barcaza y el remolcador.
- Equipos de prevención y respuesta ante derrames e incendios.

El sistema está diseñado para que las operaciones se desarrollen mediante procedimientos estandarizados y verificables, con registros específicos para las distintas etapas del ciclo operativo.

2.3. Localización y recorrido previsto

La documentación disponible identifica como recorrido de referencia:



Imagen 1. Trayecto del viaje de prueba. Fuente: documento provisto por el proponente.

Se establece como origen del transporte el Puerto Monte Alegre, Villa Hayes, Paraguay, y como destino el Puerto ANNP, Concepción, Paraguay, con una distancia aproximada de 300 km y un tiempo estimado de tránsito de aproximadamente 48 horas.

El recorrido previsto se desarrolla dentro del sistema de navegación de la Hidrovía Paraguay–Paraná.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

2.4. Características generales del sistema

El sistema de transporte se basa en la utilización de tanques flexibles instalados dentro de la bodega de una barcaza, en lugar de emplear los espacios de carga de la embarcación como tanques rígidos de combustible.

Cuadro 1. Barcaza y remolcador contemplados en el Estudio de Impacto Ambiental.

Tipo	Nombre	Nº de Matrícula	Bandera
Remolcador de empuje	Penélope	2411-R	Paraguaya
Barcaza tipo *Box Barge*	LHG 1I1 0442	3220-Prov	Paraguaya

Los tanques flexibles son posicionados individualmente dentro de bermas de contención, quedando vinculados mediante correas de sujeción y conectados a una red de mangueras que conduce el combustible hacia o desde el equipo de bombeo.

El sistema presenta una configuración modular y desmontable. El Manual de Operaciones establece un ciclo compuesto por cinco grandes etapas:

- Alistamiento e instalación de equipos.
- Llenado de tanques.
- Tránsito fluvial.
- Descarga de combustible.
- Desarme y preparación de la barcaza para el retorno.

Esta configuración permite que los equipos asociados al transporte sean instalados y posteriormente retirados de la barcaza siguiendo procedimientos definidos y registrados.

2.5. Tanques flexibles (Bladders)

Los bladders constituyen el elemento principal de contención primaria del hidrocarburo. Según las especificaciones técnicas, se contempla una configuración que incluye:

Cuadro 2. Capacidad de transporte.

Barcaza	Cantidad	Capacidad unitaria	Capacidad
La barcaza cuenta con 4 grupos de tanques flexibles, distribuidos de popa a proa.			
LHG 1I1 0442	Grupo 1: 2 tanques flexibles	11.000 galones	22.000 galones
	Grupo 2: 2 tanques flexibles	11.000 galones	22.000 galones
	Grupo 3: 2 tanques flexibles	11.000 galones	22.000 galones
	Grupo 4: 2 tanques flexibles	11.000 galones	22.000 galones
Total	–	8	**88.000 galones**
			Aprox. 333 m³

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

2.6. Compatibilidad de los tanques flexibles con el producto a transportar[3]

El producto previsto para el transporte mediante el sistema de tanques flexibles será exclusivamente diésel tipo III, de acuerdo con la configuración prevista para el proyecto.

En consecuencia, la selección y utilización de los tanques flexibles, sus accesorios y los sistemas de conexión deberán considerar específicamente las características físico-químicas del diésel y su interacción con los materiales que conforman el sistema de almacenamiento y transporte.

La documentación técnica disponible identifica el material de los tanques evaluados como nylon recubierto con poliéter poliuretano (PTFF), de 38 oz (aprox. 1,1 kg), correspondiente al producto *Jungle King*. Dicho material fue sometido a diferentes ensayos destinados a evaluar propiedades relevantes para su utilización en tanques flexibles, incluyendo resistencia a la tracción, envejecimiento térmico, exposición a la intemperie, permeabilidad y verificación del comportamiento del conjunto bajo condiciones de carga.

Dentro de las pruebas de verificación del diseño, se utilizó un tanque flexible representativo de 2.000 litros con sistema de contención secundaria, el cual fue llenado con diésel y mantenido durante 30 días, sin observarse pérdidas ni delaminación del material. Asimismo, el informe registra una prueba de carga superior (*top-load*) realizada sobre un tanque flexible de 30.000 galones, utilizando agua durante 48 horas, sin observarse pérdidas.

2.7. Barcaza objeto de adaptación

El proyecto prevé la utilización de una barcaza tipo *Box Barge*, cuya configuración estructural se encuentra documentada mediante planos de arreglo general, sección maestra, disposición estructural, secciones estructurales y programación de registros y accesos.

De acuerdo con la documentación técnica suministrada, las principales dimensiones de diseño son:

- Eslora total: 61,00 m.
- Manga moldeada: 15,00 m.
- Puntal moldeado: 4,27 m.

Los planos de sección maestra señalan asimismo que los escantillones fueron calculados conforme a las *ABS Rules for Building and Classing Steel Vessels for Service on Rivers and Intracoastal Waterways*, de julio de 2023 y establecen el uso de acero estructural ABS Grado A, salvo indicación contraria.

Los planos de disposición estructural, que se encuentran en la sección de anexos de este Estudio de Impacto Ambiental, muestran una bodega longitudinal central delimitada por la estructura lateral y los mamparos correspondientes, destinada a alojar la configuración operacional prevista.

[3] INTERTEK TESTING SERVICES NA LTD. (2015) Informe de Ensayo Nº 101912920COQ-004A.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

2.8. Sistema de contención secundaria[4]

La prevención de derrames constituye uno de los elementos centrales del sistema.

Cada grupo de tanques se instala dentro de una berma de contención, concebida como una barrera secundaria destinada a contener el combustible en caso de pérdida de integridad del tanque. De acuerdo con el Manual de Operaciones, las bermas se encuentran dimensionadas para contener el 110% del volumen del tanque o grupo que protegen y deben instalarse completamente extendidas, sin pliegues ni dobleces, antes de colocar los tanques.

La configuración contempla:

- 4 bermas para la barcaza.

El sistema de protección se plantea mediante barreras sucesivas. La berma constituye la primera barrera de contención del combustible dentro de la bodega, mientras que la propia bodega de la embarcación constituye una barrera adicional frente a una eventual pérdida de contención. El Manual de Operaciones establece expresamente que ningún tanque debe ser instalado, llenado u operado sin su correspondiente berma correctamente desplegada.

2.9. Equipos y accesorios

El sistema incorpora una serie de equipos destinados tanto a la manipulación física de los tanques como a la transferencia del combustible.

2.9.1. Pórtico grúa

Cada barcaza cuenta con un pórtico grúa desplazable sobre rieles, destinado al movimiento de tanques, equipos y accesorios entre la cubierta y la bodega.

El sistema contempla:

- Pórtico grúa sobre rieles ASCE-25.
- Vigas IPE 300.
- Carretones con ruedas de acero de aproximadamente 200 mm de diámetro.
- Canasta de izaje de aproximadamente 7,50 m × 2,00 m × 1,50 m.
- Cuatro polipastos eléctricos sincronizados mediante PLC.
- Capacidad de aproximadamente 2 toneladas por polipasto.
- Recorrido vertical aproximado de 5 m.
- Control remoto inalámbrico.
- Rieles de rodadura.
- Topes mecánicos de fin de carrera.

El sistema permite realizar el posicionamiento de los equipos dentro de la bodega sin necesidad de manipulación manual de grandes cargas a lo largo de toda la embarcación.

[4] AVIATION GROUP S.A.S. (2026). Manual de Operaciones – Transporte de combustible Diésel en barcazas – Ciclo operativo completo.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

2.9.2. Canasta de izaje

La canasta constituye la plataforma suspendida del pórtico utilizada para transportar los tanques y equipos entre la cubierta y la bodega.

Durante el proceso de instalación, los componentes se trasladan dentro de la canasta hasta cada grupo de tanques. Durante el desarme, la misma canasta se utiliza para organizar y transportar los componentes retirados durante el viaje de retorno.

2.9.3. Sistema de sujeción de los tanques

Los tanques se mantienen posicionados mediante correas de sujeción lateral y longitudinal, que los vinculan a la estructura de la barcaza y entre sí.

Durante la instalación, las correas se colocan sin tensión. Una vez realizado el llenado y alcanzada la condición operativa de los tanques, las correas son tensionadas para evitar desplazamientos durante la navegación.

Este sistema tiene una función tanto operacional como ambiental, debido a que contribuye a reducir el riesgo de desplazamiento, deformación o daño mecánico de los tanques durante el transporte.

2.9.4. Codos de llenado y válvulas

Cada tanque cuenta con un codo de llenado, equipado con una válvula de corte rápido integrada.

La configuración prevé un codo por tanque y la verificación de la posición cerrada de las válvulas antes de iniciar las operaciones de conexión y llenado.

2.9.5. Sistema de manifold

El manifold constituye la red mediante la cual se conectan los tanques con el equipo de bombeo.

Está compuesto por:

- Mangueras de 3".
- Mangueras de 4".
- Cruces de 4" × 3".
- Tee de 4" × 3".
- Conexiones y accesorios.
- Tramo principal de conducción.
- Conexión final al equipo de bombeo.

La configuración contempla: una Tee y tres cruces.

El recorrido del manifold se verifica integralmente, desde popa hacia proa, antes de declarar el sistema habilitado para recibir combustible.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

2.9.6. Equipo de bombeo

Cada barcaza cuenta con una unidad de bombeo portátil, posicionada en la zona de proa de la bodega.

El equipo se utiliza tanto para la recepción del diésel desde el punto de suministro como para la transferencia del combustible hacia el punto de destino.

Durante el llenado, el sistema utiliza un medidor de desplazamiento positivo para controlar el volumen transferido a cada tanque. El procedimiento contempla el llenado individual de los tanques hasta alcanzar el volumen objetivo establecido.

2.10. Sistema eléctrico

El sistema cuenta con una extensión eléctrica industrial y conectores destinados a energizar los equipos desde el remolcador.

El Manual establece el uso de conectores industriales marinos certificados IP67 o superior, prohibiendo la utilización de conexiones improvisadas o empalmes no certificados.

Antes de realizar las pruebas del pórtico y poner en funcionamiento los equipos, se verifica la correcta energización del sistema.

2.11. Fase actual del proyecto

La etapa de instalación constituye la fase inicial del ciclo operativo y comprende:

a) Recepción de la barcaza.
b) Inspección y limpieza de la bodega.
c) Inspección y limpieza de los rieles del pórtico.
d) Conexión eléctrica.
e) Prueba operacional del pórtico.
f) Instalación de las bermas.
g) Instalación y posicionamiento de los tanques.
h) Instalación de codos y correas.
i) Tendido y conexión del manifold.
j) Verificación final del sistema.

El Manual establece que la bodega debe inspeccionarse y limpiarse previamente, retirando fragmentos de mineral, piedras u objetos cortopunzantes que pudieran ocasionar daños a los tanques flexibles.

Esta actividad resulta especialmente relevante debido a que permite reducir la probabilidad de perforaciones o daños en los tanques durante el posterior llenado y transporte.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

2.12. Pruebas y puesta en funcionamiento

Antes de iniciar el transporte de combustible, el sistema debe superar una serie de verificaciones operacionales, entre ellas se incluyen:

- Inspección de la bodega.
- Verificación de los rieles.
- Prueba del pórtico.
- Verificación de los polipastos.
- Verificación de los topes de fin de carrera.
- Inspección de las bermas.
- Verificación de la instalación de los tanques.
- Verificación de las correas.
- Verificación de las conexiones del manifold.
- Comprobación de la correcta instalación del equipo de bombeo.

La prueba operacional del pórtico contempla recorridos de traslación y pruebas de izaje y descenso de la canasta, verificando la sincronización de los cuatro polipastos.

El sistema solamente queda habilitado para recibir combustible una vez finalizada y registrada la instalación de todos sus componentes.

2.13. Operación de llenado

El llenado se realiza desde el punto de suministro del puerto hacia los tanques flexibles instalados en la bodega.

La operación contempla:

a) Conexión al punto de suministro.
b) Verificación del sistema.
c) Inicio gradual del flujo.
d) Llenado tanque por tanque.
e) Control del volumen.
f) Cierre del tanque alcanzado.
g) Continuación con el siguiente tanque.
h) Verificación de hermeticidad.
i) Tensionado de las correas.
j) Autorización para el tránsito.

El procedimiento establece que los tanques se llenan individualmente, evitando el llenado simultáneo o desordenado. Las válvulas correspondientes al tanque en operación permanecen habilitadas mientras las correspondientes a los demás tramos permanecen cerradas.

El volumen de cada tanque se controla mediante un medidor de desplazamiento positivo, con objetivos de 11.000 galones para los tanques de los Grupos 1 a 4.

Una vez alcanzado el volumen objetivo, la válvula maestra se cierra gradualmente, se desconecta la manguera de suministro y se realiza un recorrido completo del manifold para verificar la ausencia de fugas.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

2.14. Operación durante el tránsito fluvial

Una vez finalizado el llenado y verificada la hermeticidad del sistema, se inicia el tránsito fluvial. El protocolo de navegación contempla específicamente:

- Condiciones de estabilidad.
- Restricciones de velocidad y maniobra.
- Verificación de la posición de los tanques.
- Verificación de las correas de sujeción.
- Monitoreo periódico.
- Comunicación con la base en tierra.
- Gestión de emergencias en ruta.

Durante el tránsito se realizan inspecciones en puntos de control previamente establecidos, registrándose el estado de los tanques y correas, así como las condiciones del río y del clima.

La responsabilidad de la navegación y maniobra corresponde al capitán del remolcador, mientras que el Líder de Operaciones AGS mantiene la responsabilidad operacional respecto de la carga y coordina las acciones necesarias ante eventuales anomalías.

2.15. Operación de descarga

Una vez alcanzado el punto de destino, el diésel es transferido desde los tanques flexibles hacia la instalación receptora.

La operación contempla:

a) Confirmación del arribo.
b) Verificación de la condición de la carga.
c) Preparación del punto de descarga.
d) Conexión al sistema receptor.
e) Apertura y control del flujo.
f) Descarga tanque por tanque.
g) Verificación de tanques vacíos.
h) Cierre de válvulas.
i) Verificación final del sistema.

La secuencia de vaciado se plantea normalmente en sentido proa–popa, es decir, en sentido inverso al utilizado para el llenado.

Antes de comenzar la descarga se debe verificar la disponibilidad de capacidad de recepción en destino, contar con el kit de contención de derrames y coordinar la operación con el responsable del punto de destino.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

2.16. Desarme del sistema

Una vez concluida la descarga, se procede al desarme del sistema.

El desarme contempla:

a) Confirmación de la descarga completa.
b) Despresurización del manifold.
c) Drenaje del combustible residual.
d) Desmontaje del equipo de bombeo.
e) Desconexión de mangueras.
f) Desmontaje de cruces y tees.
g) Desmontaje de codos.
h) Retiro de correas.
i) Plegado de los tanques.
j) Retiro de las bermas.
k) Organización de los equipos en la canasta.
l) Entrega final de la barcaza.

El Manual establece que el desarme solamente puede comenzar una vez formalmente cerrada la operación de descarga y confirmada la condición de barcaza vacía.

Antes de realizar las desconexiones se verifica la despresurización completa del manifold y el drenaje de los remanentes de combustible se efectúa sobre el kit de contención.

El desarme se realiza en sentido inverso a la instalación, comenzando por el grupo situado hacia proa y avanzando hacia popa.

2.17. Sistema de prevención y respuesta ante derrames[5]

El proyecto contará con un sistema específico para la prevención, detección, contención y respuesta ante derrames de diésel, desarrollado de acuerdo con el Protocolo de Respuesta ante Derrames de Combustible Diésel en Barcazas – AGS-PRD-001, elaborado por Aviation Group S.A.S. como parte del paquete de gestión de riesgos de la operación. Dicho protocolo complementa el Manual de Operaciones AGS-MO-001 y el Manual del Sistema Contra Incendios AGS-MOSCI-001.

El sistema se fundamenta en una estrategia de prevención mediante barreras sucesivas, complementada con recursos específicos para intervención inmediata en caso de pérdida de combustible. Para la configuración actual del proyecto, los ocho tanques flexibles de 11.000 galones se dispondrán en cuatro parejas, cada una instalada dentro de su correspondiente berma de contención.

Sistema de contención

La protección frente a pérdidas accidentales se estructura mediante tres niveles sucesivos de contención:

- **Contención primaria – Tanque flexible:** corresponde al propio tanque *bladder*, destinado al almacenamiento del diésel durante las operaciones de carga, navegación y descarga.

[5] Aviation Group SAS. (2026). Protocolo de respuesta ante derrames de combustible diésel en barcazas (Versión 1.0, Código AGS-PRD-001) [Protocolo interno].

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

- **Contención secundaria – Berma:** cada pareja de tanques se encuentra rodeada por una berma de contención. De acuerdo con el protocolo, cada berma posee dimensiones internas aproximadas de 8,59 m × 12,06 m × 0,65 m y un volumen neto de contención calculado de 12.840 galones, considerando el escenario de falla de uno de los tanques mientras el segundo permanece lleno. El dimensionamiento adoptado verifica una capacidad equivalente al 110 % del tanque individual de mayor capacidad.
- **Contención terciaria – Bodega/casco de la barcaza:** constituye la última barrera física frente a un evento que supere la capacidad de la berma o comprometa su integridad. El protocolo considera al casco y la bodega de acero como contención terciaria del sistema.
- **Medida adicional de protección del medio hídrico – Barrera flotante de contención:** Como medida complementaria para reducir el riesgo de dispersión del diésel en el medio hídrico, la barcaza contará con una barrera flotante de contención de 35 metros de longitud, destinada a facilitar el confinamiento del combustible en caso de que se produzca un derrame que alcance la superficie del agua. Su utilización se realizará de acuerdo con las características del evento y las condiciones de navegación, corriente y viento, priorizando la limitación de la propagación del contaminante y la protección de los sectores potencialmente afectados.

De esta manera, el principio general de protección puede representarse como:

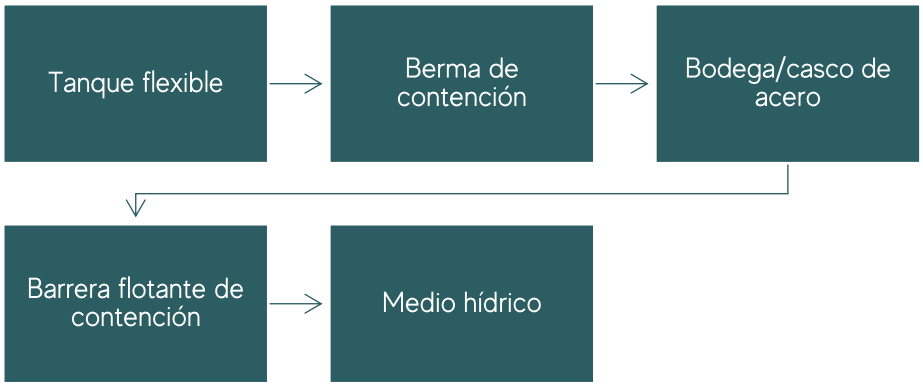


Imagen 2. Barreras de protección.

La disposición de barreras sucesivas busca evitar que una pérdida de combustible alcance directamente las aguas de la Hidrovía Paraguay–Paraná y, en caso de que se produzca un derrame sobre la superficie del agua, contribuir a limitar su dispersión mediante el uso de una barrera flotante de contención de 35 metros de longitud. Su despliegue estará sujeto a las características del evento y a las condiciones de navegación, corriente y viento.

Recursos para respuesta ante derrames

La embarcación dispondrá de un kit específico para derrames de hidrocarburos SAE-0657, con capacidad nominal de respuesta de 120 galones. Esta capacidad corresponde al volumen de derrame para el cual se dimensionan sus materiales de respuesta y no al volumen físico del recipiente utilizado para almacenarlos.

Entre los elementos previstos se encuentran barreras y materiales absorbentes oleofílicos, elementos de protección personal, elementos para control temporal de la fuente, herramientas antichispa, recipientes y bolsas para residuos contaminados, señalización y elementos auxiliares para limpieza. El inventario deberá mantenerse completo, accesible, señalizado y en condiciones operativas.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

Adicionalmente, se dispone de un kit de reparación de emergencia de los tanques flexibles, destinado al control temporal de fisuras, cortes o perforaciones de hasta 10 cm mediante abrazaderas de emergencia o tacos adecuados. Estas intervenciones tienen carácter estrictamente temporal y no sustituyen la inspección y reparación definitiva del tanque afectado.

Clasificación y respuesta ante derrames

El protocolo establece una clasificación de los eventos según su magnitud y posibilidad de afectar el medio hídrico, permitiendo escalar los recursos de respuesta y las comunicaciones requeridas.

Cuadro 4. Clasificación de derrames según severidad y plan de respuesta.

Nivel	Criterio operativo	Respuesta prevista
Menor	Hasta 5 galones, contenido localmente y sin requerir el despliegue total del kit	Respuesta local y comunicación interna
Moderado	Entre 5 y 120 galones, contenido dentro del sistema de contención	Activación de la brigada de respuesta y recursos del kit
Mayor	Más de 120 galones, superación de la capacidad de la berma o cualquier volumen que alcance o amenace alcanzar la Hidrovía	Detención de la operación, activación de respuesta ampliada y notificación correspondiente

La clasificación anterior es la establecida por el protocolo operacional del proyecto. En particular, cualquier evento que alcance o amenace con alcanzar las aguas de la Hidrovía se considera un derrame mayor, independientemente de su volumen.

Secuencia de respuesta

Ante la detección de una pérdida de diésel, la respuesta seguirá una secuencia organizada orientada prioritariamente a detener la fuente y evitar la propagación del combustible:

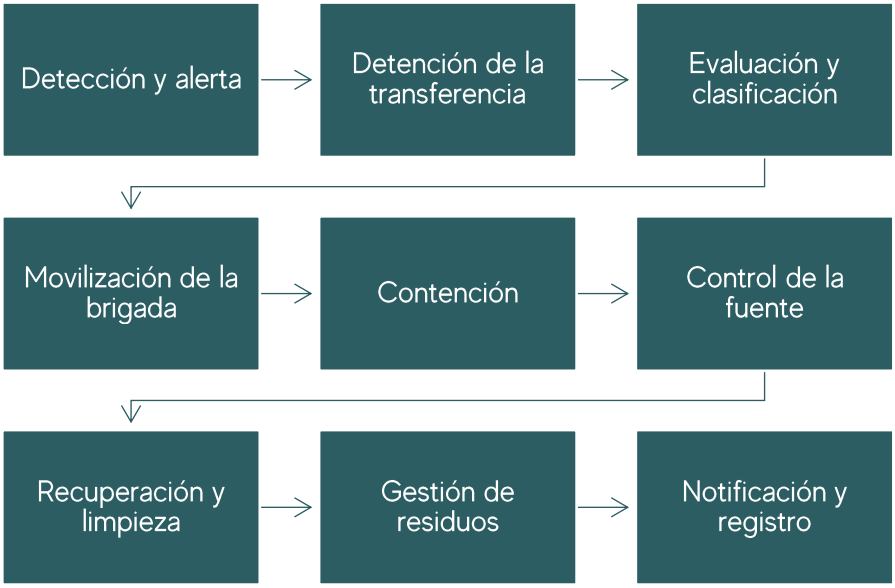


Imagen 3. Secuencia de respuesta ante derrame de hidrocarburos.

La persona que detecte el evento deberá emitir inmediatamente la alerta. El Operador CI/primer respondiente efectuará una evaluación inicial para determinar si la pérdida se encuentra contenida en

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

cubierta, dentro de la berma o presenta riesgo de alcanzar el agua. Simultáneamente deberá detenerse la operación que origina o alimenta el derrame, mediante el cierre de la válvula correspondiente o la detención del sistema de bombeo.

Posteriormente se procederá al despliegue de barreras oleofílicas, priorizando el bloqueo de cualquier vía de propagación hacia el borde de la embarcación o el medio hídrico. Cuando la pérdida se origine en un tanque, deberá verificarse su confinamiento dentro de la berma, quedando prohibida la descarga del líquido contenido hacia el exterior.

Una vez controlada la fuente, el combustible y los materiales contaminados serán recuperados. Los absorbentes, paños, barreras y EPP desechables contaminados deberán segregarse, identificarse y almacenarse temporalmente en condiciones seguras hasta su entrega para gestión correspondiente.

Respuesta ante afectación del medio hídrico

En el escenario en que el diésel alcance la superficie del agua, se procederá al despliegue de las barreras oleofílicas disponibles, en la medida que las condiciones de corriente y navegación lo permitan, priorizando la limitación de la dispersión y la protección de sectores sensibles, incluyendo orillas, tomas de agua y otras embarcaciones. Paralelamente se activará la cadena de comunicación y notificación prevista para el evento.

Organización de la respuesta

La respuesta estará estructurada mediante una cadena de mando definida. El Operador CI/Primer Respondiente realiza la alerta y las primeras acciones; el Líder de Operaciones clasifica el evento y coordina la respuesta; el Capitán o Patrón del remolcador adopta las decisiones relacionadas con navegación y maniobra; la Brigada de Respuesta a Derrames ejecuta las tareas de contención, control y recuperación; y el Coordinador HSE/Armador realiza el seguimiento, las comunicaciones externas que correspondan, la gestión de los residuos generados y el cierre documental.

Inspección y disponibilidad

Los elementos de respuesta deberán mantenerse disponibles durante toda la operación. El protocolo establece la inspección del kit de derrames mensualmente y después de cada utilización, mientras que las bermas deben inspeccionarse mensualmente y obligatoriamente antes de cada campaña de carga. Cualquier deficiencia que comprometa la capacidad de contención deberá corregirse antes del inicio de la operación.

2.18. Protección contra incendios y equipos de emergencia

El proyecto contempla un sistema específico de protección contra incendios destinado a proporcionar una respuesta inicial ante conatos de incendio que pudieran producirse durante las etapas de carga, navegación, descarga y demás operaciones asociadas al transporte de diésel.

El sistema se encuentra desarrollado en el Manual de Operaciones del Sistema Contra Incendios AGS-MOSCI-001, elaborado por Aviation Group SAS para la barcaza. El manual contempla el alistamiento e instalación de los equipos, pruebas funcionales, vigilancia durante las distintas fases operativas, procedimientos de activación ante emergencias y posterior desarme del sistema.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

Debe señalarse que el sistema constituye un medio de primera respuesta y mitigación inicial y no sustituye la intervención de los organismos externos competentes en atención de emergencias. En consecuencia, su función principal es permitir una actuación inmediata mientras se coordinan, cuando corresponda, los recursos externos de respuesta.

Configuración general del sistema

La barcaza dispone de dos puntos principales de protección contra incendios, ubicados en sectores opuestos de la embarcación:

- Monitor CI-1: ubicado hacia proa.
- Monitor CI-2: ubicado hacia popa.

Cada unidad se encuentra constituida por una base con válvulas, un monitor tipo Cobra IFES-903 y una boquilla autoeductora Hidrofoam IFES 304. La válvula angular de 2½" permanece abierta desde la instalación, mientras que una válvula mariposa de 3" constituye el control primario de activación y corte del flujo hacia cada monitor.

La disposición de los monitores en proa y popa permite establecer cobertura sobre la zona de bodega donde se encuentran instalados los tanques flexibles de combustible.

Componentes principales

Cuadro 5. Componentes principales del sistema contra incendios.

Componente	Características principales	Función
Monitor CI-1	Monitor Cobra IFES-903 con boquilla Hidrofoam IFES 304, instalado hacia proa	Aplicación de agua/espuma sobre el sector afectado
Monitor CI-2	Configuración equivalente, instalado hacia popa	Complementar cobertura de la bodega
Válvula angular	2½", normalmente abierta durante la condición operativa	Alimentación del conjunto
Válvula mariposa	3"	Activación y corte primario del flujo
Boquilla Hidrofoam	Sistema autoeductor	Incorporación del concentrado de espuma al flujo
Concentrado AFFF	HD AFFF 3F-C6 al 3 %, 55 gal (208 L) por recipiente	Formación de solución espumante
Canecas de AFFF	Una asociada a cada monitor	Reserva de concentrado
Mangueras	2½", mínimo 60 m por ramal, con acoples rápidos	Conducción del agua hacia los monitores
Sistema de suministro de agua	Vinculado al sistema contra incendios del remolcador	Alimentación hidráulica del sistema

El manual establece dos canecas de 55 galones (208 L) de AFFF al 3 %, una por monitor, y dos ramales de manguera de 2½" con longitud mínima de 60 m cada uno.

Cobertura de la bodega

Los dos monitores se disponen de manera de proporcionar cobertura sobre el área de bodega ocupada por los tanques flexibles.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

El diseño operacional considera la actuación desde ambos extremos de la bodega, permitiendo orientar los monitores hacia el sector en el que se identifique el foco y utilizar agua para enfriamiento o espuma para actuación sobre un conato relacionado con combustible, conforme al procedimiento establecido en el manual.

La cobertura y disposición definitiva del sistema deberán mantenerse conforme a la configuración técnica aprobada para cada barcaza y a los correspondientes documentos de diseño y cálculo hidráulico.

Instalación y habilitación del sistema

Antes del inicio de cada campaña, el sistema contra incendios deberá ser instalado, inspeccionado y sometido a una prueba funcional. El proceso contempla:



Imagen 4. Secuencia de instalación y habilitación del sistema de transporte de hidrocarburos.

El manual establece que los monitores se trasladan e instalan utilizando el pórtico grúa de la barcaza. Los conjuntos llegan previamente ensamblados y son instalados directamente en las posiciones previstas en cubierta.

La inspección previa comprende, entre otros aspectos, la correcta fijación de los monitores, libertad de movimiento, posición de válvulas, conexión del sistema de inducción de espuma, condición de las mangueras y disponibilidad del concentrado AFFF. El Checklist establece incluso la verificación de un nivel de AFFF igual o superior al 90 % y de su vigencia.

Prueba funcional preoperacional

Antes de habilitar la barcaza se realizará una prueba funcional a baja presión destinada a comprobar la operatividad del sistema.

Cuadro 6. Pruebas a realizarse para comprobarse la operatividad del sistema.

Verificación	Criterio
Monitor CI-1	Chorro de agua continuo y sin fluctuaciones
Monitor CI-2	Chorro de agua continuo y sin fluctuaciones
Sistema de espuma	Succión confirmada
Mangueras	Sin fugas
Acoples	Sin fugas
Válvulas	Sin fugas y operativas
Sistema de inducción	Sin pérdidas
Resultado final	APROBADO / RECHAZADO

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

El resultado debe registrarse en el Formato de Prueba Pre-Operacional, identificando además la embarcación y presión utilizada. Una condición no conforme deberá ser corregida antes de habilitar la embarcación para la campaña.

Condición operativa durante carga y descarga

Durante las operaciones de transferencia de diésel, el sistema contra incendios permanece instalado y disponible para respuesta inmediata.

Se establece una guardia activa, manteniendo vigilancia sobre las operaciones y comunicación con el Capitán y la sala de máquinas del remolcador. Durante la descarga, por ejemplo, el operador debe mantenerse en una posición que le permita alcanzar la válvula de cualquiera de los monitores en un tiempo inferior a un minuto.

Antes de iniciar la descarga se realiza asimismo una inspección visual de monitores, mangueras, válvulas y canecas de AFFF, verificando que el sistema no haya sufrido alteraciones durante el tránsito.

Desde el punto de vista ambiental, la protección contra incendios constituye una medida complementaria a los sistemas destinados a prevenir la pérdida de diésel.

La prioridad operacional será evitar la ocurrencia de pérdidas, controlar las fuentes de ignición y mantener los equipos disponibles para una respuesta inmediata. En caso de producirse una fuga o derrame sin presencia de llama, deberá priorizarse la detención de la fuente y la contención del combustible, evitando una activación innecesaria del sistema contra incendios. Esta separación está expresamente establecida por el manual tanto para carga como para descarga.

En caso de conato de incendio, la respuesta estará orientada a controlar inicialmente el evento, limitar su propagación y proteger las instalaciones y la carga mientras se desarrollan las acciones de emergencia correspondientes.

2.19. Seguridad durante las operaciones

El Manual establece requisitos específicos de seguridad para las distintas fases del ciclo. El personal debe utilizar, según corresponda:

- Casco.
- Chaleco salvavidas.
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Guantes.
- Protección auditiva cuando corresponda.

El ingreso a la bodega requiere autorización del Líder de Operaciones AGS. Durante el movimiento del pórtico, el personal no debe permanecer dentro de la bodega, salvo situaciones controladas de posicionamiento de carga con comunicación directa y contacto visual con el operador. Asimismo, las pruebas del pórtico se realizan con la bodega despejada.

Durante el desarme debe considerarse además la posibilidad de presencia de vapores residuales de combustible, aun cuando los tanques hayan sido vaciados, por lo que se establece la necesidad de mantener ventilación adecuada y evitar fuentes de ignición.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

2.20. Generación de residuos

La operación puede generar residuos principalmente asociados a:

- Materiales de embalaje.
- Elementos de mantenimiento.
- Trapos o materiales absorbentes utilizados para controlar pequeños goteos.
- Material absorbente contaminado con diésel.
- Combustible residual contenido en mangueras y equipos.
- Componentes deteriorados o reemplazados.
- Residuos provenientes de la limpieza de las bodegas.

Durante el desarme, los remanentes de combustible contenidos en mangueras y equipos deben ser drenados sobre el sistema de contención antes de proceder a su almacenamiento o transporte. Los residuos generados, según su clasificación, deberán ser retirados, tratados y dispuestos por empresas autorizadas por el MADES para tales actividades.

2.21. Emisiones y efluentes

Las principales emisiones atmosféricas asociadas a la operación estarán vinculadas a los motores de combustión de los remolcadores y equipos auxiliares utilizados durante las diferentes etapas del transporte. Durante las operaciones de transferencia de diésel deberá considerarse además el potencial de generación de vapores y emisiones fugitivas asociadas a conexiones, llenado, descarga y eventuales pérdidas de producto.

Respecto de los efluentes líquidos, deberán evitarse descargas directas de aguas contaminadas con combustible hacia el río. Cualquier líquido o material resultante de operaciones de limpieza o control de derrames deberá ser gestionado como residuo potencialmente contaminado, de acuerdo con sus características y con el procedimiento ambiental correspondiente.

2.22. Personal y responsabilidades operativas

La operación cuenta con una estructura definida de responsabilidades. El Líder de Operaciones AGS dirige y supervisa las operaciones, autoriza el inicio de las diferentes fases y verifica los registros correspondientes.

El equipo operativo contempla, entre otros:

- Operador de pórtico.
- Responsable de conexión eléctrica.
- Operarios de instalación.
- Operario de monitoreo.
- Operador de válvula maestra.
- Operador de válvula de descarga.
- Capitán del remolcador.
- Representantes del punto de suministro y destino.

Durante el tránsito, el Líder de Operaciones AGS mantiene comunicación con la base en tierra, mientras que el capitán del remolcador mantiene la responsabilidad de la navegación y maniobra del convoy. Esta

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

distribución de responsabilidades constituye un elemento relevante para el posterior análisis de riesgos y para el establecimiento del Plan de Gestión Ambiental y Plan de Contingencias.

2.23. Registros y trazabilidad operacional

Una característica relevante del sistema es la existencia de registros y listas de verificación para las diferentes etapas del ciclo operativo.

Entre los registros previstos se encuentran:

- Checklist de inspección de bodega y rieles.
- Checklist de conexión eléctrica y prueba del pórtico.
- Checklist de instalación de equipos.
- Checklist de tendido y conexión del manifold.
- Checklist de conexión y arranque del llenado.
- Registro de llenado por tanque.
- Checklist de cierre y verificación de hermeticidad.
- Checklist pre-zarpe.
- Bitácora de monitoreo durante el tránsito.
- Registro de arribo.
- Checklist de conexión y arranque de descarga.
- Registro de vaciado por tanque.
- Checklist de cierre de descarga.
- Checklist de desconexión y desmontaje.
- Checklist de carga y entrega final de la barcaza.

Este sistema de registros constituye un elemento favorable para establecer mecanismos de seguimiento, control operacional, verificación del cumplimiento y mejora continua, en línea con el enfoque de gestión ambiental aplicado al proyecto.

2.24. Vida útil y mantenimiento

El sistema está concebido para operar de manera cíclica, con instalación, llenado, transporte, descarga y posterior desmontaje de los componentes. La vida útil deberá determinarse considerando las especificaciones del fabricante, condiciones de operación, frecuencia de uso, inspecciones, mantenimiento preventivo y resultados de las verificaciones realizadas durante la operación.

En particular, deberá establecerse un programa de inspección para:

- Tanques flexibles.
- Bermas.
- Mangueras.
- Válvulas.
- Accesorios del manifold.
- Equipo de bombeo.
- Pórtico.
- Polipastos.
- Rieles.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

- Correas de sujeción.
- Equipos de emergencia y contención.

El mantenimiento y las inspecciones deberán quedar documentados para garantizar la trazabilidad de las condiciones del sistema antes de cada nuevo ciclo operacional.

2.25. Síntesis del ciclo operativo

El proyecto puede sintetizarse mediante el siguiente ciclo:

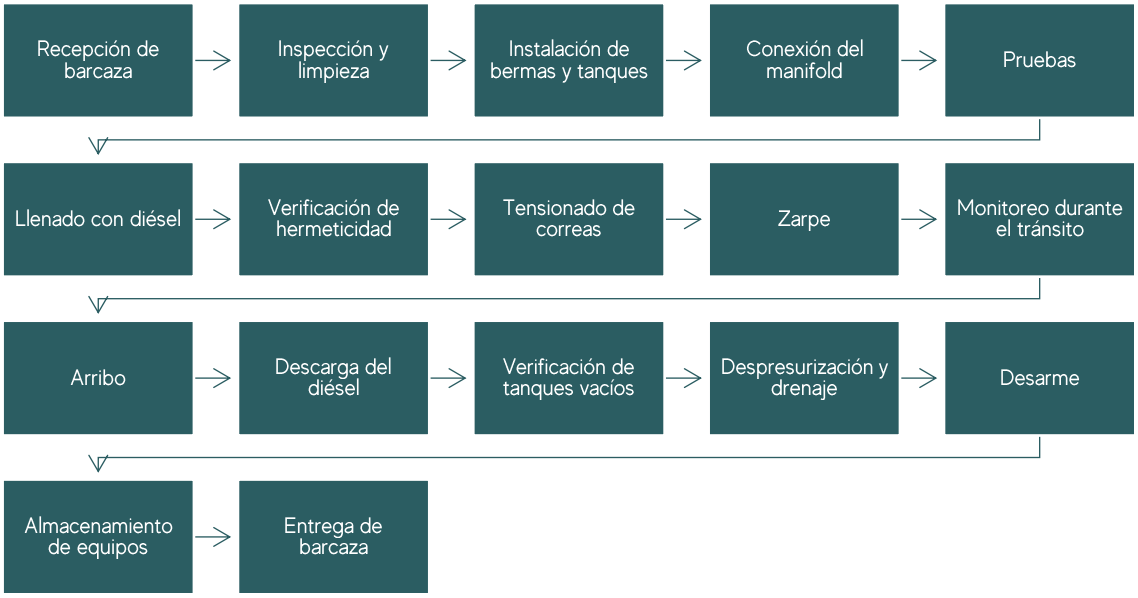


Imagen 5. Flujograma de actividades durante la operación. Fuente: elaboración propia a partir de la documentación recibida del proponente.

3. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

3.1. Objetivo del análisis

El análisis de alternativas tiene por objeto identificar y comparar las diferentes opciones técnica, ambiental y operativamente viables para satisfacer la necesidad de transporte de combustible diésel tipo III entre el punto de suministro y el punto de destino del proyecto.

La evaluación de alternativas constituye una herramienta fundamental para determinar si la solución propuesta representa una opción ambientalmente razonable, considerando no solamente las características del medio receptor, sino también las condiciones de seguridad, eficiencia operativa, generación de residuos, potencial de derrames, emisiones, requerimientos de infraestructura y capacidad de respuesta ante contingencias.

En el presente proyecto, el análisis se centra particularmente en la utilización de tanques flexibles instalados dentro de bodegas de barcazas fluviales, en comparación con otras modalidades técnicamente posibles para el transporte de diésel.
El análisis se desarrolla considerando los siguientes criterios:

- seguridad en el almacenamiento y transporte del diésel;

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

- probabilidad y consecuencias de derrames;
- capacidad de contención secundaria;
- interacción con el medio acuático;
- requerimientos de infraestructura;
- generación de residuos y efluentes;
- emisiones atmosféricas;
- consumo energético y de combustibles;
- complejidad de las operaciones de carga y descarga;
- facilidad de inspección, mantenimiento y control;
- capacidad de respuesta ante emergencias;
- flexibilidad operativa;
- factibilidad técnica y logística;
- requerimientos regulatorios y de habilitación;
- condiciones de navegación y accesibilidad.

La documentación operativa disponible contempla específicamente el transporte de diésel mediante tanques flexibles instalados en barcazas y establece un ciclo operacional que comprende preparación, llenado, tránsito, descarga y desmontaje.

3.2. Alternativas consideradas

3.2.1. Alternativa 0 – No ejecución del proyecto.

Esta alternativa elimina los impactos ambientales directamente asociados con la adaptación de las barcazas, instalación de los tanques flexibles, operaciones de llenado y descarga y tránsito de las embarcaciones afectadas al proyecto.

Sin embargo, la no ejecución no implica necesariamente la eliminación de la necesidad de transporte de diésel. El combustible requerido por la operación deberá continuar siendo trasladado mediante algún otro sistema logístico.

En consecuencia, desde el punto de vista ambiental, esta alternativa debe analizarse considerando no solamente los impactos evitados por el proyecto, sino también los impactos asociados con la modalidad de transporte que eventualmente sustituya al sistema fluvial.

3.2.2. Alternativa 1 – Transporte terrestre de diésel.

La segunda alternativa analizada corresponde al transporte de diésel mediante camiones cisterna.

Esta modalidad constituye una alternativa técnicamente conocida y ampliamente utilizada para el transporte terrestre de combustibles líquidos.

Una de sus principales ventajas consiste en la flexibilidad de los puntos de origen y destino, dado que los camiones pueden acceder directamente a instalaciones que cuenten con infraestructura vial adecuada.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

No obstante, para recorridos de considerable distancia y volúmenes importantes de combustible, la modalidad terrestre implica la realización de múltiples viajes y una mayor exposición del transporte a eventos asociados a la circulación vial.

En términos ambientales, el riesgo no desaparece, sino que cambia de contexto: mientras el transporte fluvial se desarrolla principalmente sobre un corredor acuático, el transporte terrestre atraviesa infraestructura vial y eventualmente áreas urbanas, rurales o ambientalmente sensibles.

Por lo tanto, la comparación entre ambas modalidades debe considerar el riesgo total del sistema y no solamente el riesgo de derrame de combustible.

3.2.3. Alternativa 2 – Transporte fluvial mediante barcazas con tanques rígidos o integrados.

La utilización de tanques rígidos constituye otra alternativa para el transporte fluvial de diésel.

Esta opción podría comprender embarcaciones construidas específicamente para transportar combustibles o barcazas existentes acondicionadas mediante la instalación de tanques rígidos permanentes.

Sin embargo, esta alternativa puede implicar mayores requerimientos de inversión, ingeniería naval, modificación estructural de las embarcaciones, mantenimiento y habilitación.

Asimismo, la incorporación de tanques rígidos permanentes modifica de manera más significativa la configuración original de la embarcación y puede limitar su flexibilidad para otros usos.

A diferencia de esta alternativa, el sistema proyectado contempla tanques flexibles que pueden ser instalados y posteriormente desmontados de la bodega, manteniendo la posibilidad de utilizar la embarcación para otras operaciones cuando el sistema de transporte de combustible no se encuentre instalado.

El Manual de Operaciones establece precisamente procedimientos diferenciados para la instalación y posterior desmontaje de los tanques y accesorios, incluyendo su organización mediante una canasta de izaje.

3.2.4. Alternativa 3 – Transporte fluvial mediante barcazas adaptadas con tanques flexibles.

La alternativa seleccionada consiste en adaptar barcazas fluviales para el transporte de diésel mediante la instalación temporal de tanques flexibles dentro de las bodegas de carga.

El diseño contempla un sistema de contención en capas, en el que cada grupo de tanques se instala dentro de una berma y la bodega de la embarcación constituye una barrera adicional. Las bermas se encuentran dimensionadas para contener el 110 % del volumen del tanque o grupo protegido.

Permite concentrar un volumen importante de combustible en una misma operación de transporte, evitando la necesidad de realizar numerosos desplazamientos terrestres. El diseño contempla bermas de contención independientes para los grupos de tanques. Estas bermas constituyen la primera barrera

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

de contención frente a una eventual pérdida de producto. La bodega de la barcaza constituye una segunda barrera física frente a eventuales pérdidas de combustible.

La operación de llenado y descarga se realiza de manera secuencial, tanque por tanque, permitiendo controlar el volumen transferido y verificar individualmente las condiciones del sistema. El protocolo operativo contempla puntos de control durante la navegación, donde se registran el estado de los tanques y correas, las condiciones del río y las condiciones climáticas.

Los tanques flexibles pueden instalarse y desmontarse de las barcazas, permitiendo una configuración adaptable a las necesidades operativas.

En consecuencia, la selección de esta alternativa no supone la inexistencia de riesgos, sino la implementación de un conjunto de barreras preventivas, operacionales y de respuesta orientadas a reducir la probabilidad de ocurrencia y las consecuencias de los eventos no deseados.

3.3. Alternativa seleccionada

Como resultado del análisis preliminar, se considera ambiental y técnicamente viable la Alternativa 3: transporte fluvial de diésel mediante barcazas adaptadas con tanques flexibles, sujeta a la verificación y aprobación de los aspectos técnicos, navales, ambientales, de seguridad y regulatorios correspondientes.

La selección se fundamenta principalmente en la posibilidad de combinar una elevada capacidad de transporte con un sistema de contención compuesto por diferentes barreras y con procedimientos operativos específicos.

El sistema incorpora tanques flexibles, bermas de contención, bodega de la embarcación, válvulas de corte, manifold controlado, procedimientos de inspección, monitoreo durante el tránsito y protocolos de respuesta ante emergencias.

No obstante, la selección de esta alternativa deberá entenderse como condicionada a la implementación efectiva de las medidas de gestión ambiental y de seguridad, así como a la validación de la configuración final de las embarcaciones por las autoridades y organismos competentes.

El análisis efectuado permite establecer que ninguna de las alternativas de transporte de diésel está completamente exenta de aspectos ambientales o riesgos.

La diferencia fundamental radica en la naturaleza de dichos riesgos, su distribución espacial, la probabilidad de ocurrencia y la capacidad del sistema para prevenir, contener y responder ante eventos accidentales.

La alternativa de transporte fluvial mediante tanques flexibles presenta como principal fortaleza la incorporación de barreras sucesivas de prevención y contención, complementadas por procedimientos operativos específicos.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

4. ÁREA DE INFLUENCIA

El área de estudio comprende la totalidad de la Hidrovía Paraguay–Paraná, dado que el transporte fluvial de cargas se realiza a través de estos cauces, constituyéndose en una vía fundamental para la exportación de la producción nacional y la importación de mercancías. Debido a la naturaleza de este proyecto, enfocado exclusivamente en el transporte fluvial, no se requiere el uso de terrenos ni de áreas específicas de emplazamiento en tierra firme.

4.1. Área de influencia directa

El Área de Influencia Directa (AID) comprende los espacios en los que se desarrollarán de manera efectiva las actividades asociadas al proyecto y donde podrían manifestarse impactos ambientales directos.

Para el presente proyecto, el AID comprende:

- La barcaza y sus elementos operativos, durante las etapas de carga, navegación y descarga.
- El tramo de la Hidrovía Paraguay–Paraná utilizado para el transporte, considerando el espacio directamente asociado a la navegación de la embarcación.

4.2. Área de influencia indirecta

Se define como Área de Influencia Indirecta (AII) al territorio que, si bien no es ocupado de manera directa por las actividades del proyecto, podría experimentar efectos secundarios, acumulativos o inducidos derivados de su ejecución. En este caso, el AII comprende el tramo del río Paraguay situado entre el puerto Monte Alegre (Villa Hayes) y el puerto de la ANP (Concepción), abarcando asimismo los ecosistemas ribereños y las poblaciones asentadas en sus zonas de influencia.

4.2.1. Características geográficas y morfológicas del tramo

Morfología y cauce

Este trayecto se caracteriza por ser un río aluvial de llanura con un trazado marcadamente meándrico (sinuoso), con bancos de arena móviles y, a medida que se avanza hacia el norte en dirección a Concepción, la aparición de tramos con fondos más consolidados o rocosos (como los conocidos pasos difíciles de tipo rocoso y zigzagueante) que exigen una alta precisión en el pilotaje de convoyes de barcazas.

Dinámica hidrológica

El régimen del río en esta zona experimenta marcadas oscilaciones estacionales entre periodos de crecidas y estiajes severos (bajantes). Estas fluctuaciones condicionan de manera directa el calado disponible y la capacidad de carga efectiva de los remolcadores de empuje.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

4.2.2. Rol logístico y portuario en la Hidrovía Paraguay-Paraná

Puerto Monte Alegre (Villa Hayes)
Funciona como un nodo industrial y portuario clave en la periferia asuncena (km 1.642), especializado en la gestión de graneles, hidrocarburos, cemento y materias primas industriales, sirviendo de enlace directo con el *hinterland* (zona de influencia terrestre de un puerto o ciudad desde donde proceden las mercancías embarcadas y a la que se dirigen las desembarcadas) de la región occidental y el área metropolitana.

Puerto ANP (Concepción)
Ubicado en el km 1.940, este terminal portuario administrado por la Administración Nacional de Navegación y Puertos cuenta con infraestructura especializada para granos (silos verticales y horizontales), plataformas de hormigón armado para cargas generales y contenedores, y una posición geopolítica privilegiada para captar la producción del norte del país y del estado brasileño de Mato Grosso.

4.2.3. Avances y estado del proyecto de la Hidrovía en el tramo

Obras de Dragado y Mantenimiento
Ante los recurrentes escenarios de crisis hídricas y bajantes históricas registradas en los últimos años, los análisis y la gestión operativa de la Hidrovía han priorizado los contratos de dragado de apertura, mantenimiento y balizamiento en los pasos críticos de este sector. El Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) ha impulsado esquemas orientados a asegurar la previsibilidad del canal de navegación para evitar interrupciones en la cadena logística exportadora.

Optimización de Flotas y Carga
Las mejoras en las cartas náuticas, el balizamiento y los estudios de factibilidad técnica han permitido mitigar los riesgos de los pasos difíciles característicos del norte paraguayo. No obstante, la operatividad del tramo sigue dependiendo estrechamente de la ejecución continua de obras de dragado correctivo para garantizar el tránsito ininterrumpido de embarcaciones con calados comerciales competitivos durante todo el año.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

5. IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES

La identificación de los aspectos ambientales constituye la base para determinar las posibles interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes del medio físico, biológico y socioeconómico.

Para el presente proyecto, se entiende por aspecto ambiental todo elemento derivado de las actividades, productos o servicios asociados al transporte fluvial de diésel que pueda interactuar con el ambiente. A partir de estos aspectos se identifican posteriormente los impactos ambientales potenciales, cuya valoración se desarrolla en el Capítulo 7.

El análisis comprende el ciclo operativo del proyecto, desde el acondicionamiento de las barcazas y la instalación de los equipos hasta la carga, navegación, descarga, desarme y preparación para el retorno.

5.1. Criterios para la identificación de aspectos ambientales

La identificación se realiza considerando las diferentes condiciones bajo las cuales podrán desarrollarse las actividades del proyecto:

- **Condiciones normales:** correspondientes al funcionamiento previsto del sistema durante el acondicionamiento, carga, navegación, descarga y desarme.
- **Condiciones anormales:** situaciones operativas no habituales que pueden ser controladas mediante los procedimientos establecidos, como pequeñas pérdidas en conexiones, fallas de equipos o generación extraordinaria de residuos.
- **Situaciones de emergencia:** eventos accidentales con potencial de producir consecuencias ambientales significativas, como derrames de diésel, rotura de un tanque flexible, incendio, colisión, varadura u otras contingencias durante la navegación.

Asimismo, se consideran las interacciones potenciales con el agua, suelo, aire, biodiversidad, seguridad de la navegación y actividades humanas desarrolladas en el área de influencia.

5.2. Etapas y actividades consideradas

Acondicionamiento y preparación de la barcaza: comprende la inspección y limpieza de la bodega, preparación de los sistemas eléctricos y del pórtico grúa, instalación de las bermas de contención secundaria, colocación de los tanques flexibles, conexiones, válvulas, mangueras, manifold, sistema de bombeo y demás elementos necesarios para la operación.

Carga de diésel: incluye la conexión al punto de suministro, bombeo y transferencia del diésel hacia los tanques flexibles, control de volúmenes, verificación de conexiones y válvulas y cierre del sistema una vez finalizada la carga.

Transporte fluvial: corresponde al desplazamiento de la barcaza por la Hidrovía Paraguay–Paraná, incluyendo las operaciones normales de navegación, monitoreo de los tanques, sistemas de sujeción, condiciones hidrometeorológicas y demás controles durante el trayecto.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

Descarga de diésel: comprende las operaciones de conexión con las instalaciones receptoras, transferencia controlada del diésel, vaciado secuencial de los tanques, cierre de válvulas y desconexión del sistema.

Desarme y preparación para retorno: incluye la despresurización y drenaje del sistema, desconexión de mangueras y manifold, retiro de equipos, manipulación de los tanques flexibles y bermas, limpieza y acondicionamiento de los elementos utilizados y preparación de la barcaza para su retorno.

5.3. Identificación de aspectos ambientales

A partir de las actividades señaladas se identifican los principales aspectos ambientales asociados al proyecto.

Cuadro 7. Aspectos ambientales identificados.

Etapa	Aspecto Ambiental	Riesgo	Condición
Preparación y limpieza de la bodega	Generación de residuos sólidos y materiales retirados	Generación de residuos que requieren manejo y disposición adecuada	Normal
Instalación y manipulación de equipos	Generación de residuos de embalajes, materiales y elementos de mantenimiento	Incremento temporal de residuos sólidos	Normal
Operación de equipos y pórtico grúa	Consumo de energía y generación de ruido	Consumo de recursos energéticos y molestias puntuales por ruido	Normal
Instalación de tanques, mangueras y conexiones	Posibles fallas de montaje o conexión	Incremento del riesgo de pérdidas durante operaciones posteriores	Anormal
Carga de combustible	Transferencia y manipulación de combustible	Riesgo de pérdidas o goteos en conexiones y mangueras	Anormal
Carga de combustible	Derrame accidental de diésel	Potencial afectación de agua, suelo, sedimentos y biota	Emergencia
Carga de Combustible	Presencia de vapores y combustible	Alteración puntual de la calidad del aire y riesgo de incendio	Normal/Anormal
Navegación	Consumo de combustible del sistema de propulsión/remolque	Uso de recursos energéticos y emisiones atmosféricas	Normal
Navegación	Emisiones de gases de combustión	Alteración temporal de la calidad del aire	Normal
Navegación	Generación de ruido y vibraciones	Perturbación temporal del entorno y fauna	Normal
Navegación	Tránsito de embarcaciones	Interacción con otras embarcaciones y actividades desarrolladas en la Hidrovía	Normal

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

Etapa	Aspecto Ambiental	Riesgo	Condición
Navegación	Oleaje y movimiento de la embarcación	Interacción puntual con márgenes y ambiente acuático	Normal
Navegación	Pérdida de estanqueidad del sistema	Fuga de diésel hacia la bodega o sistema de contención	Anormal
Navegación	Rotura de tanque flexible, manguera o conexión	Derrame de diésel y potencial contaminación del medio acuático	Emergencia
Navegación	Colisión, varadura u otro accidente fluvial	Daños a equipos y posible liberación de diésel	Emergencia
Descarga de combustible	Transferencia del producto	Riesgo de goteos o pérdidas durante conexiones y desconexiones	Anormal
Descarga de combustible	Falla de manguera, válvula o conexión	Derrame de diésel en el área de descarga	Emergencia
Desarme del sistema	Presencia de diésel residual en mangueras, manifold y bomba	Generación de residuos o líquidos contaminados y riesgo de derrames menores	Normal
Limpieza y mantenimiento	Generación de materiales contaminados con diésel	Generación de residuos que requieren gestión diferenciada	Normal
Todas las etapas	Generación de residuos comunes por el personal	Incremento de residuos sólidos	Normal
Todas las etapas	Uso de materiales absorbentes ante pérdidas	Generación de residuos contaminados con diésel	Anormal
Todas las etapas	Presencia y manipulación de diésel	Riesgo de incendio	Emergencia

5.4. Aspectos ambientales asociados al medio hídrico

Debido a la naturaleza fluvial del proyecto, el medio hídrico constituye el componente ambiental de mayor sensibilidad.

La principal interacción potencial se relaciona con la posibilidad de liberación accidental de diésel durante las operaciones de carga, navegación o descarga. La magnitud de una eventual afectación dependerá, entre otros factores, del volumen liberado, ubicación del evento, velocidad de respuesta, condiciones hidrológicas y meteorológicas y proximidad de áreas ambientalmente sensibles.

El diseño operacional incorpora diferentes niveles preventivos y de contención, entre ellos los propios tanques flexibles, las bermas de contención secundaria y la bodega de la barcaza, además de válvulas de cierre, control de conexiones y disponibilidad de elementos para atención de derrames.

En consecuencia, debe diferenciarse entre la presencia de diésel a bordo, que constituye un aspecto inherente a la actividad, y la liberación accidental del producto al ambiente, que corresponde a una situación de contingencia y constituye el escenario ambiental de mayor relevancia para el proyecto.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

5.5. Aspectos relacionados con residuos

Los residuos generados durante la operación serán principalmente de carácter operativo y estarán asociados a actividades de acondicionamiento, mantenimiento, limpieza y atención de pequeñas pérdidas o contingencias.

Se prevé la posible generación de:

- residuos sólidos comunes;
- embalajes y materiales utilizados durante el acondicionamiento;
- paños, absorbentes y otros materiales impregnados con diésel;
- elementos de protección personal descartados;
- residuos provenientes del mantenimiento de equipos;
- residuos o líquidos resultantes del drenaje y limpieza de mangueras, bombas y conexiones.

Los residuos contaminados con diésel deberán mantenerse segregados respecto de los residuos comunes y gestionarse mediante empresas que posean autorización legal (licencia ambiental por el MADES) para realizar el retiro, tratamiento (si lo hubiere) y disposición final de estos.

5.6. Emisiones atmosféricas, ruido y vibraciones

Las emisiones atmosféricas estarán principalmente relacionadas con los motores de las embarcaciones utilizadas para el transporte y remolque, así como con los equipos auxiliares que requieran combustión.

Por tratarse de una actividad móvil, estas emisiones se producirán de manera temporal a lo largo del recorrido fluvial y estarán constituidas principalmente por gases de combustión y material particulado asociados al funcionamiento de motores.

Asimismo, la navegación y operación de equipos generarán ruido y vibraciones de carácter temporal. Estos aspectos deberán considerarse especialmente en sectores próximos a poblaciones, áreas de uso recreativo o zonas ambientalmente sensibles que pudieran encontrarse dentro del área de influencia.

5.7. Aspectos relacionados con la biodiversidad

La interacción con el medio biológico se encuentra principalmente asociada al tránsito de la embarcación y a situaciones accidentales.

Durante condiciones normales podrán producirse perturbaciones temporales relacionadas con ruido, vibraciones, iluminación y movimiento de embarcaciones.
Sin embargo, el aspecto de mayor relevancia corresponde a una eventual liberación de diésel al medio acuático, debido a su potencial interacción con organismos acuáticos, vegetación ribereña, hábitats asociados al río y otros componentes de la biodiversidad presentes en el tramo de navegación.

La sensibilidad de estos componentes deberá ser considerada en la evaluación de impactos y en la planificación de las medidas de contingencia.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

5.8. Aspectos relacionados con el medio socioeconómico

El proyecto utilizará una vía navegable en la que se desarrollan actividades de transporte, pesca, actividades portuarias y otros usos del río.

Las principales interacciones potenciales corresponden a:

- coexistencia con otras embarcaciones durante la navegación;
- utilización temporal de instalaciones portuarias o puntos de carga y descarga;
- interacción con actividades desarrolladas en las márgenes y zonas portuarias;
- generación de empleo y demanda de servicios vinculados a la operación;
- posibles afectaciones temporales a otros usuarios del río ante una situación de emergencia.

Estos aspectos serán evaluados considerando las características específicas del tramo de la Hidrovía Paraguay–Paraná utilizado por el proyecto.

5.9. Aspectos asociados a situaciones de emergencia

Considerando las características del proyecto, se identifican como principales situaciones de emergencia con potencial ambiental:

- rotura o pérdida de estanqueidad de un tanque flexible;
- falla o rotura de mangueras, válvulas o conexiones;
- derrame durante las operaciones de carga o descarga;
- acumulación o liberación de diésel dentro de la bodega;
- desborde o pérdida de capacidad efectiva del sistema de contención;
- incendio asociado al combustible o a los equipos;
- colisión con otra embarcación;
- varadura, impacto u otro accidente durante la navegación;
- condiciones hidrometeorológicas adversas que comprometan la seguridad de la operación.

Estas situaciones serán consideradas tanto en la evaluación de impactos ambientales como en la evaluación de riesgos y en el Plan de Contingencias específico para diésel.

5.10. Mecanismos de prevención y control

La identificación de un aspecto ambiental no implica necesariamente la ocurrencia de un impacto significativo. El proyecto incorpora medidas de ingeniería y procedimientos operativos destinados a reducir la probabilidad de ocurrencia y las consecuencias de eventos ambientales.

Entre los principales mecanismos previstos se encuentran:

- utilización de tanques flexibles destinados al almacenamiento y transporte de combustible;
- instalación de bermas de contención secundaria;
- utilización de la bodega de la barcaza como barrera adicional;
- instalación de válvulas de cierre y conexiones controladas;
- carga y descarga secuencial tanque por tanque;
- utilización de sistemas de medición de volumen durante la transferencia;

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

- inspección de conexiones y sistemas antes y después de las operaciones;
- sistemas de sujeción de los tanques;
- monitoreo durante la navegación;
- disponibilidad de elementos para contención y atención de derrames;
- procedimientos de cierre y aislamiento ante pérdidas;
- inspecciones y registros operativos.

La efectividad y suficiencia de estas medidas será considerada posteriormente en la evaluación de impactos y riesgos y en la definición del Plan de Gestión Ambiental.

5.11. Síntesis de los aspectos ambientales relevantes

De la identificación realizada se desprende que los aspectos ambientales del proyecto pueden agruparse principalmente en cuatro categorías:

- Aspectos propios de la operación normal, relacionados con navegación, consumo de energía, emisiones, ruido y generación de residuos.
- Aspectos asociados a la transferencia de diésel, principalmente durante las operaciones de carga y descarga.
- Aspectos vinculados al transporte del producto, particularmente la conservación de la estanqueidad y estabilidad del sistema durante la navegación.
- Aspectos asociados a contingencias, principalmente derrames de diésel, incendios y accidentes de navegación.

Dentro de estos, la liberación accidental de diésel al medio hídrico constituye el aspecto ambiental potencialmente más relevante, atendiendo a la naturaleza del producto transportado y al desarrollo de la actividad sobre la Hidrovía Paraguay–Paraná.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

6. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La evaluación de impactos ambientales tiene por objeto analizar las alteraciones potenciales que las actividades del proyecto podrían producir sobre los componentes del medio físico, biológico y socioeconómico, considerando las diferentes etapas de acondicionamiento, carga, transporte fluvial, descarga y desarme del sistema.

La evaluación parte de los aspectos ambientales identificados en el Capítulo 6 y permite determinar la importancia relativa de los impactos potenciales, establecer prioridades de gestión y definir las medidas de prevención, mitigación, control y seguimiento que serán incorporadas al Plan de Gestión Ambiental.

6.1. Metodología de evaluación

La evaluación se realiza mediante una metodología semicuantitativa basada en la caracterización de cada impacto según su naturaleza, intensidad, extensión, duración, reversibilidad y probabilidad de ocurrencia.

Se consideran impactos tanto negativos como positivos y las condiciones normales y anormales de operación. Los eventos accidentales o de emergencia son considerados en función de sus consecuencias ambientales potenciales, mientras que el análisis detallado de su probabilidad, causas, controles y respuesta se desarrollará en el Capítulo 8.

6.1.1. Criterios de valoración

Cuadro 8. Criterios de valoración adoptados.

Criterio	Descripción	Valoración
Naturaleza (N)	Determina si el efecto resulta beneficioso o adverso.	Positivo (+) Negativo (-)
Intensidad (I)	Grado de alteración que el impacto puede producir sobre el componente ambiental.	Baja = 1 Media = 2 Alta = 3
Extensión (E)	Alcance espacial del impacto.	Puntual = 1 Local = 2 Extendida = 3
Duración (D)	Tiempo durante el cual permanece el efecto.	Temporal = 1 Prolongada = 2 Permanente = 3
Reversibilidad (R)	Capacidad del componente afectado de retornar a condiciones similares a las originales.	Reversible = 1 Parcialmente reversible = 2 Irreversible = 3
Probabilidad (P)	Posibilidad de ocurrencia del impacto bajo las condiciones analizadas.	Baja = 1 Media = 2 Alta = 3

6.1.2. Determinación de la importancia

Para obtener un indicador sencillo y comparable, la importancia del impacto se determina mediante:

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

Importancia (IM) = I + E + D + R + P

El resultado puede variar entre 5 y 15 puntos, clasificándose de la siguiente manera:

Cuadro 9. Clasificación de la importancia.

Valor	Clasificación
5 – 7	Baja
8 – 11	Moderada
12 – 15	Alta

La clasificación obtenida permite establecer prioridades de gestión. No obstante, la valoración numérica no sustituye el análisis técnico, especialmente en aquellos impactos asociados a contingencias que presentan una baja probabilidad de ocurrencia, pero consecuencias potencialmente importantes.

6.2. Componentes ambientales considerados

La evaluación considera los componentes ambientales susceptibles de interacción con las actividades del proyecto:

- **Medio físico:** agua superficial, suelo, sedimentos, calidad del aire, ruido y condiciones del entorno fluvial.
- **Medio biológico:** fauna acuática, fauna terrestre y ribereña, vegetación y hábitats asociados al sistema fluvial.
- **Medio socioeconómico:** población, navegación comercial, pesca, actividades portuarias, otros usuarios de la Hidrovía Paraguay–Paraná, empleo y servicios relacionados con la actividad.

6.3. Evaluación de impactos durante el acondicionamiento de la barcaza

Las actividades de acondicionamiento comprenden principalmente la inspección y limpieza de la bodega, preparación de equipos, instalación de bermas de contención, tanques flexibles, sistemas de sujeción, manifold, mangueras, válvulas, bomba y demás componentes auxiliares.

Los principales impactos corresponden a la generación de residuos, ruido puntual, consumo de energía y riesgos derivados de un montaje incorrecto. La limpieza previa de la bodega constituye además una medida preventiva ambientalmente relevante, debido a que la eliminación de piedras, fragmentos u objetos cortantes reduce la posibilidad de daños posteriores a los tanques flexibles.

En condiciones normales, los impactos de esta etapa son principalmente puntuales, temporales y reversibles, por lo que se consideran de importancia baja a moderada.

6.4. Evaluación de impactos durante la carga de diésel

La carga constituye una de las etapas ambientalmente más sensibles debido a la transferencia de volúmenes importantes de diésel entre las instalaciones terrestres y los tanques instalados en la barcaza.

En condiciones normales, las principales interacciones corresponden al funcionamiento de equipos, generación eventual de residuos y posibilidad de pequeños goteos durante conexiones y desconexiones.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

La operación secuencial tanque por tanque, el control de válvulas, la medición del volumen transferido y la inspección de conexiones constituyen medidas destinadas a reducir la posibilidad de pérdidas.

Ante una falla de manguera, válvula o conexión puede producirse un derrame. En tal situación, el impacto dependerá fundamentalmente de la cantidad liberada y de la capacidad de contener el producto antes de que alcance el río. Por este motivo, la transferencia de diésel requiere controles operativos específicos y disponibilidad inmediata de elementos de contención y respuesta.

6.5. Evaluación de impactos durante el transporte fluvial

Durante la navegación se producirán impactos propios del tránsito de embarcaciones, principalmente emisiones atmosféricas, ruido, vibraciones, consumo de combustible e interacción con otros usuarios del río. Estos impactos presentan generalmente un carácter temporal y móvil, debido a que se desplazan conjuntamente con la embarcación a lo largo del tramo de la Hidrovía Paraguay–Paraná utilizado por el proyecto.

Las emisiones atmosféricas estarán asociadas principalmente a los motores de las embarcaciones involucradas en la navegación y remolque. Debido a su carácter móvil y a la dispersión existente en ambientes abiertos, se considera que su incidencia será predominantemente temporal.

El ruido y las vibraciones podrán producir perturbaciones puntuales sobre la fauna y sobre receptores ubicados próximos al corredor de navegación, aunque no representan una fuente fija permanente.

La navegación implica además interacción con otras embarcaciones y actividades desarrolladas en la Hidrovía. El cumplimiento de las reglas de navegación, el monitoreo de las condiciones meteorológicas e hidrológicas y la coordinación entre el capitán y el personal responsable de la carga constituyen medidas esenciales para reducir los riesgos asociados.

6.6. Potencial afectación del medio hídrico por derrame de diésel

La liberación accidental de diésel constituye el impacto potencial de mayor relevancia ambiental identificado. Un derrame que alcance directamente el medio hídrico podría afectar temporalmente la calidad del agua y producir efectos sobre organismos acuáticos, vegetación ribereña, sedimentos y usos humanos del río. La extensión y duración del impacto dependerán de variables tales como:

- volumen efectivamente liberado;
- velocidad de detección y cierre de la fuente;
- ubicación del incidente;
- velocidad y dirección de la corriente;
- condiciones meteorológicas e hidrológicas;
- proximidad de márgenes y ambientes sensibles;
- disponibilidad y efectividad de los medios de contención y recuperación;
- tiempo de respuesta ante la contingencia.

El sistema proyectado incorpora diferentes barreras de prevención y contención. Los tanques flexibles constituyen la contención primaria del producto; las bermas constituyen una contención secundaria y la propia bodega de la barcaza proporciona una barrera adicional frente a pérdidas internas.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

Por lo tanto, debe distinguirse entre una pérdida contenida dentro de la barcaza, cuyo impacto ambiental externo podría ser limitado, y un derrame que supere las barreras de contención y alcance el río, cuyas consecuencias ambientales podrían ser considerablemente mayores. La probabilidad de falla, los escenarios de liberación, las barreras de seguridad y las consecuencias serán analizados específicamente en el Capítulo 8.

6.7. Evaluación de impactos durante la descarga

Las características ambientales de la etapa de descarga son similares a las correspondientes a la carga, dado que ambas implican transferencia de diésel mediante mangueras, válvulas, manifold y sistema de bombeo.

La descarga deberá realizarse de forma controlada y secuencial, verificando previamente la capacidad de recepción de las instalaciones de destino y la correcta conexión del sistema.

Los impactos ordinarios son fundamentalmente puntuales y temporales. Sin embargo, una falla durante la transferencia podría producir pérdidas de producto, razón por la cual deberán mantenerse las medidas de prevención, contención y respuesta durante toda la operación.

6.8. Evaluación de impactos durante el desarme y preparación para retorno

Una vez finalizada la descarga, el sistema deberá ser despresurizado y los remanentes de diésel presentes en bombas, mangueras y conexiones deberán ser controlados antes de proceder al desmontaje.

En esta etapa pueden generarse residuos contaminados con diésel, principalmente materiales absorbentes, elementos utilizados durante la limpieza y pequeñas cantidades residuales recuperadas del sistema.

Los impactos asociados serán principalmente puntuales y controlables mediante procedimientos adecuados de drenaje, segregación, almacenamiento temporal y disposición de los residuos generados.

6.9. Impactos sobre la biodiversidad

En condiciones normales de operación, los principales impactos sobre la biodiversidad estarán asociados al tránsito de la embarcación, ruido, vibraciones, iluminación y perturbaciones temporales vinculadas a la navegación. Estos efectos serán predominantemente móviles y temporales.

La principal situación con capacidad de producir una afectación más relevante sobre el medio biológico corresponde a un derrame de diésel que alcance el ecosistema acuático.

La sensibilidad de la afectación dependerá particularmente del sitio donde ocurra la contingencia. La proximidad de humedales, áreas de reproducción, vegetación ribereña, zonas de concentración de fauna u otros ambientes sensibles puede incrementar las consecuencias ambientales de un mismo volumen derramado.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

6.10. Impactos sobre el medio socioeconómico

Durante condiciones normales, el proyecto generará principalmente interacciones con otras actividades de navegación, instalaciones portuarias y servicios vinculados al transporte fluvial.

Entre los efectos positivos se identifica la generación de demanda de mano de obra y servicios relacionados con el acondicionamiento, operación, mantenimiento y logística del sistema, así como el aprovechamiento de infraestructura y capacidad existente de transporte fluvial.

Los impactos negativos ordinarios estarán principalmente relacionados con la coexistencia con otros usuarios de la Hidrovía y las operaciones temporales realizadas en los puntos de carga y descarga.

En una situación accidental, particularmente ante un derrame significativo, podrían producirse afectaciones temporales sobre otros usos del río, incluyendo navegación, pesca, actividades portuarias u otros aprovechamientos existentes en el sector afectado.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

6.11. Matriz de valoración de impactos

Cuadro 10. Matriz de valoración de impactos ambientales identificados para las condiciones normales y anormales de operación.

Actividad	Impacto	N	I	E	D	R	P	IM	Importancia
Preparación y limpieza de bodega	Generación de residuos	-	1	1	1	1	3	7	Baja
Instalación de equipos	Ruido y perturbación puntual	-	1	1	1	1	3	7	Baja
Carga de diésel	Goteos o pequeñas pérdidas controlables	-	2	1	1	1	2	7	Baja
Navegación	Emisiones atmosféricas	-	1	2	1	1	3	8	Moderada
Navegación	Ruido y vibraciones	-	1	2	1	1	3	8	Moderada
Navegación	Perturbación temporal de fauna	-	1	2	1	1	2	7	Baja
Navegación	Interacción con otros usuarios de la hidrovía	-	1	2	1	1	2	7	Baja
Descarga	Goteos o pérdidas menores controlables	-	2	1	1	1	2	7	Baja
Desarme	Generación de residuos contaminados	-	2	1	1	1	2	7	Baja
Operación del proyecto	Demanda de empleo y servicios	+	2	2	2	1	3	10	Positiva moderada

6.12. Evaluación diferenciada de contingencias

Los escenarios de derrame significativo, incendio, colisión, varadura o rotura de un tanque flexible no se incorporan directamente a la matriz anterior como si fueran impactos ordinarios.

Esta diferenciación se realiza debido a que un evento accidental puede combinar una probabilidad relativamente baja con consecuencias potencialmente altas, circunstancia que puede quedar inadecuadamente representada mediante una simple sumatoria de atributos ambientales.

Cuadro 11. Identificación de escenarios prioritarios.

Escenario accidental	Componente afectado	Consecuencia potencial
Falla de conexión durante carga o descarga	Agua / suelo	Derrame localizado de diésel
Pérdida de estanqueidad de un tanque con contención efectiva	Interior de barcaza	Derrame contenido
Rotura de tanque y superación de barreras de contención	Agua / biota	Derrame significativo al medio fluvial
Rotura de manguera o manifold	Agua / suelo	Liberación rápida de diésel
Colisión o varadura con afectación de la carga	Agua / biota / medio socioeconómico	Liberación accidental de diésel
Incendio	Aire / agua / seguridad	Emisiones, residuos de combustión y posible liberación de combustible

6.13. Impactos acumulativos y sinérgicos

El proyecto se desarrollará sobre una vía fluvial utilizada por otras embarcaciones y actividades productivas. Por lo tanto, algunos impactos ordinarios, como emisiones atmosféricas, ruido y tránsito fluvial, se incorporarán temporalmente a presiones ya existentes sobre el corredor de navegación.

No obstante, debido al carácter móvil de la actividad, estos aportes no corresponden a una fuente fija continua en un único punto.

Para las contingencias ambientales, la existencia de otras actividades y receptores a lo largo de la hidrovía deberá ser considerada particularmente en la planificación de la respuesta, ya que las consecuencias de un derrame pueden variar sustancialmente según el sector donde ocurra.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

6.14. Jerarquía de la gestión de los impactos

Las medidas ambientales deberán aplicarse siguiendo una jerarquía de gestión orientada a:

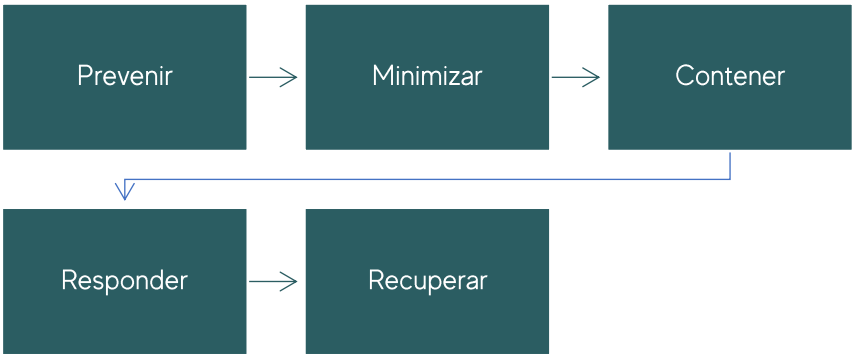


Imagen 6. Jerarquía de gestión de impactos.

La prioridad del proyecto será evitar la liberación de diésel mediante controles de ingeniería, procedimientos operativos, inspecciones y mantenimiento.

Cuando la prevención no resulte suficiente, las medidas deberán orientarse a limitar la cantidad liberada y mantener el producto dentro de los sistemas de contención.

En caso de que el producto alcance el ambiente, deberán activarse los procedimientos de respuesta y recuperación establecidos en el Plan de Contingencias.

6.15. Síntesis de la evaluación

La evaluación realizada permite establecer que, bajo condiciones normales de operación y con la aplicación efectiva de las medidas previstas, la mayor parte de los impactos ambientales asociados al proyecto presentan una importancia baja a moderada, siendo predominantemente temporales, localizados o móviles y reversibles.

Los impactos ordinarios más relevantes se encuentran asociados a las operaciones de transferencia de diésel, generación de residuos contaminados y navegación.

Sin embargo, la principal cuestión ambiental del proyecto no deriva de las emisiones, ruido o residuos generados durante la operación normal, sino del riesgo de una liberación accidental de diésel al medio hídrico.

La existencia de tanques flexibles, bermas de contención secundaria, bodega de la barcaza, válvulas de cierre, control secuencial de transferencia, monitoreo y equipos de respuesta constituye un sistema de barreras destinado a disminuir la probabilidad y las consecuencias de dichos eventos.

En consecuencia, el proyecto presenta dos niveles diferenciados de gestión ambiental:

- Impactos operacionales, gestionables mediante medidas ambientales y controles rutinarios.
- Riesgos accidentales, que requieren medidas específicas de prevención, preparación y respuesta.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

7. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

7.1. Objetivo

El Plan de Gestión Ambiental (PGA) establece las medidas de prevención, mitigación, control, monitoreo y respuesta necesarias para gestionar los impactos y riesgos ambientales asociados al acondicionamiento de las barcazas, carga, transporte fluvial, descarga de diésel y posterior desarme del sistema.

Su aplicación estará orientada prioritariamente a prevenir la liberación de diésel al ambiente, mantener la integridad de los sistemas de almacenamiento y transferencia, garantizar una adecuada gestión de residuos y asegurar la capacidad de respuesta ante situaciones de emergencia.

Las medidas establecidas deberán ser incorporadas a los procedimientos operativos del proyecto y mantenerse durante todo su ciclo de operación.

7.2. Organización del PGA

El PGA se estructura mediante programas específicos que permiten relacionar cada aspecto ambiental o riesgo con una medida concreta, un responsable y un medio de verificación.

Cuadro 12. Programas del Plan de Gestión Ambiental.

Programa	Objetivo principal
Programa de prevención y mitigación ambiental	Prevenir y minimizar los impactos derivados de las actividades normales
Programa de prevención y control de derrames	Evitar pérdidas de diésel y asegurar su contención
Programa de gestión de residuos	Gestionar adecuadamente residuos comunes y contaminados
Programa de inspección y mantenimiento	Mantener la integridad y operatividad de equipos y barreras de seguridad
Programa de monitoreo y seguimiento ambiental	Verificar el cumplimiento y desempeño ambiental
Plan de contingencias	Establecer la respuesta ante derrames, incendios y otras emergencias
Programa de capacitación y competencia ambiental	Asegurar que el personal conozca sus funciones y procedimientos

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

7.3. Programa de prevención y mitigación ambiental

Cuadro 13. Programa de prevención y mitigación ambiental.

Aspecto o riesgo	Medida de prevención y/o mitigación	Etapa	Responsable	Frecuencia	Medio de verificación
Presencia de objetos que puedan dañar los tanques	Inspeccionar y limpiar la bodega antes de instalar los tanques, retirando piedras, restos metálicos, elementos cortantes u otros materiales peligrosos	Acondicionamiento	Responsable operativo	Antes de cada campaña	Checklist de inspección
Daños durante instalación de equipos	Realizar el izaje y traslado mediante el pórtico grúa y los medios previstos, evitando golpes, arrastre o contacto con bordes filosos	Acondicionamiento	Operador / personal de cubierta	Durante instalación	Registro operativo
Instalación inadecuada de bermas	Instalar las bermas completamente extendidas, sin pliegues o dobleces que reduzcan su capacidad de contención	Acondicionamiento	Responsable operativo	Antes de cada carga	Checklist
Deficiencias en tanques, válvulas o conexiones	Inspeccionar visualmente los componentes antes del inicio de la operación	Acondicionamiento / carga / descarga	Responsable operativo	Antes de cada operación	Checklist
Riesgo de pérdida durante transferencia	Mantener vigilancia permanente sobre mangueras, válvulas y conexiones durante carga y descarga	Carga / descarga	Personal de operación	Continua	Bitácora

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

Aspecto o riesgo	Medida de prevención y/o mitigación	Etapa	Responsable	Frecuencia	Medio de verificación
Sobrellenado	Realizar llenado secuencial, controlar el volumen transferido y verificar la correcta posición de las válvulas	Carga	Responsable de carga	Por tanque	Registro de carga
Pérdidas durante navegación	Inspeccionar periódicamente tanques, sistemas de sujeción, bermas y presencia de fugas	Navegación	Responsable operativo	Durante el viaje	Bitácora de navegación
Emisiones y ruido	Mantener motores y equipos en condiciones operativas adecuadas	Navegación	Responsable de embarcación	Conforme mantenimiento	Registro de mantenimiento
Condiciones inseguras de navegación	Evaluar condiciones meteorológicas e hidrológicas antes y durante el tránsito	Navegación	Capitán	Continua	Bitácora
Impactos por desarme	Despresurizar y drenar controladamente mangueras, bombas y manifold antes de su desmontaje	Desarme	Responsable operativo	Cada campaña	Checklist de cierre

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

7.4. Programa de prevención y control de derrames

Cuadro 14. Programa de prevención y control de derrames.

Aspecto	Medida de prevención y control	Responsable	Frecuencia	Medio de verificación
Integridad de tanques flexibles	Inspeccionar los tanques antes de su instalación y operación, verificando ausencia de cortes, fisuras, abrasiones, deformaciones u otras condiciones que puedan comprometer su estanqueidad.	Personal operativo / Líder de Operaciones	Antes de cada campaña y durante la operación	Checklist de inspección
Contención secundaria	Verificar la correcta instalación e integridad de las cuatro bermas de contención, manteniéndolas libres de residuos, sedimentos y elementos que reduzcan su capacidad útil.	Personal operativo	Mensual y antes de cada campaña	Registro de inspección
Contención terciaria	Mantener las condiciones de estanqueidad de la bodega/casco de la barcaza como barrera final frente a pérdidas que superen la contención secundaria.	Armador / responsable técnico	Según programa de inspección de la embarcación	Certificados y registros de inspección
Mangueras, válvulas y conexiones	Inspeccionar visualmente mangueras, acoples, válvulas y manifold antes de iniciar cualquier transferencia, verificando su integridad y ausencia de pérdidas.	Personal de carga/descarga	Antes de cada transferencia	Checklist operacional
Carga de diésel	Mantener vigilancia permanente durante la transferencia, controlar el volumen recibido y detener inmediatamente la operación ante pérdida, rebose o comportamiento anormal.	Personal operativo / Líder de Operaciones	Durante toda la carga	Registro de carga
Descarga de diésel	Mantener vigilancia sobre bomba, mangueras y conexiones. Ante indicios de derrame, detener inmediatamente la bomba y verificar el sistema antes de reiniciar.	Personal operativo	Durante toda la descarga	Registro de descarga
Disponibilidad del kit antiderrames	Mantener disponible, señalizado y accesible el kit SAE-0657, verificando inventario, estado de barreras y absorbentes, EPP, herramientas y demás componentes.	Operador CI / responsable designado	Mensualmente, antes de campaña y después de cada uso	Checklist del kit
Falla menor del tanque	Utilizar el kit de reparación de emergencia para el control temporal de fisuras, cortes o perforaciones dentro del alcance establecido por el protocolo. La reparación temporal no sustituirá la reparación definitiva.	Brigada / personal autorizado	Ante evento	Reporte de incidente y mantenimiento
Detección de derrame	Dar la alarma, identificar la fuente, evaluar si el combustible se encuentra en cubierta, berma o presenta riesgo de	Operador CI / Primer Respondiente	Inmediato	Reporte de incidente

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

Aspecto	Medida de prevención y control	Responsable	Frecuencia	Medio de verificación
	alcanzar el agua y detener inmediatamente la operación que alimenta la pérdida.			
Derrame menor	Controlar localmente la pérdida, utilizar los absorbentes necesarios y comunicar el evento al Líder de Operaciones.	Operador CI / Brigada	Ante evento	Reporte de incidente
Derrame moderado	Activar la brigada de respuesta, desplegar los recursos necesarios del kit, controlar la fuente, contener y recuperar el producto y comunicar al Capitán según el protocolo.	Líder de Operaciones / Brigada	Ante evento	Reporte de incidente
Derrame mayor o amenaza al medio hídrico	Detener la operación, activar inmediatamente la respuesta ampliada, proteger los puntos de posible salida al río y efectuar las comunicaciones y notificaciones correspondientes.	Líder de Operaciones / Capitán / Coordinador HSE	Inmediato	Reporte de incidente y registros de notificación
Propagación sobre cubierta	Desplegar barreras oleofílicas alrededor del derrame, priorizando drenajes, bordes y cualquier vía potencial hacia el medio hídrico.	Brigada de Respuesta	Ante evento	Reporte y registro fotográfico, cuando corresponda
Derrame contenido en berma	Mantener el producto confinado. No abrir ni forzar drenajes hacia el exterior; recuperar el combustible y los materiales contaminados de forma controlada.	Brigada / Líder de Operaciones	Ante evento	Reporte de incidente
Diésel que alcanza la Hidrovía	Desplegar barreras oleofílicas en el agua en la medida que la corriente y condiciones operativas lo permitan, procurando limitar la propagación y proteger orillas, tomas de agua y otros receptores sensibles.	Capitán / Líder de Operaciones / Brigada	Inmediato	Reporte de contingencia
Materiales contaminados	Segregar absorbentes, paños, EPP y demás materiales contaminados, identificarlos y almacenarlos temporalmente en un sector seguro hasta su entrega para gestión correspondiente.	Responsable ambiental / Coordinador HSE	Después de cada evento	Registro de residuos
Comunicación del evento	Aplicar la cadena de comunicación interna y, cuando corresponda, realizar la notificación externa conforme al protocolo y requisitos aplicables.	Líder de Operaciones / Coordinador HSE / Armador	Según nivel del evento	Registro de comunicaciones
Investigación y cierre	Documentar el evento, determinar causas, establecer acciones correctivas y verificar su implementación antes de repetir la condición operacional que originó el derrame.	Coordinador HSE / Líder de Operaciones	Después de cada evento	Reporte de incidente / acción correctiva

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

Aspecto	Medida de prevención y control	Responsable	Frecuencia	Medio de verificación
Capacitación y preparación	Capacitar al personal involucrado en el protocolo, uso del kit, EPP, contención, recuperación y cadena de comunicaciones.	Responsable HSE / Operaciones	Antes de participar en la operación y según programa	Registro de capacitación
Simulacros de derrame	Ejecutar ejercicios prácticos de respuesta incluyendo despliegue de barreras, utilización del kit y activación de la cadena de comunicación.	HSE / Líder de Operaciones	Semestral y ante incorporación de nueva tripulación según protocolo	Informe de simulacro

Ante cualquier pérdida de diésel, la actuación se desarrollará siguiendo el principio de detectar y alertar, detener la fuente, evaluar y clasificar el evento, contener el producto, controlar la fuente, recuperar el combustible, gestionar los residuos generados, comunicar y registrar el incidente. Las acciones podrán desarrollarse simultáneamente cuando las condiciones del evento así lo requieran, bajo la coordinación del Líder de Operaciones.

7.5. Programa de gestión de residuos

Cuadro 15. Programa de gestión de residuos.

Tipo de residuo	Medida de manejo	Etapa	Responsable	Frecuencia	Medio de verificación
Residuos sólidos comunes	Segregar y almacenar en recipientes adecuados	Todas	Personal operativo	Continua	Registro / inspección
Embalajes y materiales de acondicionamiento	Separar y almacenar temporalmente hasta su retiro	Acondicionamiento	Responsable operativo	Por campaña	Registro
Paños y absorbentes contaminados	Disponer en recipientes cerrados e identificados	Todas	Responsable ambiental / operativo	Ante generación	Registro de residuos
EPP contaminado con diésel	Segregar de residuos comunes y gestionar de manera diferenciada	Todas	Responsable operativo	Ante generación	Registro
Remanentes de diésel	Recuperar cuando resulte técnicamente posible	Descarga / desarme	Responsable operativo	Por campaña	Registro operacional
Residuos de mantenimiento	Clasificar y gestionar conforme a sus características	Mantenimiento	Responsable de mantenimiento	Cuando se generen	Registro

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

Tipo de residuo	Medida de manejo	Etapa	Responsable	Frecuencia	Medio de verificación
Residuos contaminados	Entregar a operador habilitado cuando corresponda	Todas	Proponente	Según generación	Comprobante de entrega
Vertido al río	Prohibir la disposición de residuos sólidos, líquidos contaminados o absorbentes en el medio hídrico	Todas	Todo el personal	Permanente	Inspección / registro

7.6. Programa de inspección y mantenimiento

El Manual de Operaciones dispone que el sistema contra incendios debe probarse antes de habilitar la campaña y que una barcaza con resultado RECHAZADO no debe iniciar operaciones hasta corregir la no conformidad.

Cuadro 16. Programa de inspección y mantenimiento.

Equipo / elemento	Verificación requerida	Responsable	Frecuencia	Criterio de aprobación	Registro
Tanques flexibles	Integridad superficial, ausencia de cortes, perforaciones o deterioro visible	Responsable operativo	Antes de cada campaña	Sin daños que comprometan estanqueidad	Checklist
Bermas	Integridad, correcta extensión y ausencia de daños	Responsable operativo	Antes de cada carga	En condiciones de operación	Checklist
Sistemas de sujeción	Estado y tensión adecuada	Responsable operativo	Antes del zarpe y durante navegación	Sin daños / correctamente tensados	Bitácora
Mangueras	Cortes, abrasión, abultamientos, acoples y fugas	Operador	Antes de carga/descarga	Sin defectos	Checklist
Válvulas	Apertura/cierre, estanqueidad y condición física	Operador	Antes de cada operación	Funcionamiento normal	Checklist
Manifold	Estado estructural y conexiones	Operador	Antes de cada operación	Sin fugas	Registro

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

Equipo / elemento	Verificación requerida	Responsable	Frecuencia	Criterio de aprobación	Registro
Bomba	Funcionamiento, pérdidas y condición general	Responsable operativo	Antes de uso	Operativa	Inspección
Instalaciones eléctricas	Estado de conexiones y ausencia de improvisaciones	Responsable técnico	Antes de cada campaña	Conexiones seguras	Inspección
Sistema contra incendios	Instalación, mangueras, válvulas, monitores y espuma	Operador CI/SCI	Antes de cada campaña	Resultado aprobado	Formato de prueba
Kit de derrames	Disponibilidad y estado	Responsable operativo	Antes de cada campaña	Completo y accesible	Inventario

7.7. Programa de monitoreo y seguimiento ambiental

Cuadro 17. Programa de monitoreo y seguimiento ambiental.

Aspecto	Método	Etapa	Responsable	Frecuencia	Registro
Integridad de tanques	Inspección visual	Todas	Responsable operativo	Antes de carga y durante navegación	Checklist
Estado de bermas	Inspección visual	Todas	Responsable operativo	Antes de carga y ante anomalía	Checklist
Presencia de pérdidas	Vigilancia visual	Carga / navegación / descarga	Responsable operativo	Continua / periódica	Bitácora
Mangueras y conexiones	Inspección visual y funcional	Carga / descarga	Operador	Antes de cada transferencia	Registro
Sujeción de tanques	Inspección	Navegación	Responsable operativo	Antes del zarpe y durante viaje	Bitácora
Sistema contra incendios	Prueba funcional	Antes de campaña	Operador CI/SCI	Por campaña	Formato de prueba
Residuos generados	Registro por tipo y cantidad	Todas	Responsable ambiental	Por campaña	Registro de residuos

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

Aspecto	Método	Etapa	Responsable	Frecuencia	Registro
Incidentes y cuasi-incidentes	Registro e investigación	Todas	Recursos humanos	Cada evento	Informe
Capacitación	Verificación documental	Todas	Recursos humanos	Según programa	Registro
Cumplimiento del PGA	Inspección general	Todas	Responsable ambiental	Periódica	Informe de seguimiento

7.8. Plan de contingencias

7.8.1. Respuesta general ante emergencias

Cuadro 18. Plan de respuesta ante emergencias.

Evento	Acción inmediata	Responsable principal	Apoyo	Registro
Fuga o derrame sin llama	Detener operación, aislar fuente, contener y activar plan de derrames	Responsable operativo	Capitán / personal de respuesta	Informe de contingencia
Conato de incendio	Declarar emergencia y activar el SCI	Capitán	Operador CI/SCI	Reporte de activación
Colisión	Asegurar personal, evaluar carga y posible pérdida	Capitán	Tripulación	Informe de incidente
Varadura	Evaluar integridad de barcaza y tanques	Capitán	Responsable operativo	Informe
Falla de tanque	Aislar, contener dentro de berma/bodega	Responsable operativo	Capitán	Informe
Condición hidrometeorológica adversa	Suspender o modificar la operación si corresponde	Capitán	Tripulación	Bitácora

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

7.8.2. Respuesta ante derrame de diésel

Cuadro 19. Plan de respuesta y acción ante derrame de diésel.

Etapa	Acción de respuesta	Responsable principal	Recursos
Detección y alerta	Identificar visualmente, por olor o variación anormal de nivel la posible pérdida y emitir inmediatamente la alerta.	Persona que detecta / Operador CI	Comunicación interna
Detención de la fuente	Suspender la transferencia, cerrar la válvula correspondiente o detener la bomba que alimenta la pérdida.	Personal operativo / Operador CI	Válvulas, controles de transferencia
Evaluación y clasificación	Determinar ubicación, magnitud aproximada, fuente y condición del derrame: contenido en cubierta, berma, bodega o con riesgo de alcanzar el agua. Clasificar el evento como menor, moderado o mayor.	Operador CI / Líder de Operaciones	Inspección visual / protocolo
Movilización	Activar la Brigada de Respuesta a Derrames y disponer los recursos necesarios según la magnitud del evento.	Líder de Operaciones	Brigada / kit antiderrames
Protección del personal	Utilizar el EPP previsto antes de intervenir en el área afectada.	Brigada	EPP del kit
Contención	Rodear y confinar el producto mediante barreras oleofílicas, priorizando bordes, drenajes y posibles vías hacia el río. Mantener el producto dentro de la berma cuando corresponda.	Brigada	Barreras oleofílicas / bermas
Control de la fuente	Identificar la falla y controlar temporalmente pérdidas compatibles con el kit de reparación. Las fallas que excedan su capacidad deberán escalarse.	Brigada / Líder de Operaciones	Kit de reparación de emergencia
Protección del medio hídrico	Si existe riesgo de ingreso al río, priorizar el bloqueo de las vías de salida. Si el diésel alcanza el agua, desplegar barreras oleofílicas en la medida que las condiciones lo permitan y proteger receptores sensibles.	Capitán / Líder / Brigada	Barreras y recursos disponibles
Recuperación y limpieza	Recuperar el diésel y utilizar absorbentes oleofílicos sobre el producto residual. Limpiar las superficies evitando que el agua de limpieza disperse contaminantes.	Brigada	Absorbentes, paños y elementos de limpieza
Gestión de residuos	Segregar, identificar y almacenar temporalmente absorbentes, EPP y demás materiales contaminados hasta su entrega para gestión correspondiente.	Coordinador HSE / responsable designado	Almacenamiento temporal
Comunicación	Aplicar la cadena de comunicación interna y realizar las notificaciones externas que correspondan según la magnitud y jurisdicción del evento.	Líder de Operaciones / Coordinador HSE / Armador	Directorio y canales de emergencia
Registro y cierre	Documentar el evento, determinar causas, establecer acciones correctivas y verificar condiciones seguras antes de normalizar la operación.	Coordinador HSE / Líder de Operaciones	Reporte de incidente

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

7.8.3. Respuesta ante incendio

Cuadro 20. Plan de respuesta y acción ante incendios.

Etapa	Acción de respuesta	Responsable principal	Recursos
Detección y alarma	Ante presencia de llama visible o conato, comunicar inmediatamente la situación y activar la cadena de emergencia.	Persona que detecta / Operador CI	Comunicación interna
Declaración de emergencia	Evaluar la situación y declarar el conato, ordenando la activación del sistema contra incendios.	Capitán	Sistema de comunicaciones
Detención de operaciones	Suspender inmediatamente carga o descarga de diésel cuando la emergencia ocurra durante una transferencia.	Personal operativo / Líder de Operaciones	Válvulas / bomba / controles
Protección de personas	Retirar al personal no esencial del área afectada y mantener únicamente al personal requerido para la respuesta.	Capitán / Líder de Operaciones	Procedimiento de emergencia / EPP
Notificación externa	Comunicar la emergencia a los organismos externos competentes conforme al procedimiento establecido.	Capitán / responsable designado	Directorio de emergencia
Activación del SCI	Habilitar el monitor correspondiente y verificar el suministro requerido para la respuesta.	Operador CI	Monitor CI-1 o CI-2
Aplicación del agente	Utilizar agua para enfriamiento y/o solución espumante según las características y localización del evento, conforme al procedimiento del SCI.	Operador CI	Monitores / AFFF 3 % / suministro de agua
Control de propagación	Mantener vigilancia sobre tanques, estructuras y sectores adyacentes, aplicando enfriamiento cuando corresponda para limitar la propagación.	Operador CI / Capitán	Monitores
Navegación y maniobra	Durante el tránsito, evaluar las maniobras necesarias para mantener condiciones seguras del convoy y facilitar la respuesta.	Capitán/Patrón	Remolcador / sistema de navegación
Verificación posterior	Confirmar ausencia de llama visible o humo activo y mantener enfriamiento durante el periodo previsto por el procedimiento.	Operador CI / Capitán	SCI
Inspección	Inspeccionar el área, equipos, tanques y componentes afectados antes de autorizar la normalización de operaciones.	Responsable operativo / mantenimiento	Inspección y Checklist
Registro y acciones correctivas	Documentar la activación, analizar el evento y establecer las medidas correctivas necesarias.	HSE / responsable operativo	Reporte de activación / incidente

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

El Plan de Contingencias (AGS-MOSCI-001) establece expresamente que el sistema contra incendios es una primera respuesta y no reemplaza a los organismos externos de emergencia. Asimismo, una fuga o derrame sin llama no activa el sistema contra incendios; debe aplicarse el plan de respuesta ante derrames.

7.9. Programa de capacitación y competencia ambiental

7.9.1. Objetivos

El Programa de Capacitación y Competencia Ambiental tiene por objetivo asegurar que el personal involucrado en la operación posea los conocimientos, habilidades y competencias necesarias para ejecutar sus funciones de manera segura y ambientalmente responsable, con especial énfasis en la prevención de derrames, manejo del diésel, respuesta ante emergencias, protección contra incendios, gestión de residuos y prevención de impactos sobre el medio hídrico.

La capacitación se integrará al sistema general de formación de la tripulación de LHG Navegación, complementándose con la formación específica requerida para la operación de los tanques flexibles y los procedimientos desarrollados por Aviation Group S.A.S.

7.9.2. Alcance

El programa será aplicable al personal cuyas funciones se encuentren relacionadas directa o indirectamente con el transporte de diésel, incluyendo operaciones de preparación de la barcaza, carga, navegación, inspección, descarga, desmontaje, mantenimiento y respuesta ante emergencias.

El contenido y nivel de formación requerido deberá adecuarse a las responsabilidades de cada puesto, evitando que la capacitación sea considerada únicamente como una inducción general.

La matriz proporcionada contempla formación diferenciada para categorías tales como capitanes, prácticos, pilotines, contramaestres, marineros y personal de máquinas, entre otros.

Cuadro 21. Contenido mínimo de capacitación.

Área	Contenido mínimo	Objetivo
Inducción al proyecto	Características del sistema, Diésel Tipo III, tanques flexibles, bermas y barreras de seguridad	Personal involucrado
Prevención de derrames	Inspección, prevención de fugas, conexiones, válvulas, contención primaria/secundaria/terciaria	Personal operativo
Respuesta ante derrames	Clasificación, alarma, kit de derrames, barreras oleofílicas, recuperación y residuos	Operador CI, brigada y personal operativo
Protección contra incendios	Prevención, respuesta inicial y utilización de los sistemas y equipos disponibles	Tripulación correspondiente
Respuesta a emergencias	Cadena de mando, comunicación, evacuación y coordinación	Tripulación
Gestión ambiental	Prevención de contaminación, residuos, efluentes y protección de la Hidrovía	Personal correspondiente
Operaciones de barcaza y carga	Operación segura, transferencia, maniobras y control de la carga	Personal operativo
Seguridad operacional	Espacios confinados, altura, izaje, LOTO, electricidad y trabajos en caliente, según función	Personal expuesto

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

Área	Contenido mínimo	Objetivo
Primeros auxilios	Atención inicial y procedimientos de primeros auxilios	Personal definido en matriz
Simulacros	Aplicación práctica de protocolos de derrames, incendios y otras emergencias	Personal con funciones de respuesta

7.9.3. Capacitación específica para respuesta ante derrames

Antes de participar por primera vez en operaciones relacionadas con el transporte de diésel, el personal involucrado deberá recibir una inducción específica sobre el Protocolo de Respuesta ante Derrames, incluyendo como mínimo reconocimiento de los niveles de contención, localización y utilización del kit de derrames, despliegue de barreras oleofílicas, utilización de EPP, control inicial de la fuente, gestión de materiales contaminados y cadena interna de comunicación. El protocolo establece que esta inducción deberá quedar documentada mediante fecha y firma del tripulante.

7.9.4. Simulacros

Como parte de la verificación práctica de la competencia del personal, se realizarán simulacros de respuesta ante derrames con frecuencia semestral. Estos deberán incluir, como mínimo, el despliegue práctico de barreras oleofílicas, utilización de elementos del kit de respuesta y activación de la cadena interna de comunicación.

Adicionalmente, el protocolo establece la realización de un simulacro dentro de los primeros 30 días posteriores a la incorporación de nueva tripulación a la operación de diésel. Los ejercicios deberán generar registros de asistencia, observaciones y acciones correctivas, permitiendo incorporar las lecciones aprendidas en las revisiones posteriores del protocolo.

7.9.5. Registros

Toda capacitación o simulacro relacionado con el proyecto deberá quedar documentado. Como mínimo se registrará:

- Fecha
- Tema y duración
- Instructor/responsable
- Personal participante incluyendo cargo
- Evidencia de asistencia
- Evaluación u observaciones
- Acciones correctivas cuando correspondan.

Para aquellas funciones críticas deberá complementarse la capacitación teórica con ejercicios prácticos, simulacros o demostración de conocimiento del procedimiento correspondiente.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

8. PROGRAMA DE MONITOREO

8.1. Objetivo

El Programa de Monitoreo y Seguimiento Ambiental tiene por objetivo verificar el cumplimiento de las medidas establecidas en el Plan de Gestión Ambiental, evaluar el desempeño ambiental del proyecto y detectar oportunamente desviaciones que puedan generar impactos sobre el medio ambiente.

El programa comprende controles relacionados con la integridad de los sistemas de almacenamiento y transferencia de diésel, condiciones de navegación, generación y manejo de residuos, ocurrencia de incidentes y desempeño de los sistemas de prevención y respuesta ante emergencias.

Los resultados obtenidos permitirán adoptar acciones correctivas y mejorar progresivamente las medidas de gestión ambiental implementadas.

8.2. Alcance

El programa será aplicado durante las siguientes etapas:

- acondicionamiento y preparación de las barcazas;
- carga de diésel;
- navegación;
- descarga;
- desarme y preparación para retorno;
- situaciones extraordinarias o de emergencia.

El seguimiento se realizará mediante inspecciones, listas de verificación, registros operativos, bitácoras e informes de incidentes. Cuando ocurra una contingencia con potencial afectación al medio hídrico, podrán incorporarse controles ambientales específicos destinados a determinar la extensión de la afectación y verificar la recuperación del área.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

8.3. Plan general de monitoreo

Cuadro 22. Componentes a ser monitoreados.

Componente / aspecto	Parámetro / indicador	Método de control	Etapa	Responsable	Frecuencia	Medio de verificación
Bodega	Limpieza y ausencia de objetos cortantes	Inspección visual	Acondicionamiento	Responsable operativo	Antes de cada campaña	Checklist
Tanques flexibles	Integridad física, cortes, abrasión, deformaciones o pérdidas	Inspección visual	Todas	Responsable operativo	Antes de carga y durante navegación	Checklist / bitácora
Bermas	Integridad, correcta instalación y ausencia de acumulaciones	Inspección visual	Todas	Responsable operativo	Antes de carga y periódicamente	Checklist
Sistemas de sujeción	Posición y tensión adecuada	Inspección visual	Navegación	Responsable operativo	Antes del zarpe y durante el viaje	Bitácora
Mangueras	Estado, abrasión, deformaciones y fugas	Inspección visual	Carga / descarga	Operador	Antes de cada transferencia	Registro operativo
Válvulas y conexiones	Estanqueidad y funcionamiento	Inspección / prueba funcional	Carga / descarga	Operador	Antes de cada operación	Checklist
Manifold	Estado y ausencia de pérdidas	Inspección visual	Carga / descarga	Operador	Antes y durante transferencia	Registro
Sistema de bombeo	Funcionamiento y ausencia de fugas	Inspección operacional	Descarga	Responsable operativo	Antes y durante uso	Registro
Transferencia de diésel	Presencia de goteos o pérdidas	Vigilancia visual	Carga / descarga	Operador	Continua	Bitácora
Volumen transferido	Volumen cargado/descargado	Medición operacional	Carga / descarga	Responsable de transferencia	Por tanque	Registro de volumen
Navegación	Condiciones meteorológicas e hidrológicas	Observación / información disponible	Navegación	Capitán	Durante el viaje	Bitácora

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

Componente / aspecto	Parámetro / indicador	Método de control	Etapa	Responsable	Frecuencia	Medio de verificación
Sistema contra incendios	Disponibilidad y funcionamiento	Inspección y prueba	Antes de campaña	Operador SCI	Por campaña	Registro de prueba
Kit de derrames	Disponibilidad y estado	Inventario / inspección	Todas	Responsable operativo	Antes de cada campaña	Checklist
Residuos	Tipo, cantidad y almacenamiento	Inspección / registro	Todas	Responsable designado	Por campaña	Registro de residuos
Derrames	Número y volumen estimado	Registro de incidentes	Todas	Responsable operativo	Ante cada evento	Informe
Cuasi-incidentes	Número y tipo	Registro y análisis	Todas	RRHH	Ante cada evento	Informe
Capacitación	Personal capacitado	Control documental	Todas	RRHH	Según programa	Registro de capacitación

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

8.4. Indicadores de desempeño ambiental

El seguimiento no debería limitarse a comprobar equipos; también conviene medir el desempeño general del proyecto. Un punto importante: que aumenten inicialmente los cuasi-incidentes reportados no necesariamente significa un peor desempeño, porque también puede demostrar que existe una mejor cultura de reporte. Lo importante será analizar sus causas y evitar su repetición.

Cuadro 23. Aspectos a monitorear durante el acondicionamiento.

Indicador	Cálculo / unidad	Objetivo
Campañas sin derrames	% de campañas	Tendencia a 100 %
Volumen derramado	L/campaña	Tendencia a 0
Derrames que alcanzan el río	N.º	0
Cuasi-incidentes	N.º/campaña	Seguimiento
Inspecciones ejecutadas	Realizadas / programadas × 100	100 %
No conformidades corregidas	Cerradas / detectadas × 100	100 %
Residuos con trazabilidad	%	100 %
Personal capacitado	Capacitado / involucrado × 100	100 %
Pruebas SCI aprobadas	% de campañas	100 %
Simulacros realizados	N.º/año	Según programa

8.5. Informes de seguimiento

El responsable del proyecto deberá mantener organizada la documentación generada durante las campañas. Se recomienda elaborar un informe de seguimiento ambiental por campaña, que contenga como mínimo:

- identificación de la campaña y embarcación;
- origen, destino y período del viaje;
- volumen de diésel transportado;
- resultados de inspecciones preoperacionales;
- novedades durante carga;
- novedades durante navegación;
- novedades durante descarga;
- residuos generados;
- incidentes y cuasi-incidentes;
- contingencias, en caso de ocurrir;
- medidas correctivas adoptadas;
- conclusión sobre el desempeño ambiental de la campaña.

S

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. Conclusiones

Sobre la base de la evaluación efectuada, se concluye que el proyecto de transporte fluvial de diésel mediante tanques flexibles instalados en barcaza puede desarrollarse bajo condiciones ambientalmente gestionables, siempre que se cumplan las medidas de prevención, mitigación, monitoreo y contingencia establecidas en el presente Estudio de Impacto Ambiental y se mantengan operativos los controles técnicos y procedimientos previstos.

La gestión ambiental deberá concentrarse particularmente en la prevención de derrames, protección del medio hídrico, integridad de los sistemas de almacenamiento y transferencia, preparación ante emergencias y seguimiento continuo del desempeño operacional.

En consecuencia, el cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental y del Programa de Monitoreo y Seguimiento Ambiental, conjuntamente con los procedimientos técnicos y operativos aplicables, constituirá la base para prevenir y controlar los impactos ambientales asociados al proyecto.

9.2. Compromisos ambientales del proyecto

El proponente deberá asumir como parte de la implementación del proyecto los siguientes compromisos:

Cuadro 24. Compromisos y obligaciones ambientales del proyecto.

Nº	Compromiso ambiental	Aplicación
1	Cumplir las medidas establecidas en el Plan de Gestión Ambiental y en el Programa de Monitoreo y Seguimiento Ambiental.	Durante toda la operación
2	Mantener los tanques flexibles, bermas, mangueras, válvulas, manifold, sistemas de sujeción y demás componentes en condiciones adecuadas de funcionamiento.	Permanente
3	Realizar las inspecciones preoperacionales establecidas antes de cada campaña.	Antes de cada campaña
4	No iniciar operaciones cuando se detecten condiciones que puedan comprometer la estanqueidad, seguridad o capacidad de respuesta del sistema.	Antes de carga, navegación y descarga
5	Mantener operativas las barreras de prevención y contención de derrames.	Permanente
6	Mantener disponibles los equipos y materiales necesarios para responder ante pérdidas de diésel.	Durante todas las etapas
7	Prevenir cualquier descarga de diésel, residuos o materiales contaminados al medio hídrico.	Permanente
8	Gestionar adecuadamente los residuos comunes y aquellos contaminados con diésel, manteniendo su segregación y trazabilidad.	Durante toda la operación
9	Mantener operativo y verificado el sistema contra incendios conforme a los procedimientos establecidos.	Por campaña

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

Nº	Compromiso ambiental	Aplicación
10	Capacitar al personal involucrado en prevención de derrames, respuesta a emergencias, gestión de residuos y demás aspectos ambientales relacionados con sus funciones.	Según programa
11	Registrar los incidentes, derrames, cuasi-incidentes y demás anomalías ambientales que ocurran durante la operación.	Ante cada evento
12	Investigar las causas de incidentes relevantes y aplicar las acciones correctivas correspondientes antes de repetir la condición que originó el evento.	Ante cada evento
13	Mantener registros de inspecciones, mantenimiento, capacitación, residuos, contingencias y monitoreo ambiental.	Permanente
14	Evaluar las condiciones meteorológicas e hidrológicas que puedan comprometer la seguridad de la navegación y de la carga.	Durante cada campaña
15	Comunicar las emergencias a las autoridades y organismos competentes conforme a los procedimientos y requisitos aplicables.	Ante contingencias
16	Revisar y actualizar las medidas de gestión cuando se produzcan modificaciones significativas en las características del proyecto o se identifiquen nuevas condiciones de riesgo.	Cuando corresponda

9.3. Recomendaciones

Considerando los resultados de la evaluación ambiental, las características particulares del sistema de transporte propuesto y la información disponible en la etapa actual del proyecto, se formulan las siguientes recomendaciones para su implementación:

Cuadro 25. Recomendaciones para implementación del PGA.

Nº	Recomendación	Finalidad
1	Verificar, antes del inicio de las operaciones, que la configuración definitiva de las barcazas, cantidad y capacidad de tanques flexibles y sistemas de contención correspondan con las características evaluadas en el presente estudio.	Evitar que modificaciones posteriores introduzcan riesgos no evaluados.
2	Elaborar o consolidar un **procedimiento específico de respuesta ante derrames de diésel**, articulado con el Manual de Operaciones y el Manual del Sistema Contra Incendios.	Fortalecer la respuesta ante la principal contingencia ambiental identificada.
3	Definir previamente los recursos disponibles para la contención y recuperación de derrames, considerando especialmente aquellos capaces de alcanzar el medio hídrico.	Asegurar capacidad efectiva de respuesta y no limitarla únicamente a derrames contenidos a bordo.
4	Identificar sectores ambientalmente sensibles a lo largo del tramo de navegación, particularmente tomas de agua, áreas protegidas, humedales, zonas de importancia ecológica y otros receptores que puedan requerir atención prioritaria ante una contingencia.	Orientar la planificación de la respuesta ante derrames.
5	Establecer un directorio de emergencias actualizado con responsables del proyecto, autoridades de navegación, autoridades ambientales, cuerpos de bomberos, responsables portuarios y demás organismos de apoyo.	Reducir los tiempos de comunicación y respuesta.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

Nº	Recomendación	Finalidad
6	Definir puntos o mecanismos de apoyo para respuesta ante emergencias a lo largo de la ruta, considerando el tiempo requerido para movilizar equipos externos hasta distintos sectores de la Hidrovía.	Mejorar la capacidad de respuesta ante eventos ocurridos durante la navegación.
7	Implementar inspecciones documentadas de tanques, bermas, mangueras, válvulas, manifold, sistemas de sujeción y demás componentes antes de cada campaña.	Detectar anticipadamente condiciones capaces de ocasionar pérdidas.
8	Establecer criterios claros para el retiro de servicio, reparación o reemplazo de tanques flexibles y componentes que presenten deterioro.	Evitar decisiones subjetivas sobre la continuidad de uso de equipos dañados.
9	Mantener disponibles a bordo materiales y equipos de respuesta ante derrames en cantidad compatible con los escenarios de contingencia considerados.	Garantizar una primera respuesta inmediata.
10	Realizar simulacros que contemplen, como mínimo, escenarios de fuga durante transferencia, derrame contenido a bordo, derrame que alcance el río e incendio.	Verificar la eficacia de los procedimientos y la competencia del personal.
11	Realizar al menos un simulacro integral antes del inicio de la operación regular del sistema, registrando tiempos de respuesta, dificultades observadas y acciones de mejora.	Validar en condiciones prácticas la organización prevista para emergencias.
12	Mantener una bitácora ambiental-operacional durante cada campaña, integrada con los registros de inspección, navegación, incidentes y contingencias.	Facilitar el seguimiento y trazabilidad del desempeño ambiental.
13	Investigar los incidentes y cuasi-incidentes, aun cuando no hayan producido afectación ambiental.	Identificar fallas potenciales antes de que ocasionen eventos de mayor gravedad.
14	Revisar periódicamente el Plan de Gestión Ambiental, el Programa de Monitoreo y los procedimientos de emergencia a partir de la experiencia adquirida durante las campañas.	Incorporar un proceso de mejora continua.
15	Evaluar ambientalmente cualquier modificación relevante de la configuración del proyecto antes de su implementación.	Determinar si la modificación introduce nuevos aspectos, impactos o riesgos ambientales.

Las recomendaciones precedentes deberán ser consideradas durante la definición final y puesta en operación del proyecto. Aquellas relacionadas con la capacidad de respuesta ante derrames, identificación de receptores sensibles, definición de los sitios de carga y descarga y disponibilidad de recursos de emergencia deberán ser priorizadas antes del inicio de las operaciones regulares.

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

10. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- Secretaría General de la ALADI. (2016). Acuerdo de "Santa Cruz de la Sierra" sobre transporte fluvial por la Hidrovía Paraguay - Paraná (Puerto de Cáceres - Puerto de Nueva Palmira) y sus Protocolos Adicionales (Tomo I, 2.ª ed.).
- Secretaría General de la ALADI. (2016). Acuerdo de "Santa Cruz de la Sierra" sobre transporte fluvial por la Hidrovía Paraguay - Paraná (Puerto de Cáceres - Puerto de Nueva Palmira): Reglamentos (Tomo II, 1.ª ed.).
- Aviation Group S.A.S. (2026). Manual de operaciones: Transporte de combustible diésel en barcazas – Ciclo operativo completo (Código AGS-MO-001, Versión 1.0).
- Aviation Group S.A.S. (2026). Manual de operaciones del sistema contra incendios en convoy de barcazas: Transporte de combustible diésel, hidrovía Paraná-Paraguay (Código AGS-MOSCI-001, Versión 1.0).
- Aviation Group SAS. (2026, septiembre). Protocolo de respuesta ante derrames de combustible diésel en barcazas (Versión 1.0, Código AGS-PRD-001) [Protocolo interno].
- CSA Group. (2014). CAN/CSA-B837-14: Tanques de almacenamiento colapsables de tela (bladders). Canadian Standards Association.
- Intertek Testing Services NA Inc. (2016, 17 de mayo). Authorization to apply mark: Report prepared for Noura Alcheikh (Intertek).
- Intertek Testing Services NA Ltd. (2015). Informe de ensayo: Nylon recubierto con poliéter poliuretano (PTFF) de 38 oz, Marca Jungle King, para cumplimiento de CAN/CSA-B837-14 (Informe № 101912920COQ-004A). Emitido a SEI Industries Ltd.
- Intertek Testing Services NA Ltd. (2015). Información de listado de SEI Industries – Tanques plegables de almacenamiento de tela (SPEC ID 35803, Informe № G101912920).
- Intertek Testing Services NA Ltd. (2016, 17 de mayo). Autorización para marcado: Tanques de almacenamiento de tela colapsables de SEI Industries (Informe № G101912920, Cliente № 107425).
- International Organization for Standardization. (2005). Clasificación Internacional de Normas (ICS) (6.ª ed.). ISO. LHG Mining. (2026). Proyecto Bladders: Logística reversa – Pruebas 2026.
- SEI Industries Ltd. (s. f.). Plano (1) - General: Esquema y distribución general de tanques de almacenamiento en barcaza.
- SEI Industries Ltd. (s. f.). Plano (2) - Estructura: Disposición de troncal, manifold y componentes del sistema.
- SEI Industries Ltd. (s. f.). Plano (3) - Secciones: Secciones transversales y detalles del sistema de transporte.
- SEI Industries Ltd. (s. f.). Tanque especificaciones: Ficha técnica y características del sistema de tanques colapsables transportables.
- Standards Council of Canada. (2016). Programa de acreditación de organismos de certificación (CBAP): Alcance de la acreditación de Intertek Testing Services NA Inc. (Archivo SCC № 10014, v17).

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py

11. EQUIPO CONSULTOR

La empresa de Ingeniería y Consultoría TECNOAMBIENTAL S.R.L. ha sido contratada para la realización del presente Estudio de Impacto Ambiental preliminar de este proyecto.

Fundada en 2012, TECNOAMBIENTAL SRL, es una empresa especializada en brindar servicios de asesoramiento, elaboración y ejecución de proyectos ambientales con los estándares más altos de calidad técnica y a precios competitivos. Desde el año 2015 se encuentra registrada como empresa consultora en el Catastro Técnico de Consultores Ambientales (CTCA) del Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible con código E-133.

La empresa cuenta con amplia trayectoria en el mercado de servicios de consultoría ambiental, abarca tanto el sector privado como público, desarrollando actividades relacionadas al licenciamiento ambiental, elaboración de Planes de Gestión Ambiental, auditorías ambientales, regencia o seguimiento del cumplimiento de PGA, Planes de Contingencia Ambiental, desarrollo de Planes de Turismo Sostenible, Planes de Manejo, Planes de Gestión Integral de Residuos, además de brindar sistemas de tratamientos de aguas, aplicando tecnología de vanguardia.

El equipo Consultor está compuesto por:

- Consultor líder: Ing. Amb. Guillermo de Barros Barreto
- Apoyo técnico: Ing. Amb. Erika Paul Bosque

Tecnoambiental S.R.L. | Reg. MADES CTCA E-133
www.tecnoambiental.com.py
San Benigno 1366, Barrio Las Lomas, Asunción
Tel: (0971) 955 350
mail: info@tecnoambiental.com.py