



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



REPOSICIÓN DE LA MONOBOYA VALERIA Y ASEGURAMIENTO DE LA CONTINUIDAD OPERATIVA EN EL TERMINAL MARÍTIMO POZOS COLORADOS

JUAN MIGUEL PACHÓN REYES
CENIT LOGISTICA Y TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS S.A.S.
Calle 113 # 7 - 80 (Torre AR)
Email: juan.pachon@cenit-transporte.com
Bogotá, D.C. – Colombia

1. Objetivo

Ejecutar la reposición de la Monoboya Valeria, artefacto naval de importancia crítica para la nación, en un plazo máximo de 38 días, lo cual es esencial para mantener sin afectaciones la importación de los principales productos refinados del país, los cuales dependen exclusivamente de esta infraestructura.

2. Metodología Aplicada

Toma de decisiones al final de la vida útil del activo: Reposición, mejora, modernización, disposición final.

3. Introducción y Contexto Estratégico

3.1. El Rol de CENIT en la Seguridad Energética Nacional

CENIT Transporte y Logística de Hidrocarburos S.A.S., constituida como filial al 100% de Ecopetrol en el año 2012, se ha consolidado como el eje central del segmento midstream en Colombia. Su misión fundamental es la gestión especializada del transporte y almacenamiento de crudo y sus derivados, operando una extensa red de oleoductos y poliductos que conectan los centros de producción e importación con las refinerías y centros de consumo.

Dentro de esta infraestructura crítica, el Poliducto Pozos – Galán (PPG) representa una arteria vital para el abastecimiento del interior del país. El origen de este sistema se encuentra en el Terminal Marítimo Pozos Colorados, en Santa Marta, un punto estratégico para la importación de

combustibles. La relevancia de este nodo logístico se evidencia en las cifras de importación: a través de este sistema ingresa aproximadamente el 30% del diésel, el 40% de la gasolina regular y el 91% de la nafta que consume la nación. Cualquier interrupción prolongada en este punto podría desencadenar una crisis de abastecimiento con impactos macroeconómicos severos.

3.2. El Activo Crítico: Monoboya Valeria

El componente neurálgico para la operación del Terminal Pozos Colorados es la Monoboya Valeria. Este artefacto naval, fondeado a 2,7 km de la costa, ha operado de manera ininterrumpida durante tres décadas. Su función es servir como punto de descarga para buques tanque de gran calado, conectando el suministro marítimo con el sistema de transporte terrestre.

Sin embargo, en el año 2019, se identificó la necesidad imperativa de reemplazar este activo. La casa clasificadora determinó que la estructura cumpliría su ciclo de vida útil en el 2024. La decisión de reemplazo no solo respondió a un requerimiento regulatorio, sino a una estrategia preventiva para mitigar riesgos ambientales, operativos y evitar sanciones pecuniarias derivadas de operar un activo fuera de especificación. Así, CENIT emprendió en 2020 uno de los proyectos de reposición de activos más complejos a nivel nacional, con el objetivo de incorporar tecnología moderna que elevara los estándares de seguridad, eficiencia y resiliencia ambiental.



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



Asociación Colombiana
de Ingenieros

4. Marco Teórico Y Selección Tecnológica

4.1. Fundamentos de los Sistemas de Monoboya

Para comprender la magnitud del proyecto, es esencial definir la naturaleza técnica de una monoboya. Se trata de una estructura flotante especializada que actúa como interfaz de transferencia en alta mar. Su diseño permite el amarre de buques con capacidades de carga entre 500,000 y 2 millones de barriles, facilitando que la embarcación gire libremente para alinearse con la resultante de las fuerzas del viento, el oleaje y la corriente, minimizando así la tensión sobre los amarres. La transferencia de fluidos se realiza mediante mangueras flexibles submarinas y flotantes que conectan el manifold del buque con un ducto submarino que se encuentra sobre el lecho marino.

4.2. Análisis Comparativo: Tornamesa vs. Torreta

Existen dos tecnologías predominantes en el diseño de monoboys, diferenciadas principalmente por su mecanismo de rotación. Durante la fase de definición del proyecto, se compararon ambas opciones:

1. Monoboya de Tornamesa: Representa el diseño clásico donde la boya y el buque giran como una unidad solidaria sobre un mecanismo de "plato giratorio". Aunque funcional, este diseño puede generar mayor estrés en el sistema de amarre bajo condiciones extremas y se recomienda habitualmente para zonas con condiciones marinas benignas.
2. Monoboya de Torreta: En este diseño más moderno, la estructura flotante gira alrededor de una torreta central fija que está anclada al lecho marino. Esta configuración ofrece mayor estabilidad y capacidad de respuesta ante condiciones adversas, siendo ideal para aguas profundas o expuestas.

En el caso de la Monoboya Valeria, la unidad original operaba bajo el sistema de Tornamesa. El proyecto optó por una migración tecnológica hacia una Monoboya de Torreta. Esta decisión se fundamentó en la necesidad de mayor estabilidad operativa y seguridad en la transferencia de hidrocarburos, considerando la importancia crítica del suministro para Colombia. Adicionalmente, esta elección favorece la estandarización de activos, dado que el país ya opera exitosamente tres unidades de tipo torreta en el Terminal de Coveñas.

5. Desarrollo De La Ingeniería: De La Concepción A La Estrategia

El proyecto se estructuró siguiendo estrictamente el ciclo de vida de proyectos de capital, abarcando las fases de maduración (Ingeniería Conceptual y Básica), gestión de contratación y ejecución EPC (Ingeniería, Procura y Construcción), hasta el comisionamiento final.

5.1. Ingeniería Conceptual: Evaluación de Alternativas

Durante la Ingeniería Conceptual, el equipo de proyectos realizó un ejercicio exhaustivo de selección de alternativas para determinar la mejor estrategia de reemplazo.

Una de las primeras opciones evaluadas fue el mantenimiento mayor de la monoboya existente en dique seco. No obstante, esta alternativa fue descartada categóricamente tras un análisis de riesgos operativos: el tiempo requerido para el retiro, reparación y reinstalación superaba el umbral crítico de 14 días. A partir del día 14, el inventario de refinados en el poliducto sería insuficiente, poniendo en riesgo el suministro nacional.

Descartada la reparación, el estudio se centró en dos alternativas de sustitución:



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



1. Adquisición e instalación de una nueva monoboya en el emplazamiento actual.
2. Rehabilitación e instalación de la Monoboya TLU2, un activo disponible proveniente del Terminal Coveñas Ocesa.

Se aplicó una matriz de decisión basada en estándares internacionales y criterios técnicos ponderados por su nivel de criticidad. El resultado favoreció la adquisición de una Nueva Monoboya de tipo Torreta como la opción preferente técnica y económica.

5.2. Ingeniería Básica: Enfoque Modular

La Ingeniería Básica definió la arquitectura del contrato EPC, dividiendo el proyecto en dos módulos estratégicos para asegurar la viabilidad constructiva y operativa:

- **Módulo I (Nueva Monoboya):** Enfocado exclusivamente en la construcción e instalación de la Nueva Monoboya. Dado que este módulo siguió parámetros convencionales de ingeniería, el presente documento no profundizará en sus detalles técnicos.
- **Módulo II (Continuidad Operativa):** Diseñado para implementar la infraestructura de contingencia necesaria para mantener la importación durante la transición. Este módulo se convirtió en el factor diferencial y el mayor desafío del proyecto.

La necesidad del Módulo II surge de la gestión de inventarios. La maniobra de reemplazo de la monoboya demanda una ventana operativa de entre 31 y 38 días con condiciones meteoceánicas favorables. Para soportar este periodo sin recibir buques en la monoboya principal, las reservas del sistema (Pozos Colorados + Clientes) debían garantizar un mínimo de autonomía. Sin embargo, los cálculos indicaron la necesidad de cubrir reservas operativas superiores, lo que hizo inviable depender solo del almacenamiento estático.

Se evaluaron alternativas logísticas temporales como el alijo en zona de fondeo (trasvase barco a barcaza) y descarga posterior mediante carrotanques. Estas opciones fueron descartadas por su baja eficiencia operativa y, sobre todo, por los altos riesgos ambientales asociados a múltiples transferencias en mar abierto.

La solución seleccionada fue de alta complejidad ingenieril: la instalación temporal de un Sistema Multiboyas (MBM) a 1,5 km de la costa, vinculado a la línea principal mediante un hot tap Submarino.

6. Ingeniería de Detalle: Retos del Módulo de Continuidad Operativa

La ejecución del Módulo II implicó enfrentar desafíos técnicos, regulatorios y ambientales sin precedentes en la región Caribe.

6.1. Gestión Regulatoria Transversal

La viabilidad del sistema alternativo requirió una alineación estratégica con tres entidades gubernamentales clave, cada una presentando retos específicos:

- **Autoridad Marítima (DIMAR):** Dado que el sistema multiboyas era inédito en las condiciones del Caribe colombiano (a diferencia del Pacífico donde ya operan), existía incertidumbre sobre su comportamiento. Fue imperativo presentar un análisis de riesgos detallado que contemplara múltiples escenarios, con énfasis en la seguridad durante la ejecución del hot tap submarino. La gestión se centró en robustecer los protocolos de preparación y respuesta ante emergencias para obtener los permisos de maniobra.
- **Agencia Nacional de Infraestructura (ANI):** Desde la perspectiva contractual, la concesión portuaria otorgada a CENIT estaba restringida al uso exclusivo de la monoboya existente. Implementar un sistema alternativo



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



requirió la negociación y suscripción de un Otrosí al contrato para modificar el área de trabajo autorizada. Un logro significativo de la gestión del proyecto fue el acuerdo financiero: tras realizar sensibilidades al modelo, se consiguió que las inversiones asociadas al hot tap submarino fueran reconocidas dentro del plan de inversiones pactado con la ANI, asumiendo CENIT el riesgo de los costos restantes.

• **Autoridad Nacional de Licencias Ambientales**

(ANLA): La estrategia ambiental se basó en demostrar que la actividad principal (recepción de buques) no cambiaba, solo variaba el punto de conexión. La ANLA impuso una condición determinante: la reversibilidad de la infraestructura. El sistema debía ser completamente removible para garantizar impacto cero a largo plazo en el medio biótico y abiótico. Esto obligó a diseñar toda la ingeniería bajo un esquema modular: conexiones bridadas desde la válvula de seccionamiento hasta las mangueras, uso de mattress de concreto para lastrar la tubería y geocolchones con bloques de concreto removibles para el anclaje del PLEM (Pipeline End Manifold).

6.2. Desafíos Mecánicos: Intervención con un Hot Tap Submarino

La conexión del sistema temporal a la línea submarina existente (L106 de 24") sin detener las operaciones, fue uno de los hitos técnicos más críticos. La maniobra implicó instalar una grapa submarina para derivar el flujo hacia una tubería de 12".

• **Limitaciones Logísticas y Diseño de Ízaje:** La embarcación disponible para la operación presentaba limitaciones de carga en su grúa, lo que complicaba el descenso de la máquina perforadora, la grapa y la válvula. Para solucionar esto, el equipo de ingeniería diseñó una estructura de ízaje especial que no solo

permitió la maniobra segura, sino que aseguró un cierre controlado y lento de la grapa, protegiendo la integridad de los sellos mecánicos.

- **Innovación en Seguridad (Doble Sello):** Dada la criticidad de operar sobre una línea activa, se solicitó al fabricante de la grapa, PLIDCO, una modificación de su diseño estándar para incorporar un sistema de doble sello. Esta redundancia elevó significativamente el factor de seguridad de la conexión.
- **Integridad de la Tubería (Regla del 10%):** El protocolo de prueba hidrostática de la grapa se diseñó bajo estricto cumplimiento de la norma API 2201. Se estableció que la presión de prueba no podía superar en más de un 10% la presión interna de la tubería para evitar deformaciones plásticas en la pared del ducto existente, generando un protocolo interno riguroso para el control de presiones.

6.3. Reconfiguración del Sistema de Amarre y Crisis de Suministros

Durante los estudios de maniobrabilidad, se identificó un obstáculo imprevisto: una tubería de origen desconocido en el lecho marino impedía el despliegue correcto de las anclas del buque en la posición diseñada originalmente.

Este hallazgo obligó a replantear la ingeniería del sistema de amarre (Mooring Analysis). La solución técnica consistió en pasar de un sistema de 3 boyas (que dependía parcialmente de las anclas del buque) a un sistema autónomo de 4 boyas. Esta modificación generó una crisis logística, pues las compras tempranas ya se habían cerrado y no se contaba con una cuarta boya.

La respuesta del equipo de proyectos fue la activación de un plan de contingencia que incluyó:

1. Compra emergente de cadenas disponibles en la región.
2. Adquisición de un ancla equivalente.



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



3. Diseño y fabricación en Colombia de una boya con especificaciones idénticas a las importadas, demostrando la capacidad de la ingeniería nacional para responder a retos de alta complejidad.

6.4. Factor Humano: Simulación y Entrenamiento

Conscientes de que la tecnología Multiboya era nueva para el personal operativo del Caribe, se implementó una estrategia de gestión del cambio y transferencia de conocimiento. Se estableció un contrato Fast-Track con la Escuela Naval Almirante Padilla para desarrollar un entorno de simulación virtual exacto.

En este simulador se entrenó a todos los actores críticos: Loading Masters, supervisores de operaciones marinas, pilotos prácticos y capitanes de remolcadores. Este ejercicio no solo capacitó al personal, sino que optimizó la ingeniería: se descubrió que el vector de aproximación original (entre boyas del sur) presentaba riesgos, determinando que el acceso entre las boyas occidentales era más seguro y eficiente, eliminando riesgos de colisión y reduciendo tiempos de maniobra.

6.5 Aseguramiento de Calidad y Gestión de Fluidos

Un aspecto final, pero de máxima criticidad, fue la preservación de la calidad de los combustibles. A diferencia del crudo, la contaminación cruzada en refinados es inadmisibles; una pequeña infiltración de nafta puede degradar miles de barriles de diésel o gasolina, dejándolos fuera de especificación.

El reto radicaba en la nueva derivación ciega generada por el hot tap submarino, la cual carecía de una válvula de seccionamiento cercana que aislara los productos. Para resolver esto, se realizó un Análisis de Elementos Finitos

(FEA) simulando la dinámica de fluidos en la interfaz de los baches.

La solución fue el diseño conjunto (EPC + Proveedor especializado) de un dispositivo de obturación unidireccional, un "PIG" o herramienta de limpieza modificada. Este dispositivo fue concebido para desplazarse libremente en un sentido, pero actuar como tapón hermético en sentido inverso, soportando la presión diferencial y evitando la mezcla de productos.

Para validar esta innovación, se descartaron los modelos a escala reducida (basados en principios de similitud mecánica o "física de Lilliput") debido a resultados no concluyentes. En su lugar, se construyó una estructura de prueba a escala real (1:1). Esta prueba confirmó la viabilidad técnica del dispositivo, asegurando la integridad de los millones de barriles que ingresarían al país durante la operación del sistema alterno.

7. Construcción: El Impacto del Entorno Global en la Gestión del Proyecto

La fase de construcción del proyecto se caracterizó por una dualidad logística y operativa, pues mientras que el Módulo I (Nueva Monoboya) estuvo expuesto a la volatilidad de la cadena de suministro internacional y tensiones geopolíticas, el Módulo II (Sistema Multiboya) enfrentó el desafío de la ejecución acelerada (Fast-Track) en territorio nacional. A continuación, se detallan los elementos diferenciadores que condicionaron el desarrollo de esta etapa.

7.1. Construcción de la Nueva Monoboya Valeria (Módulo I)

Para la materialización del activo principal, CENIT estableció un contrato bajo modalidad EPC con el Consorcio Nueva Valeria (CNV). Durante la etapa de planeación, se evaluaron tres astilleros finalistas ubicados en España, Hong Kong y Dubái. Tras un análisis de capacidad



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



técnica, reputación y conectividad logística marítima y aérea, se seleccionó la opción de los Emiratos Árabes Unidos.

7.1.1. Selección del Astillero y Fase Inicial

La fabricación se llevó a cabo en las instalaciones de Dubái Drydocks World (DDW). Este astillero, considerado el tercero más grande del mundo en capacidad y área de ejecución, garantizó el cumplimiento de los más altos estándares de calidad naval e industrial.

El inicio del proyecto se dio con normalidad, asegurando el acopio de aceros estructurales y consumibles en el sitio (Dubái), mientras que, de manera simultánea, los sistemas de control, instrumentación y electricidad eran fabricados en Inglaterra. Esta estrategia de manufactura paralela permitió un avance lineal en las primeras etapas del cronograma.

7.1.2. La Crisis del Swivel y Factores de Retraso

El punto de inflexión en la ruta crítica del proyecto se presentó con el componente más neurálgico del sistema: el Swivel (Junta Giratoria). Este elemento, considerado el "corazón" de la monoboya, permite la rotación del casco alrededor de la torreta sin interrumpir la transferencia de fluidos ni comprometer la estanqueidad.

Una escasez global del acero de aleación específica requerido para su fabricación impidió su montaje en los tiempos programados. Como medida de mitigación, se activó un plan de contingencia que consistió en la fabricación y montaje de un dummy para permitir la continuidad de otras actividades de ensamblaje estructural. No obstante, la dependencia de este componente definitivo llevó al proyecto a un límite técnico inevitable.

Esta situación se vio agravada por la coincidencia con el mes del Ramadán, lo que redujo las jornadas

laborales efectivas en Medio Oriente, resultando en retrasos acumulados que obligaron a la suspensión temporal del contrato y a la implementación de medidas de apremio hacia el consorcio para recuperar la línea base del cronograma.

7.1.3. Impacto Geopolítico y Logística de Transporte

Tras superar los desafíos de manufactura, finalizar las pruebas de aceptación en fábrica (FAT) y obtener la certificación de clase del casco por parte de la casa clasificadora ABS (American Bureau of Shipping), el proyecto enfrentó una crisis exógena de gran magnitud: el recrudecimiento del conflicto entre Israel y Palestina.

La inestabilidad en la región provocó bloqueos de seguridad en el Canal de Suez y el Mar Rojo, ruta natural de salida para la carga. Esto obligó a redefinir la logística de transporte marítimo bajo condiciones adversas:

- Ruta Alterna: Los buques tipo Bulk Carrier debieron desviarse por el Cabo de Buena Esperanza (Sudáfrica), circunnavegando el continente africano.
- Incremento de Tiempos: El tiempo de tránsito aumentó drásticamente, pasando de un estimado de 12-15 días a un real de 22-27 días.
- Sobrecostos: La escasez de buques disponibles y el riesgo bélico elevaron exponencialmente las tarifas de fletamento.

7.2. Construcción del Sistema Multiboya (Módulo II)

A diferencia del Módulo I, el reto del Módulo de Continuidad Operativa fue la gestión del tiempo y la precisión técnica en la fabricación local de la cuarta boya del sistema MBM.

7.2.1. Premisas Operativas y Ventana de Tiempo



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



La construcción e instalación de este sistema estaba condicionada por hitos operativos inamovibles. Antes de iniciar la desconexión de la Monoboya Valeria, era imperativo realizar pruebas de integración completas:

- Amarre de un buque sin descarga (prueba de maniobra).
- Descarga completa de dos (2) buques tanque.

Estas pruebas tenían como objetivo certificar la confiabilidad del sistema y asegurar que podría soportar la operación continua durante los 38 días de la ventana de reemplazo sin afectar el suministro de refinados.

7.2.2. Desafío de Manufactura "Fast-Track"

Debido a los tiempos de las pruebas previas, el equipo de construcción dispuso de tan solo 45 días para la fabricación integral de la boya. Este escenario demandó un esfuerzo industrial extraordinario:

- Se aplicaron más de 1.200 m lineales de soldadura, sometidos al 100% de inspección mediante Ensayos No Destructivos (END), específicamente tintas penetrantes y ultrasonido, para garantizar la integridad estructural.
- En simultáneo, se ejecutaron los esquemas de pintura marina y las pruebas de hermeticidad de los tanques de flotabilidad.
- Los ganchos pelícanos, mecanismos de liberación rápida esenciales para el amarre, debieron ser importados desde China vía aérea en una operación logística de alta prioridad.

La ejecución exitosa de este módulo, pese a la presión de tiempo y la complejidad técnica, demostró la capacidad de respuesta de la ingeniería local para habilitar la infraestructura temporal necesaria para el reemplazo del activo principal.

8. Instalación: La Criticidad Del Tiempo Y El Desenlace Operativo

La fase de instalación trajo consigo retos de una complejidad superior, donde el respeto por el cronograma se convirtió en nuestra mayor obsesión y prioridad. Si la ingeniería y la construcción fueron capítulos atrapantes de esta historia, la ejecución en sitio no fue la excepción; fue el momento donde la teoría se enfrentó a la realidad del océano.

Debido a las restricciones de formato de este documento, ha sido imposible incluir el registro fotográfico que esta obra de ingeniería merece. Sin embargo, esta limitación es el preámbulo de lo que será la conferencia en vivo: una oportunidad única para visualizar imágenes exclusivas de las maniobras y entender, paso a paso, la resolución de problemas en tiempo real.

Más allá de los datos, la presentación promete ser una de las experiencias más enriquecedoras del evento, conducida no solo con rigor técnico, sino con la genuina pasión de compartir un caso de éxito rotundo. Por eso espero poder cerrar este capítulo con ustedes y celebrar la capacidad de la ingeniería nacional.

9. Conclusiones

La ejecución del proyecto de reposición de la Monoboya Valeria trasciende el mero reemplazo de un activo para convertirse en un referente de gestión de proyectos de infraestructura crítica en Colombia. Las lecciones aprendidas y los hitos alcanzados permiten establecer las siguientes conclusiones:

1. Garantía de la Seguridad Energética Nacional: La estrategia de dividir el proyecto en dos módulos (Activo Definitivo y Continuidad Operativa) fue determinante. La implementación del Sistema Multiboyas (MBM) mediante la



XXVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS

22 AL 24 DE ABRIL DE 2026. Bogotá - Colombia



- intervención un Hot Tap submarino permitió mantener ininterrumpido el suministro del 30% del diésel y el 40% de la gasolina que consume el país, validando que es posible ejecutar mantenimientos mayores en infraestructura crítica sin afectar el abastecimiento nacional.
2. Innovación y Adaptabilidad Técnica: El proyecto desafió los paradigmas de ingeniería convencional al implementar soluciones inéditas en el Caribe, como el sistema de doble sello en la grapa submarina (diseño PLIDCO modificado) y el cumplimiento estricto de la Regla del 10% (API 2201) para proteger la integridad del ducto existente. Asimismo, la capacidad de rediseñar el sistema de amarre de 3 a 4 boyas ante hallazgos imprevistos en el lecho marino demostró una resiliencia técnica sobresaliente.
3. Fortalecimiento de la Industria Local: Ante la crisis logística global y los tiempos de entrega restringidos, la fabricación Fast-Track de la cuarta boya y componentes críticos en talleres nacionales evidenció la madurez de la industria metalmecánica colombiana. Se logró cumplir con estándares internacionales de soldadura y ensayos no destructivos en tiempos récord, reduciendo la dependencia tecnológica externa.
4. Gestión Integral de Riesgos y Calidad: La preservación de la calidad de los combustibles se logró mediante una ingeniería de detalle rigurosa, apoyada en análisis de elementos finitos (FEA) y el desarrollo de obturadores unidireccionales probados a escala real. Esto mitigó el riesgo de contaminación cruzada en una derivación ciega, protegiendo el valor comercial de los inventarios.

5. Valor del Factor Humano y Simulación: La alianza con la Escuela Naval Almirante Padilla para el entrenamiento en simuladores no fue solo un requisito, sino una herramienta de optimización de diseño. Los escenarios virtuales permitieron corregir los vectores de aproximación de los buques, garantizando operaciones más seguras y eficientes desde el primer día de la contingencia.

Juan Miguel Pachón Reyes

Ingeniero Mecánico egresado de la Universidad Santo Tomás (Bogotá, 2004) y diplomado en Ingeniería Naval de la Escuela Naval Almirante Padilla. Acumula 19 años de trayectoria en el sector Oil & Gas, con 11 años de especialización exclusiva en mantenimiento, integridad y confiabilidad de activos offshore del midstream. Actualmente se desempeña como Ingeniero Integral de Aseguramiento de Integridad en Cenit, liderando el soporte técnico en proyectos estratégicos como sustitución de componentes críticos submarinos (válvulas, mangueras), ejecución de major overhauls de embarcaciones, mitigación de erosión costera y gestión de integridad compleja.

Juan Miguel Pachon Reyes

3002174422

Cra 5 N°5 – 35 Aquamarina Condominio, Casa 47,
Rodadero, Santa Marta, Magdalena.

Estación Pozos Colorados, Santa Marta

3176351904

Colombia