

años, a cambio de la contraprestación establecida en la Cláusula Octava – *VALOR DEL CONTRATO Y FORMA DE PAGO DE LA CONTRAPRESTACIÓN* del Contrato.

2. El 27 de noviembre de 2012, ECOPEPETROL S.A. solicitó autorización a la ANI para ceder el Contrato en favor de su filial especializada en transporte y logística de hidrocarburos CENIT, cesión que fue autorizada mediante Resolución ANI No. 993 del 16 de septiembre de 2013.
3. El 19 de diciembre de 2013, la ANI y CENIT suscribieron el Otrosí No. 1 de cesión del Contrato, en virtud del cual CENIT asumió, a partir del 1º de enero de 2014, en calidad de Concesionario, todos los derechos y obligaciones del Contrato.
4. El Terminal Marítimo Coveñas concesionado desde 2014 a CENIT, está dedicado a la importación, exportación, almacenamiento y transporte de hidrocarburos, a través de las unidades de cargue de tanqueros TLU-1 y TLU-3, los ductos submarinos y los tanques de almacenamiento en tierra. El Terminal reúne Condiciones Técnicas Especiales en razón a: i) su ubicación estratégica para la exportación de los crudos y realizar las premezclas requeridas para la dieta de la Refinería de Cartagena, ii) el alcance de sus actividades, iii) la relevancia para el comercio interior y exterior del País, iv) el tipo de tráfico atendido, v) la especialidad en sus operaciones y equipos, así como vi) la clase de productos manejados en este.
5. Mediante Comunicación con Rad. ANI No. 20254090761452 de 18 de junio de 2025, CENIT manifestó a la Agencia su intención de modificar sustancialmente el Contrato, con el propósito de: i) prorrogar el Contrato por 20 años más, contados a partir de la finalización del plazo inicial, ii) actualizar el área inicialmente concesionada (diferencia menor entre las áreas asignadas en el Contrato y la ubicación de la infraestructura in situ y, presentación de coordenadas en sistema MAGNA-SIRGAS), iii) ejecución de nuevas inversiones en la Zona de Uso Público a partir del Otrosí que formalice la prórroga y durante el nuevo horizonte de tiempo del Proyecto y iv) revertir el artefacto naval Monoboya TLU-3.
6. Desde 2024 y como resultado de la notable reducción en las reservas probadas, se inició la importación de 40 Mpcd de gas para suplir las necesidades de la demanda País. Durante los próximos 5 años, se estima que Colombia presentaría un déficit entre 110 Mpcd y 500 Mpcd. A raíz de esta situación, el Grupo Ecopetrol analizó diferentes alternativas para coadyuvar con la demanda de gas en 400 Mpcd iniciando en el 2029 y como resultado de los análisis adelantados, se determinó que la infraestructura portuaria del Terminal Marítimo CENIT Coveñas cuenta con las condiciones técnicas y operativas para consolidarse como la solución que contribuirá a evitar el desabastecimiento de gas en nuestra Nación.

- Mediante Comunicación con Rad. No. 20253200760181 de 19 de septiembre de 2025, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA se pronunció favorablemente frente a las operaciones de Gas Natural Licuado – GNL a través de una FSRU en el Terminal Marítimo CENIT Coveñas.

Contexto Desabastecimiento Gas Natural en Colombia

Colombia es un país productor de gas y crudo con autosuficiencia energética desde hace más de 40 años. Sin embargo, de acuerdo con información de la Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH actualmente, las reservas de gas natural probadas se configuran como las más bajas de los últimos 17 años con 5,9 años. Lo anterior, tal y como se puede observar en la Imagen 1.

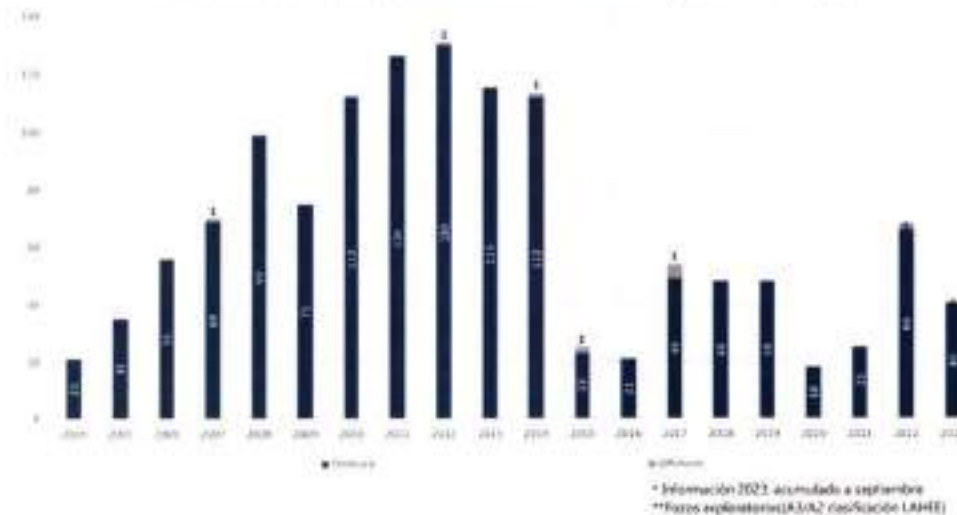


Imagen 1. Reservas Probadas ANH
Fuente: ANH

Sin embargo, también es preciso mencionar que en la última década los pozos perforados han decrecido de manera drástica como se muestra en la Imagen 1¹ de la ANH. Esta disminución impacta en los resultados futuros de crudo y gas reflejando una situación deficitaria como la que se presenta hoy en Colombia. Con el propósito de mantener la autosuficiencia de estos energéticos, el País debe aumentar la exploración de campos tanto Onshore como Offshore y así lograr conservarla.

¹<https://www.anh.gov.co/es/operaciones-y-regal%C3%ADas/datos-y-estadisticas/>

Histórico Pozos Exploratorios Perforados (2004 - 2023)



Pozos ANH con declaración de comercialidad

(Pozos ANH con Declaración de Comercialidad)

El listado corresponde a los pozos exploratorios perforados (A2 y A3) en el marco de Contratos de Hidrocarburos escritos con la ANH que tienen Años de Desarrollo y presentan Declaración de Comercialidad

Imagen 2. Reservas Probadas ANH

Fuente: ANH²

Es importante mencionar que las decisiones del hoy afectarán el mañana en una industria donde desarrollar un campo hasta que sea declarado comercializable pueden pasar años por los trámites ambientales, gestiones técnicas, viabilidad regulatoria y financiera. Los tiempos para desarrollo y comercialidad de un campo que llevarían a obtener la primera molécula de gas oscilarían entre 7 y 8 años en proyectos Onshore y entre 10 a 15 para proyectos Offshore por la complejidad que estos revisten.

Aunado a lo expuesto, como se logra evidenciar en la Imagen 3, campos como Cusiana, Guajira, Pauto Sur, entre otros, vienen declinando y las proyecciones al 2033 muestran la necesidad de buscar nuevas fuentes en el corto plazo.

² <https://www.anh.gov.co/es/operaciones-y-regal%C3%ADas/datos-y-estadisticas/>

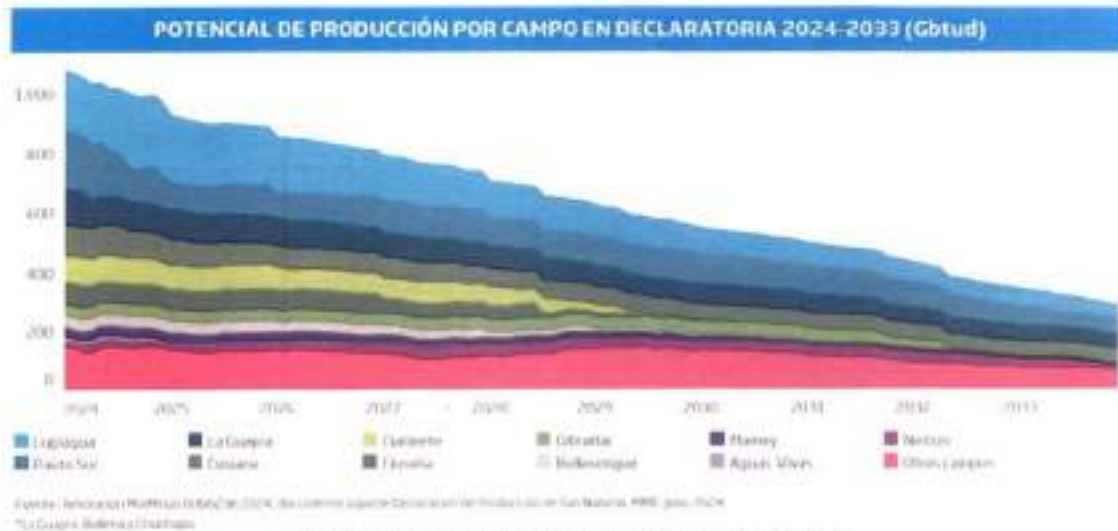


Imagen 3. Potencial de Producción por Campo
Fuente: Descrita en la imagen

De acuerdo con información presentada en una entrevista reciente por la Presidencia de Naturgas, se informa que *"desde diciembre del 2024 Colombia importa gas natural y para este año 2025 las importaciones ya equivalen al 17 % del total que se consume. El problema es que la situación empeorará en los próximos años, si no, entran a operar nuevos campos de producción en el país y en 2029 Colombia **tendría que importar hasta el 56 % del gas**, de acuerdo con proyecciones de Naturgas"* (*Negrilla fuera del texto original). Este déficit en cifras podría estar alrededor de 500 Mpcd con las correspondientes consecuencias de no implementar nuevas fuentes de gas.

Con ocasión de la situación de Colombia frente al hidrocarburo referido, se concluye que la alternativa más rápida para incorporar gas al País es a través de la importación del energético y de esta manera, poder atender el mercado residencia conformado con aproximadamente 11,9 millones de hogares donde los estratos 1, 2 y 3 representan el 85%.

Análisis Técnico – Operativo de las Operaciones con Gas Natural Licuado – GNL en el Terminal Marítimo Coveñas

En el marco de lo establecido en el Contrato y con el propósito de contribuir en el eventual desabastecimiento de gas en Colombia, se deberá adicionar una nueva modalidad de operación a la minuta contractual que permita que se puedan prestar el servicio de descargue de GNL a través de una FSRU, utilizando la infraestructura portuaria asociada a la Monoboya TLU-3 (sin incluir el artefacto naval) del Terminal Marítimo CENIT Coveñas.

La implementación de la FSRU se plantea como una solución de corto y mediano plazo para fortalecer el suministro de gas natural en el País, apoyándose en un modelo operativo que maximiza la eficiencia al aprovechar las condiciones logísticas y técnicas existentes en el Terminal referido.

Para la implementación de esta solución y con el fin de propender por la transferencia segura, eficiente y continua del gas regasificado hacia las rutas de evacuación habilitadas para su internación hacia el Sistema Nacional de Transporte - SNT, se ha estructurado una secuencia de actividades técnico-operativas en la infraestructura portuaria asociada a la Monoboya referida.

En línea con lo manifestado con antelación, y teniendo en cuenta que las operaciones con GNL en el Terminal Marítimo CENIT Coveñas se prevén para coadyuvar con la demanda de gas en 400 Mpcd iniciando en el 2029, la información técnica que se aporta como anexos en este documento es de carácter conceptual. Previo al inicio de operación en 2029 y con la definición de la FSRU específica que arribe al Terminal, se adelantará la ingeniería de detalle y en su momento, se aportará a la ANI los estudios e información que se obtenga como resultado de la ingeniería referida.

1. Descripción de la operación con GNL

La FSRU regasificará el GNL recibido a través de sus vaporizadores a bordo (sistema interno), convirtiéndolo nuevamente en gas natural en estado gaseoso a condiciones operativas aptas para entregar al SNT. Estará ubicada dentro del área concesionada, en cercanías de la Monoboya TLU-3, será amarrada a través de un sistema *Spread Mooring*, y conectada a las facilidades Offshore del Terminal CENIT Coveñas a través de un nuevo sistema de mangueras flexibles flotantes y submarinas, denominado "Riser", que se encargará de asegurar la conexión e inyección del gas, además de tener la flexibilidad necesaria para asumir los movimientos de la embarcación, producto de las condiciones ambientales y marinas propias de las operaciones Offshore. Es preciso aclarar que una vez finalice el contrato de regasificación con la FSRU dicha embarcación zarpará del área concesionada a CENIT.

Ahora bien, dependiendo de la tasa de regasificación, se determinará la frecuencia con la cual la FSRU debe ser "recargada", para lo cual, se interconecta a través de unos brazos criogénicos con un buque metanero. Dicha interconexión permite transferir el GNL en estado criogénico entre los tanques de almacenamiento del metanero y la FSRU. Lo anterior, mediante una maniobra que permite amarrar las dos embarcaciones y conectar los brazos criogénicos usando el sistema de amarre *Spread Mooring* descrito previamente. Una vez finaliza la transferencia del GNL, se desacoplan los brazos criogénicos y se desconectan las dos embarcaciones, liberando al buque metanero para que pueda retirarse mientras que la FSRU permanece en su sitio realizando la regasificación del GNL.

Posteriormente, el gas será conducido hacia las facilidades en tierra del Terminal Marítimo CENIT Coveñas a través de la línea submarina de 24" y 16,5 Km de longitud, que actualmente interconecta la TLU-3 con las facilidades Onshore del Terminal. Finalmente, el gas pasará por facilidades de recibo, filtración, regulación y medición, ubicadas en las instalaciones Onshore del Terminal en cita, para continuar hacia el ODC (Oleoducto de Colombia) para internar el gas en el SNT VIM - Interior (Jobo - Vasconia) incluido en el Plan de Abastecimiento de Gas Natural - PAGN.

En línea con lo anterior, en la siguiente imagen, se presenta el arreglo general de las facilidades para las operaciones del GNL, incluyendo la totalidad del proyecto Offshore/infraestructura portuaria concesionada y Onshore/facilidades en tierra:

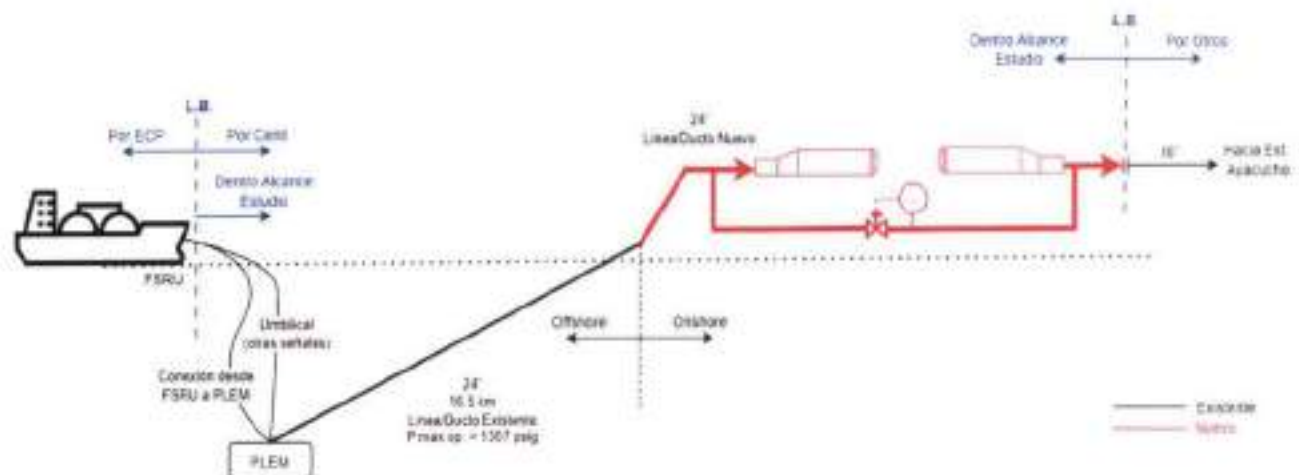


Imagen 4. Arreglo General de las Facilidades para Operaciones de GNL
Fuente: Cenit

2. Adecuaciones a la infraestructura portuaria asociada a la Monoboya TLU-3

En ese sentido, para la infraestructura portuaria asociada a la TLU-3 (línea submarina y PLEM) se prevé realizar las siguientes adecuaciones:

- Limpieza de la línea submarina: Raspador de limpieza con platina de calibración al 95% en forma bidireccional hasta lograr el *flushing*, limpieza y secado interno del ducto. Actualmente, esta línea se encuentra destinada al transporte de crudo, por lo cual, deberá ser acondicionada para permitir su operación con gas natural.
- Preparación del área de trabajo: i) limpieza de la Monoboya y del ducto submarino (Tierra - TLU3), ii) desconexión de la monoboya TLU-3 (sistema

de anclaje en lecho marino) y iii) ubicación temporal de la Monoboya TLU-3 en zona de fondeo del área en concesión.

- c. Reforzamiento del lastrado: i) bajado de mantos de hormigón prefabricados y ii) posicionamiento de los mantos de acuerdo con el estudio de flotabilidad.
- d. Mangueras Offshore - Riser: Instalación y conexión de secciones de mangueras entre FSRU y PLEM submarino (Incluye sus flotadores) para la transferencia de gas regasificado en lugar de crudo. Estas mangueras incluyen válvulas de seguridad, sistema de emergencia de desconexión y estarán diseñadas para operar en condiciones variables.
- e. Mejoramiento del PLEM: i) retiro PLEM existente, ii) instalación del nuevo PLEM en condiciones técnicas para manejo de gas, iii) conexión del nuevo PLEM a la línea submarina (Tierra- TLU3) y, iv) pruebas de integridad.
- f. Comunicación entre la FSRU y las Facilidades Onshore: En función de la necesidad específica y la tecnología empleada por la FSRU que sea contratada por Ecopetrol S.A., se definirá el medio a emplear para la implementación de las comunicaciones tanto para la operación como para la transmisión de señales de control y seguridad entre la FSRU y las Facilidades Onshore. Se contemplan tecnologías como fibra óptica, enlaces satelitales, sistemas de microondas u alguna otra solución que garantice la conectividad con la alta disponibilidad que requiere esta operación.

Las adecuaciones listadas con antelación no modifican el Plan de Inversiones propuesto por CENIT en la solicitud de prórroga del Contrato, radicada en ANI en junio de 2025. En este sentido, el modelo financiero mantiene los parámetros puestos en conocimiento de la Agencia en la solicitud referida.

3. Especificaciones y características del Riser

Un *Riser* flexible (también denominado manguera flexible submarina) es una tubería compuesta de múltiples capas que conecta una instalación submarina (p. ej., un PLEM) con una instalación superficial para transportar gas. Estos *Risers* permiten conducir el flujo de hidrocarburos desde el fondo del mar hasta una plataforma, buque o punto en tierra, acomodando movimientos y condiciones dinámicas del entorno, sin comprometer la integridad del Sistema. En el contexto Offshore, por ejemplo, una FSRU descarga gas natural regasificado a través de un *Riser* flexible hasta un PLEM, que a su vez conecta con una línea submarina para movilizar el gas a tierra.

- a. Funciones principales: El *Riser* flexible debe transportar el fluido a la presión y caudal requeridos, a la vez que absorbe movimientos (oleaje, mareas, desplazamientos de la embarcación o plataforma) gracias a su conformación flexible. Adicionalmente, debe resistir condiciones ambientales (presión

hidrostática, corrientes, oleaje) y operativas (presiones internas, variaciones de temperatura) manteniendo la integridad estructural y sellado del Sistema. Un extremo del *Riser* se conecta típicamente en la instalación flotante (o en tierra, según el caso) y el otro al PLEM. En ambos extremos incorpora terminales (*end fittings*) bridados u otras conexiones estándar para un acople seguro.

En suma, el *Riser* flexible funciona como vínculo articulado en el sistema de transporte de hidrocarburos: permite la continuidad del flujo entre sistemas fijos y móviles, acomodando movimientos sin fallar (a diferencia de tuberías rígidas que no tolerarían flexiones severas). Se emplea tanto en entornos Offshore (p.ej., entre un pozo o manifold submarino y una plataforma flotante) como en terminales costeras Onshore (conectando ductos terrestres con boyas de carga o embarcaciones, donde se requieren mangueras marinas flexibles).

b. Componentes principales de un *Riser* flexible: al ser tuberías multicapa, sus componentes principales, de interior a exterior, son:

- Carcasa interna interlockada (Carcasa metálica): Es una cinta metálica perfilada, encajada en espiral, que forma un tubo corrugado autoportante. Esta carcasa (usualmente de acero inoxidable dúplex o similar) brinda soporte contra la presión externa colapsante y protege la capa sellante interna. Tiene rendijas para flexibilidad axial, pero impide la implosión por vacío y evita daños internos por objetos sólidos. Su función es contener el fluido e impedir colapso por presión externa; además permite curvatura gracias a su diseño entrelazado.
- Revestimiento interno de polímero (*Pressure sheath*): Capa continua de polímero (ej. polímero termoplástico) aplicada sobre la carcasa, que sella herméticamente el fluido interno. Esta "*Pressure sheath*" está hecha de materiales resistentes químicamente (p. ej., polietileno o polímeros especiales) para soportar hidrocarburos, H_2S , CO_2 , etc., sin degradarse. Su función es asegurar la impermeabilidad, evitando fugas del producto y protegiendo las capas metálicas externas del contacto con el fluido.
- Armadura de presión (*Pressure vault*): Sobre el revestimiento interno se coloca una banda metálica enrollada (alambres o cinta en forma de "Zeta") que actúa como armadura de presión circunferencial. Esta armadura toma la carga de presión interna del fluido, evitando que el revestimiento plástico se expanda. Suele ser de acero al carbono de alta resistencia (o acero inoxidable en servicio agrio). Su función es soportar la fuerza anular debido a la presión interna, manteniendo la geometría del revestimiento interno.
- Capas de armadura de tracción (*Tensile armour layers*): Son alambres o flejes de acero de alto límite elástico, enrollados helicoidalmente en uno o dos sentidos opuestos (capas cruzadas) alrededor del núcleo. Estas capas soportan la carga axial del *Riser* (peso propio en agua, tensión por dinámica, y esfuerzos de instalación). Típicamente se usan dos capas contra-trenzadas para equilibrar torque. Su función es restringir esfuerzos

de tracción y flexión: las armaduras toman la tensión axial y contribuyen a la rigidez tensional del *Riser* permitiendo a la vez la curvatura controlada.

- Cintas separadoras y de refuerzo: Entre las armaduras metálicas se incorporan cintas de plástico o tejido (p. ej., cintas anti-desgaste de PTFE o POM) que evitan el contacto metal-metal y el desgaste por fricción durante la flexión. Adicionalmente, en algunos diseños se agregan cintas de refuerzo (ej. fibras de aramida) para contener radialmente la armadura de presión o aportar resistencia adicional. Su función es mejorar la vida en fatiga reduciendo la fricción y acomodar movimientos internos manteniendo la configuración de capas.
- Revestimiento externo de polímero (*External sheath*): Es la cubierta externa continua de polímero (ej. poliamida, polietileno, poliuretano) que aísla las capas internas del agua de mar. Forma la "piel" del *Riser*, evitando la entrada de agua (que podría corroer las armaduras) y también contiene el posible gas que difunda a través del revestimiento interno (dirigiéndolo hacia los extremos para venteo seguro). Constituye una barrera externa contra el medio marino, protegiendo de corrosión, daños mecánicos menores y crecimiento marino. Suele ser de color vivo (amarillo/naranja) para visibilidad. Bajo esta cubierta externa a veces se agrega una capa protectora adicional (ej. cinta o cubierta extruida adicional) en caso de requerirse mayor resistencia al roce o a daños durante instalación.
- Conexiones finales (*End fittings*): En cada extremo del *Riser* flexible se monta una terminación metálica rígida (*End fitting*), usualmente de acero, que asegura y sella todas las capas del *Riser*. El *End fitting* está típicamente compuesto de un cuerpo donde se anclan mecánicamente las armaduras (mediante conos de anclaje o resinas), se terminan los revestimientos poliméricos mediante sellos herméticos, y una brida o conector estándar para enlazar con la tubería destino. Entre sus funciones se encuentra: i) transferir las cargas de la tubería flexible a la estructura fija (soportando la tensión axial de las armaduras y conteniendo la presión interna), ii) proveer un punto de conexión bridada o con hub (ej., bridas ANSI/API, conexiones hub clamp, etc.) al sistema aguas arriba/abajo, permitiendo montaje y desmontaje seguros, iii) mantener el sellado de las capas poliméricas (impide fugas de fluido hacia afuera y la intrusión de agua de mar hacia adentro en los extremos), entre otras.

En resumen, un *Riser* flexible es un sistema multicapa, en el cual, la carcasa metálica interna y el revestimiento polimérico garantizan contención del fluido; las armaduras metálicas le proporcionan resistencia mecánica a presión y tensión; y la cubierta externa lo protege del medio marino. Todo esto integrado por las conexiones finales que permiten unir el *Riser* al resto de la infraestructura manteniendo la continuidad hidráulica y estructural.

4. PLEM en condiciones técnicas para manejo de gas

En términos generales, la funcionalidad del nuevo PLEM 3A será la misma del existente; actuará como elemento final de seccionamiento para la línea submarina de 24", y permitirá la conectividad con las mangueras flexibles que salen a la superficie. No obstante, la operación con gas es más rigurosa en términos de seguridad de procesos, de manera que el nuevo PLEM 3A estará equipado con válvulas ESD actuadas automáticamente e instrumentación para monitorear las variables críticas de la operación. En este sentido, el nuevo PLEM 3A será más robusto en términos de diseño, por cuanto la presión para la operación con gas es muy superior a la actual.

En las siguientes imágenes se presenta el diseño del nuevo PLEM 3A requerido para adelantar las operaciones de gas:

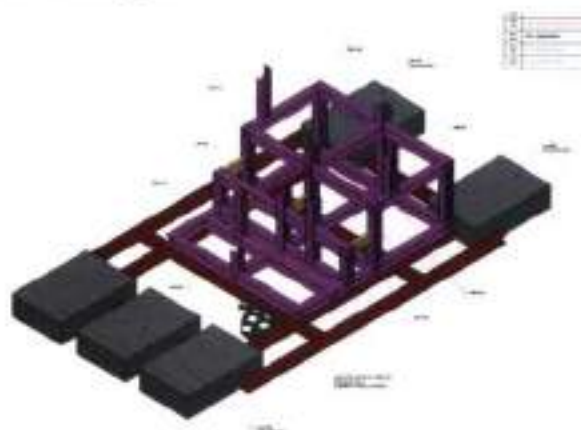


Imagen 5. Diseño conceptual del nuevo PLEM para servicio de gas (Nuevo PLEM 3A)
Fuente: Ingeniería Conceptual Idom

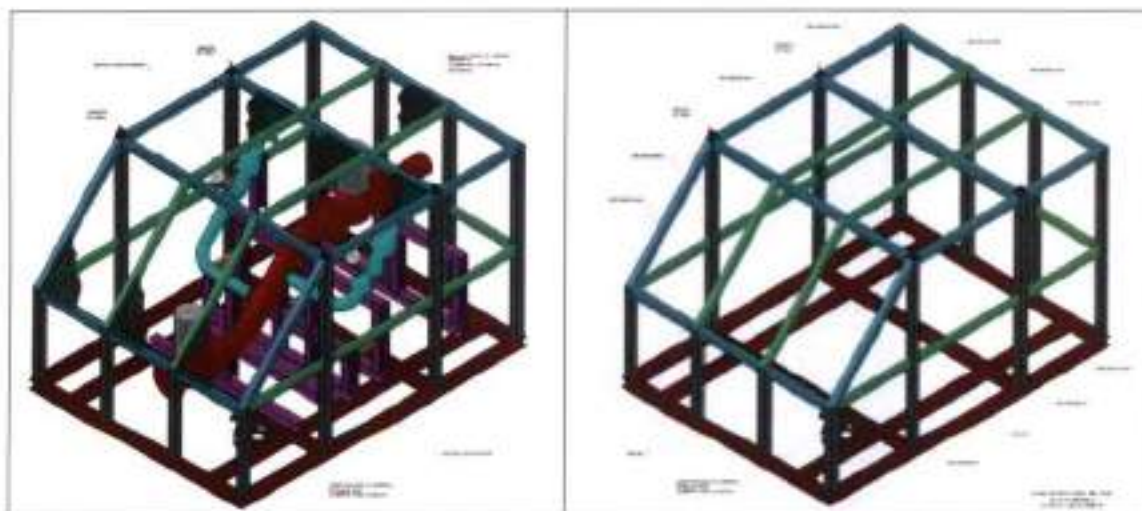


Imagen 6. Diseño conceptual del nuevo PLEM para servicio de gas (Nuevo PLEM 3A)
Fuente: Ingeniería Conceptual Idom

Ahora bien, a continuación, las condiciones Operativas y de diseño para nuevo PLEM 3A:

- a. Caudal:
 - Mínimo = 100 MMSCFD
 - Máximo = 400 MMSCFD
- b. Temperatura:
 - Operación = 41 °F (5 °C) a 50 °F (10 °C)
 - Mínima de diseño = 32 °F (0 °C)
 - Máxima de diseño = 125 °F (52 °C)
- c. Presión:
 - Operación = 1305 psig (\approx 1319.7 psia)
 - Diseño = 1440 psig (considerando inicialmente rating 600#)

5. Complemento al estudio de batimetría aportado en la solicitud de prórroga de junio de 2025

En complemento del estudio de batimetría realizado en 2024, que incluye el área de concesión y las áreas donde está ubicada la Monoboya, presentado por CENIT en la solicitud de prórroga del 18 de junio de 2025, como adjunto a esta comunicación se remite para conocimiento, gestión y fines pertinentes de ANI, el documento titulado *Batimetría y Estudio Meteoceánico*, con enfoque en el área en la que será fondeada la FSRU.

Ahora bien, como resultado de los levantamientos efectuados específicamente para las adecuaciones Offshore requeridas para la nueva operación, fue posible identificar la trayectoria de las dos tuberías que convergen en la TLU-3. Asimismo, se establecieron con claridad las zanjas generadas por el arrastre de las cadenas. En términos generales, el área presenta una morfología regular, sin evidencias de pendientes pronunciadas y se detectó una depresión localizada en dirección del ancla No. 2 del sistema de anclaje de la Monoboya TLU-3.



Imagen 7. Morfología del lecho marino en la zona de estudio

De su parte, la información proveniente del *Side Scan Sonar* revela la presencia de anomalías duras en el lecho circundante a la TLU3, entre ellas materiales antropogénicos (escombros o basura) así como hallazgos propios del fondo marino, tales como montículos.

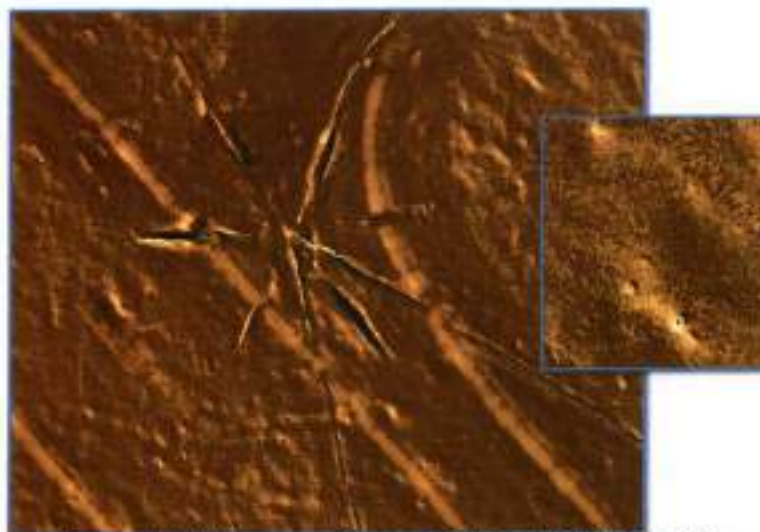


Imagen 8. Hallazgos en la zona aledaña al PLEM 3A y 3B

A su vez, la magnetometría permitió identificar material ferroso en el área de estudio y proporcionó una aproximación de la ubicación de las anclas de la TLU-3.

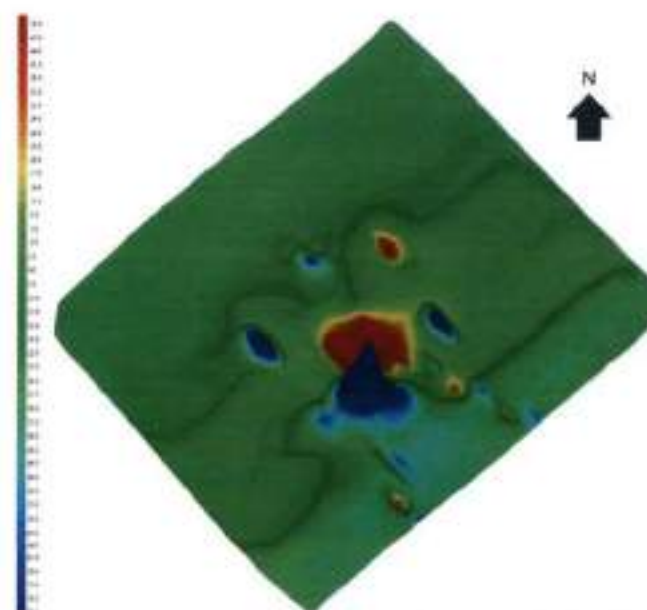


Imagen 9. Identificación de la zona de anclaje de la TLU-3

Adicionalmente, la zona objeto del estudio presenta una geomorfología estructural compleja, caracterizada por la interacción de procesos fluviales, oceánicos y tectónicos. La zona evidencia acumulación de sedimentos influenciada por la

desembocadura del río Sinú, corrientes marinas, oleajes y vientos alisios, factores que han favorecido la formación de una plataforma somera sin indicios de subsidencia reciente, pero con estratos de texturas variables.

A continuación, se presentan las características de la estratificación y levantamiento:

- a. Paleofondos y canales: Bajo el fondo actual entre 5m y 15m, se identifican capas endurecidas, correspondientes a antiguos fondos marinos y canales colmatados por sedimentos fluviales. Estas estructuras son evidentes en los perfiles acústicos, donde reflejan con mayor intensidad las ondas.
- b. Acumulación reciente: El fondo actual está recubierto por una capa de sedimentos blandos entre 2m y 5m que rellena los antiguos canales. Este depósito indica una fase de colmatación y enterramiento, sin que se evidencie consolidación en costras compactas.
- c. Dinámica sedimentaria: Los patrones de apilamiento (arquitectura interna) muestran que la plataforma somera se encuentra en formación continua, con un crecimiento vertical mínimo y sin evidencias de hundimiento.
- d. Influencia fluvial y oceánica: La desembocadura del río Sinú, junto con corrientes y oleajes impulsados por vientos del NW y NE, controla la redistribución y acumulación de sedimentos finos, sin generar cambios significativos en la morfología del lecho marino.

6. Operación y monitoreo del sistema

El sistema de control e instrumentación existente se mantiene salvo una actualización en la operación motivada por el nuevo producto, gas natural. Lo más importante es que el Terminal Marítimo CENIT Coveñas hoy cuenta con una filosofía operativa que permite el monitoreo en tiempo real de variables críticas como presión, temperatura, caudal, composición del gas y estado operativo.

Viabilidad Ambiental para las Operaciones con Gas Natural Licuado – GNL en el Terminal Marítimo Coveñas

Las actividades propuestas se desarrollarán dentro del área expresamente autorizada por el Ministerio de Ambiente mediante la Resolución No. 1361 de 07 de noviembre de 2014³ - Expediente LAM 0823, asociada al Plan de Manejo Ambiental – PMA del Terminal Marítimo Coveñas. El PMA es objeto de seguimiento periódico por parte de la ANLA y cuenta con medidas específicas de manejo y seguimiento, lo que permite asegurar la coherencia y compatibilidad de las nuevas actividades con lo autorizado en el Instrumento de Control y Manejo Ambiental referido.

³ Modificada por la Resolución 383 de 2015 y por la Resolución No. 2337 de noviembre de 2023.

Es importante precisar que, como adjunto a esta comunicación se remite la Comunicación con Rad. No. 20253200760181 de 19 de septiembre de 2025, la ANLA se pronunció favorablemente sobre las operaciones con GNL a través de una FSRU y reconoció que tales actividades se configuran como un cambio menor o de ajuste normal dentro del giro ordinario del proyecto "la actividad de recibo e internación de Gas Natural Licuado (GNL) utilizando la infraestructura OffShore existente y en operación del Terminal Marítimo de Coveñas", en aplicación de los numerales 3.7, 6.1 y 6.3 del artículo 4° de la Resolución No. 855 de 5 de agosto de 2022, así:

"Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto mediante radicado ANLA 20256201029122 del 28 de agosto del 2025, esta Autoridad Nacional considera que la solicitud presentada por la sociedad CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S., para habilitar la actividad de recibo e internación de Gas Natural Licuado (GNL) en el Terminal Marítimo de Coveñas, utilizando la infraestructura offshore existente, no se adecúa a ninguna de las causales de modificación de la licencia ambiental establecidas en el artículo 2.2.2.3.7.1 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015. Por lo tanto, en consecuencia, y considerando que no se proyectan nuevas obras de gran magnitud ni expansión del área licenciada, se enmarca en las disposiciones del artículo 4 de la Resolución 855 de 2022 que regulan los cambios menores o ajustes normales dentro del giro ordinario de los proyectos de hidrocarburos."

(*Subrayado fuera del texto original)

En la siguiente imagen se presenta la información referente al Expediente LAM 0823 del Terminal Marítimo Coveñas:



Objeto del alcance a la solicitud de prórroga del Contrato

Como se indicó anteriormente, el presente alcance tiene por objeto complementar la solicitud de prórroga al Contrato, en el siguiente sentido:

Actualizar la Cláusula Quinta – *DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, MODALIDADES DE OPERACIÓN, VOLÚMENES Y CLASE DE CARGA A LA QUE SE DESTINARÁ* del Contrato, en el sentido de incorporar las operaciones con el hidrocarburo tipo gas a través de una FSRU, así:

1. Descripción del Proyecto: Las instalaciones del Terminal Coveñas comprenden sistemas de recibo de hidrocarburos, productos afines y/o derivados del petróleo, de control de presión, de medición y de almacenamiento en tierra, así como instalaciones costa afuera para el cargue y descargue de hidrocarburos, incluyendo gas natural mediante la puesta en marcha de una Unidad Flotante de Almacenamiento y Regasificación – FSRU, que se posicionará temporalmente en el área concesionada. El Terminal cuenta adicionalmente, con sistemas auxiliares, de apoyo y logística, tanques de relevo, sistemas contraincendios y edificaciones administrativas, que contribuyen al manejo y desarrollo de las operaciones de los hidrocarburos, productos afines y/o derivados del petróleo. El Terminal es alimentado por los siguientes oleoductos: a) El Oleoducto Caño Limón Coveñas, proveniente de campos de explotación localizados en el departamento de Arauca, con diámetros de 18", 20" y 24" y una longitud aproximada de 780 kilómetros, b) El Oleoducto de Colombia ODC, con tubería de 24" diámetro y 438 kilómetros de longitud, proveniente de la Estación Vasconia, localizada en el departamento de Boyacá. El oleoducto ODC es alimentado por sendas tuberías provenientes de los Llanos Orientales y del Valle superior del río Magdalena, en el largo plazo se proyecta convertirlo a gasoducto en su totalidad. El PAGN (Plan de Abastecimiento de Gas Nacional) a través del proyecto VIM - Interior estaría habilitando el corredor para gas desde Jobo hasta Vasconia, y se está complementando con los primeros 95km desde Coveñas hasta Jobo. c) El Oleoducto Central OCENSA, con tubería de 38" de diámetro y 837 kilómetros de longitud, proveniente de las estaciones de Cusiana y Cupiagua localizadas en los municipios de Tauramena y Agua Azul respectivamente. d) El Oleoducto Ayacucho - Coveñas L16" de 278 km de longitud que Conecta la Estación Ayacucho en el departamento del Cesar con el Terminal Coveñas, el cual continuará suministrando crudos en las cantidades contratadas para el suministro de la refinería. Los hidrocarburos, productos afines y/o derivados del petróleo provenientes de los oleoductos referidos, llegan al Terminal Coveñas para ser almacenado en 19 tanques, distribuidos así: para las operaciones de la Estación Coveñas CENIT, se tienen 4 tanques de almacenamiento con capacidad nominal cada uno de 105.000 barriles

denominados TK 732, TK 734, TK 736 y TK 737, 6 tanques de almacenamiento con capacidad nominal cada uno de 420.000 barriles denominados TK 735, TK 738, TK 739, TK 7310, TK 508 y TK 509 y 2 tanques de almacenamiento con capacidad nominal de 600.000 barriles cada uno denominados TK 0130 y TK 0140. Para las operaciones de la Estación Coveñas ODC, se cuentan con 7 tanques de almacenamiento de los cuales 5 tienen capacidad nominal de 250.000 barriles cada uno denominados TK 501, TK 502, TK 503, TK 504, TK 505 y 2 tanques de 350.000 mil barriles cada uno denominados TK 506 y TK 507. El acceso de los hidrocarburos desde los tanques hasta la unidad de cargue de tanqueros y viceversa, se logra a través de una línea o ducto submarino, que inicia en la Estación de Medición en tierra y termina en el PLEM 1A. La línea o ducto submarino está conectado a la unidad de cargue (TLU) y descargue de buques a través de los PLEM y de mangueras flexibles. En lo concerniente al manejo del gas, este no contempla almacenamiento en tierra, sino que será movilizado a través de la infraestructura Offshore directamente al Oleoducto Coveñas – San Andresito.

Las facilidades en tierra, ubicadas en terreno adyacente de servicios que no forma parte de la concesión portuaria, administra y controla las actividades de recibo, almacenamiento y envío de los productos que allí se manejan. Las instalaciones comprenden sistemas de recibo y despacho de hidrocarburos, de control de presión, de medición y de almacenamiento, sistemas auxiliares, de apoyo y logística, tanques de relevo, sistema contra incendios y edificaciones administrativas. El acceso de los productos desde los tanques de almacenamiento hasta la Monoboya y viceversa, se hace a través de la tubería de 36" que se encuentran conectadas a la TLU-1 a través del PLEM. En lo que respecta a las operaciones con Gas Natural Licuado - GLN, las facilidades en tierra permiten el recibo, filtración, regulación y medición, para continuar con su movilización hacia la conexión con la línea de 24" del ODC (Oleoducto de Colombia) iniciando en el PK0 (Terminal Marítimo CENIT Coveñas) hasta el PK95 (San Andresito) entregándole el gas al SNT Jobo – Vasconia (Proyecto del PAGN VIM – Interior).

2. Especificaciones Técnicas: En la Zona de Uso Público, playas y terrenos de bajamar se encuentra construido el muelle de servicios que consiste en una plataforma de acceso de 6 metros de ancho, cuyos primeros 19 metros están constituidos por un terraplén con relleno en roca, tipo espolón; continuando con una estructura de concreto de 400,60 metros sobre los pilotes de tubería rellenos de concreto, que se extienden hasta alcanzar la plataforma de atraque de 46 metros de largo por 18 de ancho, para una longitud total de 465,60 metros.

De su parte, en la zona de aguas marítimas de servicios se encuentran localizadas: la línea submarina de 36" (Tierra – TLU-1) y 10,065m de longitud que con el PLEM 1A/1B y este a su vez con la estación de medición en tierra; y la unidad de cargue y descargue de tanqueros de hidrocarburos

TLU-1, la monoboya TLU-1 es tipo CALM (*Catenary Anchor Leg Mooring*). Consta de un cuerpo circunferencial de plataforma con un punto de amarre, tiene libertad del giro alrededor de la torreta. La base de la torreta (araña) está anclada al fondo (lecho Marino) del mar por medio de 6 cadenas en forma de catenaria y con pilotes hincados 60 metros sobre el lecho y a 312,85 metros de eje central de las boyas. El peso aproximado de la monoboya es de 290 toneladas, sus dimensiones son 12,70 por 12,70 para un área total de 161,29 m² y una altura de 9,80 metros aproximadamente. La TLU-1 está en capacidad de entregar y recibir hidrocarburos, productos afines y/o derivados de buquetanques petroleros de hasta 165.000 toneladas de peso muerto (DWT), a una rata nominal de 100.000 Bph y de uso entre 10.000 y 40.000 barriles por hora. Adicionalmente, en esta zona se encuentra localizada la línea submarina de 24" (Tierra - TLU3) y 16,063m de longitud que conecta el PLEM 3A/3B y este a su vez con la estación de medición en tierra.

3. **Modalidad de Operación:** las operaciones del Terminal Coveñas CENIT incluyen cargue/despacho y descargue/recibo de hidrocarburos, productos afines y/o derivados del petróleo: i) a través de las unidades de cargue de tanqueros, su infraestructura portuaria asociada y los tanques de almacenamiento en tierra y ii) la infraestructura portuaria disponible, que conectaría una FSRU que eventualmente se posicione temporalmente en el área concesionada y que permitirá el flujo de gas a través de la línea submarina.
4. **Volúmenes y Clase de Carga:** el Terminal Coveñas CENIT está habilitado para recibir hidrocarburos provenientes de otros puertos nacionales y/o extranjeros. Se prevé atender exportaciones e importaciones de hidrocarburos, productos afines y/o derivados del petróleo en un volumen anual promedio estimado de 8 millones Toneladas Métrica.

Relación de Anexos

Como anexos a esta comunicación y en complemento a información presentada a la ANI en la solicitud de prórroga al Contrato, radicada mediante Comunicación No. 20254090761452 de 18 de junio de 2025, se remite para conocimiento, gestión y fines pertinentes y, con el propósito de que sean tenidos en consideración dentro del proceso administrativo de modificación sustancial por prórroga, la siguiente documentación:

Anexo 1 - Informe Técnico de Batimetría y Geofísico (20 folios)

Anexo 2 - Comunicación ANLA con Rad. No. 20253200760181 de 19 de septiembre de 2025 (11 folios)

Anexo 3 - Informe Técnico Meteoceánico (65 folios)

Anexo 4 – Informe Técnico Análisis Conceptual de Amarre (19 folios)

Anexo 5 – Certificado de Existencia y Representación Legal de CENIT (26 folios)

Notificaciones

Finalmente, ante cualquier inquietud, aclaración y/o solicitud adicional, estamos prestos a resolverla, para lo cual, se encuentra habilitado el siguiente canal de contacto: puertosCENIT@cenit-transporte.com

Cordialmente,



BELMAN ERNESTO RAMÍREZ CÁCERES
Apoderado General
CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S.

Anexos: Lo enunciado en un total de ciento cuarenta y un (141) folios.



Copia: Hernán Rosero Bernal – Gerente de Proyectos Portuarios y Fluviales ANI
Jorge Sotomayor Arias – Supervisor Técnico ANI Contrato de Concesión Portuaria No. 004 de 2007

Aprobó: Luisa García Vanegas – Gerente Energías para la Transición
Javier Núñez Paredes – Gerente Zona Coveñas

Rev. Jurídica: Shirley De La Ossa Castellar – Abogada Gerencia Legal del Negocio – Vicepresidencia Legal y Secretaría General

Proyección Técnica: John J. Triana Jiménez – Líder Integral de Proyectos – Gerencia Proyectos Especiales y Nuevos Productos

Proyección Negocio: Diana Osorio Rodríguez – Líder Máster de Proyectos – Gerencia Energías para la Transición
Víctor Cozzarelli Lozano – Líder Máster de Negocios – Gerencia Energías para la Transición

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHOREEN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-01-8000009621-2025</p>	<p>ELABORO: J. ORTIZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

BUZ-DT-MAR-CNT-01-8000009621-2025
INFORME BATIMETRIA Y GEOFISICO

Rev.	Fecha:	Descripción / Emitido Para:	Cambios realizados
0	16/12/25	Elaboración del documento/ Emitido para comentarios	



	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 16 DE DICIEMBRE DEL 2025	

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	OBJETIVO.....	3
3.	ALCANCE.....	3
4.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	4
5.	NORMAS APLICABLES.....	4
6.	PLANOS DESARROLLADOS EN LA INGENIERIA.....	4
7.	METODOLOGÍA.....	4
7.1.	GENERALIDADES.....	4
7.2.	ÁREA DE LEVANTAMIENTO.....	5
7.3.	ESTUDIOS EN CAMPO.....	6
7.3.1.	MAGNETÓMETRO MARINO.....	6
7.3.2.	LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO.....	9
7.3.3.	SIDE SCAN SONAR.....	12
7.3.4.	PERFILADOR DE SUBSUELO.....	15
8.	ANÁLISIS DE DATOS.....	17
8.1.	CORRECCIONES (VERIFICACIONES EN CAMPO).....	17
8.1.1.	Marea.....	17
8.1.2.	Calado.....	17
8.1.3.	Velocidad del sonido.....	18
8.1.4.	Calibración Sensor Norbit.....	19
8.2.	RESULTADOS.....	22
8.2.1.	Batimétricos.....	22
8.2.2.	Side Scan Sonar.....	23
8.2.3.	Magnetometría.....	25
8.2.4.	Perfilador de subsuelo.....	27
8.2.5.	Modelo digital.....	30
9.	CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN.....	31
10.	ANEXOS.....	32
10.1.	ANEXO N.1 PLANOS.....	32
10.2.	ANEXO N.2 DATOS BRUTOS.....	32
10.3.	ANEXO N.3 DATOS PROCESADOS.....	32
10.4.	ANEXO N.4 REGISTROS DE CAMPO.....	32
10.5.	ANEXO N.5 ARCHIVOS MXD.....	32
10.6.	ANEXO N.6 REGISTRO FOTOGRAFICO.....	32
10.7.	ANEXO N.7 MODELO DIGITAL.....	32
10.8.	ANEXO N. 8 EQUIPOS.....	33
10.8.1.	NORBIT IWBMS LR MULTIBEAM ECHO SOUNDER.....	33
10.8.2.	SIDE SCAN SONAR KLEIN 4900.....	34
10.8.3.	MAGNETÓMETRO MARINO GEOMETRIC G-882.....	35
10.8.4.	PERFILADOR DE SUBSUELO STRATABOX HD TIPO PINGER 3.5 KHZ DE SYQWEST.....	36
10.8.5.	PERFILADOR DE VELOCIDAD DEL SONIDO SVP VALEPORT SWIFT (velocidad del Sonido en la columna de agua).....	37
10.8.6.	GPS HEMISPHERE VS330.....	38
10.8.7.	PROGRAMAS.....	39

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-01-8000009621-2025</p>	<p>ELABORO: J. ORTIZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

1. INTRODUCCIÓN

La Estación Coveñas se localiza en las inmediaciones de la cabecera municipal de Coveñas, en el departamento de Sucre (Colombia), a aproximadamente 177 km al suroccidente de la ciudad de Cartagena y a 93 km al norte de la ciudad de Montería, en la franja costera del Golfo de Morrosquillo. El área de influencia de la operación del Terminal Marítimo de Coveñas abarca los municipios de San Antero, Santiago de Tolú y San Onofre, los cuales se ven directamente vinculados a las actividades portuarias y logísticas que allí se desarrollan. Las instalaciones del Terminal Marítimo Petrolero de Coveñas en tierra (ONSHORE) se encuentran emplazadas en zona de playa marítima y terrenos de bajamar, mientras que la infraestructura de servicios se extiende hacia la zona de aguas marítimas adyacentes al muelle.



El presente informe expone la metodología, el procedimiento y los resultados obtenidos en los estudios de batimetría y geofísica efectuados mediante campañas de toma de datos en campo en el sector de Coveñas, específicamente en la terminal marítima TLU3. Dichos estudios constituyen un insumo fundamental para la caracterización del entorno físico y geológico del área, permitiendo evaluar las condiciones actuales y proyectar escenarios de operación segura y eficiente.

2. OBJETIVO

Presentar la metodología, el procedimiento y los resultados obtenidos en los estudios de batimetría y geofísica realizados en el sector de Coveñas, departamento de Sucre (Colombia), específicamente en la terminal marítima TLU3, mostrando de manera estructurada la información recolectada en campo mediante la obtención y registro de datos con equipos especializados, con el fin de garantizar información precisa y confiable para el desarrollo de estudios en el marco del Proyecto OSIRIS.

3. ALCANCE

El presente estudio comprende la ejecución integrada de los estudios batimétrico y geofísico, los cuales incluyen la adquisición, procesamiento, análisis e interpretación de información del área marina establecida mediante técnicas instrumentales y modelos numéricos especializados, con el fin de caracterizar la morfología del fondo y las condiciones del subsuelo, proporcionando insumos técnicos confiables para la toma de decisiones en el diseño, evaluación y operación de infraestructuras y actividades marítimas.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFOS DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-01-800009621-2025</p>	<p>ELABORO: J. ORTIZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

A continuación, se relacionan los documentos entregados por CENIT S.A.S, los cuales fueron consultados para el desarrollo del estudio:

- Especificación Técnica Civil para Estudio Batimétrico en lecho marino (MCG-ES-40)
- Especificación Técnica para Estudio Geofísico de Prospección submarina (MCG-ES-39).

5. NORMAS APLICABLES

Los códigos y estándares por utilizar para el desarrollo de la ingeniería se especifican a continuación:

- DIMAR Resolución 157 de 2011 Especificación técnica para la realización de estudios hidrográficos en espacios marítimos.
- REMAC Reglamento Marítimo Colombiano.
- OHI Normas OHI para levantamientos hidrográficos.

6. PLANOS DESARROLLADOS EN LA INGENIERIA


A continuación, se enumeran los planos desarrollados en el estudio:

- BUZ-CNT-CIV-001-8000009621-0 LEVANTAMIENTO MAGNETOMETRÍA TLU3.
- BUZ-CNT-CIV-002-8000009621-0 LEVANTAMIENTO BATIMETRICO TLU3
- BUZ-CNT-CIV-003-8000009621-0 LEVANTAMIENTO SPB TLU3
- BUZ-CNT-CIV-004-8000009621-0 LEVANTAMIENTO SSS TLU3

7. METODOLOGÍA

7.1. GENERALIDADES

- Se definió un área mínima de 2 km² para la toma de muestras en campo, para la cual se plantearon dos alternativas de distribución del área. El cliente seleccionó la distribución con orientación oriente–occidente. En consecuencia, se establecieron las siguientes dimensiones de 1,5 km y 1,35 km, con el fin de mantener, en la medida de lo posible, una geometría cercana a un área cuadrada.
- Socialización de las actividades con las comunidades de influencia al área de los trabajos.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLF DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-01-800009621-2625</p>	<p>ELABORO: J. ORTIZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

- Se solicitó los permisos necesarios para el inicio de actividades en campo de la zona a intervenir.
- Para la corrección de posición no se empleó punto de referencia del IGAC; en su lugar se utilizó el sistema de corrección Trimble RTX, el cual proporciona precisiones de ± 2 cm tanto en coordenadas horizontales como verticales en tiempo real. El método RTX consiste en un procesamiento avanzado de datos que permite calcular posiciones de alta exactitud a partir de un único receptor, sin requerir una estación base cercana. Este sistema aplica eventos precisos y relojes satelitales para mitigar errores, garantizando la corrección instantánea durante la adquisición de la información.
- En el presente levantamiento no se empleó el esquema tradicional de determinación con GPS basado en puntos de referencia o estaciones base locales. En su lugar, se aplicó el sistema de corrección Trimble RTX, el cual permite obtener posiciones de alta precisión en tiempo real. El esquema de determinación con GPS convencional requiere la instalación de una estación base cercana que actúe como referencia, transmitiendo correcciones diferenciales al receptor móvil. Por su parte, la corrección RTX (Real-Time eXtended) constituye un proceso avanzado que elimina la necesidad de una estación base física utilizando modelos globales de órbita y relojes satelitales altamente precisos, junto con datos de redes de seguimiento geodésico, para calcular correcciones que se transmiten directamente al receptor. De esta manera, se alcanzan precisiones del orden de ± 2 cm en coordenadas horizontales y verticales, garantizando exactitud y confiabilidad en la determinación de posiciones en tiempo real.

7.2. ÁREA DE LEVANTAMIENTO

Los levantamientos destinados a caracterizar la superficie del lecho marino y el subsuelo se realizaron en el golfo de Morrosquillo, dentro de las zonas de aguas marítimas de servicio (OFFSHORE) utilizadas para el cargue y descargue de hidrocarburos. Las actividades se desarrollaron específicamente en la monoboya TLU3, ubicada en el municipio de Coveñas, departamento de Sucre, delimitada inicialmente por un polígono de 1.5 km x 1.35 km, cubriendo finalmente un área aproximada de 202,5 Ha.



	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISIÓN</p> <p>16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-01-000009621-2025</p>	<p>ELABORO: J. ORTIZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>



Ilustración 1. Localización general del área levantada.

7.3. ESTUDIOS EN CAMPO

7.3.1. MAGNETÓMETRO MARINO

La magnetometría es una técnica geofísica orientada a la medición y análisis de las variaciones del campo magnético terrestre. Estas mediciones permiten obtener tanto el valor absoluto del campo como su gradiente, lo que facilita la identificación de anomalías asociadas a la presencia de cuerpos con propiedades ferromagnéticas o susceptibles de ser magnetizados, los cuales generan perturbaciones en el entorno magnético.

7.3.1.1. Equipos y herramientas empleadas

El levantamiento Magnetométrico se llevó a cabo utilizando un magnetómetro de alta sensibilidad ($0.004 \text{ nT}/\sqrt{\text{Hz}} \text{ RMS}$), complementado con un sistema de posicionamiento GPS de doble frecuencia Vector 330 de Hemisphere para el control de la navegación. Ambos equipos fueron integrados a un computador portátil equipado con el software hidrográfico Hypack Max versión 2025, mediante el cual se gestionó la operación, captura y almacenamiento de la información adquirida en campo (Imagen 1).



	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS		
	FECHA DE REVISION 16 DE DICIEMBRE DEL 2025		ELABORO: J. ORTIZ
	INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO BUZ-DT-MAR-CNT-01-8000009621-2025		REVISO: J. TALERO APROBO: D. RICARDO



Imagen 1. Disposición del sistema Magnetométrico en la embarcación.

Se procedió a establecer los parámetros de calibración de los sensores de profundidad y altura incorporados en el magnetómetro, cuya configuración y resultados se presentan en la Ilustración 2.

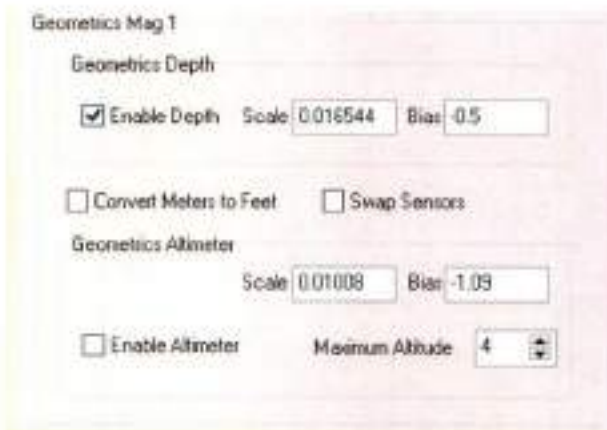




Ilustración 2. Valores de calibración de sensores integrados al magnetómetro.

7.3.1.2. Trazado y delimitación de área

Posteriormente se llevó a cabo el levantamiento magnetométrico, siguiendo las líneas de adquisición previamente planificadas y manteniendo una velocidad promedio de 3 nudos. El registro se efectuó mediante la ejecución de perfiles en diferentes direcciones, con el fin de conformar una grilla de muestreo caracterizada por una separación uniforme de 100 m entre líneas, lo que garantizó un cubrimiento sistemático y homogéneo del área de estudio.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-01-8000009621-2025</p>	<p>ELABORO: J. ORTIZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

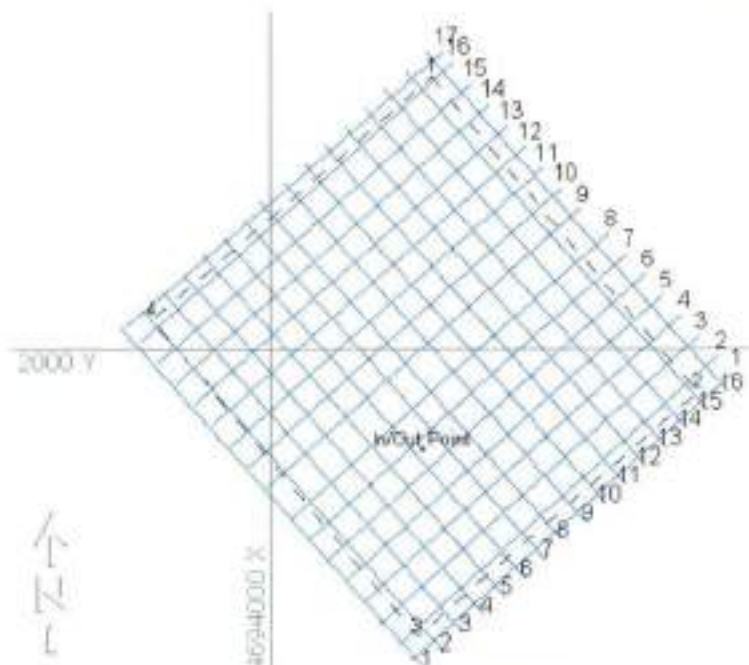



Ilustración 3. Líneas planeadas magnetómetro.

El magnetómetro fue desplegado mediante remolque desde la embarcación, regulando la velocidad de navegación y utilizando los sensores de profundidad y altitud para controlar su posición en la columna de agua. De esta manera, se aseguró una altitud operativa constante entre 5 m y 10 m sobre el fondo marino, condición óptima para la detección de variaciones en el campo magnético generadas por la presencia de objetos metálicos tales como anclas, cadenas y otras estructuras sumergidas.



Imagen 2. Magnetómetro remolcado.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFOS DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-01-8000009621-2025</p>	<p>ELABORO: J. ORTIZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

7.3.1.3. Procesamiento de datos

Una vez registrada la información en campo, se procedió a la fase de análisis y procesamiento de datos, en la cual se efectuó el cálculo del IGRF (International Geomagnetic Reference Field). Este valor fue sustraído del magnetismo total detectado con el propósito de determinar las anomalías magnéticas presentes en el área de estudio. En el anexo No. 4 se presenta el registro de campo de las actividades realizadas.

Posteriormente, se realizó la verificación, depuración y limpieza de los registros, seguida de la selección de datos válidos para su análisis. Con esta información se generaron los mapas de contornos, los cuales fueron representados en planos a la escala definida y en los formatos requeridos (DWG) como se muestra en la Ilustración 4.

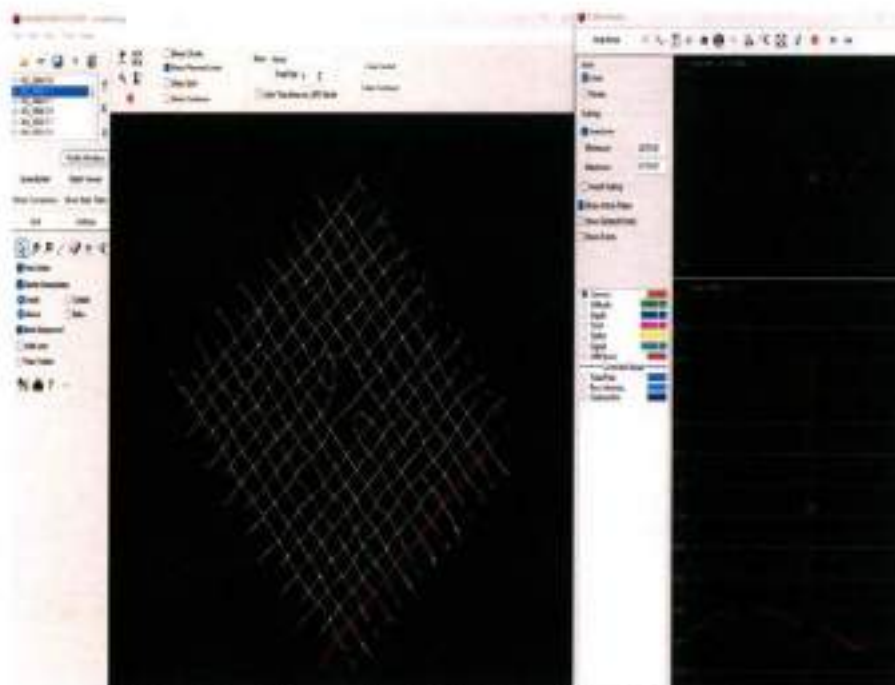




Ilustración 4. Procesamiento de la información del magnetómetro.

7.3.2. LEVANTAMIENTO BATIMÉTRICO

El levantamiento batimétrico se realizó conforme a los estándares establecidos por la Organización Hidrográfica Internacional (OHI) en su publicación S-44: Normas para la ejecución de levantamientos hidrográficos, así como a lo dispuesto en la Resolución DIMAR 1013 del 28 de noviembre de 2022. Para ello se empleó un equipo sondeador hidrográfico multihaz de alta frecuencia (200–400 kHz), con un ángulo de cobertura de 140° y capacidad de medición hasta 450 m de profundidad, configurado con 512 haces.

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
	<p>FECHA DE REVISION</p> <p>15 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-01-3000009621-2025</p>

7.3.2.1. Equipos y herramientas empleadas

El sistema utilizado cuenta con posicionamiento diferencial RTX, siendo una tecnología de corrección GNSS basada en el método PPP (Posicionamiento Preciso en un Punto), que utiliza una red global de estaciones de referencia para generar correcciones de órbitas y relojes satelitales, permitiendo obtener precisiones centimétricas sin necesidad de una estación base local. También se aplicó la corrección de rumbo y sensores para registrar los movimientos de la embarcación (oleaje, balanceo y cabeceo).



Adicionalmente, se integró un perfilador de velocidad del sonido, tanto en superficie como a lo largo de la columna de agua, garantizando la precisión y confiabilidad de los datos obtenidos.



Imagen 3. Disposición del sistema multihaz a bordo de la embarcación.

7.3.2.2. Trazado y delimitación de área

Para garantizar el cubrimiento del área de estudio se ejecutó una grilla de levantamiento previamente planificada, las cuales permitieron abarcar en su totalidad la zona solicitada. Los barridos realizados alcanzaron un cubrimiento completo, registrando profundidades mínimas de aproximadamente 34,3 m como se muestra en la Ilustración 5.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-01-8009009621-2025</p>	<p>ELABORO: J. ORTIZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

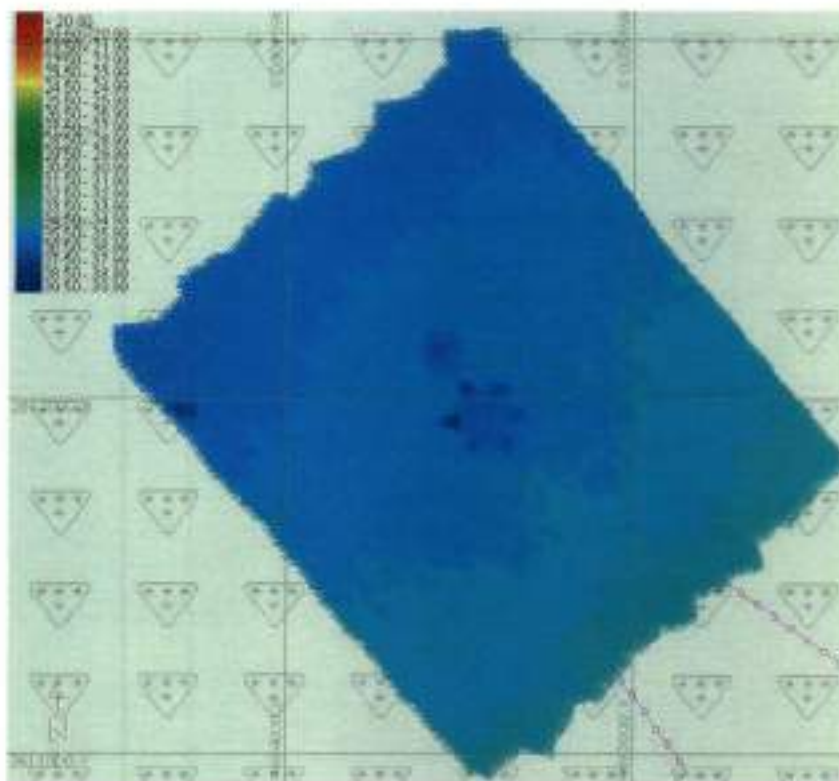


Ilustración 5. Levantamiento batimétrico área de estudio.

7.3.2.3. Sistema de coordenadas



El sistema de coordenadas empleado en el levantamiento correspondió al Elipsoide GRS80. Mediante la implementación del software Hypack Max V2025, las coordenadas fueron transformadas al sistema Magna-SIRGAS Origen Único (CTM12), garantizando la compatibilidad y precisión en la georreferenciación de los datos.

Asimismo, se realizó la calibración de los ángulos de desviación del sensor NORBIT (Roll, Pitch y Yaw), presentes en la

Tabla 1. Desviaciones del sensor Norbit., en una zona próxima al área de estudio, seleccionada por presentar la morfología adecuada para la obtención confiable de estos parámetros, como se muestra en la ilustración 6.

Tabla 1. Desviaciones del sensor Norbit.

DESVIACIÓN	ÁNGULO
ROLL	-0.3
PITCH	0

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
	<p>FECHA DE REVISION</p> <p>16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-01-8000009621-2025</p>

YAW	-1.5
-----	------

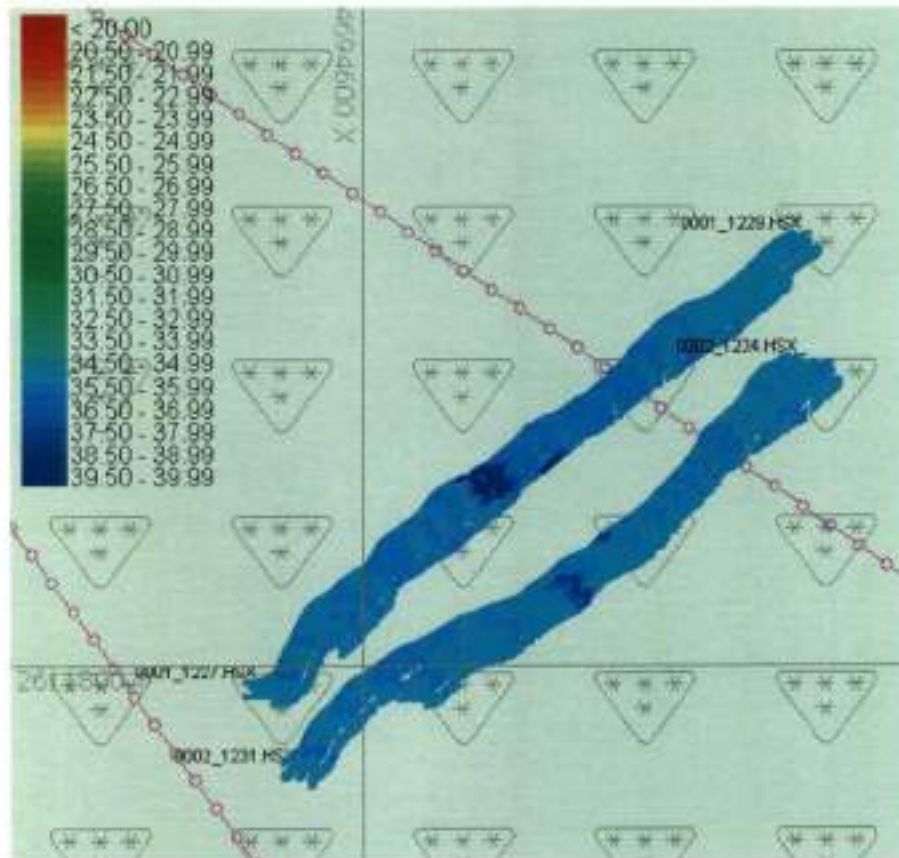


Ilustración 6. Líneas de calibración.

7.3.3. SIDE SCAN SONAR

El Side Scan Sonar es un sistema especializado utilizado para la generación de imágenes acústicas del fondo marino, permitiendo la identificación detallada de la morfología del terreno y la detección de posibles estructuras o elementos artificiales presentes sobre él. El principio de operación consiste en la emisión de pulsos acústicos en forma de abanico, dirigidos en un ángulo amplio hacia el fondo en dirección perpendicular a la trayectoria de navegación de la embarcación.

7.3.3.1. Equipos y herramientas empleadas

El levantamiento se ejecutó mediante un Side Scan Sonar Klein 4900 de alta resolución, complementado con un sistema de posicionamiento GPS de doble frecuencia Hemisphere

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-01-800009621-2025</p>	<p>ELABORO: J. ORTIZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

Vector 330 para el control de la navegación. Ambos equipos se integraron a un computador portátil equipado con el software Sonar Pro de Klein Marine Systems Inc., encargado de la operación del sonar, la captura y el almacenamiento de la información adquirida.

El seguimiento de las 12 líneas longitudinales de levantamiento, resultado de la amplitud de rango en el equipo a la hora del levantamiento, se realizó utilizando el software Hypack Max versión 2025, asegurando la correcta ejecución de los barridos alrededor de la TLU3. Se garantizó una separación óptima entre líneas, lo que permitió alcanzar un cubrimiento completo y homogéneo del área de estudio, como se muestra en la Ilustración 7.

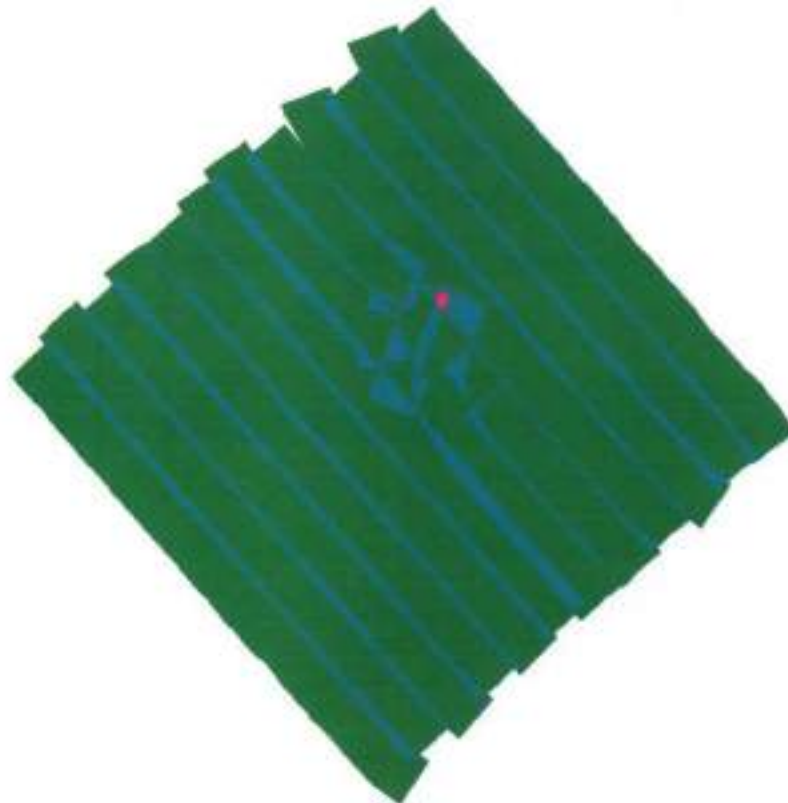


Ilustración 7. Barridos con Side Scan Sonar.

El sistema se desplegó mediante remolque desde la popa de la embarcación, regulando la velocidad de levantamiento para asegurar que la trayectoria del sensor se mantuviera a una altura controlada entre 5 m y 7 m respecto al fondo marino. (Imagen 4).


	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLF DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-01-8000009621-2025</p>	<p>ELABORO: J. ORTIZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>



Imagen 4. Disposición del Side Scan Sonar en la embarcación.

7.3.3.2. Procesamiento de datos

Una vez recolectada la información, se procedió a su procesamiento en el software SonarWiz, el cual incluyó el ajuste de ganancias, la aplicación de la corrección de ganancia temporal (TVG), la implementación de filtros y la rectificación de rumbos y posiciones de las imágenes. Estas operaciones permitieron optimizar la resolución de los registros acústicos y facilitar la identificación precisa de posibles anomalías presentes en el área de estudio, como se muestra en la ilustración 8.

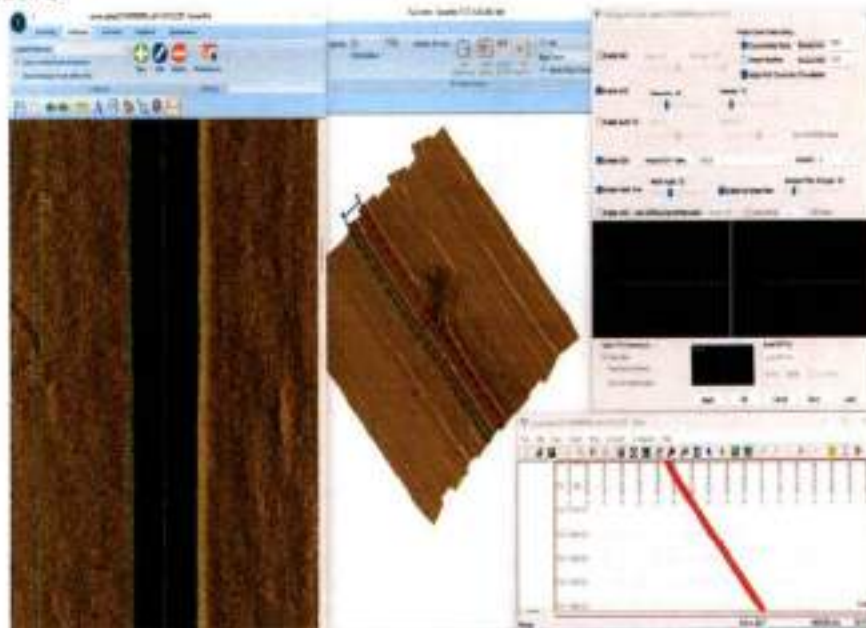




Ilustración 8. Procesamiento de imágenes de sonar en software.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-01-800009621-2025</p>	<p>ELABORO: J. ORTIZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

7.3.4. PERFILADOR DE SUBSUELO

El Perfilador de Subsuelo (Sub-bottom Profiler) es un equipo utilizado para la caracterización del subsuelo en cuerpos de agua, basado en los principios de la sismica de reflexión. Su funcionamiento consiste en la emisión de ondas acústicas de baja frecuencia (3.5 kHz) mediante un transductor; estas ondas inciden sobre las interfaces presentes en el subsuelo, generando reflexiones que son registradas nuevamente por el transductor, permitiendo delinear la estratigrafía y estructuras internas.

7.3.4.1. *Equipos y herramientas empleadas*

El sistema empleado estuvo conformado por un transductor, un controlador del equipo y un sistema de posicionamiento GPS de doble frecuencia Hemisphere VS 330 para el control de la navegación. Todos los componentes fueron integrados a un computador portátil equipado con el software StrataBox de Syqwest, encargado de la operación del perfilador, la adquisición y el almacenamiento de los datos.



El seguimiento de las líneas de levantamiento previamente planificadas se realizó mediante el software Hypack Max versión 2025, garantizando la correcta ejecución del muestreo y la cobertura sistemática del área de estudio.



Imagen 5. Disposición del perfilador de subsuelo en la embarcación.

7.3.4.2. *Trazado y delimitación de área*

El levantamiento se ejecutó siguiendo las líneas de adquisición previamente planificadas, manteniendo una velocidad promedio de 3 nudos. La adquisición se efectuó mediante la generación de perfiles longitudinales y transversales, distribuidos con una separación uniforme de 100 m entre líneas, lo que permitió conformar una malla de muestreo sistemática

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISION</p> <p style="text-align: center;">16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-01-800009621-2025</p>	<p>ELABORO: J. ORTIZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

alrededor de la TLU3 y garantizar la cobertura integral del área de estudio, como se muestra en la Ilustración 9.

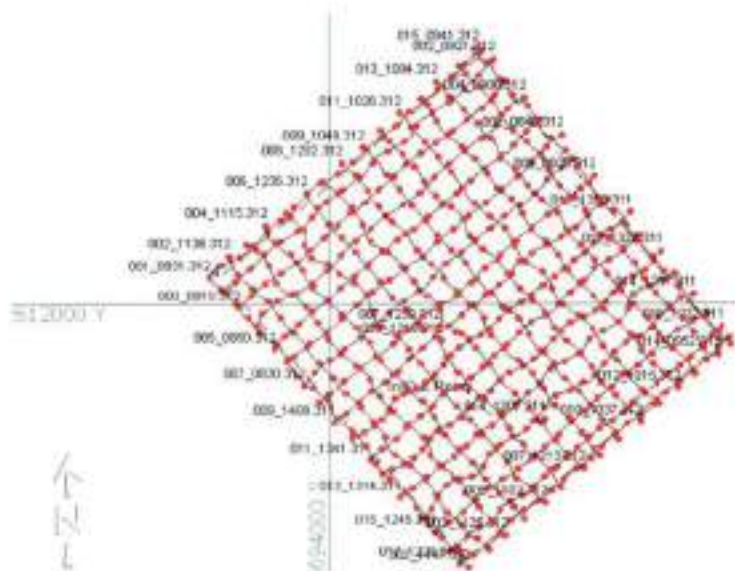


Ilustración 9. Tracks de los perfiles de subsuelo.

7.3.4.3. Procesamiento de datos

Posteriormente se avanzó a la fase de análisis y procesamiento de datos, en la cual se efectuó el delineamiento del lecho marino y se llevó a cabo la revisión de los perfiles adquiridos, con el propósito de identificar y evaluar posibles anomalías presentes en el área de estudio.

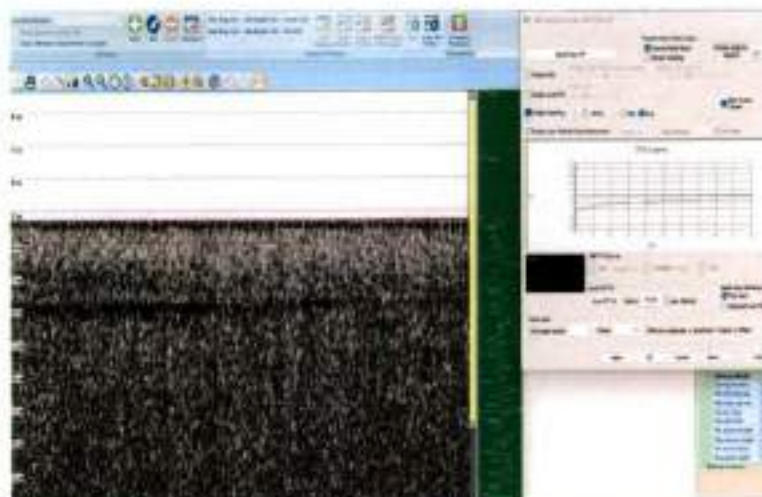




Ilustración 10. Procesamiento y análisis de información del SBP.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-01-8000009621-2025</p>	<p>ELABORO: J. ORTIZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

8. ANÁLISIS DE DATOS

Al concluir las faenas de campo, se procedió al procesamiento de los datos obtenidos durante los estudios de batimetría, magnetometría, side scan sonar y perfilador de subsuelo. En esta etapa se desarrollaron los análisis de la información recolectada, con el propósito de caracterizar las condiciones geofísicas y geomorfológicas del área de estudio, para establecer el estado actual.

8.1. CORRECCIONES (VERIFICACIONES EN CAMPO)

8.1.1. Marea

La corrección de marea aplicada correspondió a la registrada en tiempo real mediante el sistema Trimble RTX, ajustada al LAT (Lowest Astronomical Tide) de la marea pronosticada por el IDEAM – CIOH, según lo establecido en el documento "dimar_idem_cartilla_mareográfica_colombia_2025_PACIF_CARIBE_v0" para la fecha del levantamiento.



Ilustración 11. Marea RTX ajustada a la pronosticada del 04 de noviembre de 2025.

8.1.2. Calado

El calado requerido para la corrección de los sondeos registrados por la ecosonda fue determinado mediante medición directa, obteniéndose un valor de 0,6 m. Este parámetro se incorporó como offset durante la fase de instalación y configuración del sistema, garantizando la precisión en la referencia de las profundidades registradas.



	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-01-800009621-2025</p>	<p>ELABORO: J. ORTIZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>



Imagen 6. Medición en campo del calado con barra

8.1.3. Velocidad del sonido

La velocidad del sonido en el agua fue determinada utilizando el equipo SPV Valeport SWIFT, mediante el cual se obtuvieron los registros correspondientes a este parámetro a lo largo de la columna de agua en el área de trabajo. Los valores obtenidos fueron aplicados durante el levantamiento para el direccionamiento y corrección de los haces del ecosonda, garantizando la precisión en los datos batimétricos. El promedio calculado de la velocidad del sonido fue de 1543,14 m/s.

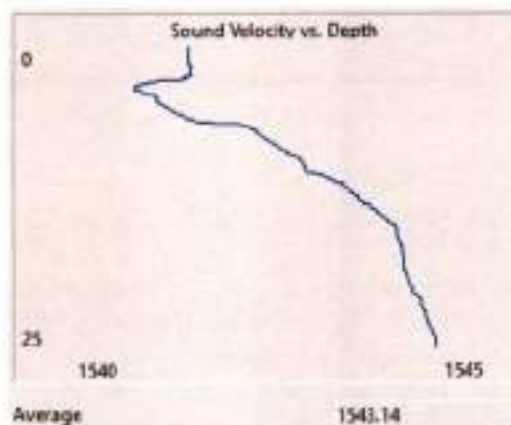


Ilustración 12. Curva velocidad del sonido día 04 de noviembre de 2025.



	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-01-8000009621-2025</p>	<p>ELABORO: J. ORTIZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>



Imagen 7. Toma de datos con Perfilador de Velocidad del Sonido (SVP).

8.1.4. Calibración Sensor Norbit

Se realiza la calibración de los ángulos de desviación del sensor NORBIT (Roll, Pitch y Yaw), en una zona próxima al área de estudio, como se muestra en las imágenes de la 8 a la 13.

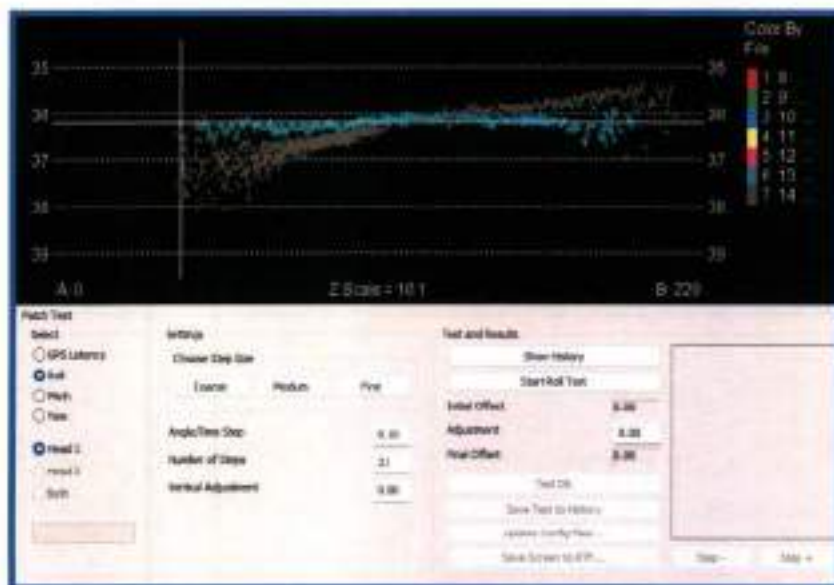




Imagen 8. ROLL (002_1231)

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO	ELABORO: J. ORTIZ
	BUZ-DT-MAR-CNT-01-8000009621-2025	REVISO: J. TALERO APROBO: D. RICARDO
FECHA DE REVISION 16 DE DICIEMBRE DEL 2025		

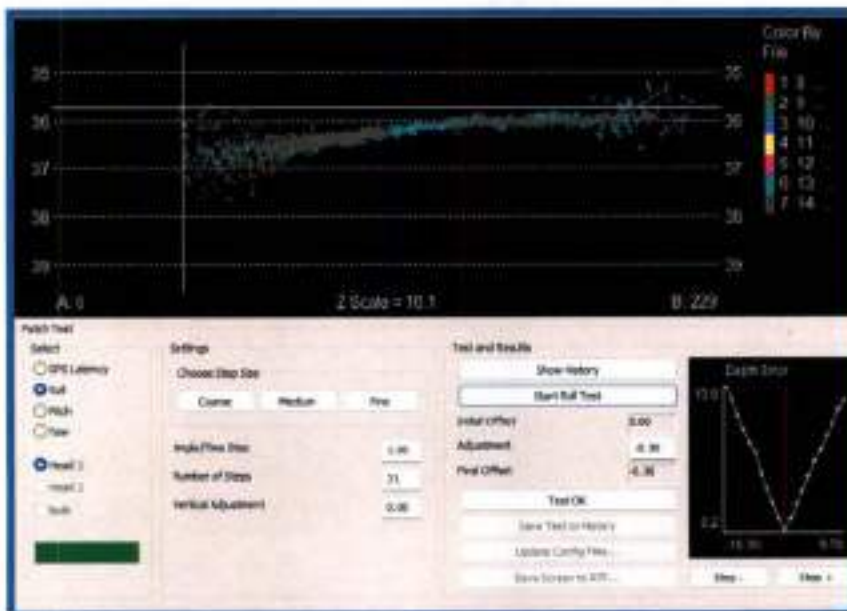


Imagen 9. ROLL (002_1234)

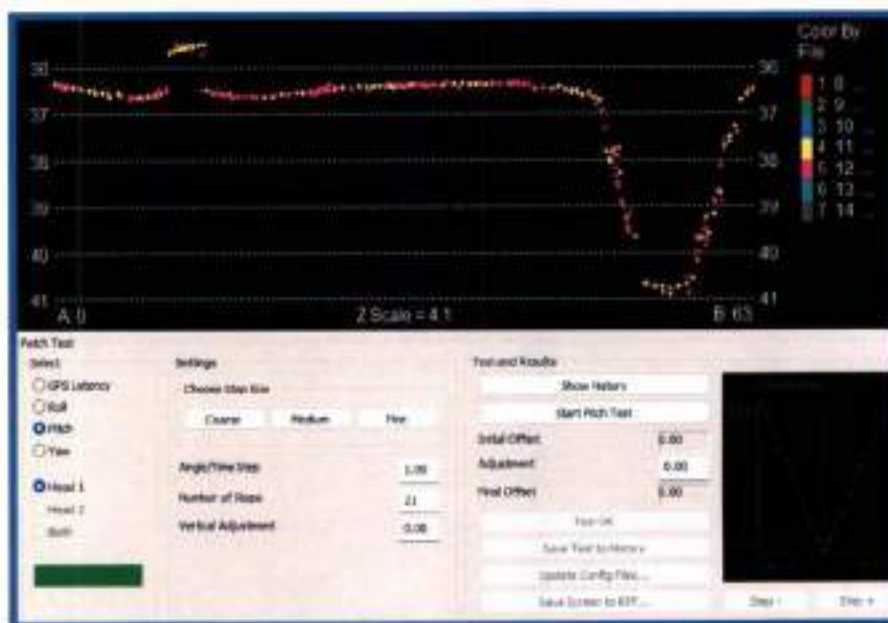




Imagen 10. PITCH (001_1227)

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLF DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS			
	FECHA DE REVISION 16 DE DICIEMBRE DEL 2025		INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO	ELABORO: J. ORTIZ
	BUZ-DT-MAR-CNT-01-8000009621-2025		REVISO: J. TALERO APROBO: D. RICARDO	

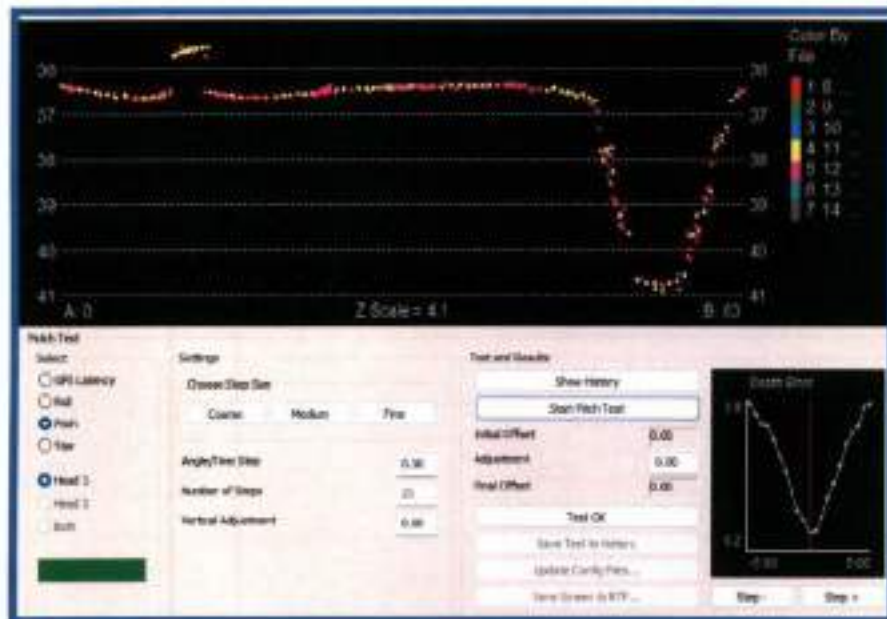


Imagen 11. PITCH (001_1229)



Imagen 12. YAW (001_1227)



	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
	<p>FECHA DE REVISION</p> <p>16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-01-8000009621-2025</p>



Imagen 13. YAW (002_1231)

8.2. RESULTADOS

8.2.1. Batimétricos

Como resultado de los levantamientos efectuados, fue posible identificar la trayectoria de las dos tuberías que convergen en la TLU3. Asimismo, se establecieron con claridad las zanjas generadas por el arrastre de las cadenas.

En términos generales, el área presenta una morfología regular, sin evidencias de pendientes pronunciadas. Se detectó una depresión localizada en dirección del ancla No. 2, lo cual se evidencia en el anexo No. 1 – ítem 1.1 BUZ-CNT-CIV-002-8000009621-01 LEVANTAMIENTO BATIMETRICO. Adicionalmente, del anexo No.1 se toman los datos para la elaboración de los archivos MXD presente en el anexo No. 5.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-01-800009621-2025</p>	<p>ELABORO: J. ORTIZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>



Ilustración 13. Tuberías y zanjas en zona de PLEM con ecosonda multihaz.

8.2.2. Side Scan Sonar

La información proveniente del Side Scan Sonar revela la presencia de anomalías duras en el lecho circundante a la TLU3, entre ellas materiales antropogénicos (escombros o basura) así como hallazgos propios del fondo marino, tales como montículos.

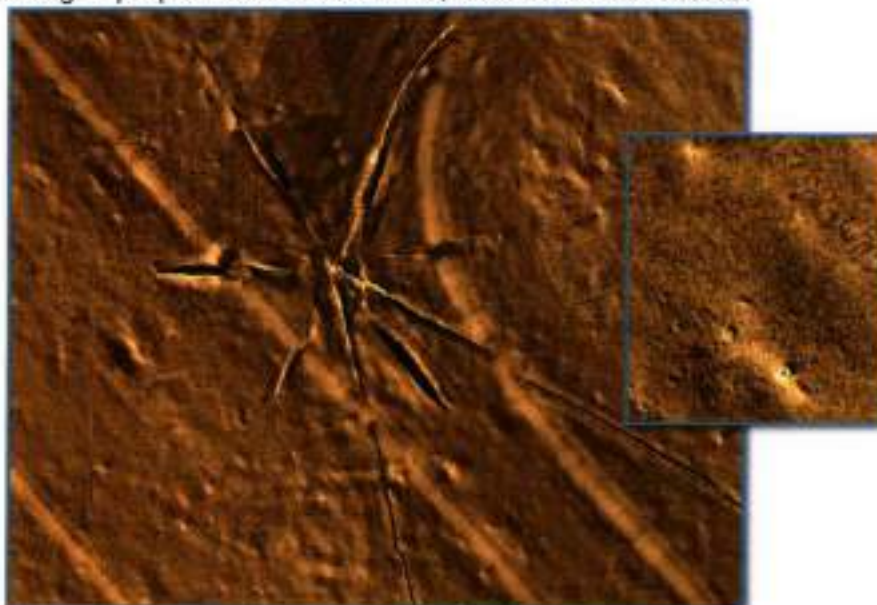






Ilustración 14. Zanjas y anomalías en zona de PLEM con el Side Scan Sonar.

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS			
	FECHA DE REVISION 16 DE DICIEMBRE DEL 2025		INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO	ELABORO: J. ORTIZ
	BUZ-DT-MAR-CNT-01-8000009621-2025		REVISO: J. TALERO APROBO: D. RICARDO	

En la tabla 2 se muestran las coordenadas y los tipos de anomalías detectadas con el Side Scan Sonar:

Tabla 2. Coordenadas de anomalías evidenciadas en el Side Scan sonar


Punto	Coordenadas Magna Sirgas Unico (CTM12)		Coordenadas Geográficas		Tipo de anomalía	Dimensiones (m)	Prof. (m)
	X	Y	Latitud N	Longitud W			
1	4694738.58	2611694.69	09 31 28.1809	075 46 53.295	Llanta/basura		36
2	4694666.72	2611684.43	09 31 27.8281	075 46 55.6475	Escombros	2.8x1.5	36
3	4694704.33	2611680.89	09 31 27.7227	075 46 54.4141	Llanta/basura		36
4	4694713.4	2611717.87	09 31 28.9283	075 46 54.1265	Llanta/basura		36
5	4694716.25	2611708.01	09 31 28.6083	075 46 54.0303	Llanta/basura		36
6	4694727.42	2611700.05	09 31 28.3524	075 46 53.6623	Llanta/basura		36
7	4694735.88	2611624.58	09 31 25.8991	075 46 53.365	Llanta/basura		36
8	4694800.76	2611835.79	09 31 32.788	075 46 51.294	Montículo		36
9	4694838.88	2611893.52	09 31 34.6762	075 46 50.0599	Llanta/basura		36
10	4694882.63	2611903.19	09 31 35	075 46 48.6285	Llanta/basura		36
11	4694730.67	2611629.45	09 31 26.056	075 46 53.5371	Llanta/basura		36
12	4694722.9	2611647.37	09 31 26.6372	075 46 53.7966	Montículo		36
13	4695038.48	2611787.38	09 31 31.275	075 46 43.49	Llanta/basura		35.7
14	4694707.34	2611718.99	09 31 28.9633	075 46 54.3253	Llanta/basura		36
15	4695054.68	2612316.54	09 31 48.4859	075 46 43.0981	Montículo		36
16	4694801.11	2612232.07	09 31 45.6813	075 46 51.3871	Escombros	2.8x1.6	36.2
17	4694805.4	2612214.93	09 31 45.1246	075 46 51.242	Escombros	2.8x1.7	36.2
18	4695196.48	2611938.11	09 31 36.2203	075 46 38.3511	Montículo		35.6
19	4695334.34	2612030.28	09 31 39.2551	075 46 33.8568	Escombros	2.2x1.5	35.6
20	4695192.54	2612193.4	09 31 44.5254	075 46 38.5474	Montículo		35.8
21	4694851.7	2612228.74	09 31 45.586	075 46 49.728	Llanta/basura		36.2
22	4694671.34	2611716.48	09 31 28.8723	075 46 55.5046	Llanta/basura		36
23	4694678.26	2611710.69	09 31 28.6856	075 46 55.2761	Llanta/basura		36
24	4694686.31	2611707.49	09 31 28.5836	075 46 55.0115	Llanta/basura		36
25	4694533.39	2611828.35	09 31 32.4759	075 47 0.0554	Escombros	3.0x1.3	36.4
26	4694571.13	2611743.22	09 31 29.7159	075 46 58.7959	Llanta/basura		36.1
27	4694546.06	2611744.04	09 31 29.736	075 46 59.6179	Montículo		36
28	4694861.93	2611950.03	09 31 36.5208	075 46 49.3192	Llanta/basura		36
29	4694428.9	2611468.19	09 31 20.7306	075 47 3.3854	Montículo		36

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLF DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 16 DE DICIEMBRE DEL 2025	

30	4694415.15	2612145.91	09 31 42.777	075 47 4.0146	Escombros	3.1x0.7	37
31	4694403.01	2612162.09	09 31 43.3003	075 47 4.417	Montículo		36.5
32	4694324.26	2612025.58	09 31 38.8382	075 47 6.962	Escombros	35 m ²	36.2
33	4694351.86	2611449.01	09 31 20.0862	075 47 5.9051	Montículo		36
34	4694367.75	2611513.25	09 31 22.1806	075 47 5.4013	Montículo		36
35	4694375.27	2612135.02	09 31 42.4122	075 47 5.319	Montículo		36.4
36	4694373.38	2612012.74	09 31 38.4332	075 47 5.3485	Escombros	2.0x1.3	36.1
37	4694389.74	2611985.01	09 31 37.5352	075 47 4.805	Escombros	2.3x1.2	36.1
38	4694848.06	2612127.16	09 31 42.2278	075 46 56.3759	Escombros	4.0x2.0	36
39	4694377.82	2611997.08	09 31 37.9249	075 47 5.199	Escombros	2.9x0.8	36.1
40	4694327.57	2612011.9	09 31 38.3938	075 47 6.8498	Llanta/ basura		36.2
41	4694369.2	2612017.71	09 31 38.5938	075 47 5.487	Escombros	2.4x2.0	36.1
42	4694560.67	2611952.22	09 31 36.5133	075 46 59.1939	Escombros	0.8x0.8	37.4
43	4694740.97	2612100.05	09 31 41.3702	075 46 53.3234	Montículo		36
44	4694701.05	2612115.7	09 31 41.8688	075 46 54.6362	Escombros	1.2x1.1	36
45	4694769.43	2612053.86	09 31 39.8748	075 46 52.3783	Montículo		36
46	4694838.62	2611957.85	09 31 36.769	075 46 50.0853	Llanta/ basura		36
47	4694831.22	2611978.75	09 31 37.4471	075 46 50.3334	Escombros	1.6x1.6	36
48	4694747.07	2612090.93	09 31 41.075	075 46 53.1211	Escombros	1.8x1.1	36
49	4694745.59	2612061.37	09 31 40.1129	075 46 53.1618	Llanta/ basura		36
50	4694652.06	2612107.09	09 31 41.5759	075 46 56.2395	Llanta/ basura		36
51	4694554.59	2611909.29	09 31 35.1148	075 46 59.3819	Escombros	2.2x0.8	37.2
52	4694561.57	2611905.9	09 31 35	075 46 59.1521	Escombros	3.2x2.2	37.3
53	4694801.32	2612099.24	09 31 41.3596	075 46 51.3452	Escombros	3.0x2.0	36
54	4694816.89	2612088.57	09 31 41.0166	075 46 50.832	Llanta/ basura		36
55PA	4694530.55	2611943.25	09 31 36.2134	075 47 0.179	Escombros		37
55PB	4694504.01	2611949.54	09 31 36.4112	075 47 1.0505	Escombros	1270 m ²	36.6
55PC	4694524.04	2611994.33	09 31 37.8735	075 47 0.4057	Escombros		36.7
55PD	4694550.48	2611975.55	09 31 37.2694	075 46 59.5342	Escombros		37

8.2.3. Magnetometría

La magnetometría permitió identificar material ferroso en el área de estudio y proporcionó una aproximación de la ubicación de las anclas de la TLU3, lo cual se evidencia en el anexo 1 – ítem 1.2 BUZ-CNT-CIV-001-8000009621-01 LEVANTAMIENTO MAGNETOMETRO.

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 16 DE DICIEMBRE DEL 2025	

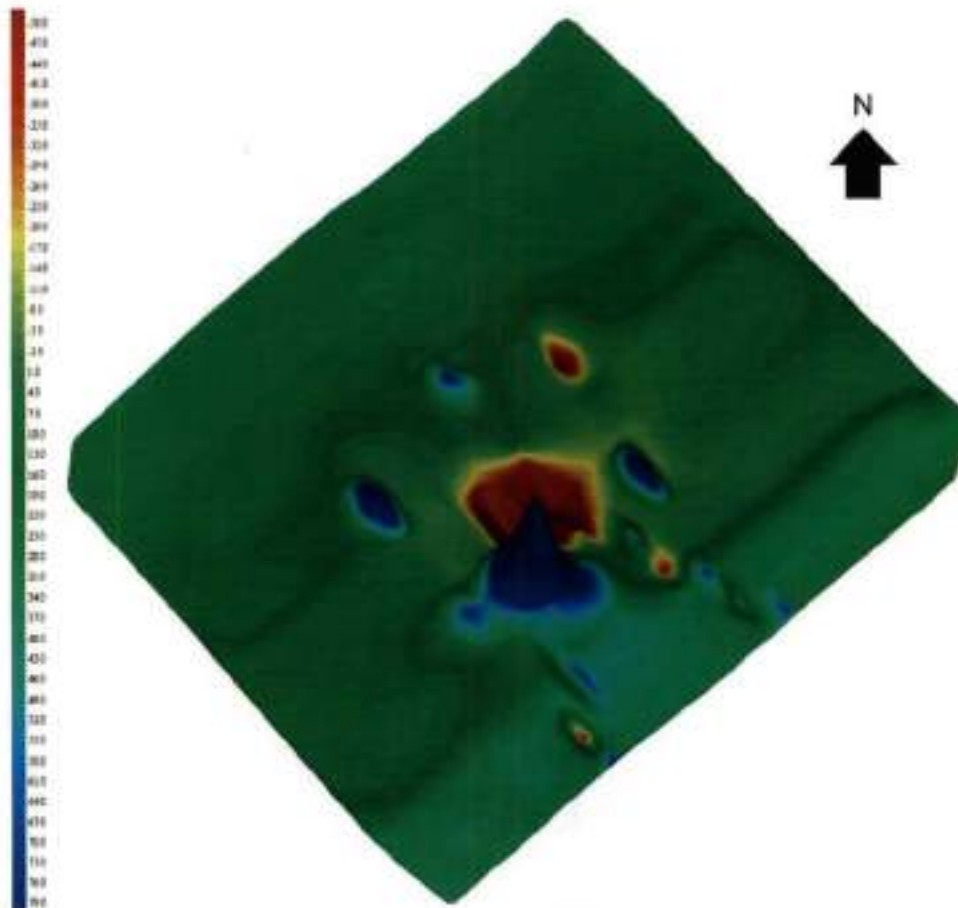


Ilustración 15. Modelo magnetometría marina.

A continuación, se presentan las coordenadas de las anclas detectadas por medio del magnetómetro:

Tabla 3. Coordenadas de anclas detectadas.

Puntos	Coordenadas Magna Sirgas Único (CTM12)		Coordenadas Geográficas	
	X	Y	Latitud N	Longitud W
Ancla No. 1	4694283.83	2611918.56	09 31 35.3455	075 47 8.2589
Ancla No. 2	4694407.74	2612202.49	09 31 44.6158	075 47 4.2723
Ancla No. 3	4694727.84	2612201.75	09 31 44.6757	075 46 53.7806
Ancla No. 4	4694886.05	2611985.16	09 31 37.6699	075 46 48.5382
Ancla No. 5	4694467.93	2611649.48	09 31 26.639	075 47 2.1536

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
	<p>FECHA DE REVISION</p> <p>16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	

8.2.4. Perfilador de subsuelo

La información obtenida mediante el perfilador de subsuelo evidencia un fondo compactado, conformado principalmente por un estrato endurecido (costras), correspondientes a antiguos fondos marinos y canales colmatados por sedimentos fluviales con un espesor aproximado de 15 m. En algunos transectos se identifican capas intermedias de sedimentos finos dentro de la secuencia estratigráfica de crecimiento vertical sin generar cambios significativos en la morfología del lecho marino. Asimismo, se obtuvieron las coordenadas para ubicar el trazado de las líneas submarinas y del PLEM (las cuales se identificaron como tubería 1 y tubería 2), como se muestra en la tabla 4.

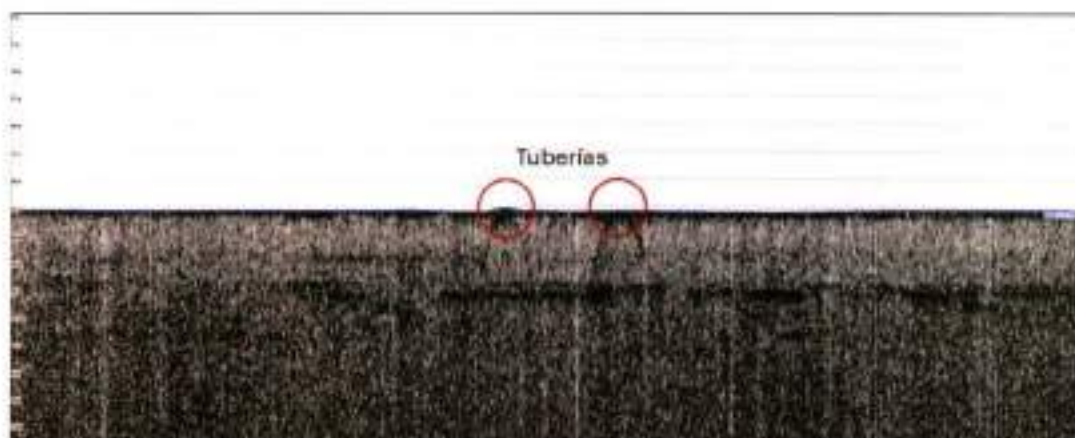


Ilustración 16. Perfil de subsuelo con tuberías.

Tabla 4. Coordenadas tubería No. 1, 2 y PLEM



Puntos	Coordenadas Magna Sirgas Unico (CTM12)		Coordenadas Geográficas		Detalle
	X	Y	Latitud N	Longitud W	
1	4694578.71	2611928.93	09 31 35.76	075 46 58.5967	Tubería No. 1
2	4694581.19	2611918.68	09 31 35.4272	075 46 58.5128	
3	4694584.33	2611906.94	09 31 35.0463	075 46 58.4067	
4	4694587.3	2611894.38	09 31 34.6384	075 46 58.3059	
5	4694591.1	2611881	09 31 34.2038	075 46 58.1778	
6	4694595.07	2611866.29	09 31 33.7263	075 46 58.0439	
7	4694598.04	2611854.72	09 31 33.3506	075 46 57.9434	
8	4694601.84	2611840.67	09 31 32.8946	075 46 57.8151	
9	4694605.98	2611826.29	09 31 32.4278	075 46 57.6758	
10	4694608.68	2611814.87	09 31 32.0568	075 46 57.5848	
11	4694611.66	2611802.47	09 31 31.6542	075 46 57.4832	
12	4694615.26	2611788.27	09 31 31.1932	075 46 57.3815	
13	4694618.86	2611774.47	09 31 30.7452	075 46 57.2399	
14	4694622.23	2611761.41	09 31 30.321	075 46 57.1259	
15	4694625.54	2611746.53	09 31 29.8379	075 46 57.0137	
16	4694629.21	2611732.53	09 31 29.3835	075 46 56.8897	

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS		
	FECHA DE REVISION 16 DE DICIEMBRE DEL 2025		ELABORO: J. ORTIZ
	INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO BUZ-DT-MAR-CNT-01-800009621-2025		REVISO: J. TALERO APROBO: D. RICARDO

Puntos	Coordenadas Magna Sirgas Unico (CTM12)		Coordenadas Geográficas		Detalle	
	X	Y	Latitud N	Longitud W		
17	4694633.41	2611716.14	09 31 28.851	075 46 56.7477	Tubería No. 1	
18	4694637.61	2611698.54	09 31 28.2796	075 46 56.6054		
19	4694641.61	2611682.34	09 31 27.7536	075 46 56.4701		
20	4694645.81	2611666.94	09 31 27.2537	075 46 56.3284		
21	4694649.21	2611652.54	09 31 26.7861	075 46 56.2131		
22	4694653.41	2611636.94	09 31 26.2797	075 46 56.0714		
23	4694657.04	2611624.84	09 31 25.8867	075 46 55.9492		
24	4694660.19	2611612.22	09 31 25.4769	075 46 55.8424		
25	4694663.2	2611600.61	09 31 25.1001	075 46 55.7409		
26	4694666.65	2611586.49	09 31 24.6415	075 46 55.6239		
27	4694669.51	2611574.77	09 31 24.2609	075 46 55.5273		
28	4694673.41	2611561.09	09 31 23.8171	075 46 55.3956		
29	4694676.42	2611548.02	09 31 23.3926	075 46 55.2937		
30	4694678.52	2611535.7	09 31 23	075 46 55.2215		
31	4694682	2611521.63	09 31 22.5354	075 46 55.1037		
32	4694686.2	2611507.63	09 31 22.081	075 46 54.9624		
33	4694689.4	2611494.83	09 31 21.6654	075 46 54.8541		
34	4694692	2611482.04	09 31 21.2497	075 46 54.7655		
35	4694696.2	2611470.24	09 31 20.8669	075 46 54.6248		
36	4694698.8	2611458.24	09 31 20.4772	075 46 54.5364		
37	4694702.8	2611444.84	09 31 20.0423	075 46 54.4018		
38	4694706.2	2611431.24	09 31 19.6008	075 46 54.2868		
39	4694709.85	2611419.84	09 31 19.2309	075 46 54.1642		
40	4694714.31	2611406.79	09 31 18.8072	075 46 54.0145		
41	4694718.44	2611393.4	09 31 18.3727	075 46 53.8756		
42	4694723.24	2611380.34	09 31 17.9492	075 46 53.715		
43	4694727.04	2611368.77	09 31 17.5736	075 46 53.5874		
44	4694732.42	2611355.41	09 31 17.1404	075 46 53.4076		
45	4694737.33	2611342.3	09 31 16.7151	075 46 53.243		
46	4694741.71	2611330.41	09 31 16.3296	075 46 53.0966		
47	4694746.35	2611318.26	09 31 15.9353	075 46 52.9412		
48	4694751.53	2611306.03	09 31 15.539	075 46 52.768		
49	4694757.82	2611291.42	09 31 15.0651	075 46 52.5582		
50	4694763.15	2611278.85	09 31 14.6576	075 46 52.3803		
51	4694768.24	2611268.27	09 31 14.3145	075 46 52.2106		
52	4694774.56	2611256.41	09 31 13.9305	075 46 52		
53	4694779.59	2611245.23	09 31 13.568	075 46 51.8323		
54	4694785.85	2611233.84	09 31 13.199	075 46 51.6242		
55	4694792.59	2611220.65	09 31 12.7717	075 46 51.3999		
56	4694799.49	2611208.71	09 31 12.385	075 46 51.1705		
57	4694806.21	2611197.23	09 31 12.0134	075 46 50.9473		
58	4694812.2	2611185.72	09 31 11.6402	075 46 50.7478		
59	4694818.73	2611174.52	09 31 11.2777	075 46 50.5309		
60	4694823.62	2611164.42	09 31 10.9503	075 46 50.368		
61	4694587.6	2611937.17	09 31 36.0305	075 46 58.3073		Tubería No. 2
62	4694601.02	2611929.47	09 31 35.7835	075 46 57.8655		
63	4694614.66	2611921.33	09 31 35.5223	075 46 57.4163		
64	4694627.64	2611913.41	09 31 35.268	075 46 56.9889		
65	4694640.4	2611905.93	09 31 35.028	075 46 56.5687		
66	4694654.04	2611898.23	09 31 34.7811	075 46 56.1197		

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLF DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 16 DE DICIEMBRE DEL 2025	

Puntos	Coordenadas Magna Sirgas Unico (CTM12)		Coordenadas Geograficas		Detalle	
	X	Y	Latitud N	Longitud W		
67	4694664.81	2611891.63	09 31 34.5692	075 46 55.7646	Tubería No. 2	
68	4694679.99	2611883.49	09 31 34.3083	075 46 55.265		
69	4694694.51	2611876.01	09 31 34.0688	075 46 54.7872		
70	4694709.03	2611868.09	09 31 33.8149	075 46 54.3092		
71	4694724.43	2611859.74	09 31 33.547	075 46 53.8023		
72	4694740.93	2611851.38	09 31 33.2793	075 46 53.2594		
73	4694755.05	2611844	09 31 33.0429	075 46 52.7946		
74	4694770.67	2611835.73	09 31 32.7781	075 46 52.2803		
75	4694784.5	2611828.22	09 31 32.5373	075 46 51.8253		
76	4694798.32	2611821.01	09 31 32.3062	075 46 51.3703		
77	4694811.84	2611812.74	09 31 32.0409	075 46 50.9249		
78	4694826.32	2611805.1	09 31 31.7961	075 46 50.4485		
79	4694841.34	2611796.39	09 31 31.5165	075 46 49.9537		
80	4694856.06	2611788.43	09 31 31.2613	075 46 49.469		
81	4694868.54	2611781.67	09 31 31.0446	075 46 49.0585		
82	4694881.46	2611774.6	09 31 30.8182	075 46 48.6332		
83	4694894.08	2611767.24	09 31 30.582	075 46 48.2176		
84	4694907.9	2611759.88	09 31 30.346	075 46 47.7626		
85	4694922.73	2611751.83	09 31 30.0879	075 46 47.2742		
86	4694937.76	2611743.38	09 31 29.8171	075 46 46.7796		
87	4694950.82	2611735.81	09 31 29.5741	075 46 46.3462		
88	4694966.11	2611727.51	09 31 29.308	075 46 45.8462		
89	4694980.53	2611719.54	09 31 29.0527	075 46 45.3714		
90	4694996.16	2611711.28	09 31 28.7879	075 46 44.857		
91	4695010.6	2611703.45	09 31 28.5368	075 46 44.3815		
92	4695023.38	2611697.13	09 31 28.3348	075 46 43.9613		
93	4695036.45	2611689.77	09 31 28.0987	075 46 43.5309		
94	4695049.07	2611682.86	09 31 27.8771	075 46 43.1154		
95	4695060.94	2611677.15	09 31 27.6944	075 46 42.7249		
96	4695074.34	2611669.31	09 31 27.4428	075 46 42.2836		
97	4695090.35	2611660.62	09 31 27.1642	075 46 41.7563		
98	4695103.02	2611653.17	09 31 26.9251	075 46 41.3392		
99	4695116.43	2611645.47	09 31 26.6781	075 46 40.8977		
100	4695129.72	2611638.14	09 31 26.4432	075 46 40.4603		
101	4695142.01	2611630.94	09 31 26.2121	075 46 40.0555		
102	4695157.29	2611622.47	09 31 25.9406	075 46 39.5523		
103	4695173.82	2611613.73	09 31 25.6604	075 46 39		
104	4695188.71	2611605.67	09 31 25.4021	075 46 38.5182		
105	4695201.65	2611598.84	09 31 25.1834	075 46 38.0924		
106	4695213.84	2611591.96	09 31 24.9625	075 46 37.691		
107	4695225.47	2611585.64	09 31 24.7599	075 46 37.3083		
108	4695238.45	2611578.3	09 31 24.5246	075 46 36.8808		
109	4695251.32	2611571.41	09 31 24.3039	075 46 36.4573		
110	4695262.44	2611565.81	09 31 24.1246	075 46 36.0911		
111	4695273.63	2611559.76	09 31 23.9305	075 46 35.7229		
112	4695285.02	2611553.19	09 31 23.7198	075 46 35.3478		
113	4695297.33	2611546.21	09 31 23.496	075 46 34.9424		
114	4695308.05	2611541.27	09 31 23.3378	075 46 34.59		
115	4695316.29	2611536.07	09 31 23.171	075 46 34.3185		
116	4694578.038	2611938.675	09 31 36.077	075 46 58.6212		PLEM

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
	<p>FECHA DE REVISION</p> <p>14 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-01-8000009621-2025</p>

La zona presenta una geomorfología estructural compleja, caracterizada por la interacción de procesos fluviales, oceánicos y tectónicos. La zona evidencia acumulación de sedimentos influenciada por la desembocadura del río Sinú, corrientes marinas, oleajes y vientos alisios, factores que han favorecido la formación de una plataforma somera sin indicios de subsidencia reciente, pero con estratos de texturas variables.

Características de la estratificación y levantamiento:



- **Paleofondos y canales:** Bajo el fondo actual entre 5 m y 15 m, se identifican capas endurecidas, correspondientes a antiguos fondos marinos y canales colmatados por sedimentos fluviales. Estas estructuras son evidentes en los perfiles acústicos, donde reflejan con mayor intensidad las ondas.
- **Acumulación reciente:** El fondo actual está recubierto por una capa de sedimentos blandos entre 2 m y 5 m, que rellena los antiguos canales. Este depósito indica una fase de colmatación y enterramiento; no se evidencia consolidación en costras compactas.
- **Dinámica sedimentaria:** Los patrones de apilamiento (arquitectura interna) muestran que la plataforma somera se encuentra en formación continua, con un crecimiento vertical mínimo y sin evidencias de hundimiento.
- **Influencia fluvial y oceánica:** La desembocadura del río Sinú, junto con corrientes y oleajes impulsados por vientos del NW y NE, controla la redistribución y acumulación de sedimentos finos, sin generar cambios significativos en la morfología del lecho marino.

8.2.5. Modelo digital

A continuación, se muestra una representación tridimensional del área de estudio correspondiente al levantamiento batimétrico, la cual se encuentra de manera digital en el anexo No. 7.



Ilustración 17. Esquema en 3D batimetría multihaz.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLF DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-01-800009621-2025</p>	<p>ELABORO: J. ORTIZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

Como resultado del levantamiento, se elaboraron planos a escala 1:5000 con base en la información recolectada, garantizando una representación precisa del área estudiada, los cuales se encuentran presentes en la carpeta de "Anexo No. 1 Planos" de la siguiente manera:

- Anexo No. 1 – ítem 1.1 BUZ-CNT-CIV-002-800009621-01 LEVANTAMIENTO BATIMETRICO
- Anexo No. 1 – ítem 1.2 BUZ-CNT-CIV-001-800009621-01 LEVANTAMIENTO MAGNETOMETRO
- Anexo No. 1 – ítem 1.3 BUZ-CNT-CIV-004-800009621-01 LEVANTAMIENTO CON SIDE SCAN SONAR
- Anexo No. 1 – ítem 1.4 BUZ-CNT-CIV-003-800009621-01 SUB-BOTTOM PROFILING

9. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

- Se logró cubrir en su totalidad el área definida, ejecutando de manera completa todos los procesos establecidos en la metodología del levantamiento.
- Se identificaron anomalías superficiales sobre el lecho marino en el entorno de la TLU3, las cuales fueron registradas y clasificadas en la Tabla 2. Coordenadas de anomalías evidenciadas en el Side Scan sonar.
- Se localizaron las dos tuberías conectadas al PLEM, cuya posición fue determinada y consignada en la Tabla 4. Coordenadas tubería No. 1, 2 y PLEM
- Mediante el uso del magnetómetro se detectaron cinco de las seis anclas previstas de la TLU3. La no definición de la ubicación de la sexta ancla se atribuye a la intensa interferencia magnética generada por el conjunto de estructuras (PLEM, monoboya y tuberías), que actúan como un único cuerpo anómalo y dificultan la discriminación individual de las señales, teniendo esta la menor interferencia magnética. En consecuencia, solo fue posible establecer la ubicación de cinco anclas.
- El perfilador de subsuelo registra un espesor aproximado de 15 m bajo el lecho marino, de un suelo compactado endurecido sin registrarse anomalías estructurales por debajo del área captada; sobre este suelo se presenta una capa de sedimentos blandos entre 2 m y 5 m.
- Con el perfilador de subsuelo se definió el trazado de las líneas submarinas sobre el área de estudio.
- La información recolectada presenta un nivel de confiabilidad del 95%, cumpliendo con los estándares de precisión establecidos por la OHI y la DIMAR.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFOS DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-01-8000005621-2025</p>	<p>ELABORO: J. ORTIZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

10. ANEXOS

- 10.1. ANEXO N.1 PLANOS
- 10.2. ANEXO N.2 DATOS BRUTOS
- 10.3. ANEXO N.3 DATOS PROCESADOS
- 10.4. ANEXO N.4 REGISTROS DE CAMPO
- 10.5. ANEXO N.5 ARCHIVOS MXD
- 10.6. ANEXO N.6 REGISTRO FOTOGRAFICO
- 10.7. ANEXO N.7 MODELO DIGITAL

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 16 DE DICIEMBRE DEL 2025	INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO BUZ-DT-MAR-CNT-01-800009621-2025

10.8. ANEXO N. 8 EQUIPOS

10.8.1. NORBIT IWBMS LR MULTIBEAM ECHO SOUNDER



Applanix POS MV
OceanMaster

Performance Comparison (Applanix POS MV OceanMaster vs. Other Systems)							
System	Depth	Range	Accuracy	Resolution	Beamwidth	Beam Spacing	Beam Count
Applanix POS MV	0.2 m	180 m	±0.05 m	0.1 m	0.5 m	0.5 m	128
Other System A	0.3 m	150 m	±0.1 m	0.2 m	0.6 m	0.6 m	64
Other System B	0.5 m	120 m	±0.2 m	0.3 m	0.8 m	0.8 m	32


Physical Specifications					
Component	Dimensions	Weight	Temperature	Humidity	Power
Base Unit	L: 442 mm, W: 356 mm, H: 46 mm	3.9 kg	-20°C to +70°C	5% - 95% RH	AC 100-240V, 50/60 Hz, auto-switching
Base Unit (Rack)	L: 163 mm, W: 185 mm, H: 168 mm	2.3 kg	-20°C to +70°C	5% - 95% RH	DC 12V, 3A, 36W peak

Environmental Specifications					
Component	Dimensions	Weight	Temperature	Humidity	Power
GPS Antenna	Ø 108 mm, H: 75 mm	5.8 kg	-30°C to +70°C	5% - 95% RH	5.00W DC
IMU Antenna	Ø 68 mm, H: 75 mm	5.5 kg	-40°C to +75°C	5% - 95% RH	5.00W DC

ETHERNET INPUT/OUTPUT		AUXILIARY GNSS INPUTS	
Ports:	Two RJ-45 ports (RJ-45 Cat 5e/6) for data and power	Ports:	Two SMA connectors for GPS/GNSS receivers
Speed:	10/100/1000 Mbps	Ports:	Two SMA connectors for GPS/GNSS receivers

SERIAL RS232 INPUT/OUTPUT		DIGITAL I/O	
Ports:	One RS-232 port for data and power	Ports:	Two digital I/O lines (open collector)
Speed:	115200 baud	Ports:	Two digital I/O lines (open collector)

NMEA ASCII OUTPUT	
Ports:	One RS-232 port for NMEA data output
Speed:	115200 baud

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS		
	FECHA DE REVISION 15 DE DICIEMBRE DEL 2025		ELABORO: J. ORTIZ
	INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO BUZ-DT-MAR-CNT-01-800009621-2025		REVISO: J. TALERO APROBO: D. RICARDO

10.8.2. SIDE SCAN SONAR KLEIN 4900



Side Scan Sonar Specifications	
Technology	Single Beam
Frequency	455 kHz / 900 kHz, Dual Frequency
Beam Type	FM Chirp and CW
Horizontal Beamwidth	0.2° @ 455 kHz 0.3° @ 900 kHz
Vertical Beamwidth	30°
Beam Foot Resolution	2.4 m @ 400 MHz 1.2 m @ 900 MHz
Maximum Operating Range (Per Side)	200 m @ 455 kHz 75 m @ 900 kHz
Vertical Beam Center	Tilted down 20° from Horizontal
Output Data Format	SDF (Sensor Data Format), or SD Extended Trawl Format or Sub-arrays

System 4900 Towfish	
Construction	Aluminum Polished 316 Stainless Steel
Body Length	1.42 m (46 ft)
Outer Diameter	8.9 cm (3.5 in)
Weight (Air / In Water)	24.7 kg (54.5 lbs) 13.5 kg (29.7 lbs)
Maximum Depth Rating	300 m
Standard Towfish Sensors & Accessories	<ul style="list-style-type: none"> Heading, Roll and Pitch Sensor Depth (Pressure) Sensor 0-200 m Water Temperature Sensor 0-25° C Safety Cable Reusable Carrying Case, Towfish

Towfish Assemblies	
Transmission Processor (SW - Optional)	10.8 cm (22 in) x 40.6 cm (16 in) x 33.0 cm (13 in)
Cable	18' Laptop with SensorPort™ towfish



System Power Requirements	
Input Voltage	12 VDC or 110/220 VAC (50-60 Hz)
Power Consumption	75 W

System Power Requirements	
<ul style="list-style-type: none"> 4 Pin 1 or 3 Connector Wiring Recessed Laptop High Power Encoder Pole Mount Bracket Measurement - Custom Ready Recessed - Custom Ready 	

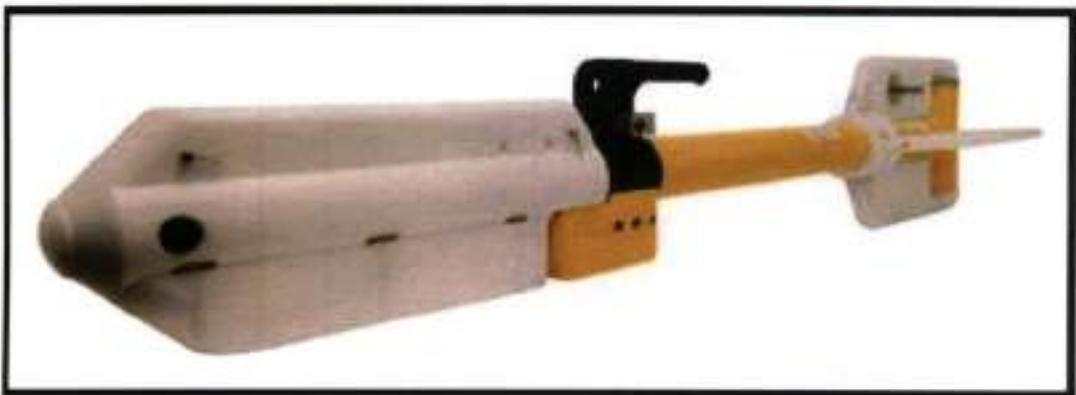


In the image above: The Burlington Horse Ferry, in Lake Champlain, VT. Image taken with Klein 4900 at 900 kHz, 60 m swath, 4 beams, captured on the port side. Software: Klein SonarPort. Note: (a) Crisp definition, highlighted by strong contrast in shadow (b) Fine detail of the wreck's wooden beams and decaying paddlewheel spokes (c) Clearly defined rudder at the top of the image (d) Clusters of invasive zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) are exposed by the wide band signal processing inherent in the 4900.



	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
	<p>FECHA DE REVISION</p> <p>16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	

10.8.3. MAGNETÓMETRO MARINO GEOMETRIC G-882



MODELO G-882 ESPECIFICACIONES DEL MAGNETÓMETRO MARINO DE CESIO

PRINCIPIO DE OPERACIÓN:	Rayo dividido de vapor de cesio Auto oscilante (no-radioactivo)
RANGO DE OPERACIÓN:	20,000 a 100,000 nT
ZONAS DE OPERACIÓN:	El vector de la tierra debe de estar a un ángulo mayor a 6° del Ecuador del sensor y mayor a 6° alejado del eje mayor del sensor. Conmutación automática de hemisferio.
SENSITIVIDAD DEL CONTADOR CM-221:	<0.004 nT/√Hz rms. Hasta 20 muestras por segundo
ERROR DE DIRECCIÓN (HEADING ERROR):	+1 nT (sobre toda la rotación de 360°)
EXACTITUD ABSOLUTA:	<2 nT a través de todo el rango
SALIDA:	RS 232 de 1,200 a 19,200 Baud
MECÁNICO:	
Sensor Pescado:	Cuerpo 7 cm diam., 1.37 m. long. con alerones (24.75 diam), 18 kg incluye Sensor y Electrónica y 1 contrapeso principal. Contrapesos adicionales de collar pesan 6.4kg cada uno pudiendo poner hasta 5.
Cable de Arrastre:	Cable de arrastre multiconductor Reforzado con Kevlar. Resistencia a la ruptura 1,650 kg. 1.22 cm. 61 m máximo. Pesa 7.7 kg con conectores terminales.
TEMPERATURA DE OPERACIÓN:	-35°C a +50°C
TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO:	-45°C a +70°C
ALTITUD:	Hasta 9,000 m
HERMETIZADO:	O-Ring sellado para hasta 4,000 psi (2750 m) de profundidad de operación
PODER:	24 a 32 VDC, 0.75 amp al encendido y 0.5 amp posteriormente
ACCESORIOS:	
Estandar:	Software de utilidad View201 manual de operación y kit de embarque
Opcional:	Telemetria hasta 10Km con cable coaxial, gradómetro (longitudinal o transversal), caja de transporte reutilizable
Software MagLog Lite™	Registra, despliega, despliega e imprime datos de Mag y GPS a una razón de muestreo de 10Hz. Detección automática de Anomalías y soporta impresión hojas sueltas bajo Windows.

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
	<p>FECHA DE REVISION</p> <p>16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p>
<p>BUZ-DT-MAR-CNT-01-800009621-2025</p>		

10.8.4. PERFILADOR DE SUBSUELO STRATABOX HD TIPO PINGER 3.5 KHZ DE SYQWEST





StrataBox HD™

SPECIFICATIONS

  	<p>Units: Feet or Meters</p> <p>Depth Ranges: 0-15, 30, 60, 120, 240, 480 Feet 0-5, 10, 20, 40, 80, 120 Meters Auto-ranging Modes in all units</p> <p>Draft Offset: 0 to 30 feet (10 meters)</p> <p>Manual Gain: Shallow & Deep, 0.1 ft / 0.3 foot resolution</p> <p>Shift Range: 1 foot (1meter) increments to bottom of selected range</p> <p>Zoom Range: 15, 30, 60, 120, 240 feet 5, 10, 20, 40, 80 meters</p> <p>Zoom Modes: Bottom Zoom, Bottom Lock, Marker Zoom, Zoom (Playback Only)</p> <p>Display: Normal Data, Zoom Data, Selectable Color Palette</p> <p>Depth Resolution: 0.1 feet (0.1 meters)</p> <p>Depth Accuracy: +/- 0.5% of depth</p> <p>Sound Velocity: 4900 - 5250 ft/sec (1400 - 1600 m/sec) 1 m/sec int.</p> <p>Navigation Input: AMCA 0183, GLL, GGA, RMC, VTG, WRM, HDI, Selectable Baud Rate, RS-232</p> <p>Data Output: AMCA 0183, DPT, DMT, PWC, OBC</p> <p>StrataBox I/F: Ethernet via RJ-45</p> <p>Printer Output: (Parallel Port) interface to Thermal Printers</p> <p>Wave Input: TSS1 Format, 3600 Baud Rate</p> <p>Shallow Water: <2.5 meters; bottom type dependent</p> <p>Operation: Up to 10 Hz, depth and operator mode dependent</p> <p>Erasing: Manual, Periodic, External (user selectable)</p> <p>Frequency Output: 10 KHz (standard), 3.5KHz (optional)</p> <p>Data File Storage: External - OBC format (9 bit, 800 pps), SCG-Y Format envelope (16 bit, 96kHz rate), internal-32 GB SD Flash</p> <p>Data File Playback: Files played back and printed at Normal, Rapid Advance, or Scroll Bar, with Pause and Zoom</p> <p>Transmit Output: 300 Watts (pulse), 1000 Watts capable</p> <p>Power:</p> <p>Input Power: 10-30 Volts DC, Nominal Power 12 watts, Reverse Polarity and Over Voltage Protected.</p> <p>Dimensions: 25.4 cm (10") Length, 13.875 cm (5.25") Width and 6.25 cm (2.5") Height. (sensor unit only)</p> <p>Weight: 1.1 kg (2.4 lbs). (sensor unit only)</p> <p>Environmental: 25°C to +65°C Operating Temperature (-55°C to +95°C Storage) Water Resistant to EN60529 IP65 EMC meets EN60945 Emissions, CE Compliant</p>
--	--



Options:

- Over The Side Mount Kit
- 3.50Khz Operation
- Deep Water Transducer
- TDU-800 Thermal Printer
- TDU-1200 Thermal Printer
- SonarWiz
- Hpack
- Trimax SB Logger







SyQwest Inc. 3155 Hwy 101, Suite 1100
 St. John's, NL A1B 1X2
 Tel: 409-421-1233 Fax: 409-421-1234
 Email: sales@syqwest.com Web: www.syqwest.com

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 16 DE DICIEMBRE DEL 2025	INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO BUZ-DT-MAR-CNT-01-800009E21-2025

**10.8.5. PERFILADOR DE VELOCIDAD DEL SONIDO SVP VALEPORT SWIFT
(velocidad del Sonido en la columna de agua)**



Sensor Specifications		Communications (set up and data offload)	
The SWIFT SVP is fitted with Valeport's digital time of flight sound velocity sensor, temperature compensated piezo resistive pressure transducer and a PRT temperature sensor.		USB Serial	
Sound Velocity		Bluetooth v4 - low energy	
Range	1375-1900 m/s	Electrical	
Resolution	0.001 m/s	Battery	Internal rechargeable battery pack
Accuracy	±0.02 m/s	Battery life	Up to 5 days operations
Pressure		Charging	USB Typically, 1 hour fast charge will give 12 hours operation
Range	50 Bar	Software	
Resolution	0.001% FS	iOS App for Bluetooth compatible mobile devices - instrument set up, data offload, display and translation to common SVP formats. Android to follow. Valeport's Connect PC software, with both USB cable and Bluetooth connectivity, for instrument setup, data extraction, display and translation to common SVP formats.	
Accuracy	±0.01% FS	Ordering	
Temperature		Sub Title	
Range	-5°C to +35°C	USB Serial	
Resolution	0.001°C	Bluetooth v4 - low energy	
Accuracy	±0.01°C	0660047 50	
Calculated Parameters and Accuracies		Swift SVP Profiler Titanium housing rated to 500m	
Calculations based on Valeport's proprietary DASH formula		Supplied with	
Conductivity	±0.05 mS/cm	Deployment weight PC Bluetooth adapter USB interface and charging cable 1.5 A charger Valeport Connect software Operating manual System transit case	
Salinity	±0.05 PSU	As part of our policy of continuing development, Valeport Ltd reserve the right to alter at any time, without notice, all prices, specifications, designs, and conditions of sale of all equipment. Valeport Ltd © 2019 Datasheet Reference: SWIFT SVP July 2019	
Density	±0.05 kg/m ³		
Physical			
Materials	Titanium / Stainless Steel deployment weight		
Depth Rating	500m		
Dimensions	ø78mm x Length 264mm		
Weight	2.0kg (in air) / 0.9kg (in water) 3.0kg (in air) / 1.8kg (in water) with deployment weight		



	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS		
	FECHA DE REVISION 16 DE DICIEMBRE DEL 2025		ELABORO: J. ORTIZ
	INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO		REVISO: J. TALERO
BUZ-DT-MAR-CNT-01-8000009621-2025		APROBO: D. RICARDO	

10.8.6. GPS HEMISPHERE VS330



Vector VS330 GNSS Compass

GPS Sensor Specifications		Band 480 - 1150 MHz
Receiver Type:	Vector GNSS L1/L2 RTK	Correction ID Protocol: RTCM v2.3 (DGPS), RTCM v3 (RTK, CMR, CMR+)
Signals Received:	GPS, GLONASS, Galileo	Data IO Protocol: NMEA 0183, Crewmate Binary*
Channels:	270	Timing Output: 1PPS CMOS, active low, falling edge sync, 10 kHz, 100° lead
GPS Sensitivity:	-142dBm	Power
SBAS Tracking:	3-channel, parallel tracking	Input Voltage: 8 to 28VDC
Update Rate:	10 Hz standard, 20 Hz available by subscription	Power Consumption: + 6.2 W nominal (GPS L1/L2), GLONASS (L1/L2) and L-band DGSSHPXP) + 5.5 W nominal (GPS L1/L2) and GLONASS (L1/L2) + 0.52 A nominal (GPS L1/L2), GLONASS (L1/L2) and L-band DGSSHPXP) + 0.44 A nominal (GPS L1/L2) and GLONASS (L1/L2)
Horizontal Accuracy:	RMS (67%) 10 mm standard, 20 mm available by subscription	Current Consumption: + 0.52 A nominal (GPS L1/L2), GLONASS (L1/L2) and L-band DGSSHPXP) + 0.44 A nominal (GPS L1/L2) and GLONASS (L1/L2)
RTK:	10 mm + 1 ppm 20 mm + 2 ppm	Power Isolation: 500 V
L-band DGSSHPXP (DimeSTAR v4p) **	0.08 m 0.16 m	Reverse Polarity Protection: Yes
SBAS (WAAS) †	0.25 m 0.50 m	Antenna Short Circuit: Yes
Autonomous, no SA: †	1.2 m 2.5 m	Protection: Yes
Heading Accuracy:	< 0.17° rms @ 0.5 m antenna separation < 0.25° rms @ 1.0 m antenna separation < 0.34° rms @ 2.0 m antenna separation < 0.52° rms @ 5.0 m antenna separation < 0.71° rms @ 10.0 m antenna separation	Antenna Input Impedance: 50 Ω
Fish/Roll Accuracy:	< 1° rms	Environmental
Heave Accuracy:	30 cm (DGPS), 10 cm (RTK)	Operating Temperature: -30°C to +70°C (-22°F to +158°F)
Timing (1PPS) Accuracy:	20 ns	Storage Temperature: -40°C to +85°C (-40°F to +185°F)
Rate of Turn:	100°/s maximum	Humidity: 95% non-condensing (when installed in an enclosure)
Compass Safe	Yes	IP66 (IEC 60529)
Distance:	30 cm (with enclosure) < 40 cm (no enclosure or RTC)	Mechanical Shock: EP055 Section 5.14.1 Operational (when mounted in an enclosure with screw mounting holes utilized) EP055
Cold Start:	< 20 s typical (magnetic and RTC)	Vibration: Section 5.15.1 Random
Warm Start:	< 5 s typical (magnetic, RTC and position)	CE (IEC 60945 Emissions and Immunity)
Hot Start:	< 5 s typical (magnetic, RTC and position)	FCC Part 15, Subpart B
Heading Fix:	< 10 s typical (valid position)	CISPR22
Maximum Speed:	1,650 mph (2650 km/h)	EMC:
Maximum Altitude:	18,288 m (60,000 ft)	Mechanical
Beacon Sensor Specifications		Dimensions: 20.2 L x 12.0 W x 15 H (mm) 8.01 x 4.7 W x 0.6 H (in)
Channels:	2-channel, parallel tracking	Weight: ~1.1 kg (~2.5 lbs.)
Frequency Range:	283.5 to 325 MHz	Status Indications (LED): Power, Primary and Secondary GPS lock, Differential lock, DGPS position, Heading, RTK lock, L-band DGSSHPXP lock
Operating Modes:	Manual, automatic and database	Power Switch: Front panel soft switch
Compliance:	IEC 61334-4 beacon standard	Power/Data Connector: 8-pin DDU metal circular
L-band DGSS/HP/XP Sensor Specifications		Power Connector: 3-pin DDU metal circular
Sensitivity:	-135 dBm	Data Connector: DB9 (sealed)
Channel Spacing:	75 kHz	Antenna Connectors: 2 THX (female)
Satellite Selection:	Manual and Automatic	Aiding Devices
Resolution Time:	15 seconds (typical)	Gyro: Provides smooth heading, fast heading reacquisition and reliable < 5° per minute heading for periods up to 3 minutes when loss of GPS has occurred †
Rejection:	15 kHz spacing > 30 dB 300 kHz spacing > 60 dB	Tilt Sensors: Provide pitch, roll data and assist in fast start-up and reacquisition of heading solution.
Processor:	DSP for demodulation and protocol decoding module provides processing for the differential algorithms	
Command Support:	Reports L-band DGSSHPXP/DimeSTAR region, satellite info, allows input and status of L-band DGSSHPXP (DimeSTAR) subscription, Bit Error Rate (BER) output for reception quality indicator and manual frequency tuning	
Communications		
Serial Ports:	4 full-duplex RS232, 1 full-duplex RS422 ports	
USB Ports:	1 USB-A	

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>16 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME DE BATIMETRIA Y GEOFISICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-01-8000009621-2025</p>	<p>ELABORO: J. ORTIZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

10.8.7. PROGRAMAS

- **Hypack Max Versión 2025, módulo Hysweep y magnetometer editing:** es un paquete de software hidrográfico que incluye herramientas para la adquisición y procesamiento de datos de sonar multihaz a través del módulo HYSWEEP, y funciones para editar datos de magnetómetro. El programa estándar (HYPACK MAX) incluye capacidades para magnetómetros, escáneres laterales y otras sondas, mientras que el módulo HYSWEEP se necesita para procesar específicamente datos de sonares multihaz, LIDAR y retrodispersión.
- **AutoCAD 2018:** versión del software de diseño asistido por computadora (CAD) de Autodesk, utilizado para crear planos y modelos 2D y 3D en diversas disciplinas.
- **Sonar Pro:** Para configuración del sonar y adquisición de datos.
- **SonarWiz:** Es un software hidrográfico integral diseñado para la adquisición, procesamiento y análisis de datos provenientes de distintos sensores marinos, aplicado para procesamiento de datos del Side Scan Sonar.
- **StrataBox HD:** Para el control del equipo, captura y almacenamiento de información.

Bogotá, DC, viernes, 19 de septiembre de 2025

Doctor(a)

JOSÉ ALEJANDRO DUQUE RAMÍREZ

Apoderado General

CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S.

jose.duquer@cenit-transporte.com

Calle 113 No. 7-80, Torre AR, Piso 13

Bogotá, D.C

Asunto: Respuesta a su comunicación con radicado ANLA 20256201029122 del 28 de agosto del 2025.

Solicitud de pronunciamiento para considerar como un cambio menor o de ajuste normal dentro del giro ordinario del proyecto *"la actividad de recibo e internación de Gas Natural Licuado (GNL) utilizando la infraestructura OffShore existente y en operación del Terminal Marítimo de Coveñas"*. Aplicación de los numerales 3.7, 6.1 y 6.3 del artículo 4° de la Resolución 855 de 5 de agosto de 2022.

Proyecto: Terminal Marítimo y Petrolero de Coveñas

Expediente: LAM0823

Respetado doctor Duque:

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (**ANLA**), ha recibido las comunicaciones del asunto mediante las cuales usted, en calidad de apoderado general de la sociedad CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S. (**la solicitante**), presentó solicitud de pronunciamiento para considerar como un cambio menor o de ajuste normal dentro del giro ordinario del proyecto, *el desarrollo de la actividad de recibo e internación de Gas Natural Licuado (GNL) utilizando la infraestructura OffShore existente y en operación del Terminal Marítimo de Coveñas"*.

Al respecto y en cumplimiento de las funciones y competencias otorgadas a la ANLA a través del Decreto Ley 3573 del 27 de septiembre de 2011¹, modificado por el Decreto 376 del 11 de marzo

¹ "Por el cual se crea la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)"



de 2020² y el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015³, específicamente lo dispuesto en el artículo 2.2.2.3.7.1 procede a dar respuesta a su solicitud en los siguientes términos:

ANTECEDENTES

Mediante Resolución 1361 de 7 de noviembre de 2014, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), en adelante ANLA, estableció un Plan de Manejo Ambiental para el desarrollo del proyecto TERMINAL MARÍTIMO PETROLERO DE COVENAS⁴, ubicado en el municipio de Coveñas - departamento de Sucre, cuyo titular es la sociedad CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S.

Mediante Resolución 383 del 8 de abril de 2015, esta Autoridad Nacional resolvió el recurso de reposición interpuesto por la solicitante, en contra de la Resolución inicialmente mencionada, reponiendo en el sentido de modificar los literales a) y b) de su artículo quinto, relacionados con la definición del Área de Influencia Directa y Área de Influencia Indirecta dentro del Golfo de Morrosquillo, para el medio socioeconómico, entre otras determinaciones.

Mediante la Resolución 2737 del 23 de noviembre de 2023, esta autoridad nacional ajustó vía seguimiento el Plan de Manejo Ambiental (PMA), en el sentido de incluir la ficha PEC-2 Educación Ambiental a Pescadores presentada por la sociedad CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S. y tomó otras determinaciones.

Mediante la Resolución 301 del 26 de febrero de 2025, esta Autoridad Nacional ajustó vía seguimiento el Plan de Manejo Ambiental (PMA) del proyecto, en el sentido de actualizar los medios abiótico y socioeconómico, teniendo en cuenta la información presentada por la solicitante mediante la comunicación con radicación 20246200243822 del 5 de marzo de 2024.

Mediante Resolución 1179 del 19 de junio de 2025, esta Autoridad Nacional resolvió recurso de reposición en contra de la Resolución 1179 del 19 de junio de 2025, en el sentido de modificar el artículo primero de la Resolución 301 del 26 de febrero de 2025, específicamente la Ficha GS-03.2 Programa de educación ambiental a pescadores del Plan de Manejo Ambiental del proyecto "Terminal Marítimo Petrolero de Coveñas".

Mediante comunicación con radicado ANLA 20256201085512 del 8 de septiembre de 2025, la Solicitante, presentó solicitud de pronunciamiento para considerar como un cambio menor o de ajuste normal dentro del giro ordinario del proyecto el desarrollo de *"la actividad de recibo e internación de Gas Natural Licuado (GNL) utilizando la infraestructura OffShore existente y en operación del Terminal Marítimo de Coveñas"*. Aplicación de los numerales 3.7, 6.1 y 6.3 del artículo 4^o de la Resolución 855 de 5 de agosto de 2022.

INFORMACIÓN PRESENTADA POR LA SOLICITANTE.

² "Por el cual se modifica la estructura de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)"

³ "Por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible"

A través de la comunicación con radicado ANLA 20256201029122 del 28 de agosto del 2025, la solicitante indicó lo siguiente:

"El Terminal Marítimo de Coveñas fue construido y opera con anterioridad a la expedición a la Ley 99 de 1993, por tanto, cuenta con un Plan de Manejo Ambiental – PMA como instrumento de manejo y control ambiental, aprobado mediante la Resolución 1361 de 7 de noviembre de 2014, modificado por la Resolución 460 de 28 de febrero de 2022, la Resolución 2737 de 23 de noviembre de 2023 y la Resolución 000301 de 26 de febrero de 2025. Estos actos administrativos están asociados al Expediente ANLA LAM 0823. Asimismo, dispone de una Concesión Marítima aprobada y otorgada por la Dirección General Marítima – DIMAR mediante el contrato 004 de 11 de enero de 2007, firmado entre el Instituto Nacional de Concesiones (hoy la Agencia Nacional de Infraestructura – ANI) y Ecopetrol S.A., y la Resolución 013 de 11 de enero de 2007, que otorgó un término de 20 años para su operación.

De lo anterior, se resalta que la infraestructura actualmente destinada a la operación del Terminal facilita la exportación del 46% del crudo producido en el país, así como contar con la capacidad de almacenamiento suficiente (más o menos 4.1 millones de barriles) que da soporte a esta actividad. En este sentido, se considera a esta infraestructura de vital relevancia, ya que permite garantizar el abastecimiento de la Refinería de Cartagena para la producción de refinados, que aseguran en gran parte la soberanía energética de todo el territorio.

(...)

En consideración con lo expuesto, y en perspectiva de habilitar la capacidad instalada y operativa del Terminal Marítimo de Coveñas como punto de recibo e internación de GNL y, en consecuencia, alternativa de solución para coadyuvar al abastecimiento de la demanda de gas natural del país en el corto plazo, CENIT ha identificado que las actividades necesarias para que Coveñas se convierta en una facilidad logística OffShore y, específicamente, en un punto de recibo de GNL, se enmarcan en las disposiciones previstas en la Resolución 855 de 5 de agosto de 2022, puntualmente, se cumplen las condiciones señaladas en el artículo 3° y, a su vez, la actividades a desarrollar se enmarcan en lo dispuesto en los numerales 3.7, 6.1 y 6.3 del artículo 4°, debido a que la operación de gas natural en el Terminal Marítimo no presenta diferencias técnicas con las actividades autorizadas para la actual operación y mantenimiento de esta infraestructura, por tanto, no se generarán impactos ambientales nuevos, distintos o adicionales a los identificados, dimensionados y evaluados en el Expediente ANLA LAM0823, razón por la cual, se cuenta con las medidas de manejo ambiental y seguimiento y monitoreo necesarias para prevenir, corregir y mitigar los impactos que se puedan llegar a manifestar.

(...)

En el marco del desarrollo del proyecto para el recibo e internación de Gas Natural Licuado (GNL) mediante una Unidad Flotante de Almacenamiento y Regasificación (FSRU, por sus siglas en inglés), se contempla la ejecución de un conjunto de actividades técnicas destinadas a permitir la conexión de dicha unidad al sistema de transporte existente en el Terminal Marítimo de Coveñas.

Las actividades propuestas se desarrollarán dentro del área expresamente autorizada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) mediante la Resolución 1361 del 7 de noviembre de 2014, correspondiente al Expediente LAM0823, la cual establece el alcance ambiental permitido para las operaciones del terminal en Coveñas. Dicho polígono ya ha sido objeto de evaluación ambiental y cuenta con medidas específicas de manejo y seguimiento, lo que permite asegurar la coherencia y compatibilidad de las nuevas actividades con lo previamente autorizado por la autoridad ambiental. Adicionalmente, la intervención se realizará en el área delimitada por la concesión portuaria vigente, otorgada mediante la Resolución 13 del 11 de enero de 2007 de la ANI, restringiéndose a zonas previamente habilitadas para operaciones OffShore. Esta estrategia permite optimizar la infraestructura existente, evitando la ocupación de nuevas áreas y reduciendo de manera significativa los potenciales impactos ambientales”.

SOLICITUD

La Solicitante pide a esta autoridad considerar la actividad de recibo e internación de Gas Natural Licuado (GNL) a través de la infraestructura offshore existente y en operación en el Terminal Marítimo de Coveñas, aprobado mediante la Resolución ANLA 1361 de 2014, como una modificación menor o un ajuste dentro del giro ordinario del proyecto previo. Asimismo, la solicitante plantea que, en caso de que se requiera, los posibles usos y aprovechamientos de recursos naturales relacionados con estos trabajos serán gestionados ante la autoridad ambiental regional competente, en este caso, Corporación Autónoma Regional de Sucre - CARSUCRE, en cumplimiento de las disposiciones regulatorias.

La solicitud presentada indica que la actividad se desarrollará estrictamente dentro de las áreas operativas ya autorizadas, sin generar ampliaciones ni intervenciones en nuevas zonas, haciendo uso de la infraestructura previamente licenciada y en operación. En este sentido, la propuesta se enmarca dentro del polígono actualmente concesionado, siendo la única novedad física la incorporación (Ubicación y amarre) de una unidad flotante de almacenamiento y regasificación (FSRU), que se amarrará en la zona marítima correspondiente a la TLU-3, ubicada dentro del área licenciada. Asimismo, se precisa que la línea de 24" mantendrán su trazado y localización original, se requiere adicionalmente la instalación de un nuevo PLEM, tendido de línea flexible entre FSRU y PLEM, acondicionamiento del ducto submarino existente, regasificación del GNL a bordo de la FSRU, inyección de gas al STN sin almacenamiento terrestre, operación y monitoreo del sistema y mantenimiento y contingencias; requiriendo únicamente adecuaciones técnicas para permitir el transporte de gas, mientras que en el componente terrestre continuarán utilizándose las mismas trampas TG-602/TG-603 y las estaciones actuales previamente autorizadas.

Las actividades licenciadas actualmente se limitan al cargue, descargue, almacenamiento y transporte de crudo y nafta, mientras que la propuesta amplía los usos operativos con la internación de GNL, su regasificación a bordo de la FSRU y el transporte del gas hacia tierra.

ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Las actividades actualmente autorizadas en el marco del Plan de Manejo Ambiental del Terminal Marítimo de Coveñas comprenden un conjunto integral de operaciones terrestres y marítimas

orientadas al manejo seguro en la exportación de hidrocarburos líquidos. Estas incluyen la recepción de crudos a través de los oleoductos que convergen en Coveñas y su posterior medición y control de calidad en la estación correspondiente, donde se verifican parámetros técnicos como API, BSW, temperatura, presión y caudal. El producto es almacenado temporalmente en tanques terrestres que permiten la segregación de calidades antes de su transporte hacia las monoboyas TLU-1 y TLU-3, mediante bombeo a través de oleoductos submarinos. En el componente marítimo, las operaciones abarcan el amarre, conexión, transferencia, desamarre y salida de buques tanque, así como el soporte logístico del muelle de servicios, que provee energía, agua industrial y sistemas contra incendios a las embarcaciones menores. Adicionalmente, se ejecutan rutinas de mantenimiento de la infraestructura, tales como inspecciones submarinas con ROV, recambio de mangueras y ánodos de sacrificio, aplicación de recubrimientos anticorrosivos, pruebas de integridad de ductos y la reparación de equipos asociados como monoboyas y sistemas SCADA.

Estas actividades se complementan con el apoyo marítimo y de seguridad, incluyendo maniobras de remolque, control de tráfico marítimo y vigilancia en el área de fondeo; estas serán otorgadas y supervisadas por la Dirección General Marítima (DIMAR). En paralelo, se desarrolla la gestión ambiental mediante la implementación de programas de monitoreo de agua, sedimentos y biodiversidad, el manejo de residuos peligrosos y el control de emisiones evaporativas (VOC). Finalmente, se encuentra en operación el Plan de Contingencia, que contempla la realización periódica de simulacros de derrames, la activación de barreras de contención y la respuesta con embarcaciones especializadas, garantizando la preparación y capacidad de respuesta ante posibles emergencias.

REGASIFICACIÓN

La regasificación se realizará mediante la conversión del GNL en estado gaseoso en el terminal marítimo de Coveñas, utilizando la infraestructura existente del terminal, previamente autorizada y en operación.

El GNL transferido de los metaneros se gasifica en vaporizadores, usando agua de mar (open loop) o un sistema alternativo. La descarga de agua de refrigeración será controlada, con un impacto ambiental mínimo, regulado en un rango de temperatura comunicado, con una variación de hasta +/- 3°C respecto al medio marino circundante, para evitar afectaciones en las comunidades marinas.

La actividad incluye la recepción del GNL en las instalaciones offshore, su internación y posterior proceso de recuperación del estado gaseoso para su transporte y distribución en el Sistema de Transporte Nacional. El gas resultante se conduce al PLEM y a la línea submarina.

INFRAESTRUCTURA

La infraestructura actual del Terminal Marítimo de Coveñas constituye un sistema integrado tierra-mar diseñado para la recepción, almacenamiento y transferencia segura de hidrocarburos líquidos, cuyo funcionamiento se encuentra amparado por el Plan de Manejo Ambiental aprobado



mediante la Resolución 1361 de 2014 dentro del expediente ANLA LAM0823. En su componente costa afuera, el terminal dispone de dos monoboyas (TLU-1 y TLU-3) como puntos de cargue y descargue de crudo, interconectadas mediante trenes de mangueras flotantes y submarinas a un sistema de ductos que conforma un triángulo de redundancia y flexibilidad: una línea de 24" entre tierra y TLU-3 (~16 kilómetros), una línea de 36" entre tierra y TLU-1 (~10 kilómetros) y una línea de 36" entre TLU-1 y TLU-3 (~6 kilómetros).

Estos sistemas se complementan con un colector submarino (PLEM), válvulas de seguridad (HOV, ERS) y apoyo permanente de embarcaciones especializadas para maniobras, transporte de personal y control de emergencias. En su componente terrestre, el terminal cuenta con trampas de recepción TG-602 y TG-603, estaciones de medición, filtración y control de flujo y calidad, así como un sistema de almacenamiento con capacidad aproximada de 4,1 millones de barriles de crudo, que se articula con áreas administrativas, talleres, bodegas y muelle de servicios. En conjunto, esta infraestructura refleja una configuración técnica robusta que asegura la continuidad operativa y el cumplimiento de estándares ambientales y de seguridad en la operación portuaria y de transporte de hidrocarburos.

La propuesta presentada por la Solicitante plantea un conjunto de adecuaciones puntuales sobre la infraestructura existente, orientadas a habilitar la operación de importación y regasificación de GNL mediante una Unidad Flotante de Almacenamiento y Regasificación (FSRU). En el componente costa afuera, se proyecta el amarre de la FSRU en la zona de la TLU-3, la cual recibirá el GNL desde buques metaneros mediante operaciones Ship-to-Ship (STS) y lo regasificará a bordo. Para la conexión con el sistema actual, se instalará un tren de mangueras criogénicas dotadas de sistemas de liberación de emergencia (ERS), garantizando la seguridad operativa en condiciones criogénicas. Asimismo, se reutilizará la línea submarina de 24", la cual será drenada, limpiada, probada y posteriormente lastrada con mantas de concreto, de manera que pase de transportar crudo a conducir gas natural. El PLEM también será objeto de revisiones, cambios y adecuaciones específicas, a fin de asegurar su compatibilidad con el flujo gaseoso y las conexiones de la FSRU. En el componente terrestre, se mantendrán las trampas TG-602 y TG-603 como puntos de recepción, realizándose únicamente ajustes menores en las estaciones de medición y control, consistentes en la calibración y actualización de equipos para condiciones propias del gas. Adicionalmente, se fortalecerá el sistema de monitoreo y telemetría en tiempo real, sin requerir nuevas áreas operativas, ni ampliación del polígono licenciado. La diferencia sustancial frente a la operación actual radica en que el Terminal, concebido hasta ahora para operaciones exclusivas con crudo (cargue, descargue, almacenamiento y transporte), se habilitaría para recibir GNL importado, transformarlo en gas natural seco a través de la FSRU y entregarlo directamente al Sistema de Transporte Nacional, sin almacenamiento local en tanques terrestres.

Adicionalmente, en la comunicación del asunto, la solicitante anexó la siguiente información:

- Información cartográfica de la solicitud de cambio menor.
- Comprobante de pago por el servicio de evaluación.

CONSIDERACIONES DE LA ANLA

Con fundamento en la información aportada por la solicitante en la comunicación con radicado ANLA 20256201029122 del 28 de agosto del 2025 y la que reposa en el expediente LAM0823, la ANLA emite las siguientes consideraciones, en relación con la solicitud de pronunciamiento para considerar como cambio menor o de ajuste normal dentro del giro del proyecto autorizado, el recibo e internación de Gas Natural Licuado (GNL) utilizando la infraestructura OffShore existente y en operación del Terminal Marítimo de Coveñas.

a. Autorizaciones relacionadas con las actividades solicitadas mediante cambio menor dentro del licenciamiento ambiental

Mediante Resolución 1361 de 07 de noviembre de 2014, "Por la cual se estableció un Plan de Manejo Ambiental y se tomaron otras determinaciones", la ANLA estableció:

(...)

ARTÍCULO SEGUNDO. Establecer el Plan de Manejo Ambiental a la empresa CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S., para el Terminal Marítimo Petrolero de Coveñas, ubicado en el municipio de Coveñas en el departamento de Sucre, Golfo de Morrosquillo.

(...)

ARTÍCULO DÉCIMO QUINTO. No se autoriza a la empresa CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S., el desarrollo de nuevos proyectos, obras y actividades tales como: la instalación y/o construcción de nueva infraestructura o ampliación de la ya existente, de conformidad a lo expuesto en la parte motiva.

(...)

ARTÍCULO DÉCIMO SÉPTIMO. No se autoriza a la empresa CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S., la optimización del Terminal Marítimo Petrolero de Coveñas en relación al incremento de la capacidad de almacenamiento del mismo con infraestructura en mar, de conformidad a lo expuesto en la parte motiva.

(...)

ARTÍCULO VIGÉSIMO SEXTO. En caso de presentarse durante el tiempo de ejecución de las actividades que se autoriza, efectos ambientales no previstos, la beneficiaria del Plan de Manejo Ambiental establecido mediante la presente resolución, deberá suspender las obras e informar de manera inmediata a esta autoridad ambiental para que determine y exija la adopción de las medidas correctivas que considere necesarias, sin perjuicio de las medidas que se debe tomar para impedir la degradación del medio ambiente.

El incumplimiento en la aplicación de dichas medidas dará lugar a la imposición de las sanciones legales vigentes, a que haya lugar.

Mediante Resolución 2737 de 23 de noviembre de 2023, "Por la cual se realiza un ajuste vía seguimiento y se toman otras determinaciones", la ANLA estableció:

(...)



ARTÍCULO PRIMERO. *Ajustar vía seguimiento el Plan de Manejo Ambiental – PMA establecido mediante la Resolución 1361 de 7 de noviembre de 2014 para el proyecto “Terminal Marítimo Petrolero de Coveñas”, en el sentido de incluir la ficha PEC-2 Educación Ambiental a Pescadores (...)*

Posteriormente, la Resolución 000301 de 26 de febrero de 2025, “Por la cual se efectúa un ajuste vía seguimiento”, la ANLA estableció:

(...)
ARTÍCULO PRIMERO. *AJUSTAR vía seguimiento el Plan de Manejo Ambiental – PMA – del proyecto “Terminal Marítimo Petrolero de Coveñas”, en el sentido de actualizar los medios abiótico y socioeconómico (...)*

PARÁGRAFO: *El reporte de la implementación de los anteriores programas, se deberá informar a partir del Informe de Cumplimiento Ambiental del periodo 2025.*

(...)
ARTÍCULO SEGUNDO. *AJUSTAR vía seguimiento el Plan de Seguimiento y Monitoreo - PSM- del proyecto “Terminal Marítimo Petrolero de Coveñas”, en el sentido de actualizarlo, teniendo en cuenta la información presentada por la sociedad titular del instrumento de manejo y control CENIT Transporte y Logística de Hidrocarburos S.A.S.*

(...)
PARÁGRAFO: *El reporte de la implementación de los anteriores programas, se deberá informar a partir del Informe de Cumplimiento Ambiental del periodo 2025. (...)*

b. Localización de la solicitud de cambio menor en áreas autorizadas del proyecto

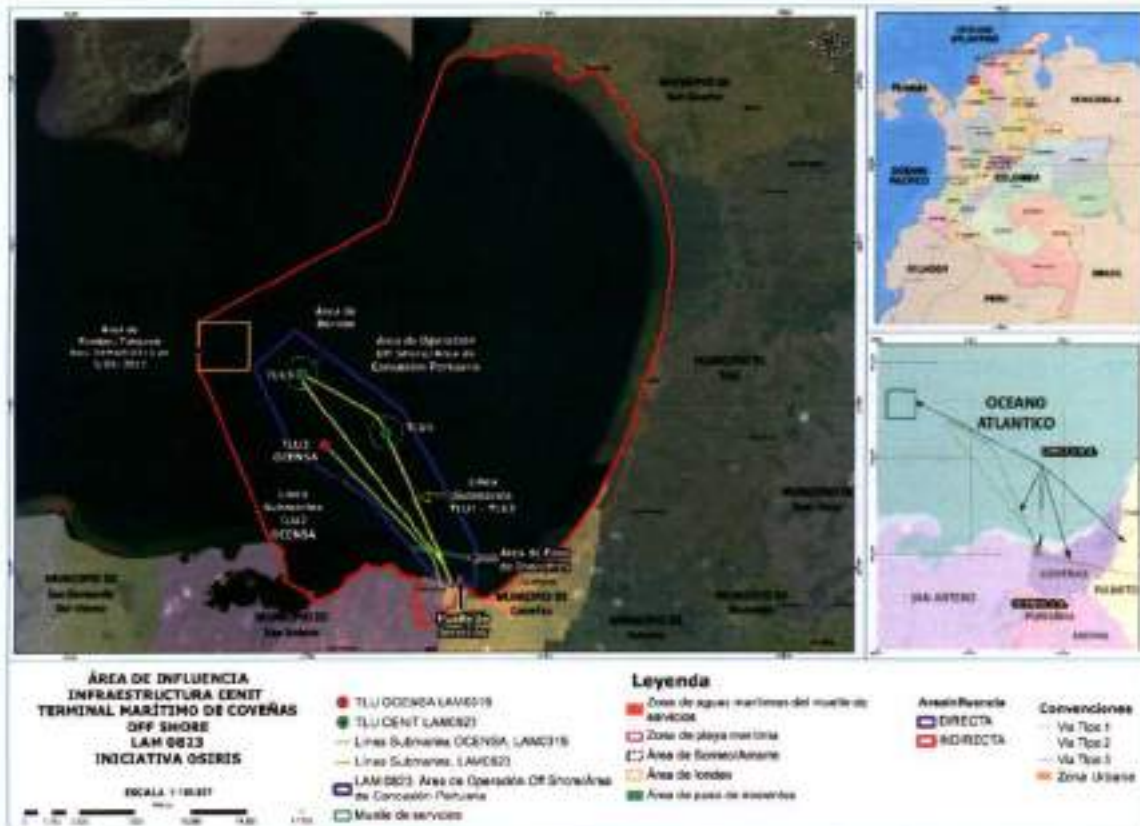
Teniendo en cuenta las coordenadas suministradas por la Solicitante a través del radicado ANLA 20256201029122 del 28 de agosto de 2025, se evidenció a través del GEOVISOR de ANLA, que la infraestructura necesaria para el desarrollo la actividad se encuentra localizada dentro del área del proyecto y de influencia directa establecida para el proyecto (Figura 1 y Figura 2).

De esta manera, la propuesta no implica modificación del polígono licenciado ni la inclusión de nuevas áreas de intervención, sino que plantea la utilización de la misma área licenciada del Terminal Marítimo de Coveñas, con un ajuste en los usos operativos orientados a la importación de GNL y su regasificación en la FSRU.

El análisis comparativo entre el área licenciada vigente y la propuesta de la Solicitante permite establecer que la actividad se circunscribe a la misma localización general, en el municipio de Coveñas, departamento de Sucre, dentro del Golfo de Morrosquillo, sin modificaciones espaciales ni incorporación de nuevas áreas. En la zona marítima se conserva el polígono concesionado que incluye las unidades de cargue TLU-1 y TLU-3, los ductos submarinos y el PLEM; la novedad consiste en la incorporación de una unidad flotante de almacenamiento y regasificación (FSRU), que se amarrará en la zona de TLU-3 sin alterar

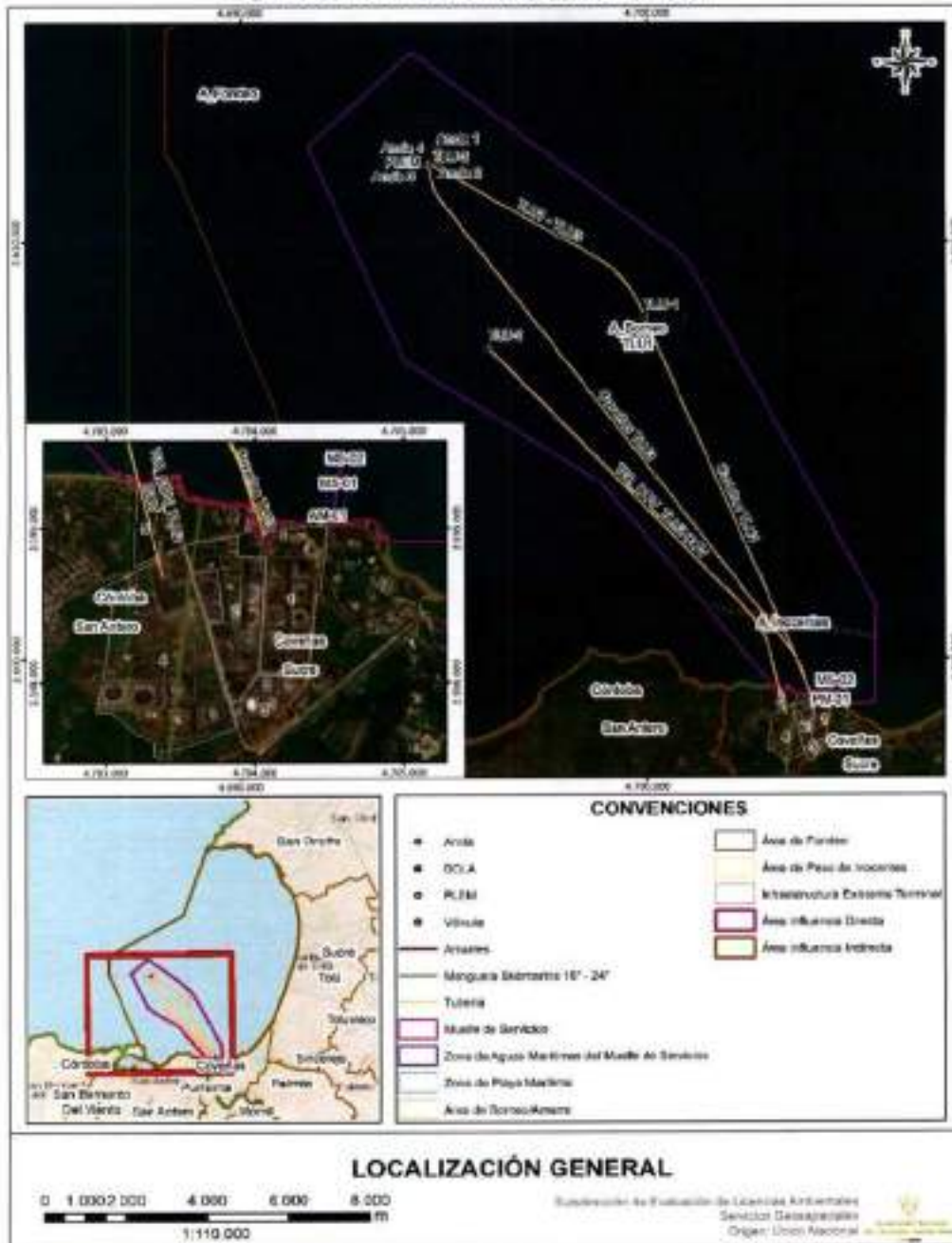
la delimitación existente. En el componente terrestre tampoco se proyectan cambios, ya que se continuará utilizando la infraestructura autorizada, en particular las trampas TG-602 y TG-603 y las estaciones de filtración y medición. La extensión licenciada, cercana a 8,3 ha en las áreas marítimas y portuarias directas, permanece inalterada, al igual que la infraestructura de soporte (tanques, monoboyas, PLEM y oleoductos submarinos), que únicamente requerirá adecuaciones técnicas para permitir el transporte de gas.

Figura 1. Área de influencia del Terminal Marítimo de Coveñas



Fuente: Anexo 1, radicado ANLA 20256201029122 del 28 de agosto del 2025

Figura 2. Localización del cambio menor



Fuente: Grupo de Servicios Geoespaciales de la ANLA, con base en radicado ANLA 20256201029122 del 28 de agosto del 2025

Fecha de imagen: 3 de septiembre de 2025

El proyecto se desarrolla en el Terminal Marítimo de Coveñas, localizado en un polígono concesionado que se encuentra debidamente amparado por la Resolución 1361 de 2014 (LAM0823) y sujeto a la regulación, permisos y supervisión de la Dirección General Marítima (DIMAR). La operación actual abarca tanto áreas marítimas como terrestres: en el ámbito marítimo se incluyen las plataformas TLU-1 y TLU-3, las líneas submarinas de transporte de hidrocarburos y el PLEM, mientras que en tierra se encuentran las instalaciones de recepción TG-602 y TG-603, equipadas con sistemas de medición, filtración, control y almacenamiento de crudo. Adicionalmente, el área de fondeo destinada a los buques tanqueros, denominada "Área de Fondeo Tanqueros", se ubica a 4,5 millas náuticas al oeste de la plataforma TLU-3; esta zona no forma parte del área concesionada ni de la zonificación de manejo establecida para el terminal, estando regulada directamente por DIMAR y excluida de las autorizaciones vigentes para las actividades del proyecto.

En la propuesta de internación de gas natural licuado (GNL) presentada por la solicitante, se mantiene la operación dentro del mismo municipio y polígono concesionado, sin requerir ampliación de áreas, ni modificación de los límites autorizados. La FSRU se ubicará dentro de la zona de TLU-3, asegurando que su instalación no implique ocupación adicional de espacio ni alteración del polígono marítimo existente. La línea submarina de 24" seguirá el trazado actualmente autorizado y operativo, sin construcción de ductos nuevos, y en tierra el ingreso se realizará a través de las trampas TG-602 y TG-603, ya licenciadas, garantizando el uso exclusivo de la infraestructura existente. De esta manera, la propuesta constituye un cambio menor de operación, en el cual el único elemento novedoso corresponde a la incorporación física de la FSRU, la cual se amarra dentro del área concesionada y el cambio de infraestructura como el PLEM y las tuberías flotantes.

No obstante, este ajuste funcional no implica ampliación de área ni intervención en nuevas zonas, sino la optimización de la infraestructura ya aprobada y concesionada bajo licencia ambiental. En este sentido, la ANLA considera que la evaluación de la propuesta debe centrarse en los cambios operativos asociados al nuevo uso del terminal y en las implicaciones ambientales derivadas de la incorporación de la FSRU y cambio en alguna infraestructura por el cambio de la molécula a gas, dado que el polígono, la extensión física y los componentes principales de la infraestructura se mantienen sin variación frente a lo previamente autorizado.

Para la ANLA, este planteamiento asegura la continuidad operacional en la misma localización del terminal, manteniendo la zonificación de manejo vigente, cumpliendo con la normativa aplicable y evitando afectaciones a áreas no autorizadas, reafirmando la compatibilidad de la propuesta con la licencia vigente y el polígono concesionado.

c. Verificación de las áreas a intervenir en el marco de la Zonificación de Manejo Ambiental (ZMA)

La ANLA se permite reconocer que la ZMA constituye un instrumento técnico que organiza el área licenciada del Terminal de Coveñas en unidades espaciales con características,

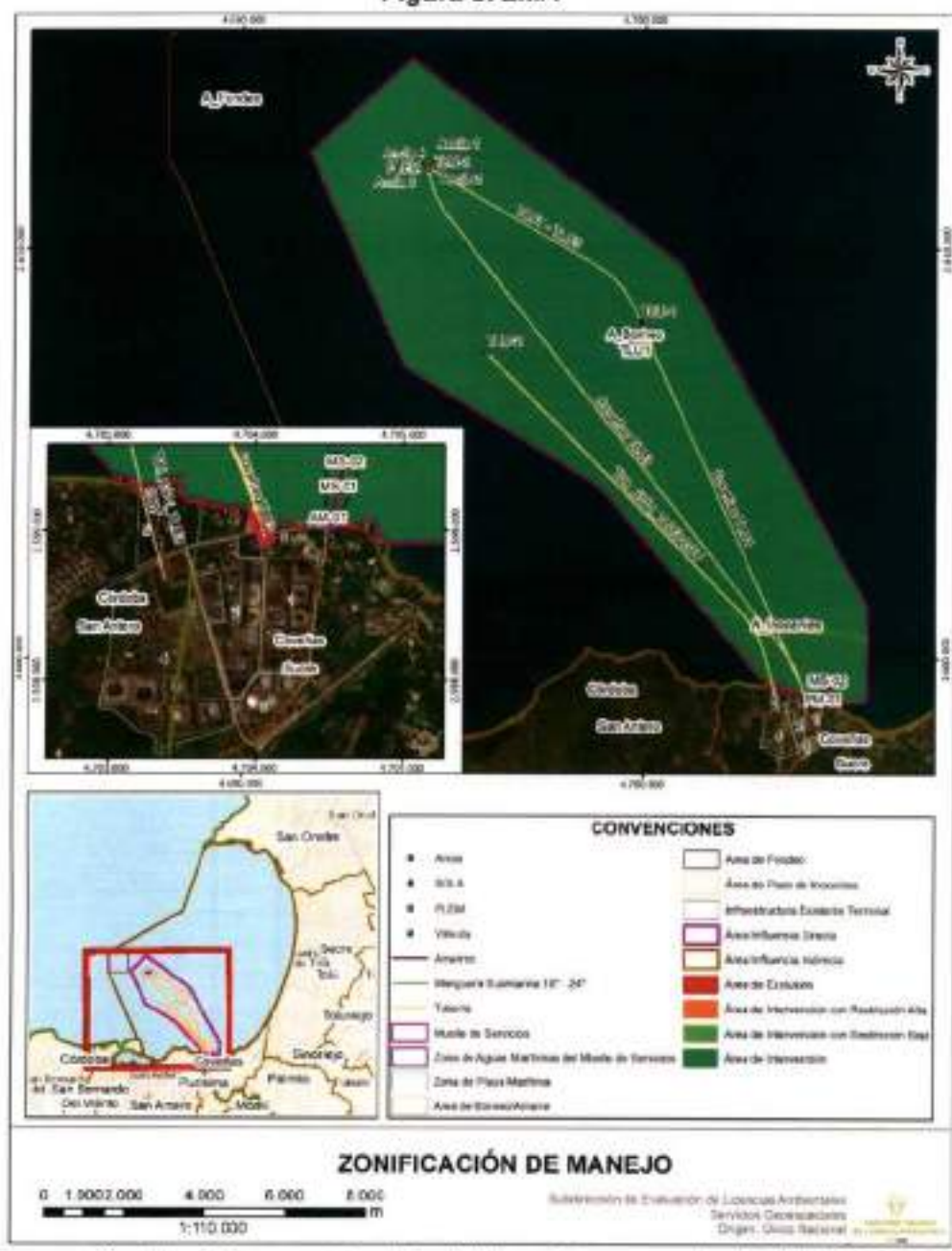
riesgos y medidas diferenciadas, lo que permite focalizar la gestión ambiental y facilitar la implementación de las fichas de manejo y programas del Plan de Manejo Ambiental (PMA).

Esta zonificación integra tanto la infraestructura terrestre como la marítima y sus áreas de influencia, clasificando los espacios en tres categorías principales: (i) áreas operativas o de intervención sin restricciones – incluye toda la zona marina, donde se desarrollan actividades de cargue, descargue, transporte y conexión de ductos (TLU-1, TLU-3, PLEM, líneas submarinas y trampas TG-602/603), autorizadas bajo la Resolución 1361 de 07 de noviembre de 2014; (ii) áreas de servicios y apoyo, correspondientes a infraestructura de soporte logístico y administrativo (talleres, bodegas, patios de operación, muelles de servicios); y (iii) áreas de protección o exclusión, localizadas por fuera del polígono concesionado, asociadas a ecosistemas sensibles y comunidades (manglares, pastos marinos, zonas de pesca artesanal), que no permiten intervención directa y están sujetas a medidas de control del PMA. La delimitación espacial se encuentra formalmente definida: un polígono marítimo de 7,61 hectáreas (incluyendo zonas adyacentes, muelle de servicios de 0,57 hectáreas y 0,12 hectáreas de playa marítima) y un polígono terrestre que comprende patios, tanques, estaciones y áreas administrativas, con coordenadas oficiales registradas por la ANI y DIMAR.

La ZMA del Terminal de Coveñas establece tres categorías diferenciadas que se mantienen sin modificación en la propuesta de la Solicitante. En las áreas operativas sin restricciones, actualmente autorizadas para el cargue y descargue de hidrocarburos líquidos —que incluyen TLU-1, TLU-3, el PLEM, las líneas submarinas de 24" y 36" y las trampas TG-602/603—, se plantea dar continuidad al uso, incorporando la FSRU en la TLU-3, la adecuación de la línea de 24" para gas natural y los ajustes del PLEM. En las áreas de servicios y apoyo, compuestas por talleres, bodegas, patios de operación, el muelle de servicios, las instalaciones administrativas y los tanques terrestres de almacenamiento (~4,1 millones de barriles), no se proponen modificaciones estructurales, salvo que los tanques de almacenamiento dejan de usarse para gas y las estaciones de medición y control continúan operativas. Por su parte, las áreas de protección o exclusión —donde se ubican ecosistemas sensibles como manglares, pastos marinos, zonas de pesca artesanal y espacios residenciales/turísticos externos al polígono concesionado— mantienen la condición de no intervención, dado que la propuesta no implica ampliación de área ni nuevas zonas de ocupación.

Finalmente, la extensión espacial del polígono, que abarca aproximadamente 8,3 hectáreas en zonas marítimas y portuarias más las instalaciones terrestres existentes, se conserva sin cambios, al tratarse únicamente de un ajuste en el producto y el uso operativo de la infraestructura actual dentro de la misma delimitación previamente autorizada.

Figura 3. ZMA



Fuente: Grupo de Servicios Geoespaciales de la ANLA, con base en radicado ANLA 20256201029122 del 28 de agosto del 2025
Fecha de imagen: 3 de septiembre de 2025

d. Validación de intervención previa a la presentación de la solicitud de cambio menor

El área licenciada y de influencia del terminal presenta una combinación de unidades de cobertura terrestre y marinas que incluyen áreas industriales y portuarias, zonas urbanas y turísticas, playas y dunas, manglares, praderas de pastos marinos, vegetación secundaria y rastrojos, áreas agropecuarias, así como cuerpos de agua dulce y salobre. La Solicitante afirma que la cobertura terrestre se mantiene intacta, dado que no se proyecta la construcción de nuevas instalaciones en tierra, conservándose las unidades de cobertura existentes y sus niveles de sensibilidad asociados: ecosistemas naturales como manglares, pastos marinos, playas y sistemas acuáticos presentan muy alta sensibilidad por su biodiversidad y vulnerabilidad; áreas industriales y portuarias muestran alta sensibilidad debido a riesgos tecnológicos; vegetación secundaria y zonas urbanas presentan sensibilidad media; mientras que las áreas agropecuarias y ganaderas, ya significativamente transformadas, se clasifican como de baja a media sensibilidad.

Por otra parte, en el medio marino se modifica el perfil de riesgo, aunque se elimina la amenaza principal de derrames oleosos sobre playas, manglares y praderas de pastos marinos. La Solicitante identifica que emerge un impacto térmico asociado a las descargas de agua de mar utilizadas en los procesos de regasificación el cual no había sido dimensionado en el instrumento de manejo y control, pero que corresponde a un impacto asociado directamente al permiso de vertimiento que deberá ser otorgado por CARSUCRE. Sin embargo, esta autoridad revisando las descripciones técnicas y operativas del proceso considera que el impacto identificado y calificado anteriormente para este componente denominado como "*Afectación a la calidad de agua superficial*", cubija la afectación posible por este intercambio térmico.

Con la propuesta presentada por la Solicitante en cuanto a la infraestructura en el esquema actual del Terminal Coveñas, inicialmente diseñado y autorizado para el manejo de crudo, no se proyecta ampliación de la superficie terrestre, por lo cual se mantendrá la infraestructura existente y las coberturas naturales y antrópicas, sin embargo, será necesario aplicar adecuaciones técnicas orientadas a la operación con GNL y gas natural.

En el componente costa afuera, las monoboyas TLU-1 y TLU-3 continuarán operativas, siendo esta última el nodo principal para la conexión de la FSRU, el reemplazo del PLEM y tendido de las líneas de mangueras flexibles se realizarán en las mismas ubicaciones actuales.

En el componente terrestre, las trampas TG-602 y TG-603, actualmente destinadas a la recepción de crudo, se emplearán para la recepción de gas natural, previa calibración de parámetros de presión y flujo; de igual forma, las estaciones de medición y control requerirán ajustes menores para adaptarse a la operación con gas seco e integrarse al sistema de monitoreo en tiempo real. Teniendo en cuenta eso, la infraestructura portuaria consolidada, los patios de tanques, trampas, muelle de servicios, líneas submarinas y monoboyas será reutilizada, incorporándose únicamente la FSRU en la zona de TLU-3, sin incremento de huella terrestre, constituyendo un cambio exclusivamente operativo.

Las zonas urbanas y turísticas, incluyendo el núcleo urbano de Coveñas y las playas adyacentes, no presentan modificaciones en su cobertura; la interacción se limita a riesgos indirectos en caso de contingencias marítimas. Los manglares presentes en las áreas circundantes del golfo de Morrosquillo se mantienen fuera del polígono operativo, con medidas del PMA que continúan garantizando su protección, y presentan un riesgo reducido frente a hidrocarburos (gas).

El bosque seco tropical, fragmentado y degradado por urbanización y ganadería, así como los pastos y rastrojos en áreas periurbanas y rurales, no experimentan cambios en cobertura ni en uso. Así mismo, las playas y dunas, sensibles históricamente a derrames de crudo, conservan su cobertura con un riesgo significativamente menor frente a operaciones de gas.

En el medio marino, los pastos marinos del Golfo de Morrosquillo no enfrentan un cambio en el tipo de riesgo de acuerdo con las actividades propuestas en el cambio menor. Los fondos marinos arenosos y lodosos, soporte de PLEM, monoboyas y líneas submarinas, mantienen su cobertura, con intervenciones puntuales consistentes en la adición de lastre de concreto para la línea de 24".

Con base en lo anteriormente enunciado, las modificaciones operativas propuestas implican que la cobertura terrestre, de playa y marinas permanezcan estables.

1. Cuando el titular de la licencia ambiental pretenda modificar el proyecto, obra o actividad de forma que se generen impactos ambientales adicionales a los ya identificados en la licencia ambiental.

Respecto al numeral 1, La Solicitante argumentó lo siguiente:

"(...) se identifica que el desarrollo de la operación de importación de GNL no implica nuevas afectaciones sobre los componentes ambientales, más allá de aquellas ya consideradas y evaluadas en el marco del instrumento ambiental previamente otorgado, ni tampoco requiere nuevas áreas de intervención o modificación de la infraestructura existente.

No obstante, en atención a los principios de prevención, precaución y mejoramiento continuo, se ratifican las medidas de manejo ambiental definidas para la operación del Sistema Terminal Marítimo de Coveñas, las cuales deben ser implementadas en concordancia con las actividades propias del proceso de importación. (...)"

La ANLA tuvo presente las siguientes consideraciones:

Los impactos ambientales asociados actualmente al Terminal Marítimo de Coveñas se concentran principalmente en la posible contaminación marina por hidrocarburos, complementados por emisiones atmosféricas derivadas de la operación, generación de ruido, disposición de residuos y potenciales afectaciones de carácter socioeconómico; el plan de manejo ambiental actualizado por la Solicitante en el 2024, incluyó la homologación de los impactos de acuerdo con el listado de impactos ambientales (Minambiente, 2020).

De acuerdo con la revisión documental se considera que la actividad proyectada no generará impactos nuevos ni adicionales a los ya identificados, actualizados y evaluados en el marco del PMA vigente, en este sentido, no se prevén efectos acumulativos o sinérgicos adicionales.

Para su manejo, el Plan de Manejo Ambiental (PMA) y el Plan de Contingencia constituyen los instrumentos rectores, ambos bajo la supervisión y control de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y la Dirección General Marítima (DIMAR), los cuales establecen medidas de prevención, mitigación, control y respuesta ante incidentes.

Así mismo, cada ficha del Plan de Manejo Ambiental (PMA) constituye una acción específica diseñada para mitigar o controlar un impacto previamente identificado, mientras que las fichas del Programa de Seguimiento y Monitoreo (PSM) operan como su complemento, al establecer indicadores que permiten verificar la eficacia de dichas acciones en la práctica. En el caso del Terminal Marítimo de Coveñas, los componentes con mayor cobertura corresponden a los medios agua/marino, dada la relevancia de prevenir y atender los riesgos asociados a posibles derrames de hidrocarburos; en segundo término, se incluyen aspectos socioeconómicos y de seguridad operacional.

Las fichas de manejo y de seguimiento asociadas al proyecto permiten evidenciar la integralidad de la gestión ambiental implementada, ya que cada una se articula a un componente específico y responde a un impacto claramente identificado en el área de influencia. En el componente socioeconómico se incluyen acciones como la Ficha PGS-1: Información y Comunicaciones, orientada a prevenir desinformación, percepciones negativas y conflictos comunitarios, y la Ficha PGS-2: Educación Ambiental (PEO-1), dirigida a fortalecer la conciencia ambiental y corregir prácticas inadecuadas que generan contaminación.

En el ámbito de la biodiversidad marina (medio biótico) las medidas de manejo están contenidas dentro de los programas de los medios abiótico y socioeconómico (pesca), sin embargo dentro del plan de seguimiento y monitoreo se destacan la Ficha PMRN-6: Monitoreo de Arrecifes de Coral y la Ficha PMRN-7: Monitoreo de Bentos, cuyo objetivo es detectar oportunamente la pérdida o deterioro de comunidades coralinas y bentónicas por efectos de derrames, turbidez o acumulación de hidrocarburos en sedimentos; así como la Ficha PSM-4 y la Ficha PSM-5, que refuerzan estos monitoreos en el marco del programa de seguimiento de otras comunidades biológicas de la columna de agua (necton y plancton).

En cuanto al componente agua marina y costera, se contempla la Ficha PMRN-8: Monitoreo de Agua Marina, destinada a controlar la calidad de agua frente a posibles descargas contaminantes, junto con la Ficha PSM-6: Monitoreo de Agua Marina – VLCC, centrada en el riesgo asociado a operaciones offshore de cargue y descargue, y la Ficha PSM-7: Gestión y Control de Aguas de Lastre, que busca prevenir la introducción de especies invasoras y la contaminación por descargas no autorizadas.

De igual manera, el componente de seguridad operacional se aborda mediante fichas como la POMO-3: Señalización, la POMO-4: Mantenimiento de Líneas y la POMO-5: Mantenimiento de TLU (monoboyas), enfocadas en prevenir accidentes marítimos, derrames por fugas en oleoductos o fallas en sistemas de cargue y descargue, además de controlar emisiones evaporativas. A estas se suma la Ficha POMO-6: Transporte y Movilización de Equipos, que atiende los impactos en aire y ruido por tránsito marítimo y terrestre, y la Ficha POS-1: Información y Comunicaciones en Seguridad, orientada a la gestión efectiva de emergencias tecnológicas. En el componente aire y ruido, además del control operacional, se incluye la Ficha PSM-9: Monitoreo de Calidad del Aire y Ruido, que mide emisiones de VOC, NOx y SOx de tanques, remolcadores y buques, junto con los niveles de ruido industrial y marítimo.

Finalmente, en los componentes suelo y agua se identifican medidas como la Ficha POMO-4 y la Ficha PDA-1: Desmantelamiento y Abandono, que buscan evitar contaminación por fugas, disposición inadecuada de residuos peligrosos o abandono de infraestructura. En la biodiversidad costera, la Ficha PSM-8: Monitoreo de Manglar evalúa la pérdida de cobertura y las funciones ecológicas de este ecosistema estratégico ante eventuales contaminaciones. Y en el componente socioeconómico se incorpora la Ficha PSM-1: Seguimiento a la Operación Socialmente Responsable, que atiende percepciones sociales

y potenciales afectaciones sobre actividades sensibles como la pesca artesanal y el turismo. En conjunto, este sistema de fichas refleja un enfoque preventivo y correctivo, articulado a la normatividad vigente, que busca mitigar los impactos más relevantes, garantizar la sostenibilidad ambiental del terminal y responder a las exigencias de la autoridad ambiental en materia de seguimiento y mejora continua.

Desde la adopción del PMA mediante la Resolución 1361 de 2014 y sus modificaciones posteriores (incluida la actualización aprobada vía seguimiento ambiental en el 2025), las medidas de manejo ambiental están en plena vigencia para la fase de operación y mantenimiento, con evidencia de cumplimiento verificada en las visitas de seguimiento realizadas por la ANLA. No obstante, a partir de los resultados de dichos seguimientos, la ANLA ha requerido ajustes orientados a fortalecer la calidad y la precisión de los programas, buscando un enfoque más robusto, cuantitativo y estandarizado que permita garantizar la comparabilidad de resultados, identificar tendencias en el tiempo y evaluar de manera más efectiva los impactos acumulativos sobre el área de influencia del proyecto.

En relación con la solicitud de incorporar la actividad de recibo e internación de Gas Natural Licuado (GNL) mediante la infraestructura offshore existente y en operación del Terminal, se determina que las fichas de manejo ambiental vigentes del PMA y del PSM son suficientes para garantizar la adecuada gestión de los impactos ambientales, toda vez que los impactos asociados a esta actividad corresponden a los ya previstos y evaluados en el PMA autorizado por la Resolución 1361 de 7 de noviembre de 2014 y sus modificaciones posteriores.

2. **Quando al otorgarse la licencia ambiental no se contemple el uso, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales renovables, necesarios o suficientes para el buen desarrollo y operación del proyecto, obra o actividad.**
3. **Quando se pretendan variar las condiciones de uso, aprovechamiento o afectación de un recurso natural renovable, de forma que se genere un mayor impacto sobre los mismos respecto de lo consagrado en la licencia ambiental.**

Respecto al numeral 2 y 3, la Solicitante argumentó lo siguiente:

"(...) el Artículo Vigésimo Segundo de la Resolución 1361 del 7 de noviembre de 2014, mediante la cual se aprueba el Plan de Manejo Ambiental del Terminal Marítimo de Coveñas, establece expresamente que dicho instrumento de control y seguimiento ambiental no confiere permisos, concesiones o autorizaciones para el uso o aprovechamiento de recursos naturales.

En este sentido, y considerando el alcance normativo del citado artículo, cualquier requerimiento para el uso o aprovechamiento de recursos naturales asociado a la ejecución del proyecto será tramitado ante la autoridad ambiental regional competente (CARSUCRE). (...)"

En este sentido, se precisa que la ANLA no tiene competencia para otorgar directamente los permisos siendo necesario que estos trámites se continúen adelantando ante CARSUCRE como autoridad ambiental regional.

4. Cuando el titular del proyecto, obra o actividad solicite efectuar la reducción del área licenciada o la ampliación de la misma con áreas lindantes al proyecto.

De acuerdo con la localización de la infraestructura a utilizar para el desarrollo de las actividades ubicación y amarre de la FSRU, instalación de un nuevo PLEM, tendido de línea flexible entre FSRU y PLEM, acondicionamiento del ducto submarino existente, regasificación del GNL a bordo de la FSRU, inyección de gas al STN sin almacenamiento terrestre, operación y monitoreo del sistema y mantenimiento y contingencias, la ANLA identificó que las mismas se localizan dentro del área del proyecto y ya se encuentra conformada y operativa, por lo tanto, la actividad objeto de pronunciamiento no implica una ampliación o reducción del área licenciada.

Finalmente, es importante precisar que lo señalado en los numerales 5, 6, 7, 8 y 9 del Artículo 2.2.2.3.7.1 del Decreto 1076 de 2015 no aplica para la presente solicitud.

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto mediante radicado ANLA 20256201029122 del 28 de agosto del 2025, esta Autoridad Nacional considera que la solicitud presentada por la sociedad CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S., para habilitar la actividad de recibo e internación de Gas Natural Licuado (GNL) en el Terminal Marítimo de Coveñas, utilizando la infraestructura offshore existente, no se adecúa a ninguna de las causales de modificación de la licencia ambiental establecidas en el artículo 2.2.2.3.7.1 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015. Por lo tanto, en consecuencia, y considerando que no se proyectan nuevas obras de gran magnitud ni expansión del área licenciada, se enmarca en las disposiciones del artículo 4 de la Resolución 855 de 2022 que regulan los cambios menores o ajustes normales dentro del giro ordinario de los proyectos de hidrocarburos.

En caso de generarse una demanda, uso y/o aprovechamiento de recursos naturales, los mismos deberán tramitarse de manera previa al inicio de las actividades ante la Autoridad Ambiental Regional, la cual, y de acuerdo con la jurisdicción del proyecto corresponde a la Corporación Autónoma Regional de Sucre - CARSUCRE.

La sociedad CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S., deberá presentar en los respectivos Informes de Cumplimiento Ambiental (ICA), las acciones ejecutadas para el desarrollo de la actividad autorizada como modificación menor o de ajuste normal dentro del giro ordinario del proyecto. Igualmente, deberá dar cumplimiento estricto e integral y a cabalidad con las medidas de manejo ambiental y demás obligaciones establecidas en el instrumento de manejo y control ambiental del proyecto y sus modificaciones.

De acuerdo con la solicitud realizada por la sociedad CENIT TRANSPORTE Y LOGISTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S., y en el marco de las actividades consideradas como cambio menor del presente pronunciamiento, de ser necesario, se debe actualizar el Plan de Contingencias, en su componente ambiental, de acuerdo con lo establecido en el artículo 2.3.1.5.2.8.1 del Decreto 1081 de 2015, por medio del cual se expide el Decreto Reglamentario Único del Sector Presidencia de la República. En cumplimiento de esta obligación será objeto de verificación en el marco de control y seguimiento que ejerce a esta Autoridad Ambiental.

Por otra parte, se informa a la sociedad CENIT TRANSPORTE Y LOGISTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S., que si la ANLA dentro de la función de control y seguimiento ambiental que efectúa al proyecto licenciado, advierte el desarrollo de actividades que no correspondan o sean diferentes a las descritas y aprobadas como cambio menor o de ajuste normal dentro del giro ordinario en el presente oficio, impondrá las medidas preventivas pertinentes e iniciará la investigación sancionatoria ambiental a que haya lugar, sin perjuicio de las demás acciones que pueda adelantar, de conformidad con lo previsto en la Ley 1333 de 2009 o aquella que la modifique o sustituya, entre otras.

Cordialmente,



DAVID MORALES
COORDINADOR DEL GRUPO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍAS DE SUBSUELO

Copia para:

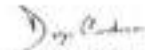
LAURA EDITH SANTOYO NARANJO

lsantoyo@anla.gov.co

Coordinadora: Grupo de Caribe

Subdirección de Seguimiento de Licencias Ambientales (SSLA) – ANLA

Medio de Envío: Correo Electrónico




DIEGO ANDRES CARDENAS BRICEÑO
CONTRATISTA



ANGELA FERNANDA LOZANO ROMERO
CONTRATISTA



NANCY ALEXANDRA PATINO ARGUELLO
CONTRATISTA



TATIANA CONTRERAS SIERRA
CONTRATISTA



ALBA LUCIA FONSECA CAMELO
CONTRATISTA





GINO MORENO HERRERA
CONTRATISTA



DIANA MARCELA RUBIANO BECERRA
CONTRATISTA

Archívese en: LAM823

Nota: Este es un documento electrónico generado desde los Sistema de Información de la ANLA. El Original reposa en los archivos digitales de la entidad.

 <p>cenit</p> <p>TRANSACCIONES Y SERVICIOS DE INGENIERIA</p>	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFOS DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEANICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-002-2025

INFORME METEOCEANICO

Rev.	Fecha:	Descripción / Emitido Para:	Cambios realizados
0	26/12/25	Elaboración del documento/ Emitido para comentarios	







 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	INFORME METEOCEÁNICO BUZ-DT-MAR-CNT-4000009621-002-2025

Tabla de contenido

1.	Glosario.....	8
2.	Introducción.....	11
3.	Objetivos.....	12
3.1.	Objetivo General.....	12
3.2.	Objetivos Específicos.....	12
4.	Alcance.....	12
4.1.	Documentos y Normas de Referencia.....	12
5.	Generalidades.....	13
5.1.	Área de Estudio.....	13
6.	Metodología.....	14
6.1.	Descarga, Selección y Verificación de datos.....	15
6.1.1.	Fuentes de Información.....	18
6.1.2.	Variables Analizadas.....	19
6.1.3.	Cobertura Temporal y Resolución.....	19
6.1.4.	Selección Espacial.....	19
6.1.5.	Control De Calidad y Homogeneización.....	19
6.2.	Caracterización Climatológica y Estacional.....	20
6.2.1.	Estadísticos Descriptivos.....	20
6.2.2.	Análisis Temporal y Visualización.....	20
6.2.3.	Análisis Direccional.....	20
6.2.4.	Análisis Estacional.....	20
6.3.	Análisis de Valores Extremos y Períodos de Retorno.....	20
6.3.1.	Selección de la Serie de Máximos.....	20
6.3.2.	Ajuste de la Distribución GEV.....	20
6.3.3.	Validación del Ajuste.....	21
6.3.4.	Estimación de Períodos de Retorno.....	21
6.3.5.	Probabilidad de Excedencia.....	21
6.4.	Nivel del Mar.....	21
6.4.1.	Fuente de Datos.....	21
6.4.2.	Niveles de Referencia en el Área de Estudio.....	22

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISION</p> <p style="text-align: center;">26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

6.4.3.	Régimen Total de Nivel del Mar	22
6.5.	Marea Astronómica	26
6.6.	Marea Meteorológica.....	28
6.6.1.	Cota de Inundación.....	29
6.7.	Análisis de Nivel del Mar	31
7.	Viento	35
7.1.	Ciclo multianual de la Velocidad del Viento	35
7.2.	Probabilidad de Excedencia	48
7.3.	Eventos Extremos del Viento	50
8.	Oleaje.....	56
8.1.	Probabilidad de Excedencia	79
8.2.	Eventos Extremos del Oleaje	81
9.	Corrientes	85
9.1.	Corriente en Superficie.....	88
9.1.1.	Estadísticos	88
9.2.	Corrientes a 20 m de Profundidad.....	91
9.3.	Probabilidad de Excedencia de la Velocidad de la Corriente en Superficie	95
9.4.	Probabilidad de Excedencia de la velocidad de la Corriente a 20 m.....	96
9.5.	Eventos Extremos de la Corriente	98
10.	Eventos Climáticos Globales	101
7.	Modelación numérica.....	102
7.2	Validación del Modelo	105
7.3	Escenarios De Condiciones Medias y Extrémales Simulados	108
7.3.1	Oleaje	109
7.3.1	Nivel del Mar.....	115
7.3.3	Escenarios Extremos Seleccionados	117
11.	Conclusiones y recomendaciones	125
12.	Recomendaciones.....	127
13.	Referencias bibliográficas	128

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISIÓN</p> <p style="text-align: center;">26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-8000099621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

Lista de Figuras

Figura 1. Área de estudio. Municipio de Coveñas, departamento de Sucre. Fuente: propia.	14
Figura 2. Punto de interés y punto más cercano con información para el viento y oleaje.	18
Figura 3. Curva de probabilidad acumulada para el régimen medio del nivel del mar. Fuente: Parra et al. (2008).	23
Figura 4. Curva del período de retorno del régimen extremo del nivel del mar. Fuente: Parra et al. (2008).	25
Figura 5. Análisis estadísticos de la serie de Marea Astronómica ubicada en el Golfo de Morrosquillo. Fuente: Martínez-Gallo (2010).	26
Figura 6. Análisis estadísticos de la serie de Marea Meteorológica ubicada en el Golfo de Morrosquillo. Fuente: Martínez-Gallo (2010).	28
Figura 7. Análisis estadísticos de la serie de Cota de Inundación para sector del Golfo de Morrosquillo. Fuente: Martínez-Gallo (2010).	30
Figura 8. Descomposición del Nivel del Mar: Marea Astronómica, Residuo Meteorológico y Tendencia Climática (1994–2024).	31
Figura 9. Constantes armónicas de la marea astronómica.	33
Figura 10. Ciclo multianual de la velocidad y dirección del viento.	36
Figura 11. Serie temporal de la velocidad del viento.	37
Figura 12. Variación mensual promedio de la velocidad del viento en el área de estudio del Golfo de Morrosquillo para el periodo 1980–2024.	41
Figura 13. Histogramas mensuales de la velocidad del viento para el periodo 1980–2024.	42
Figura 14. Box plot mensuales de la velocidad del viento para el periodo 1980–2024.	43
Figura 15. Distribución direccional del viento.	44
Figura 16. Rosa de vientos.	47
Figura 17. Curva de excedencia de la velocidad del viento.	49
Figura 18. Ajuste de Funciones de Densidad de Probabilidad.	51
Figura 19. Diagramas cuantil–cuantil (QQ-plots) del ajuste de las distribuciones Gumbel, GEV y Weibull de 40 tormentas independientes.	52
Figura 20. Periodos de retorno de la velocidad del viento.	53
Figura 21. Serie temporal de las 40 tormentas, umbral P99.	54
Figura 22. Dirección de origen (from) de 40 tormentas.	56
Figura 23. Serie temporal de la altura significativa del oleaje (Hs).	57
Figura 24. Variación mensual promedio de la altura significativa de ola (Hs) en el área de estudio del Golfo de Morrosquillo para el periodo 1980–2024.	60
Figura 25. Box plot mensuales de la altura significativa de ola (Hs) para el periodo 1980–2024.	62
Figura 26. Histogramas mensuales de la altura significativa de ola (Hs) para el periodo 1980–2024.	64
Figura 27. Serie temporal del período pico del oleaje.	66



	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISION</p> <p style="text-align: center;">26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEANICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

Figura 28. Variación mensual promedio del periodo pico (T_p) en el área de estudio del Golfo de Morrosquillo para el periodo 1980–2024.	70
Figura 29. Box plot mensuales del periodo pico (T_p) para el periodo 1980–2024.	71
Figura 30. Histogramas mensuales del periodo pico (T_p) para el periodo 1980–2024.	73
Figura 31. Rosa de altura significativa del oleaje.	76
Figura 32. Probabilidad de excedencia de la altura significativa y del periodo pico del oleaje.	81
Figura 33. Diagramas cuantil–cuantil (QQ-plots) del ajuste de las distribuciones Gumbel, GEV y Weibull a los máximos anuales de la altura significativa H_s	82
Figura 34. Curva de periodos de retorno de la altura significativa H_s obtenida a partir del ajuste de la distribución GEV a los máximos anuales.	83
Figura 35. Relación extrema condicional entre la altura significativa H_s y el periodo pico T_p estimada mediante el modelo de Heffernan y Tawn (2004).	84
Figura 36. Validación de los supuestos del modelo condicional de Heffernan y Tawn (2004): independencia y normalidad aproximada de la variable residual Z	84
Figura 37. Principales sistemas de corrientes del Mar Caribe. Tomado de Guerrero-Peña (2017). ..	86
Figura 38. Corrientes de la zona del Golfo de Morrosquillo. (a) flujo característico de la época seca y (b) flujo característico de la época húmeda. Tomado y modificado de: Buitrago & Sainea (2003). ..	87
Figura 39. Rosa direccional de corrientes en superficie.	89
Figura 40. Rosa direccional de corrientes a 20 m de profundidad.	93
Figura 41. Curvas de excedencia de la velocidad de la corriente en superficie.	96
Figura 42. Curvas de excedencia de la velocidad de la corriente a 20 m.	98
Figura 43. Ajuste de Funciones de Densidad de Probabilidad para la velocidad de la corriente.	99
Figura 44. Diagramas cuantil–cuantil (QQ-plots) del ajuste de las distribuciones Gumbel, GEV y Weibull a los máximos anuales de la velocidad de la corriente.	100
Figura 45. Curva de periodo de retorno de la velocidad de la corriente.	101
Figura 46. Mallas de modelación hidrodinámica y de oleaje, vista en planta, sección transversal de la malla vertical y localización de la instrumentación disponible para validación.	103
Figura 47. Distribución espacial de la batimetría empleada en la configuración del dominio de modelación, correspondiente al área de estudio	104
Figura 48. Validación de la serie de altura de ola significativa modelada con Delft3D-WAVE	106
Figura 49. Validación de la serie de periodo pico modelada con Delft3D-WAVE	107
Figura 50. Comparación serie de velocidad de las corrientes en superficie.	107
Figura 51. Dominio y fronteras abiertas del modelo de oleaje.	109
Figura 52. Serie temporal de H_s – Frontera Norte (ERA5).	110
Figura 53. Serie temporal de T_p – Frontera Norte (ERA5).	110
Figura 54. Altura significativa de ola y periodo pico en función del periodo de retorno – Frontera Norte.	112
Figura 55. Serie temporal de H_s – Frontera Oeste (ERA5).	113






	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISIÓN</p> <p style="text-align: center;">26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-002-2025</p>	<p>ELABORÓ: F. GAMBIN</p> <p>REVISÓ: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

Figura 56. Serie temporal de T_p – Frontera Oeste (ERA5).....	113
Figura 57. Altura significativa de ola y periodo pico en función del periodo de retorno – Frontera Oeste.	115
Figura 58. Serie temporal del nivel del mar obtenida del Servicio de Cambio Climático de Copernicus	116
Figura 59. Curva de nivel del mar máximo en función del periodo de retorno (T_r).....	117
Figura 60. Campo espacial de altura de ola significativa (H_s) y dirección de propagación del oleaje para el Escenario 1 condición extrema T_r100 (período de retorno de 100 años).	119
Figura 61. Campo espacial de corrientes superficiales y dirección de las corrientes para el Escenario 1 condición extrema T_r100 (período de retorno de 100 años).	120
Figura 62. Perfil vertical de las corrientes en el PLEM obtenido para el escenario 1 condición extrema T_r100 (período de retorno de 100 años).	121
Figura 63. Campo espacial de altura de ola significativa (H_s) y dirección de propagación del oleaje para el Escenario 2 condición extrema T_r100 (período de retorno de 100 años).	122
Figura 64. Campo espacial de corrientes superficiales y dirección de las corrientes para el Escenario 2 condición extrema T_r100 (período de retorno de 100 años).	123
Figura 65. Perfil vertical de las corrientes en el PLEM obtenido para el escenario 2 condición extrema T_r100 (período de retorno de 100 años).	124

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISION</p> <p style="text-align: center;">26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>



Lista de Tablas

Tabla 1. Alturas (cm) del régimen medio del nivel del mar. Fuente: Parra et al. (2008).....	23
Tabla 2. Alturas (cm) del régimen extremo del nivel del mar. Fuente: Parra et al. (2008).....	24
Tabla 3. Resumen general del nivel del mar.	34
Tabla 4. Frecuencia mensual de las velocidades del viento.....	38
Tabla 5. Estadísticos mensuales de la velocidad del viento en el área de estudio para el periodo 1980–2024.	40
Tabla 6. Probabilidad direccional del viento.....	45
Tabla 7. Probabilidad conjunta de dirección vs velocidad del viento.	46
Tabla 8. Frecuencia de ocurrencia mensual de dirección del viento.	47
Tabla 9. Probabilidad de excedencia de la velocidad del viento.....	48
Tabla 10. Probabilidad mensual de las tormentas extremas.....	54
Tabla 11. Probabilidad de ocurrencia por dirección de tormentas.	55
Tabla 12. Estadísticos mensuales de la altura significativa de ola (Hs) en el área de estudio para el periodo 1980–2024.	59
Tabla 13. Frecuencia mensual de las alturas significativas de ola (Hs).....	66
Tabla 14. Estadísticos mensuales del periodo pico (Tp) en el área de estudio para el periodo 1980–2024.	68
Tabla 15. Frecuencia mensual del periodo pico (Tp).	75
Tabla 16. Probabilidad conjunta de dirección vs altura significativa del oleaje.	75
Tabla 17. Probabilidad conjunta de dirección vs periodo pico del oleaje.....	77
Tabla 18. Frecuencia de ocurrencia de dirección media del oleaje mensual.....	78
Tabla 19. Probabilidad de excedencia de la altura significativa del oleaje.	79
Tabla 20. Estadísticos mensuales de la corriente en superficie.	88
Tabla 21. Probabilidad conjunta de dirección vs velocidad de la corriente en superficie.....	89
Tabla 22. Frecuencia de ocurrencia de dirección de la corriente mensual.	90
Tabla 23. Estadísticos mensuales de la corriente a 20 m de profundidad.....	92
Tabla 24. Probabilidad conjunta de dirección vs velocidad de la corriente a 20 de profundidad.	93
Tabla 25. Frecuencia de ocurrencia de dirección de la corriente mensual a 20 m de profundidad... ..	94
Tabla 26. Probabilidad de excedencia de la velocidad de la corriente en superficie.	95
Tabla 27. Probabilidad de excedencia de la velocidad de la corriente a 20 m.....	97
Tabla 28. Estadísticos direccionales de Hs – Frontera Norte.....	111
Tabla 29. Estadísticos direccionales de Tp – Frontera Norte.....	111
Tabla 30. Estadísticos direccionales de Hs – Frontera Oeste.....	114
Tabla 31. Estadísticos direccionales de Tp – Frontera Oeste.....	114
Tabla 32. Escenarios extremos seleccionados para simulación.....	118
Tabla 33. Condiciones de viento constante definidas para el forzamiento meteorológico en los escenarios de modelación.....	119



	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISIÓN</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

1. GLOSARIO

- **Análisis de valores extremos:** Conjunto de métodos estadísticos utilizados para modelar y estimar la probabilidad de ocurrencia de eventos de baja frecuencia y alta magnitud, como tormentas severas, oleaje extremo o vientos intensos, generalmente mediante distribuciones especializadas como la GEV o la GPD.
- **Altura significativa de ola (Hs):** Promedio del tercio superior de las alturas de ola registradas en un intervalo determinado; es el parámetro más utilizado para caracterizar la energía del oleaje y definir condiciones medias y extremas en estudios meteoceánicos
- **Block maxima (máximos anuales):** Método de análisis extremo que consiste en seleccionar el valor máximo de una variable dentro de intervalos de tiempo fijos (usualmente anuales), garantizando independencia estadística entre eventos extremos.
- **Corrientes marinas:** Movimiento horizontal del agua oceánica generado por la acción combinada del viento, gradientes de densidad, mareas y circulación regional, que influye en la dinámica de transporte y en las cargas hidrodinámicas sobre estructuras marinas.
- **Distribución Generalizada de Valores Extremos (GEV):** Familia de distribuciones estadísticas empleada para modelar el comportamiento de máximos (o mínimos) de una variable aleatoria, definida por parámetros de localización, escala y forma.
- **Forzamiento atmosférico:** Influencia ejercida por variables meteorológicas como el viento y la presión atmosférica sobre el océano, responsable de generar oleaje, corrientes superficiales y variaciones del nivel del mar.
- **Modelo numérico hidrodinámico: Herramienta** computacional que resuelve ecuaciones físicas del movimiento del agua para simular corrientes, niveles del mar y oleaje bajo diferentes condiciones de forzamiento.
- **Marea astronómica:** Componente periódica y predecible del nivel del mar causada por la atracción gravitacional de la Luna y el Sol, representada mediante análisis armónico.
- **Marea meteorológica (storm surge):** Variación del nivel del mar inducida por condiciones atmosféricas, principalmente viento y presión, que puede amplificar los efectos de inundación cuando coincide con mareas astronómicas elevadas.
- **Micromareal:** Clasificación de un régimen mareal caracterizado por un rango de marea menor a 2 metros, típico del Caribe colombiano.



	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>28 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEANICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

- **Nivel medio del mar (NMM / MSL):** Promedio temporal del nivel del mar calculado sobre un periodo suficientemente largo, utilizado como datum de referencia en estudios oceanográficos y de ingeniería costera.
- **Periodo de retorno:** Intervalo estadístico promedio de tiempo en el que se espera que un evento de determinada magnitud sea igualado o excedido al menos una vez.
- **Probabilidad de excedencia:** Probabilidad de que una variable ambiental supere un umbral específico en un intervalo de tiempo dado, utilizada para evaluar riesgos ambientales.
- **Reanálisis:** Conjunto de datos generados mediante la asimilación de observaciones históricas en modelos numéricos, que proporciona series temporales consistentes y de largo plazo de variables atmosféricas y oceánicas.
- **Régimen meteoceánico:** Conjunto de condiciones meteorológicas y oceanográficas que caracterizan el comportamiento del entorno marino en una región determinada, incluyendo viento, oleaje, corrientes y nivel del mar.
- **Tendencia del nivel del mar (SLR):** Variación de largo plazo del nivel medio del mar, generalmente asociada a procesos climáticos globales como la expansión térmica del océano y el deshielo continental.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISION</p> <p style="text-align: center;">26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

Abreviaturas

GM: Golfo de Morrosquillo
ZCIT: Zona de Convergencia Intertropical
DIMAR: Dirección General Marítima
Hs: Altura significativa de ola
Tp: Período pico
N: Norte
NNE: Norte-Noreste
NE: Noreste
ENE: Este-Noreste
E: Este
ESE: Este-Sureste
SE: Sureste
SSE: Sur-Sureste
S: Sur
SSW: Sur-Suroeste
SW: Suroeste
WSW: Oeste-Suroeste
W: Oeste
WNW: Oeste-Noroeste
NW: Noroeste
NNW: Norte-Noroeste

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSKULLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISION</p> <p style="text-align: center;">26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

2. INTRODUCCIÓN

La zona de estudio se localiza en el municipio de Coveñas, departamento de Sucre, y presenta un clima cálido y seco. Esta área, situada en la llanura aluvial costera, se encuentra dominada por formaciones de bosque seco tropical (Delgado-Salgado & Mercado-Navarro, 2004). Al formar parte de la subregión del Golfo de Morrosquillo, en la región noroccidental de Colombia y en el suroeste del mar Caribe, el clima de esta zona está directamente influenciado por los movimientos de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y por el régimen de los vientos alisios que inciden sobre el Caribe colombiano. Estas condiciones determinan la presencia de tres períodos climáticos principales: una temporada seca de diciembre a abril, una temporada húmeda de agosto a noviembre y una fase de transición entre mayo y julio (INVEMAR et al., 2003).

Desde una perspectiva oceanográfica, el Golfo de Morrosquillo constituye una cuenca semicerrada con intercambios energéticos condicionados por la orientación de la línea de costa, la batimetría local y las interacciones entre oleaje, corrientes y procesos litorales. Históricamente, diferentes estudios han descrito su vulnerabilidad a procesos de erosión costera, variabilidad en la dinámica del oleaje, transporte de sedimentos y modificaciones morfodinámicas asociadas tanto a fenómenos naturales como a intervenciones antrópicas. No obstante, el desarrollo de actividades offshore y la creciente demanda de infraestructura marítima requieren información meteoceánica de mayor resolución, continuidad temporal y calidad técnica que permita caracterizar adecuadamente el entorno físico marino.

En este marco, el proyecto "Desarrollo de estudios offshore en la zona del Golfo de Morrosquillo para el proyecto OSIRIS" demanda una evaluación robusta de las condiciones oceanográficas y meteorológicas que gobiernan la dinámica del área de interés. El presente documento compila las especificaciones técnicas del estudio meteoceánico formulado para responder a estos requerimientos, incorporando datos *in situ*, modelación numérica hidrodinámica y análisis multifuente de información secundaria.

El estudio tiene como objetivo caracterizar el entorno dinámico de la zona del Golfo de Morrosquillo para el proyecto OSIRIS, mediante el análisis y descripción de variables oceanográficas y meteorológicas, incluyendo corrientes, oleaje, viento y mareas, empleando modelación numérica, información *in situ* y/o datos secundarios. La finalidad es obtener información precisa, consistente y operativamente útil que respalde la comprensión, evaluación y predicción del comportamiento del medio marino, y que sirva como insumo en procesos de diseño, planeación operativa y gestión de riesgos asociados a actividades offshore.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISIÓN</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Caracterizar el entorno dinámico en la zona del Golfo de Morrosquillo para el proyecto OSIRIS mediante el análisis y descripción de las condiciones oceanográficas y meteorológicas, empleando modelación numérica, datos *in situ* y/o información secundaria, con el fin de generar información precisa y robusta que respalde la comprensión y evaluación del medio marino para su aplicación en procesos de diseño, operación y gestión de riesgos.

3.2. Objetivos Específicos



- Analizar las condiciones hidrodinámicas y meteoceánicas del área de estudio, incluyendo el comportamiento de las corrientes, el oleaje, las mareas y el viento, con el fin de caracterizar la dinámica local.
- Analizar y procesar datos oceanográficos y meteorológicos provenientes de campañas *in situ* y/o fuentes secundarias, con el fin de identificar patrones de variabilidad temporal y espacial en el Golfo de Morrosquillo.
- Implementar y validar modelo numérico hidrodinámico, ajustados a las condiciones locales, para reproducir escenarios representativos que permitan evaluar el comportamiento local.

4. ALCANCE

Analizar las condiciones oceanográficas y meteorológicas, incluyendo corrientes marinas, oleaje, viento y mareas, mediante modelación numérica, información secundaria y/o de información *in situ*, con el fin de caracterizar el entorno dinámico del área de estudio.

4.1. Documentos y Normas de Referencia

La información utilizada en este estudio es fundamental para comprender la dinámica marina y costera del área de interés. Con el fin de cumplir los objetivos planteados, se emplearon diferentes fuentes de datos, entre ellas: datos batimétricos digitalizados, así como información secundaria proveniente de bibliografía técnica, reanálisis oceanográficas y modelos numéricos. Esto fue especialmente relevante

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

dada la limitada disponibilidad de datos sobre oleaje y otras variables oceanográficas en la cuenca Caribe colombiana, lo cual representa una restricción importante para este tipo de estudios.

El uso combinado de estas fuentes permitió una evaluación más precisa del comportamiento oceanográfico en la zona de estudio y proporcionó una base sólida para la toma de decisiones en torno a la viabilidad del proyecto. Adicionalmente, se integraron los documentos de referencia sobre los cuales se establecen los estándares de la compañía e industria:

- i. Especificaciones Técnicas para Estudio Meteoceánico (MCG-ES-41)
- ii. Especificación Técnica para Estudio de Modelamiento de Ola (MCG-ES42)
- iii. Especificación Técnica para Estudio de Modelamiento de Viento (MCG-ES-44)
- iv. Especificación Técnica para Estudio Oceanográfico (MCG-ES-45).
- v. IGAC Adopción del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia como datum oficial de Colombia.
- vi. IGAC Resolución 471 de 2020 - Origen único nacional.
- vii. DIMAR Resolución 157 de 2011 Especificación técnica para la realización de estudios hidrográficos en espacios marítimos.
- viii. REMAC Reglamento Marítimo Colombiano.

5. GENERALIDADES

5.1. Área de Estudio

El Golfo de Morrosquillo se localiza en el mar Caribe, en la región noroccidental de Colombia, y abarca territorios de los departamentos de Córdoba, Sucre y Bolívar, incluyendo Isla Fuerte. Su superficie total es de aproximadamente 2.100 km², distribuidos en un 34,8% de área marítima y un 65,2% de área continental (Barreto et al., 1999). Este estudio se desarrolla en el extremo suroeste del golfo, departamento de Sucre. El área de análisis corresponde a las instalaciones del Terminal Marítimo Petrolero de Coveñas (Figura 1).

 cenit <small>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 25 DE DICIEMBRE DEL 2025	INFORME METEOCEÁNICO BUZ-DT-MAR-CNT-8090019621-092-2025

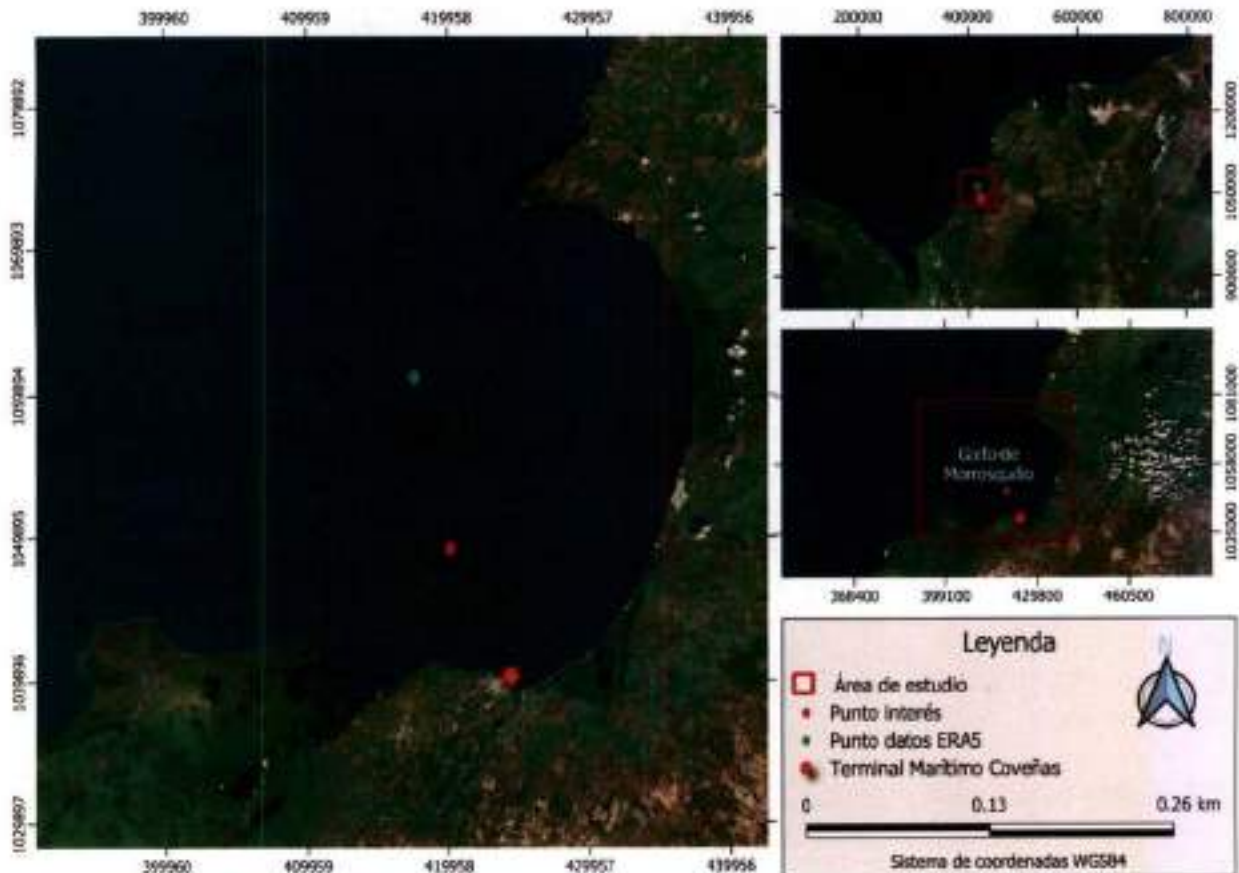




Figura 1. Área de estudio. Municipio de Coveñas, departamento de Sucre.

La dinámica marina de esta zona está sometida al régimen climático y se encuentra en una zona de bosque seco tropical y posee un clima cálido y seco, con una temperatura media de 27,4 °C y precipitaciones anuales que varían entre <900 mm y 1.200 mm (Aguilera-Díaz, 2005).

6. METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque integral que combina el análisis estadístico de series temporales de largo plazo obtenidas de bases de datos globales de análisis y reanálisis con la implementación de modelación numérica hidrodinámica y de oleaje, con el fin de caracterizar de manera robusta el entorno océano-atmosférico del área de estudio y evaluar su comportamiento bajo condiciones medias y extremas relevantes para el proyecto OSIRIS.

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISIÓN</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEÁNICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-000009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISÓ: J. TALERO</p> <p>APROBÓ: D. RICARDO</p>

La metodología se estructuró en cinco etapas principales orientadas al análisis y caracterización del régimen meteoceánico del área de estudio:


- i. Recopilación y preprocesamiento de información Meteoceánico
- ii. Caracterización climatológica y estadística de las variables de interés
- iii. Análisis de valores extremos y estimación de periodos de retorno
- iv. Definición de escenarios representativos de forzamiento
- v. Modelación numérica mediante el modelo Delft3D para la propagación del oleaje en aguas poco profundas, asociados a los escenarios de condiciones medias y extrémales definidos en el análisis climatológico.

6.1. Descarga, Selección y Verificación de datos

En una primera fase, se efectuó la adquisición, descarga y procesamiento estadístico de las series temporales, incluyendo procedimientos de control de calidad, depuración, homogenización y análisis descriptivo de las variables consideradas. Posteriormente, se desarrolló un análisis de valores extremos mediante el ajuste de la distribución de valores extremos generalizada (GEV), con el fin de estimar la probabilidad de ocurrencia de eventos severos de baja frecuencia y determinar periodos de retorno representativos del comportamiento extremo de las variables analizadas (DNV, 2019). El procesamiento de la información, así como el ajuste estadístico de las distribuciones, se llevó a cabo en el entorno de programación Python 3.12, empleando librerías especializadas para análisis numérico y estadístico.

Para este estudio se realizó la recopilación y procesamiento de la información meteoceánica disponible para la zona de estudio con el propósito de realizar una caracterización climatológica y estadística de las variables de interés mediante el análisis de valores extremos y la estimación de periodos de retorno que permitan definir escenarios representativos de forzamiento de modelos numéricos calibrados y validados para propagar esas condiciones medias y extrémales hacia el interior del Golfo de Morroquillo.

El presente documento describe las fuentes de datos utilizadas, el periodo de análisis y las variables seleccionadas, así como los procedimientos metodológicos aplicados para la caracterización de series temporales, el análisis de valores extremos y la probabilidad de excedencia. Se utilizaron series temporales de viento, oleaje, nivel del mar y corrientes marinas, las cuales fueron procesadas y analizadas con el propósito de caracterizar la variabilidad temporal y espacial de las condiciones meteoceánicas, así como identificar eventos representativos y extremos que influyen en la dinámica física del área de estudio y en la evaluación integral del entorno marino.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISIÓN</p> <p style="text-align: center;">26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-000009821-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISÓ: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

Los datos de entrada comprenden información de viento (velocidad y dirección), oleaje (altura significativa, período pico y dirección), nivel del mar (componentes astronómica y meteorológica) y corrientes marinas (velocidad y dirección). Estas variables fueron seleccionadas por su papel fundamental en la caracterización del forzamiento atmosférico y la respuesta hidrodinámica del sistema marino, al constituir los principales controladores de los procesos dinámicos que actúan sobre la columna de agua, el fondo marino y la interfaz océano-atmósfera (DNV, 2019; WMO, 2018).

El período de análisis comprende 45 años de datos para viento y oleaje, 22 años de información de corrientes marinas, lo que permite una caracterización robusta de la climatología meteoceánica del área de estudio y la identificación de patrones estacionales, interanuales y de largo plazo. La extensión temporal del conjunto de datos aporta solidez estadística al análisis, garantizando una adecuada representatividad de las condiciones asociadas a cada variable y permitiendo la identificación confiable de máximos anuales y su modelación mediante distribuciones de valores extremos (GEV), como insumo fundamental para la estimación de períodos de retorno y la evaluación de eventos extremos relevantes en el contexto de la dinámica marina.

En el presente estudio se emplearon datos de reanálisis y modelación oceánica provenientes de fuentes principales como ERA5, desarrollado por el *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF), HYCOM (*Hybrid Coordinate Ocean Model*) y el conjunto de productos oceánicos y atmosféricos del Climate Data Store (CDS) del Copernicus Climate Change Service (C3S). En particular, ERA5 proporciona información atmosférica y de oleaje con resolución temporal horaria y una resolución espacial aproximada de 31 km (Hersbach et al., 2023), mientras que HYCOM entrega datos de corrientes oceánicas con resolución temporal de 3 horas y espacial cercana a 9 km.

Por su parte, el régimen mareal fue caracterizado a partir de los productos de nivel del mar de C3S-Copernicus, los cuales integran componentes astronómicas de marea y variabilidad del nivel medio del mar derivados de modelos oceánicos globales forzados atmosféricamente y validados mediante observaciones satelitales. La utilización de datos de C3S garantiza consistencia física entre las distintas variables meteo-oceánicas empleadas en el análisis y resulta especialmente adecuada en regiones con disponibilidad limitada de registros mareográficos continuos. Adicionalmente, se incorporaron datos oceánicos suministrados por la Dirección General Marítima (DIMAR) con el fin de complementar y contrastar la información modelada.



La metodología aplicada contempla un conjunto de etapas complementarias orientadas al análisis y caracterización del régimen meteoceánico del área de estudio. En una primera fase, se efectuó la adquisición, descarga y procesamiento estadístico de las series temporales, incluyendo procedimientos de control de calidad, depuración, homogenización y análisis descriptivo de las variables consideradas. Posteriormente, se desarrolló un análisis de valores extremos mediante el ajuste de la distribución de valores extremos generalizada (GEV), con el fin de estimar la probabilidad de ocurrencia de eventos

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEANICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

severos de baja frecuencia y determinar periodos de retorno representativos del comportamiento extremo de las variables analizadas (DNV, 2019). El procesamiento de la información, así como el ajuste estadístico de las distribuciones, se llevó a cabo en el entorno de programación Python 3.12, empleando librerías especializadas para análisis numérico y estadístico.

En conjunto, la integración de estas etapas metodológicas permite una caracterización integral y consistente de las condiciones océano-atmosféricas del área de estudio, constituyendo un insumo técnico fundamental para la comprensión de la dinámica meteoceánica regional y la evaluación de escenarios hidrodinámicos representativos. Se resalta que los resultados obtenidos tienen un carácter probabilístico y estadístico, por lo que no representan predicciones deterministas de las condiciones ambientales en un instante específico.

La información océano-atmosférica fue descargada para un dominio espacial comprendido entre las latitudes 9.1°N–9.85°N y las longitudes 76.5°W–75.5°W, cubriendo adecuadamente la zona de estudio (Golfo de Morrosquillo). Para las variables de viento y oleaje se seleccionó el punto más cercano al área de interés (9.6°N, 75.75°W), con el fin de contar con una representación puntual y representativa de las condiciones locales (Figura 2).

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

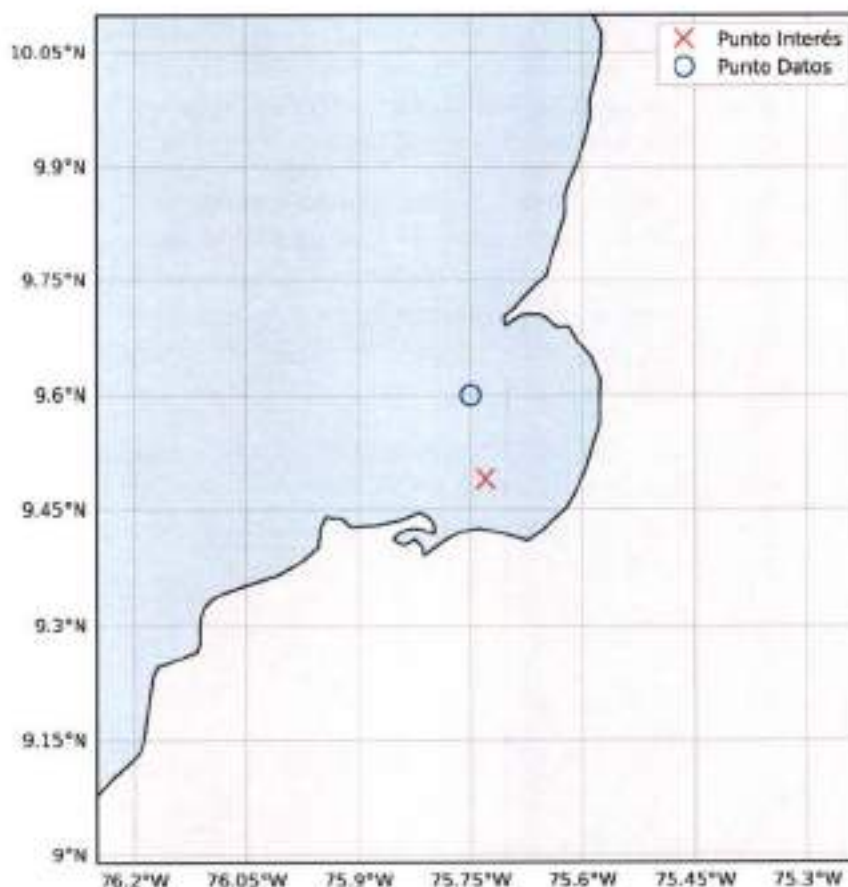




Figura 2. Punto de interés y punto más cercano con información para el viento y oleaje.

6.1.1. Fuentes de Información

- **Viento y oleaje:** Reanálisis ERA5, desarrollado por el *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) y distribuido a través del *Climate Data Store* (CDS).
- **Corrientes marinas:** HYCOM (Hybrid Coordinate Ocean Model), modelo hidrodinámico global de alta resolución, con resolución espacial de 9 km.
- **Nivel del mar:** Series de nivel del mar total, en componentes astronómica y meteorológica, provenientes de reanálisis.
- **Dimar:** Información océano-atmosférica medida *in situ* cerca al área de estudio.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISIÓN</p> <p style="text-align: center;">26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-809009821-092-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISÓ: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

6.1.2. Variables Analizadas

A partir de las componentes vectoriales, se calcularon magnitud (velocidad) y dirección instantánea para cada variable.

- **Viento:** componente zonal (u_{10}) y meridional (v_{10}) a 10 m sobre la superficie.
- **Oleaje:** altura significativa (H_s), periodo pico (T_p) y dirección media.
- **Nivel del mar:** marea astronómica, marea meteorológica (storm surge) y nivel del mar total.
- **Corrientes marinas:** Componentes zonal (u) y meridional (v) de la velocidad de la corriente, analizadas en la capa superficial y a una profundidad de 20 m.

6.1.3. Cobertura Temporal y Resolución

La extensión temporal fue seleccionada para garantizar representatividad climatológica y robustez estadística, especialmente en el análisis de extremos.

- **Viento y oleaje:** 1980–2024, resolución temporal horaria.
- **Corrientes marinas:** 1994–2015, 22 años continuos, resolución temporal de 3 horas.
- **Nivel del mar:** 31 años de datos continuos, resolución temporal horaria.


6.1.4. Selección Espacial

Se seleccionó el punto de grilla más cercano y representativo al área de estudio. Ubicado en las coordenadas 9.6° N y -75.75° O. Para la evaluación regional de las condiciones de viento, oleaje y corrientes, incluyendo sus valores máximos, se emplearon datos de reanálisis y modelos oceánicos globales. El punto de extracción de estas variables se localiza aproximadamente a 10-12 km del sitio propuesto para la instalación de la FSRU; no obstante, considerando la resolución espacial de los productos utilizados, la información se considera representativa a escala regional. Para el punto específico de instalación se aplicará modelación numérica de mayor resolución, con el fin de representar adecuadamente los procesos hidrodinámicos locales y las condiciones particulares del sitio.

6.1.5. Control De Calidad y Homogeneización

Aunque los productos de reanálisis presentan alta consistencia interna, este proceso es indispensable para garantizar la validez del análisis estadístico y, particularmente, del análisis de valores extremos. Para todas las variables se aplicaron los siguientes procedimientos:

- Verificación de completitud temporal (continuidad de la serie).
- Identificación de valores no físicos o atípicos.
- Revisión de consistencia estadística básica.
- Homogeneización de unidades y sistemas de referencia.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISIÓN</p> <p style="text-align: center;">26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISÓ: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

6.2. Caracterización Climatológica y Estacional

6.2.1. Estadísticos Descriptivos

Se calcularon para cada variable: Media, mediana, desviación estándar, valores mínimos y máximos, percentiles P95 y P99 y estadísticos mensuales multianuales.

6.2.2. Análisis Temporal y Visualización

Se generaron series temporales anuales y multianuales, histogramas y funciones de densidad de probabilidad, diagramas de caja (boxplots) para evaluar dispersión, presencia de valores extremos y curvas de excedencia.

6.2.3. Análisis Direccional

Para viento, oleaje y corrientes: Rosas direccionales mensuales y anuales, distribución de frecuencias por sector direccional y tablas de probabilidad conjunta dirección–magnitud.

6.2.4. Análisis Estacional

Los resultados se interpretaron en función de los periodos climáticos característicos de la región:

- Temporada seca.
- Temporada húmeda.

6.3. Análisis de Valores Extremos y Periodos de Retorno

6.3.1. Selección de la Serie de Máximos



A partir de las series temporales continuas, se extrajo la serie de máximos anuales (block maxima method). Este procedimiento garantiza independencia estadística entre eventos extremos.

6.3.2. Ajuste de la Distribución GEV

Se ajustó la Distribución Generalizada de Valores Extremos (GEV), definida por:

- Parámetro de forma (ξ),
- Parámetro de escala (σ),
- Parámetro de localización (μ).

Los parámetros fueron estimados mediante el método de Máxima Verosimilitud (MLE), debido a su robustez y eficiencia en la inferencia estadística de eventos extremos.

 cenit <small>servicios técnicos de ingeniería</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

6.3.3. Validación del Ajuste

La calidad del ajuste se evaluó mediante comparación entre la función de densidad teórica (PDF) y la distribución empírica, gráficos Q-Q plot y verificación del comportamiento de la cola superior, crítica para la estimación de eventos severos.

6.3.4. Estimación de Periodos de Retorno

Se estimaron valores asociados a periodos de retorno de: 5, 10, 25, 50 y 100 años, utilizando la siguiente ecuación:

$$z_T = F^{-1}\left(1 - \frac{1}{T}\right)$$

6.3.5. Probabilidad de Excedencia

Se calcularon curvas de supervivencia: $S(x) = 1 - F(x)$, con el fin de estimar la probabilidad anual de exceder determinados umbrales para cada variable.

6.4. Nivel del Mar

Comprender el comportamiento del nivel del mar es esencial para una gestión costera eficiente y para la seguridad marítima. En el Caribe colombiano, las variaciones del nivel del mar, aunque menores a un metro (régimen micromareal), pueden provocar inundaciones significativas si no se consideran adecuadamente. Este nivel se compone de dos elementos: la marea astronómica, predecible mediante análisis armónicos, y el residuo de marea, influenciado por factores meteorológicos, oceanográficos y fluviales, siendo este último más difícil de predecir y responsable de variaciones estacionales importantes (Parra et al., 2008).

6.4.1. Fuente de Datos

El estudio de Martínez-Gallo (2010) empleó diversas fuentes para caracterizar el nivel del mar:

- **Mareógrafos del IDEAM:** Proporcionaron registros históricos para validar el modelo hidrodinámico H2D.
- **FES 2004:** Base de datos global para la marea astronómica.
- **Reanálisis NCEP/NCAR:** Suministró campos de viento y presión atmosférica para forzar el modelo numérico.
- **Base de datos NOAA:** Información oceanográfica complementaria.
- **Modelo H2D:** Simuló la respuesta del nivel del mar frente al forzamiento atmosférico.
- **Batimetría del CIOH:** Fundamentó la geometría del modelo.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISIÓN</p> <p style="text-align: center;">26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-8000099621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISÓ: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

Se utilizaron series temporales de 19 años para estimar con precisión los armónicos de marea, correspondientes al ciclo de regresión de los nodos lunares, lo que garantiza una determinación precisa de la amplitud y fase de los armónicos que representan el comportamiento mareal. También se definieron metodologías para calcular el residuo de marea y evaluar los regímenes medio y extremo.



6.4.2. Niveles de Referencia en el Área de Estudio

En Coveñas, el nivel medio del mar (NMM) fue adoptado como datum de referencia para evaluar mareas, sobreelevación por oleaje y escenarios de inundación. Modelos como FES 2004 y herramientas como XTide confirmaron su estabilidad. La tendencia del NMM es prácticamente constante, lo que lo convierte en un parámetro fiable para modelación hidrodinámica y diseño de obras en zonas con poca información mareográfica.

6.4.3. Régimen Total de Nivel del Mar

6.4.3.1. Régimen Medio

En su estudio, Parra et al. (2008) presentaron la curva del régimen medio del nivel del mar, destacando las probabilidades de ocurrencia superiores al 50% (Figura 3). Las curvas de Coveñas y Cartagena muestran comportamientos muy similares, con diferencias mínimas que reflejan una alta uniformidad regional. Hasta un 90% de probabilidad, el régimen medio sigue una tendencia casi lineal, aunque a partir de ese punto pueden surgir mayores variaciones interanuales.

 cenit <small>INGENIERÍA Y CONSULTA EN ENERGÍA RENOVABLE</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLF DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

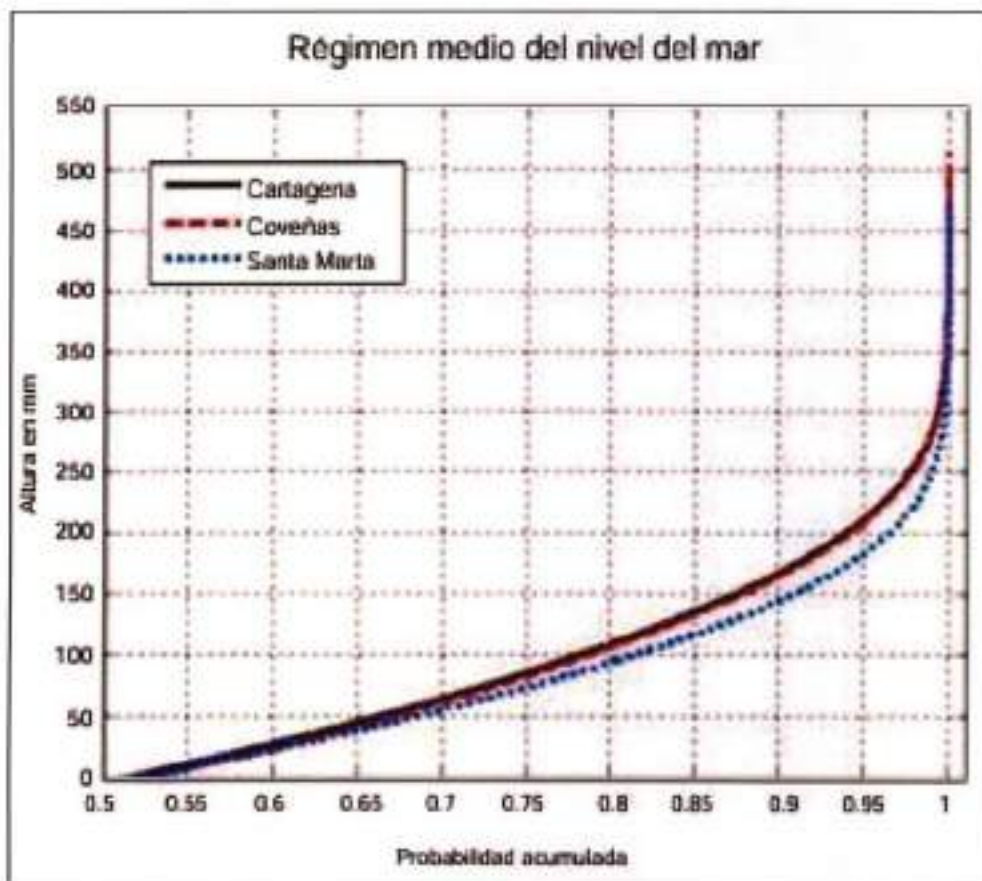




Figura 3. Curva de probabilidad acumulada para el régimen medio del nivel del mar. Fuente: Parra et al. (2008).

Según los datos de la Tabla 1, es posible evaluar la estabilidad del nivel medio del mar a partir de su probabilidad de ocurrencia. En Coveñas, una altura de 23,24 cm sobre el nivel medio, asociada a un 97% de probabilidad, indica que este valor solo se supera durante unas 263 horas al año. Esto evidencia un régimen medio estable, con baja variabilidad extrema en la zona (Parra et al., 2008).

Tabla 1. Alturas (cm) del régimen medio del nivel del mar. Fuente: Parra et al. (2008).

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

Probabilidad	Horas/Año	C/gena	Coveñas	S. Marta
99%	88	28.06	27.70	24.64
97%	263	23.56	23.24	20.55
95%	438	20.99	20.69	18.24
93%	613	19.04	18.76	16.51
90%	876	16.68	16.42	14.42
75%	2190	8.47	8.22	7.32
50%	4380	-0.50	-0.75	-0.58
0%	8760	-49.53	-47.64	-43.93



6.4.3.2. Régimen Extremo

Parra et al. (2008) reportan como se muestra en la Tabla 2 las alturas del nivel del mar asociadas a distintos periodos de retorno dentro del régimen extremo. Para un periodo de 50 años en Coveñas, se estima que la altura máxima alcanzaría los 48,18 cm por encima del nivel medio del mar.

Tabla 2. Alturas (cm) del régimen extremo del nivel del mar. Fuente: Parra et al. (2008).

Período de retorno en años	C/gena	Coveñas	S. Marta
10	46.67	46.00	42.22
20	47.79	47.17	43.23
30	48.29	47.59	43.72
40	48.76	47.97	44.26
50	49.12	48.18	44.48
100	49.76	49.22	45.92
120	50.10	49.36	45.14
200	50.69	49.82	45.50
500	52.05	51.23	47.30

La comparación del régimen extremo del nivel del mar entre Cartagena, Coveñas y Santa Marta, representada en la Figura 4, abarca periodos de retorno de hasta 120 años. Cartagena presenta alturas ligeramente mayores, atribuibles a su rango mareal más amplio. Aun así, las variaciones entre los tres puntos son mínimas, lo que sugiere una relativa homogeneidad en el comportamiento regional. Es importante señalar que, para periodos de retorno inferiores a 15 años, los niveles muestran una mayor

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME METEOCEÁNICO BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-002-2025	
FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025		

dispersión, indicando que los eventos menos extremos pueden estar sujetos a mayores fluctuaciones interanuales (Parra et al., 2008).

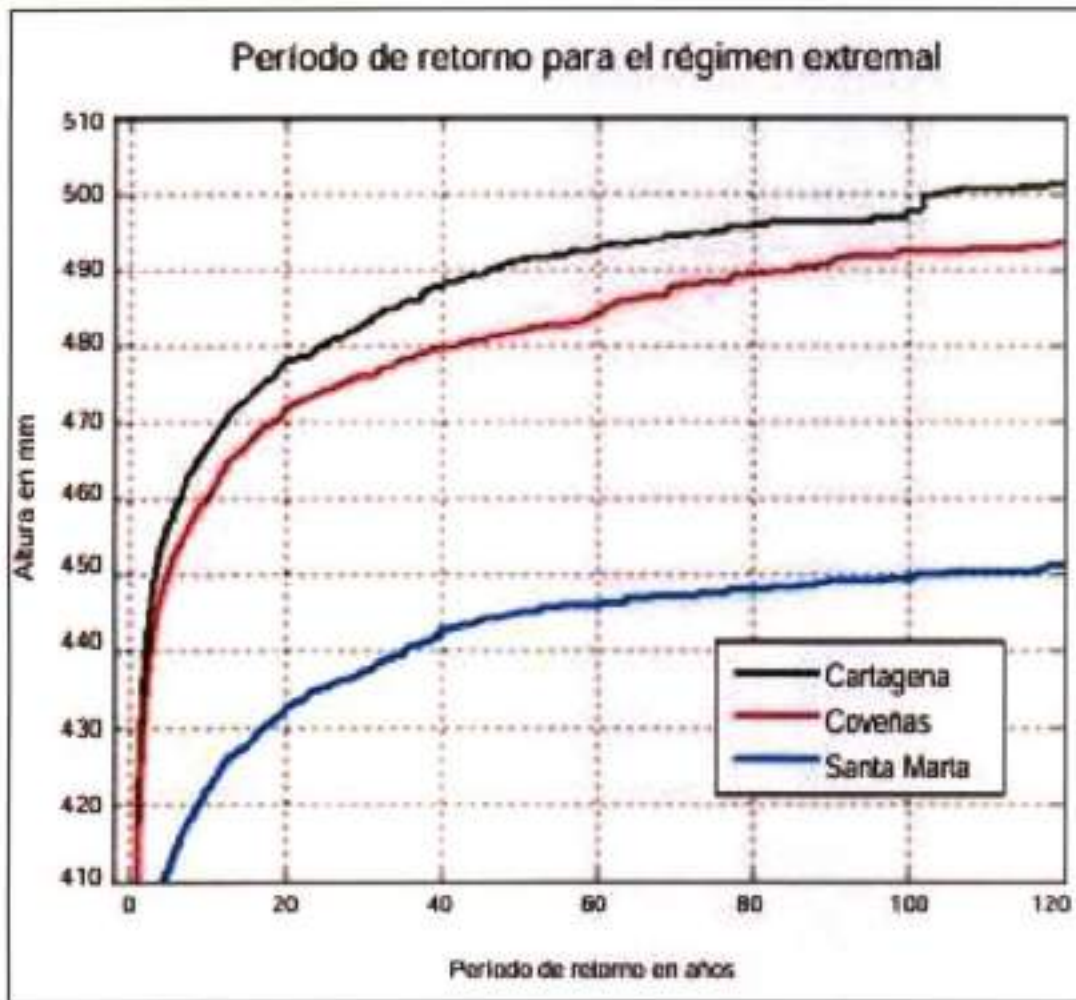


Figura 4. Curva del período de retorno del régimen extremo del nivel del mar. Fuente: Parra et al. (2008).

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

6.5. Marea Astronómica

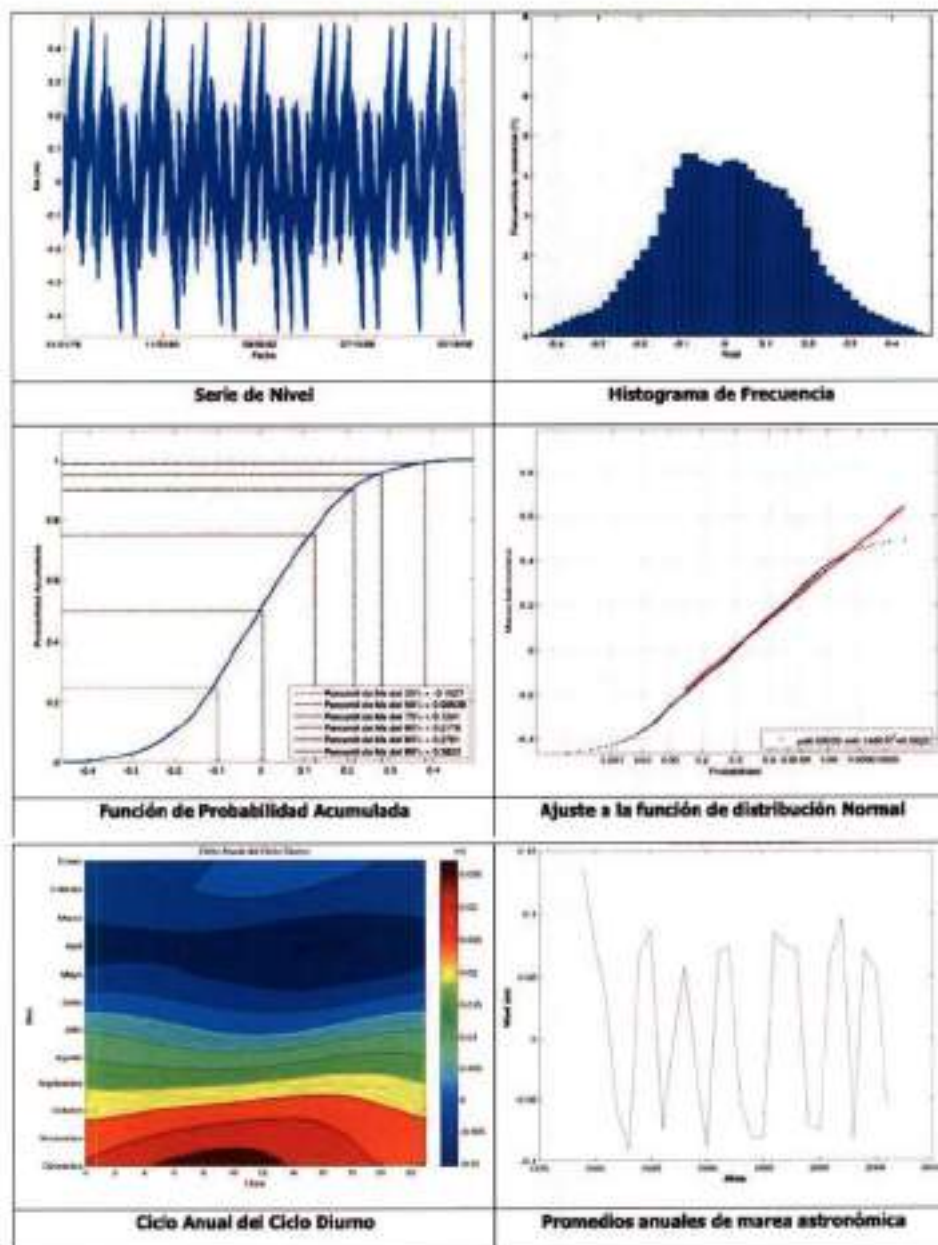






Figura 5. Análisis estadísticos de la serie de Marea Astronómica ubicada en el Golfo de Morrosquillo. Fuente: Martínez-Gallo (2010).

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUELO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-8000099621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

En su análisis del GM, Martínez-Gallo (2010) identificó que la marea astronómica alcanza valores extremos simétricos de $\pm 0,45$ m con respecto al nivel medio. La distribución de frecuencias presenta una forma normal, con mayor densidad de ocurrencias cercana a cero y un rango predominante entre -0,2 m y 0,3 m. Según la curva de probabilidad acumulada, los niveles superiores a 0,45 m son poco frecuentes, superándose apenas durante el 1% del año (aproximadamente 86 horas). El comportamiento estacional muestra que las mareas más bajas se registran en marzo y abril, mientras que los picos más altos ocurren entre noviembre y diciembre. A lo largo del año, las variaciones promedio oscilan entre -0,1 m y 0,15 m (Figura 5).

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISIÓN</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-062-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

6.6. Marea Meteorológica

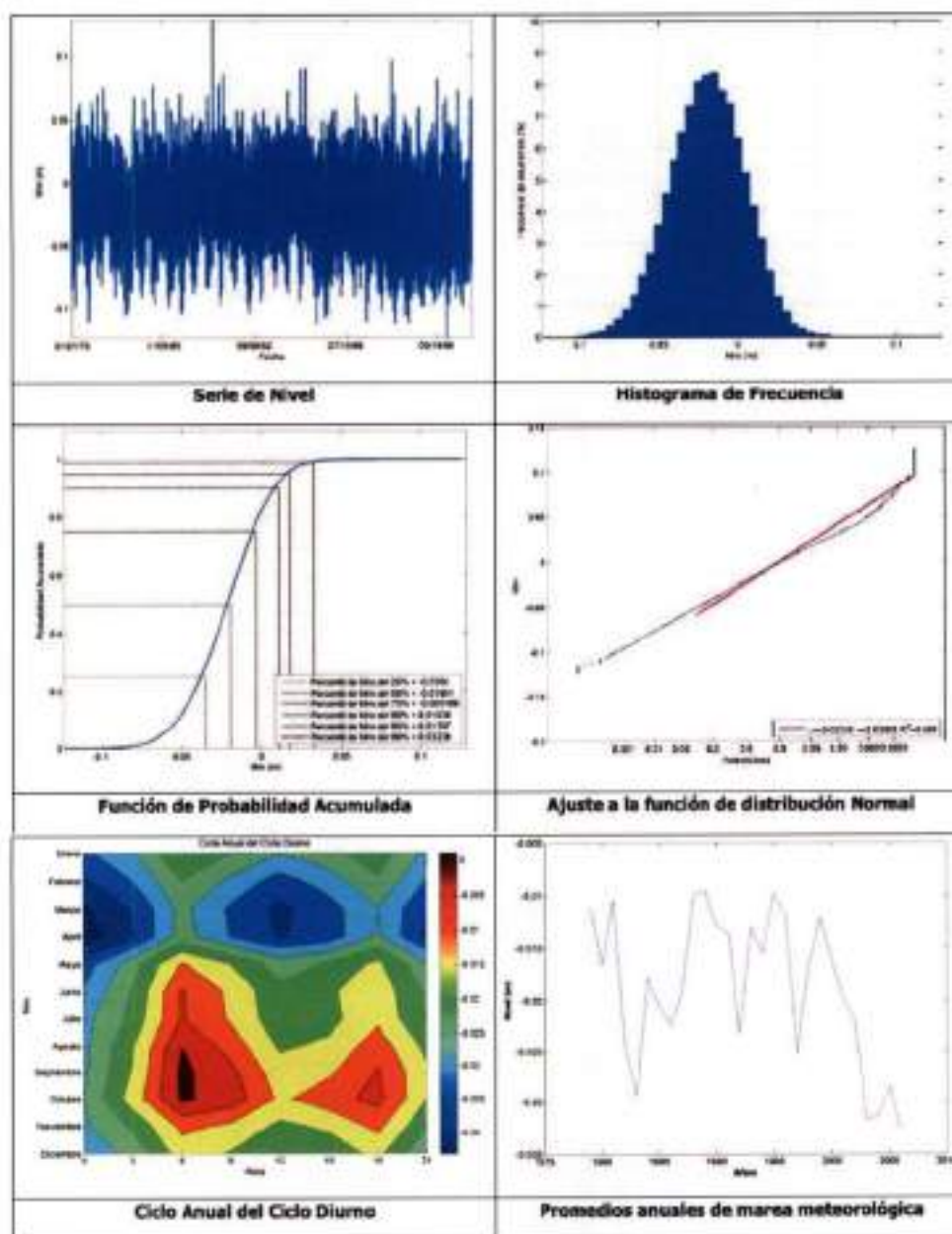






Figura 6. Análisis estadísticos de la serie de Marea Meteorológica ubicada en el Golfo de Morrosquillo. Fuente: Martínez-Gallo (2010).

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEANICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

Martínez-Gallo (2010) analizó la marea meteorológica en el GM (Figura 6), identificando fluctuaciones dentro de un rango de $\pm 0,1$ m, es decir, una variación total de 0,20 m. El histograma de frecuencias presenta una distribución normal, con mayor concentración de valores alrededor de $-0,01$ m. Según la curva de probabilidad acumulada, este valor es superado más del 50% del tiempo. Para una probabilidad del 99%, lo que equivale a aproximadamente 86 horas al año, la marea meteorológica alcanza alrededor de $-0,03$ m. El comportamiento estacional muestra niveles más bajos entre marzo y abril, y los más altos entre agosto y octubre.

6.6.1. Cota de Inundación

En el GM, Martínez-Gallo (2010) identificó un patrón claro en los valores de cota de inundación asociados a la pendiente evaluada. Los niveles medios y máximos observados fueron de 0,9 m y 1,6 m respectivamente. El histograma de frecuencias revela una distribución normal, con una alta concentración de eventos en torno a 1,0 m, lo que sugiere que este es el nivel más comúnmente alcanzado. La curva de distribución acumulada muestra que, durante el 50 % del tiempo, la cota de inundación permanece por debajo de 1,0 m, consolidando ese valor como representativo del régimen medio. El análisis estacional indica que los niveles más bajos ocurren entre marzo y mayo, mientras que los más altos se presentan entre octubre y noviembre, en coincidencia con la temporada de lluvias y mayor energía oceánica. Para una probabilidad del 99 % (equivalente a unas 86 horas al año), la cota puede alcanzar los 1,4 m. Además, los promedios y máximos anuales reflejan una tendencia coherente, con valores promedio cercanos a 0,9 m y picos anuales en torno a 1,4 m (Figura 7).

 cenit <small>TRANSITO + LOGISTICA MEXICO-BOLIVIA</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

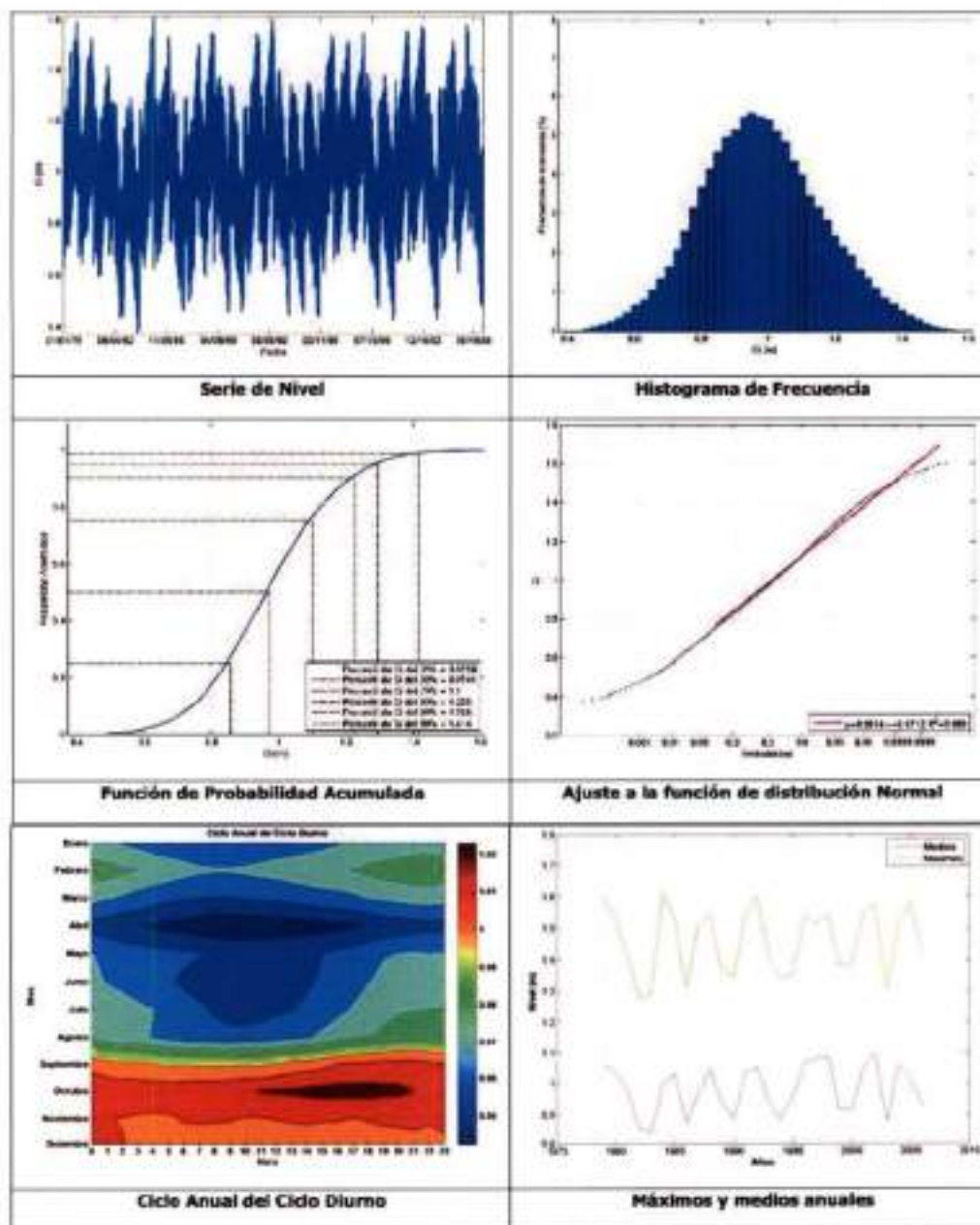




Figura 7. Análisis estadísticos de la serie de Cota de Inundación para sector del Golfo de Morrosquillo. Fuente: Martínez-Gallo (2010).

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORRÓSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEÁNICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

6.7. Análisis de Nivel del Mar

El análisis del nivel del mar se desarrolló a partir de una serie horaria continua de 271,753 registros, equivalente a aproximadamente 31 años de información, proveniente de productos de nivel del mar del Climate Data Store (C3S-Copernicus). A partir de esta base se implementó un procedimiento integral orientado a descomponer el nivel observado en sus componentes fundamentales: marea astronómica, residuo meteorológico y tendencia climática de largo plazo.

En primera instancia, los datos fueron organizados en un eje temporal horario continuo, garantizando la correcta secuencia cronológica para los análisis posteriores. Sobre esta serie se calculó el nivel medio y se generó una versión descentrada con el fin de facilitar el ajuste armónico y la estimación de la tendencia.

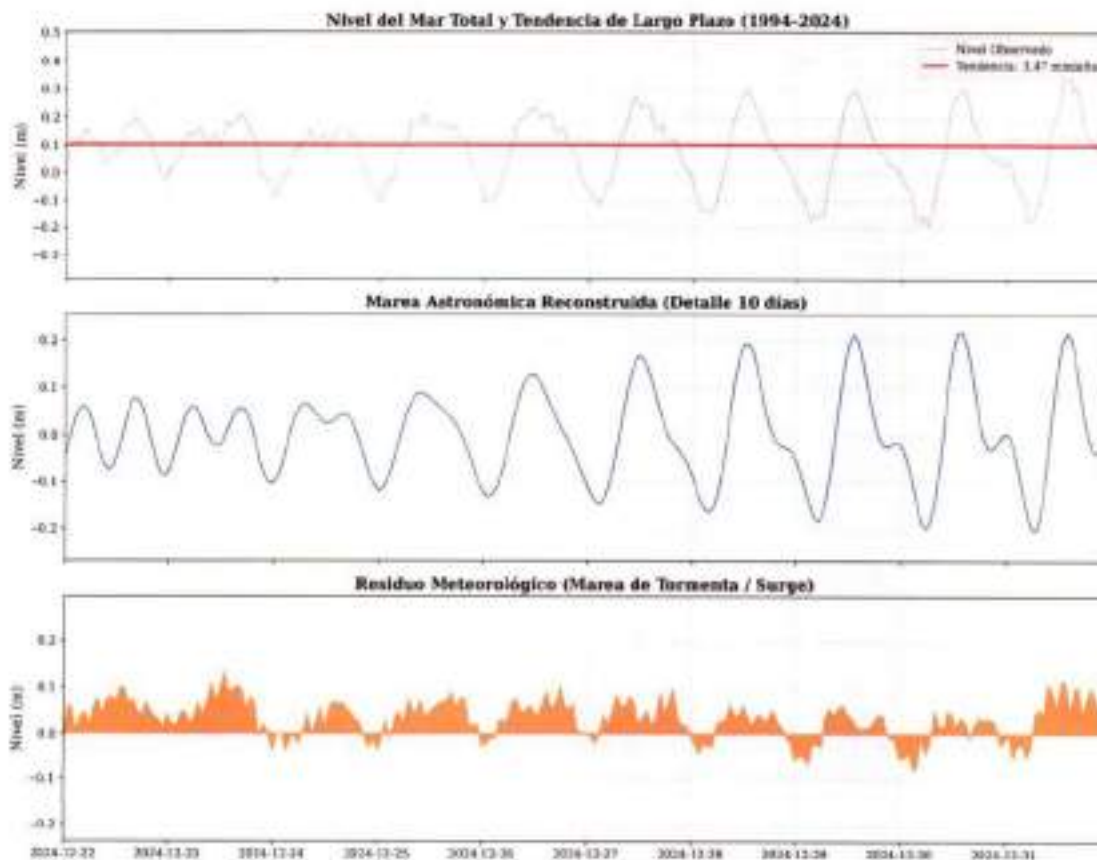






Figura 8. Descomposición del Nivel del Mar: Marea Astronómica, Residuo Meteorológico y Tendencia Climática (1994–2024)

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISION</p> <p style="text-align: center;">26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-OT-MAR-CNT-800009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

La marea astronómica se obtuvo mediante un análisis armónico basado en las cinco constituyentes principales (M2, S2, N2, K1 y O1) derivadas de los productos de nivel del mar de C3S–Copernicus. Para cada constituyente se ajustaron amplitud y fase mediante un procedimiento de optimización no lineal, reproduciendo la señal mareal teórica asociada a la interacción gravitacional Sol–Luna–Tierra. El resultado es una serie periódica y estable que captura adecuadamente las oscilaciones semidiurnas y diurnas dominantes en la región, como se evidencia en el detalle de 10 días (Figura 8), donde se observan ciclos regulares y coherentes con la dinámica mareal del Caribe. Los valores oscilan aproximadamente entre -0.20 m y 0.20 m, con una amplitud típica de los ciclos semidiurnos en el rango de 0.15 a 0.20 m. Esto indica que la componente astronómica explica una fracción significativa de la variabilidad del nivel del mar en esta ventana temporal.

El residuo meteorológico (surge) se obtuvo como la diferencia entre el nivel observado y la marea astronómica ajustada. Este componente refleja la respuesta del nivel del mar a forzamientos atmosféricos de baja frecuencia, incluyendo variaciones de presión, viento, ondas de tormenta y efectos regionales de circulación. Su comportamiento es irregular y asimétrico, con amplitudes típicas que oscilan entre aproximadamente -0.1 m y $+0.1$ m, presentando eventos positivos y negativos que evidencian la variabilidad meteorológica de corto plazo.

La tendencia del nivel medio del mar (SLR) se estimó mediante un ajuste lineal sobre la serie completa, obteniéndose una tasa de aumento de 3.47 mm/año. Este valor es consistente con estimaciones globales recientes y refleja el efecto combinado de la expansión térmica del océano, el aporte de agua continental y la variabilidad oceánica de gran escala. La línea de tendencia superpuesta a la serie completa muestra un incremento sostenido del nivel medio durante las últimas tres décadas, lo que confirma un proceso de elevación del nivel del mar a escala climática.

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS			
	FECHA DE REVISION 26 DE DICIEMBRE DEL 2025		INFORME NETEOCEÁNICO	ELABORO: F. GAMBIN REVISO: J. TALERO
			BLUZ-DT-MAR-CNT-8030009621-002-2025	APROBO: D. RICARDO

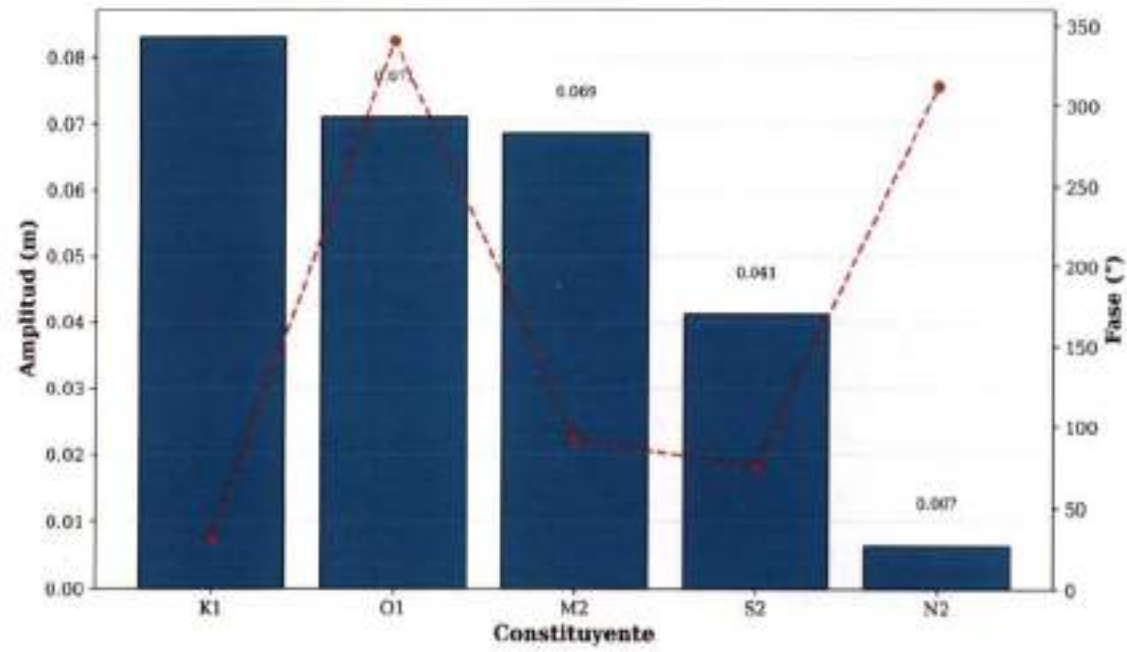


Figura 9. Constantes armónicas de la marea astronómica.

Por otro lado, la caracterización de la marea astronómica se realizó mediante la identificación de las principales constantes armónicas derivadas de los productos de nivel del mar de C3S–Copernicus. La Figura 9 muestra las amplitudes y fases correspondientes a los constituyentes K1, O1, M2, S2 y N2, que representan las oscilaciones más significativas en el nivel del mar para la región de estudio.

La componente diurna lunar K1 presenta la mayor amplitud, con un valor aproximado de 0.083 m, seguida por la componente diurna O1 con 0.071 m y la semidiurna lunar M2 con 0.069 m. Estos valores indican una predominancia de las mareas diurnas y semidiurnas lunares en la dinámica mareal local. La componente semidiurna solar S2 tiene una amplitud menor, cerca de 0.041 m, mientras que la componente semidiurna lunar principal N2 presenta una contribución marginal, con una amplitud cercana a 0.007 m.

A continuación, en la Tabla 3 se presenta un resumen general del análisis de niveles realizado para la zona de estudio. La tabla incluye información clave sobre el período temporal analizado, la ubicación geográfica, la tasa de aumento del nivel medio del mar (SLR) y el nivel medio observado (MSL). Además, se detallan las principales constantes armónicas de la marea astronómica, con sus respectivas amplitudes y fases, que permiten comprender la dinámica mareal predominante en el área. Finalmente, se exponen los planos de referencia (tidal datums) calculados, los cuales son fundamentales para la definición de niveles de referencia.

 cenit <small>CONSEJO REGULADOR DE COSTAS Y OCEANOGRAFÍA</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

Tabla 3. Resumen general del nivel del mar.



Periodo	Enero 1994 - Diciembre 2024
Ubicación	Lat: 9.448, Lon: -75.806
Tendencia SLR	3.47 mm/año
Nivel Medio (MSL)	0.048 m

Principales Constantes Armónicas

Onda	Amplitud (m)	Fase (°)
M2	0.0685	92.4
S2	0.0412	74.7
N2	0.0065	312.0
K1	0.0831	31.2
O1	0.0708	340.5

Planos de Referencia (Tidal Datums) Calculados

Acrónimo	Nivel (m)	Definición
HAT	0.463	Highest Astronomical Tide
MHHW	0.215	Mean Higher High Water
MHW	0.149	Mean High Water
MSL	0.048	Mean Sea Level
MLW	-0.051	Mean Low Water
MLLW	-0.127	Mean Lower Low Water
LAT	-0.345	Lowest Astronomical Tide

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISIÓN</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEÁNICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISÓ: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

7. VIENTO



Los vientos alisios ejercen una influencia determinante sobre la dinámica costera del Caribe colombiano, marcando de manera clara la diferenciación entre la época seca y la época húmeda. Durante la temporada seca, entre diciembre y marzo, predominan vientos persistentes y de mayor intensidad, con cierta variabilidad, asociados principalmente a corrientes procedentes del noreste y vientos dominantes del norte. En contraste, entre abril y noviembre, período correspondiente a la época húmeda y de transición, los vientos presentan un comportamiento más irregular tanto en intensidad como en dirección, con intervalos de calma más prolongados y un aumento significativo de la precipitación, la cual alcanza su máximo hacia el mes de octubre (Buitrago-Díaz & Sainea-Lancheros, 2003).

Por su parte, Lozano-Duque et al. (2010) señalan que, en el litoral Caribe colombiano, los vientos predominan en dirección noreste y suroeste. En la época seca, las velocidades medias oscilan entre 6 y 7 m/s, con valores máximos de hasta 18,4 m/s. Durante el período de transición, la intensidad desciende a un promedio cercano a 2,4 m/s, aunque se registra un repunte en julio y agosto, asociado al "veranillo de San Juan". En la época húmeda, la velocidad del viento disminuye considerablemente, con promedios de 1,02 m/s.

7.1. Ciclo multianual de la Velocidad del Viento

Para realizar una aproximación al análisis del área de estudio, se empleó el reanálisis atmosférico ERA5. Los datos corresponden a promedios mensuales con una resolución espacial de $0.25^\circ \times 0.25^\circ$, abarcando el período comprendido entre enero de 1980 y diciembre de 2024 (45 años). Las variables extraídas para el dominio de interés fueron las componentes U y V de la velocidad horizontal del viento a 10 metros sobre la superficie del mar, expresadas en metros por segundo. En términos generales, se observa en los resultados presentados que las mayores intensidades ocurren entre los meses de enero y abril, especialmente sobre la zona oceánica, alcanzando valores entre 8 y 9 m s^{-1} . Este comportamiento corresponde al régimen de los vientos alisios característico de la región Caribe, explicado anteriormente.

Durante los meses de mayo a noviembre, que coinciden con la época húmeda y transición, se aprecia una disminución significativa en la velocidad del viento, con valores que en la mayor parte del dominio no superan los $2\text{--}3 \text{ m s}^{-1}$. Asimismo, las direcciones muestran una mayor variabilidad, con flujos más perpendiculares a la línea de costa entre mayo y noviembre, presentando componentes noroeste en su mayoría.

 cenit <small>INSTITUTO TECNOLÓGICO METEOROLÓGICO</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS		
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	INFORME METEOCEÁNICO	ELABORO: F. GAMBIN REVISÓ: J. TALERO
		BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-002-2025	APROBO: D. RICARDO

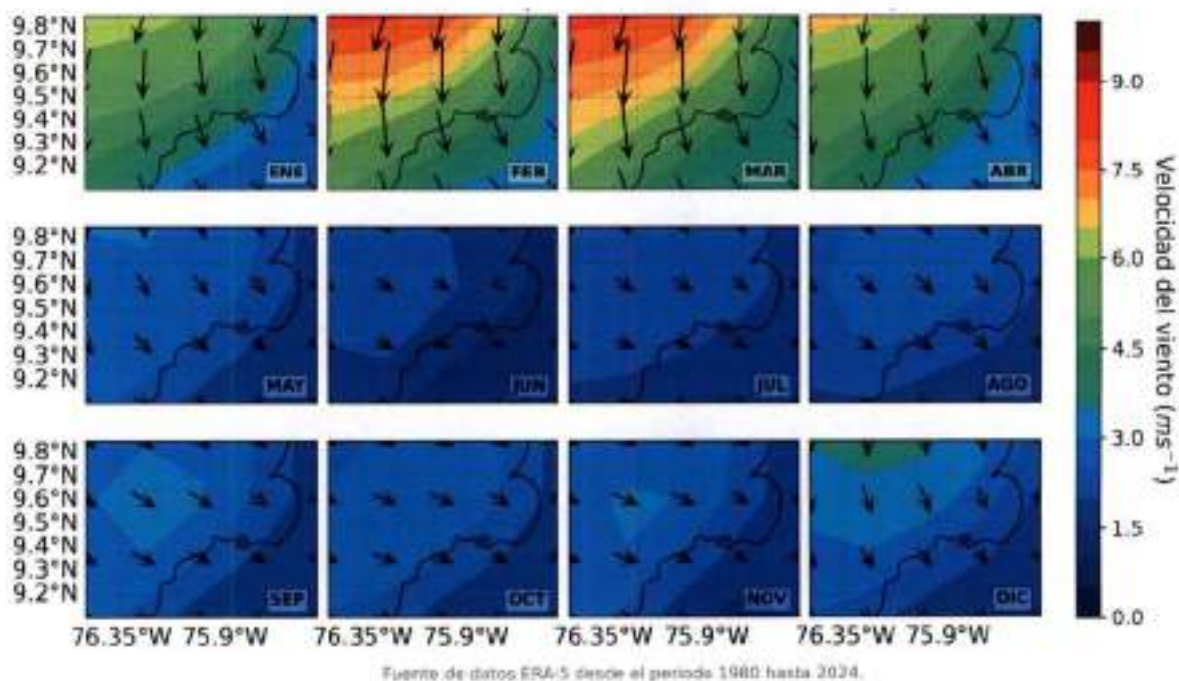




Figura 10. Ciclo multianual de la velocidad y dirección del viento.

Teniendo en cuenta lo anterior, la serie temporal exhibe un comportamiento relativamente estable a lo largo de las décadas, con valores predominantes que oscilan típicamente entre 3 y 8 m/s, lo que coincide con las condiciones características de los vientos alisios en el Caribe colombiano. A lo largo del registro se identifican de manera recurrente picos de mayor intensidad, que alcanzan valores cercanos a 10–11 m/s, los cuales pueden asociarse a eventos atmosféricos transitorios como ondas tropicales, sistemas de baja presión, frentes fríos débiles o incrementos estacionales propios de la dinámica regional.

La serie evidencia una alta variabilidad temporal, con oscilaciones rápidas y frecuentes que reflejan la naturaleza dinámica del viento en ambientes marinos abiertos. Sin embargo, al observar la tendencia de largo plazo, no se aprecian cambios significativos en los valores medios, lo que sugiere que el régimen general de vientos en el Golfo de Morrosquillo se ha mantenido relativamente constante durante los 45 años analizados (Figura 11).

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEÁNICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-8000009821-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

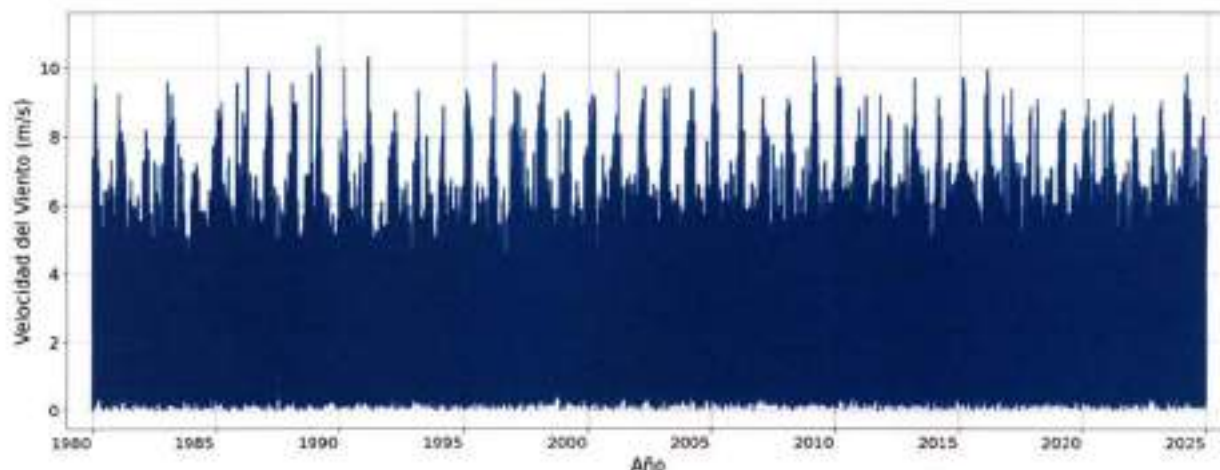


Figura 11. Serie temporal de la velocidad del viento.

La Tabla 4 presenta la frecuencia mensual de las velocidades del viento organizadas en rangos detallados, lo que permite identificar patrones estacionales en la intensidad del viento. En términos generales, los vientos entre 2 y 6 m/s son los más comunes a lo largo del año, mientras que los valores superiores a 8 m/s representan eventos poco frecuentes pero relevantes.

- **Vientos débiles (<4 m/s)**

Constituyen la categoría predominante del régimen de viento en la región. Su frecuencia anual promedio ronda entre 75% y 80%, mostrando un patrón estacional muy marcado:



- Máximos entre mayo y noviembre, periodo donde los vientos débiles superan el 85%, con valores particularmente altos en mayo (87.6%) y junio (88.5%).
- Mínimos entre enero y marzo, donde su frecuencia cae hasta 56–60%, coincidiendo con el reforzamiento estacional de los vientos alisios y la influencia de sistemas frontales.

Esta categoría domina la climatología anual y es representativa de las condiciones más frecuentes del periodo húmedo en el Caribe.

- **Vientos moderados (4–8 m/s)**

Corresponden a velocidades de mayor energía y presentan un comportamiento opuesto al de los vientos débiles. Su promedio anual combinado es de aproximadamente 20–23%.

- Máximos entre enero y abril, cuando los vientos moderados representan entre 30% y hasta 45% del tiempo, reflejando el fortalecimiento de los alisios del noreste.

 <small>Centro Nacional de Información Meteorológica</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

- Mínimos entre mayo y noviembre, donde su frecuencia cae a 11–16%, en respuesta al predominio de vientos suaves durante la temporada húmeda.
- En diciembre, los valores vuelven a incrementarse (18–22%) con el comienzo de la fase de reforzamiento estacional.

Esta categoría representa los vientos más constantes y energéticos del régimen típico.

• **Vientos fuertes (>8 m/s)**

Los vientos fuertes son poco frecuentes en el promedio espacial mensual.



- Su ocurrencia anual es menor al 1%, y en la mayoría de los meses se mantienen por debajo del 0.3%.
- Los valores más altos se observan en enero (1.39%), febrero (3.66%) y marzo (2.1%), lo cual coincide con la influencia de sistemas frontales y pulsos intensificados de los alisios.
- Entre mayo y septiembre, los vientos fuertes son prácticamente nulos (<0.01%).

Aunque la frecuencia es baja, su presencia es relevante para eventos extremos.

Tabla 4. Frecuencia mensual de las velocidades del viento.

	Vientos <2 m/s	Vientos 2-4 m/s	Vientos 4-6 m/s	Vientos 6-8 m/s	Vientos 8-10 m/s	Vientos 10-12 m/s	Total
Enero	21.78%	33.84%	28.33%	11.34%	1.39%	0.00%	100.00%
Febrero	17.85%	31.40%	29.24%	13.77%	3.51%	0.15%	100.00%
Marzo	18.53%	31.40%	36.82%	14.03%	2.09%	0.01%	100.00%
Abril	25.87%	37.18%	21.91%	4.54%	0.31%	0.00%	100.00%
Mayo	30.62%	36.00%	12.06%	0.33%	0.01%	0.00%	100.00%
Junio	31.39%	36.26%	11.08%	0.37%	0.01%	0.00%	100.00%
Julio	24.98%	37.70%	14.98%	0.56%	0.00%	0.00%	100.00%
Agosto	28.51%	38.84%	14.90%	0.55%	0.00%	0.00%	100.00%
Septiembre	28.78%	36.21%	12.62%	0.39%	0.00%	0.00%	100.00%
Octubre	27.08%	37.79%	11.76%	1.24%	0.14%	0.00%	100.00%
Noviembre	27.48%	37.26%	13.82%	1.37%	0.05%	0.00%	100.00%
Diciembre	24.11%	31.12%	18.75%	2.95%	0.09%	0.00%	100.00%
Promedio Anual	25.90%	30.63%	18.38%	4.44%	0.63%	0.01%	100.00%

La Tabla 5 presenta los valores estadísticos mensuales de la velocidad del viento en el área de estudio para el periodo 1980–2024. Los datos, obtenidos del reanálisis ERA5 a 10 m de altura sobre la superficie y con resolución horaria, permiten caracterizar de manera detallada la variabilidad temporal del régimen de vientos en la zona.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISION</p> <p style="text-align: center;">28 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BLZ-DT-MAR-CNT-8000099621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

- **Tendencia central (media y mediana)**

Los valores de media y mediana mensual representan adecuadamente las condiciones típicas del viento en el área de estudio. La información revela un patrón estacional bien definido, con máximos entre diciembre y marzo, vinculados al fortalecimiento de los vientos alisios.

- **Régimen de menor magnitud (mayo–noviembre)**

Durante este periodo, la velocidad media del viento se mantiene entre 2.59 y 2.79 m/s, con valores de mediana similares que oscilan entre 2.53 y 2.77 m/s. Estas condiciones indican un régimen de viento suave a moderado.

- **Régimen de mayor magnitud (diciembre–abril)**

Los meses con mayor intensidad del viento corresponden a diciembre–abril, cuando la media alcanza valores entre 2.98 y 4.08 m/s, destacándose febrero (4.08 m/s) y marzo (3.91 m/s) como los meses con vientos más intensos.

- **Dispersión y variabilidad (desviación estándar)**

La desviación estándar evidencia contrastes claros en la estabilidad del régimen de vientos a lo largo del año.

- **Baja variabilidad (mayo–noviembre)**

Entre mayo y septiembre se registran los niveles más bajos de dispersión, con desviaciones estándar entre 1.15 y 1.24 m/s, lo cual refleja condiciones más estables y predecibles, con menor probabilidad de ráfagas abruptas o cambios súbitos en la intensidad del viento.

- **Mayor variabilidad (diciembre–abril)**



En estos meses, la desviación estándar aumenta hasta alcanzar valores máximos entre 1.41 y 2.07 m/s, particularmente en enero, febrero y marzo, indicando un régimen más irregular y con mayor susceptibilidad a eventos de ráfagas que pueden aumentar el oleaje.

- **Probabilidad de eventos extremos (Percentiles P95 y P99)**

Los percentiles altos (P95 y P99) permiten evaluar el riesgo asociado a episodios de viento intenso.

- **Eventos extremos en temporada de mayor intensidad (diciembre–abril)**

Durante esta etapa, el P95 toma valores entre 5.57 y 7.74 m/s, mientras que el P99 alcanza entre 6.80 y 9.03 m/s. Esto indica que la velocidad del viento supera los 7–8 m/s el 5% del tiempo en estos meses, y excede los 8 m/s en alrededor del 1% de los casos, reflejando eventos de viento fuerte pero poco frecuentes.

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLF DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

○ **Eventos extremos en la temporada húmeda y convectiva (mayo–noviembre)**



En este periodo, los valores de P95 se mantienen entre 4.57 y 4.90 m/s, mientras que el P99 se ubica en el rango de 5.49 a 6.29 m/s. Esto sugiere que los eventos extremos son menos intensos que en la época seca.

Tabla 5. Estadísticos mensuales de la velocidad del viento en el área de estudio para el periodo 1980–2024.

Mes	Media (m/s)	Mediana (m/s)	Desv. Est. (m/s)	Mínimo (m/s)	Máximo (m/s)	P95 (m/s)	P99 (m/s)
Ene.	3.63	3.43	1.87	0.01	9.60	7.01	8.21
Feb.	4.00	3.92	2.07	0.05	11.04	7.74	9.03
Mar.	3.91	3.81	1.96	0.03	10.13	7.35	8.45
Abr.	3.12	2.98	1.55	0.02	9.48	5.96	7.26
May.	2.65	2.51	1.16	0.01	8.22	4.63	5.49
Jun.	2.59	2.53	1.15	0.01	8.50	4.57	5.50
Jul.	2.78	2.74	1.18	0.01	7.66	4.81	5.72
Ago.	2.79	2.77	1.17	0.04	7.61	4.78	5.69
Sep.	2.70	2.69	1.15	0.02	8.00	4.60	5.54
Oct.	2.79	2.72	1.24	0.00	9.81	4.90	6.29
Nov.	2.78	2.71	1.24	0.02	8.86	4.94	6.28
Dic.	2.98	2.84	1.41	0.04	8.81	5.57	6.80

La Figura 12 muestra la variación mensual promedio de la velocidad del viento en el área de estudio del Golfo de Morrosquillo para el periodo 1980–2024. Se observa un patrón estacional bien definido, con velocidades promedio más elevadas durante la época seca (diciembre–abril) y valores notablemente menores durante la época húmeda (mayo–noviembre). Los mayores promedios se registran entre enero y marzo, alcanzando un máximo en febrero con valores cercanos a 4.1 m/s, mientras que los mínimos se concentran entre mayo y junio, con velocidades del orden de 2.6 m/s.

Este comportamiento está asociado al fortalecimiento del régimen de los vientos alisios del noreste durante la época seca, cuando predominan condiciones atmosféricas más estables y un mayor gradiente de presión sobre el Caribe suroccidental. En contraste, durante la época húmeda se presenta una disminución generalizada de la intensidad del viento, reflejando la influencia de una circulación atmosférica más variable y una menor persistencia de los alisios, lo que se traduce en una reducción del forzamiento eólico sobre el área de estudio.

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

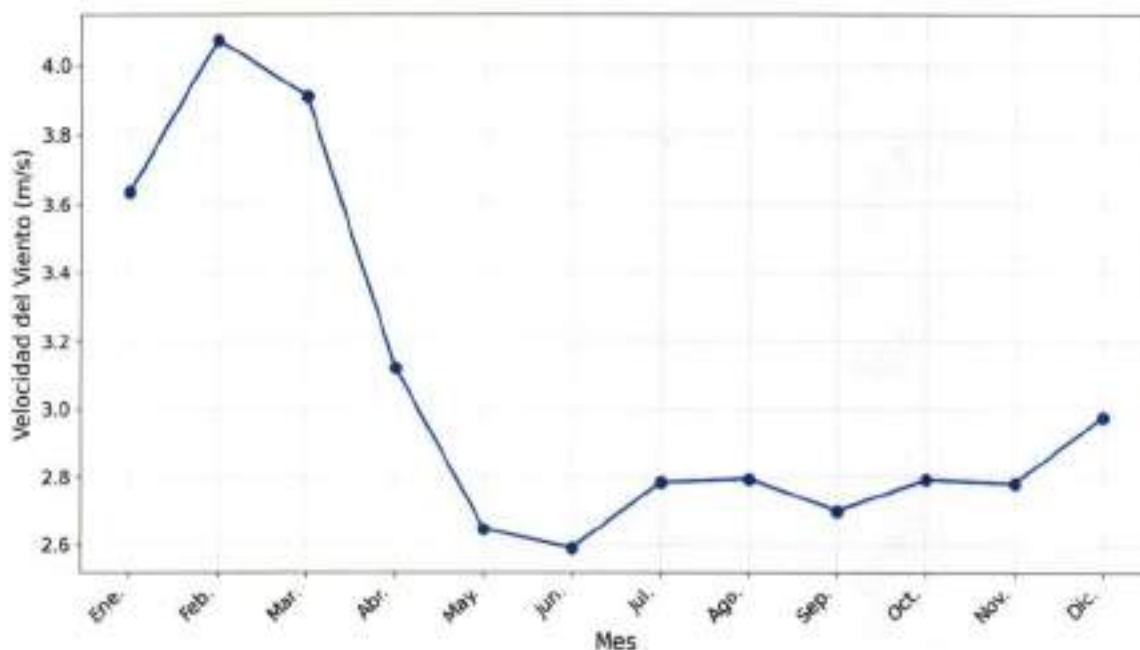



Figura 12. Variación mensual promedio de la velocidad del viento en el área de estudio del Golfo de Morrosquillo para el período 1980–2024.

La Figura 13 presenta los histogramas mensuales de la velocidad del viento para el período 1980–2024 en el área de estudio del Golfo de Morrosquillo, expresados como densidad de probabilidad en función de la velocidad del viento (m/s). Este análisis permite evaluar la distribución estadística del viento a escala mensual y comparar su comportamiento entre la época seca (diciembre–abril) y la época húmeda (mayo–noviembre), aportando información relevante para la caracterización del régimen meteoceánico regional.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISIÓN</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-062-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

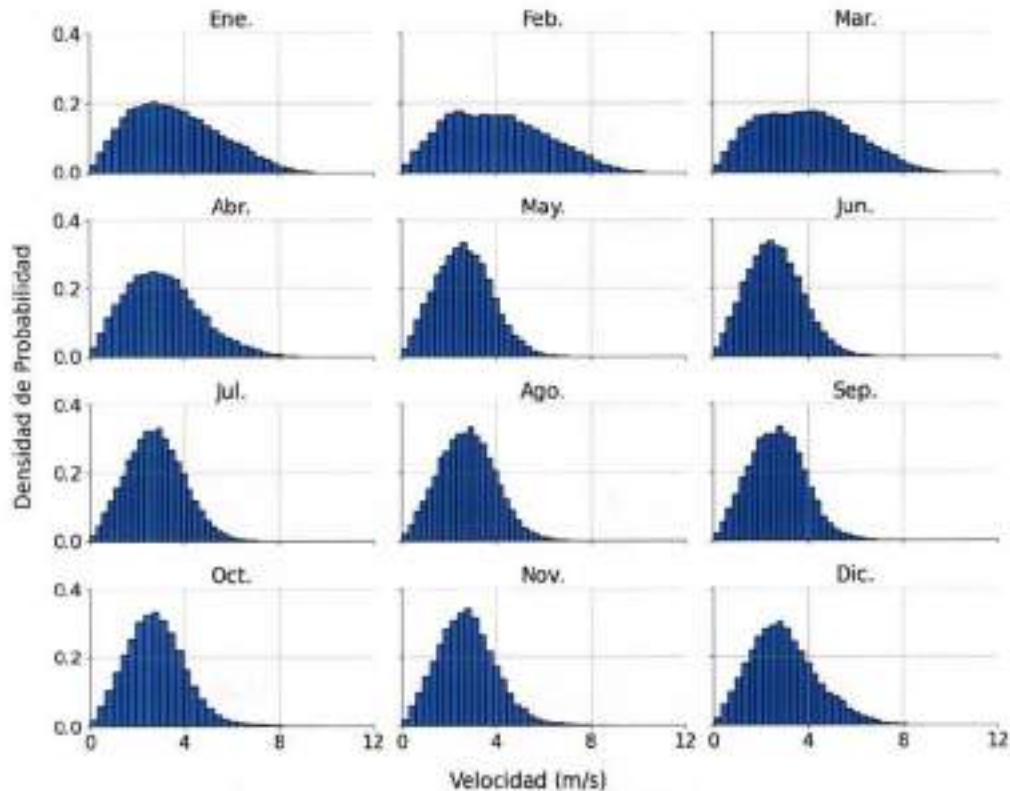




Figura 13. Histogramas mensuales de la velocidad del viento para el periodo 1980–2024.

En términos generales, todas las distribuciones mensuales presentan un sesgo positivo, lo que indica una mayor frecuencia de eventos de viento débil a moderado frente a la ocurrencia de velocidades más elevadas. La mayor densidad de probabilidad se concentra principalmente en el rango aproximado de 2 a 5 m/s, lo cual es consistente con los valores medios observados en la climatología mensual del viento en la zona de estudio. Asimismo, la ausencia de distribuciones bimodales sugiere la predominancia de un único régimen de viento por mes.

Durante la época seca, los histogramas evidencian distribuciones relativamente más amplias y desplazadas hacia velocidades superiores en comparación con la época húmeda. En este período se identifican máximos de densidad asociados a velocidades del orden de 3 a 4.5 m/s, así como colas extendidas hacia velocidades elevadas, que alcanzan valores superiores a 6–8 m/s, reflejando la mayor intensidad y persistencia del viento característica de esta temporada. Este comportamiento es consistente con el fortalecimiento del régimen de los vientos alisios del noreste, que domina las condiciones atmosféricas durante la época seca en el Caribe suroccidental.

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

Por el contrario, durante la época húmeda, las distribuciones tienden a concentrarse en rangos de velocidad más bajos, con picos de densidad más agudos y valores máximos de probabilidad generalmente asociados a velocidades entre 2.5 y 3.5 m/s. En estos meses, las colas de las distribuciones son menos extensas, indicando una menor frecuencia de eventos de viento intenso y una mayor recurrencia de condiciones de viento débil a moderado. Este patrón responde a una disminución general del forzamiento eólico, asociada a una mayor variabilidad atmosférica y a una menor persistencia de los alisios durante la época húmeda.

La variabilidad mensual de la velocidad del viento en el área de estudio muestra que las medianas mensuales se mantienen mayoritariamente entre 2 y 4 m/s. Se registran valores relativamente más altos durante el primer trimestre del año (enero–marzo) y nuevamente en diciembre, mientras que los valores mínimos se presentan entre mayo y septiembre. Este patrón evidencia un debilitamiento estacional del viento hacia mitad de año y un reforzamiento durante los meses de transición y al final del año (Figura 14).

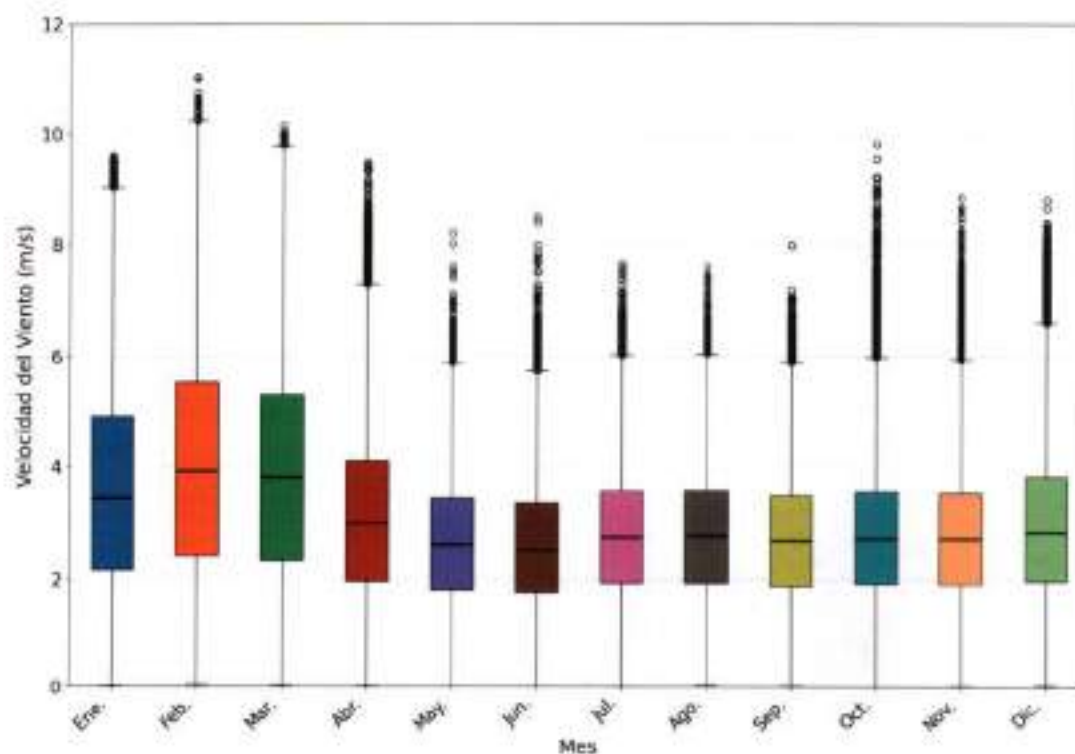




Figura 14. Box plot mensuales de la velocidad del viento para el periodo 1980–2024.

 cenit <small>Centro Nacional de Información y Datos Meteorológicos</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

El rango intercuartílico (IQR) es más estrecho entre mayo y septiembre, lo que sugiere una mayor regularidad del régimen de vientos en ese periodo. En contraste, durante enero–abril y noviembre–diciembre la dispersión aumenta, reflejando mayor variabilidad intermensual.

Los bigotes superiores y la presencia de valores atípicos en todos los meses, especialmente entre mayo y noviembre, muestran que, aunque las condiciones típicas puedan ser moderadas, se registran episodios puntuales de vientos intensos. Estos outliers alcanzan valores superiores a 7–11 m/s, lo cual es consistente con la ocurrencia de ráfagas asociadas a sistemas frontales, ondas tropicales o actividad ciclónica.

La Figura 15 y la Tabla 6 presentan de manera complementaria la distribución de frecuencias de ocurrencia de la dirección del viento en el área de estudio. En conjunto, ambos resultados permiten identificar con claridad los sectores direccionales dominantes y la estructura general del régimen eólico que caracteriza la zona.

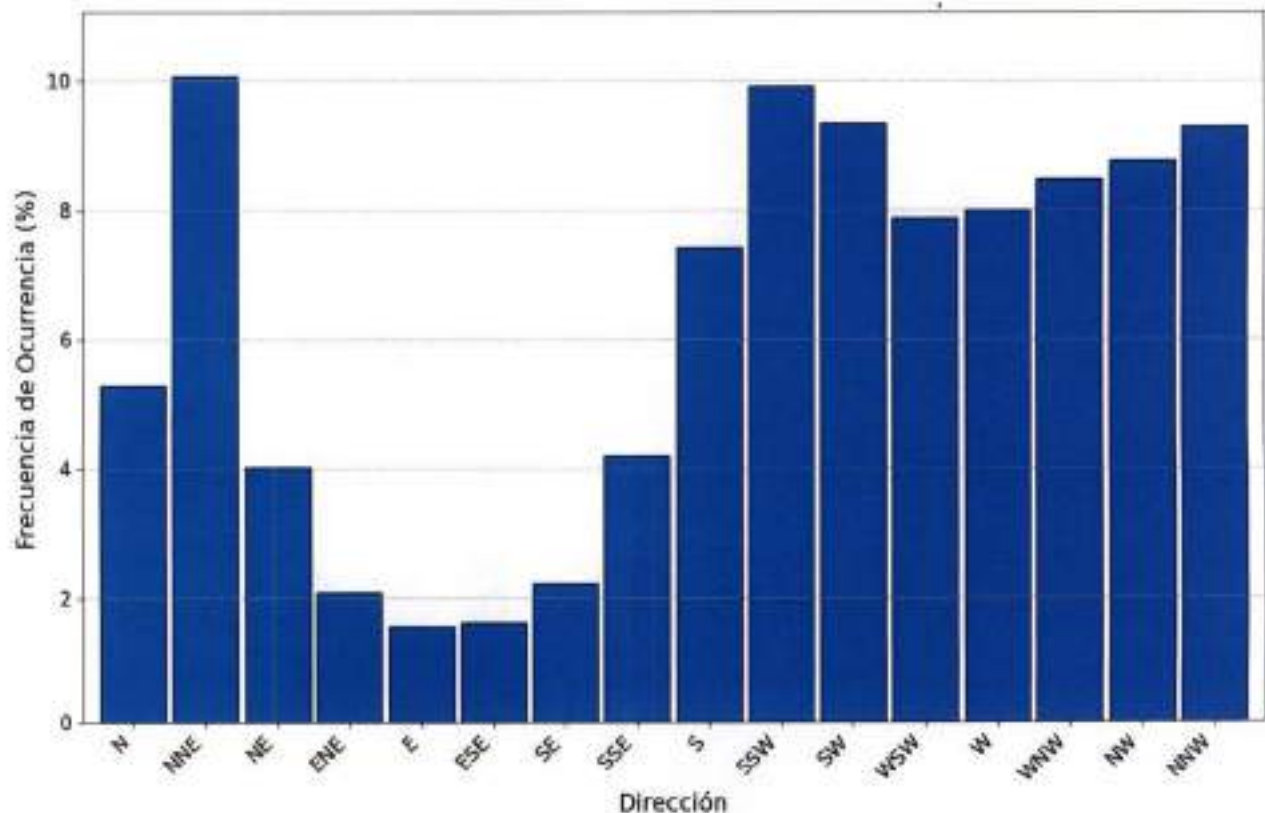


Figura 15. Distribución direccional del viento.



 cenit <small>MANEJO INTEGRAL DE RIESGOS FINANCIEROS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

Tabla 6. Probabilidad direccional del viento.



Dirección	Probabilidad (%)	Dirección	Probabilidad (%)
N	5.27	S	7.41
NNE	10.06	SSW	9.91
NE	4.01	SW	9.31
ENE	2.09	WSW	7.88
E	1.56	W	8.0
ESE	1.62	WNW	8.46
SE	2.21	NW	8.75
SSE	4.18	NNW	9.27

El análisis integrado evidencia que el régimen de vientos está dominado por flujos provenientes de los cuadrantes noreste y suroeste, con máximas probabilidades de ocurrencia asociadas a las direcciones NNE (10.06 %) y SSW (9.91 %), las cuales constituyen los principales ejes de circulación del viento. Este patrón direccional preferente, claramente observable tanto en la tabla como en el histograma, refleja una orientación predominante del flujo alineada aproximadamente en sentido NE–SW, característica del forzamiento ejercido por el régimen de los vientos alisios del noreste y su modulación regional en el Caribe suroccidental.

De forma complementaria, se identifican contribuciones significativas desde los sectores occidental y noroccidental, particularmente SW, WSW, W, WNW, NW y NNW, con frecuencias individuales que oscilan entre 7.9 % y 9.3 %. La suma de estos aportes configura una componente secundaria de alta relevancia, evidenciando una variabilidad direccional no despreciable hacia el oeste y noroeste, posiblemente asociada a ajustes en la circulación sinóptica y a la interacción entre forzamientos atmosféricos de distinta escala.

Las direcciones N (5.27 %) y S (7.41 %) presentan frecuencias intermedias, reforzando la predominancia de un patrón direccional alineado con el eje norte–sur. En contraste, los sectores este y sureste (ENE, E, ESE, SE y SSE) exhiben las menores probabilidades de ocurrencia, con valores comprendidos entre 1.56 % y 4.18 %, lo que indica una incidencia marginal dentro del régimen eólico general. Estas direcciones se asocian principalmente a condiciones transitorias de la circulación atmosférica o a perturbaciones locales de corta duración.

La distribución de probabilidad conjunta entre la dirección de procedencia y la velocidad del viento (Tabla 7) permite una evaluación cuantitativa de la contribución relativa de cada sector direccional a los distintos rangos de intensidad. Los mayores valores de probabilidad se concentran en el intervalo de 2–4 m/s, particularmente asociados a direcciones comprendidas entre SSW–W–WNW–NW, con probabilidades

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

individuales del orden de 4–5.6 %, confirmando que este intervalo define el régimen de vientos predominantes en el área.



Para velocidades superiores a 6.0 m/s, las probabilidades de ocurrencia son bajas, lo que refleja la escasa frecuencia de eventos de viento intenso. Las velocidades extremas, superiores a 8 m/s, presentan probabilidades residuales, generalmente inferiores al 0.3 %, sin una direccionalidad dominante bien definida, lo que sugiere que estos eventos corresponden a forzamientos atmosféricos transitorios y de corta duración.

Tabla 7. Probabilidad conjunta de dirección vs velocidad del viento.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
40, 21	1.53	1.36	1.28	1.10	1.03	1.08	1.28	1.57	1.89	2.12	2.10	2.06	1.98	1.00	1.85	1.79
42, 41	3.45	3.34	1.95	0.86	0.46	0.46	0.80	2.16	4.00	5.57	3.15	4.34	4.60	4.80	4.70	3.89
44, 61	2.82	3.18	0.58	0.04	0.01	0.01	0.03	0.26	1.10	1.66	1.38	1.07	1.02	1.23	1.64	2.32
46, 81	1.37	1.52	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.12	0.12	0.07	0.04	0.07	0.17	0.03
48, 101	0.28	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
49, 121	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

La rosa de viento multianual representada en la Figura 16 muestra un régimen eólico marcadamente anisotrópico, con una clara predominancia de flujos procedentes de los sectores norte, noroeste y oeste (N–NW–W), los cuales concentran la mayor frecuencia de ocurrencia a lo largo del periodo analizado.

Desde el punto de vista cinemático, el régimen está predominado por velocidades comprendidas entre 2.2 y 6.6 m/s, las cuales representan la franja modal del campo de viento en la zona de estudio. Las velocidades inferiores a 2.2 m/s presentan una contribución secundaria pero no despreciable, asociada principalmente a direcciones del oeste y suroeste, lo que sugiere la ocurrencia de condiciones de baja energía eólica durante fases de transición del régimen atmosférico. En contraste, los eventos caracterizados por velocidades superiores a 8.8 m/s son poco frecuentes y de ocurrencia episódica, concentrándose de manera puntual en sectores del norte y norte-noreste, lo que indica una baja recurrencia de estados eólicos de alta energía.

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

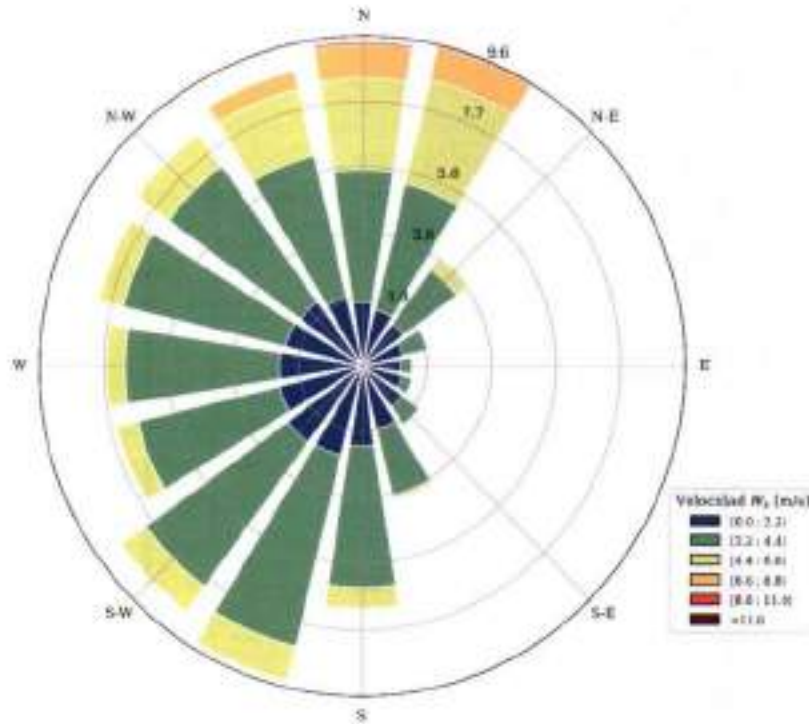


Figura 16. Rosa de vientos.

Tabla 8. Frecuencia de ocurrencia mensual de dirección del viento.

Dirección del Viento (Procedencia)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
N	1.39	1.44	1.55	1.03	0.53	0.48	0.57	0.47	0.31	0.28	0.38	0.89
NNE	1.30	1.65	1.64	1.11	0.42	0.31	0.38	0.31	0.18	0.19	0.34	1.29
NE	0.73	0.47	0.44	0.41	0.24	0.17	0.18	0.14	0.19	0.28	0.20	0.64
ENE	0.74	0.24	0.18	0.19	0.13	0.12	0.11	0.08	0.08	0.06	0.11	0.34
E	0.21	0.13	0.11	0.14	0.11	0.14	0.11	0.07	0.08	0.06	0.08	0.25
ESE	0.20	0.11	0.10	0.15	0.10	0.13	0.13	0.09	0.07	0.07	0.10	0.25
SE	0.20	0.13	0.12	0.19	0.24	0.25	0.23	0.17	0.13	0.13	0.13	0.34
SSE	0.22	0.18	0.15	0.30	0.48	0.52	0.50	0.41	0.32	0.30	0.27	0.31
S	0.33	0.26	0.22	0.48	0.76	0.91	0.97	0.87	0.71	0.65	0.61	0.44
SSW	0.22	0.20	0.27	0.52	0.87	1.06	1.14	1.24	1.13	1.20	1.02	0.59
SW	0.21	0.28	0.29	0.49	0.87	0.88	0.85	0.95	1.12	1.37	1.13	0.54
WSW	0.22	0.22	0.31	0.47	0.77	0.66	0.59	0.74	0.93	1.18	0.95	0.59
W	0.32	0.34	0.43	0.54	0.75	0.62	0.69	0.76	0.93	1.02	0.88	0.46
WW	0.50	0.50	0.60	0.60	0.75	0.66	0.66	0.79	0.89	0.81	0.81	0.52
WSW	0.70	0.67	0.79	0.70	0.68	0.67	0.72	0.73	0.74	0.64	0.69	0.60
NNW	0.98	1.06	1.10	0.83	0.62	0.60	0.74	0.60	0.50	0.45	0.52	0.75



 cenit <small>INSTITUTO COLOMBIANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLF DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

Como se evidencia en la Tabla 8, el patrón direccional del viento en el golfo de Morrosquillo se organiza de manera consistente con los tres períodos climáticos principales descritos para el Caribe colombiano: una temporada seca entre diciembre y abril, una fase de transición entre mayo y julio y una temporada húmeda entre agosto y noviembre (INVEMAR et al., 2003). Durante la temporada seca, el régimen está claramente dominado por vientos del cuadrante norte, especialmente desde N y NNE, cuyas probabilidades relativas alcanzan valores entre ~1.4 y 1.8 % en enero-marzo, mientras que las direcciones del sur y suroeste mantienen probabilidades inferiores a 0.3 %. Este comportamiento refleja la intensificación estacional de los alisios del noreste y su influencia directa sobre el golfo. A partir de mayo, coincidiendo con la fase de transición, se observa una disminución progresiva de las direcciones del norte y un aumento sostenido de las componentes SSE, S, SSW y SW, cuyas probabilidades se incrementan desde valores cercanos a 0.3–0.5 % en abril hasta rangos de 0.7–1.0 % hacia julio. Finalmente, durante la temporada húmeda (agosto–noviembre), el régimen se reorganiza en torno a direcciones del sur, suroeste y oeste-suroeste, con probabilidades que alcanzan valores entre ~0.9 y 1.3 % para S, SSW, SW y WSW, mientras que las direcciones del norte permanecen por debajo de 0.5 %. Este patrón confirma que la climatología regional modula de manera marcada la estructura direccional del viento, condicionando a su vez la estacionalidad del oleaje local en el golfo de Morrosquillo.

7.2. Probabilidad de Excedencia

Tabla 9. Probabilidad de excedencia de la velocidad del viento.

	Añoal	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0.0	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
2.0	76.072	76.220	80.148	86.448	74.136	48.370	47.713	73.133	73.486	71.318	73.830	72.524	73.880
4.0	23.358	39.358	48.883	46.758	28.750	12.380	11.431	15.435	13.440	12.000	13.140	15.244	21.762
6.0	8.018	12.628	10.441	16.125	6.843	0.332	0.273	0.558	0.530	0.389	1.382	1.420	3.014
8.0	0.628	1.386	3.609	3.102	0.306	0.006	0.008	0.000	0.000	0.000	0.140	0.052	0.043
10.0	0.013	0.000	0.154	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

 cenit <small>INSTITUTO COLOMBIANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO CSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

La caracterización del viento en el golfo de Morrosquillo, basada en la probabilidad de excedencia de la velocidad del viento, también evidencia una marcada organización estacional coherente con los tres periodos climáticos principales del Caribe colombiano. La Tabla 9 presenta la probabilidad mensual de exceder distintos umbrales de velocidad, mientras que la Figura 17 muestra las curvas de excedencia correspondientes, permitiendo identificar tanto la intensidad típica como la ocurrencia de eventos de viento fuerte.

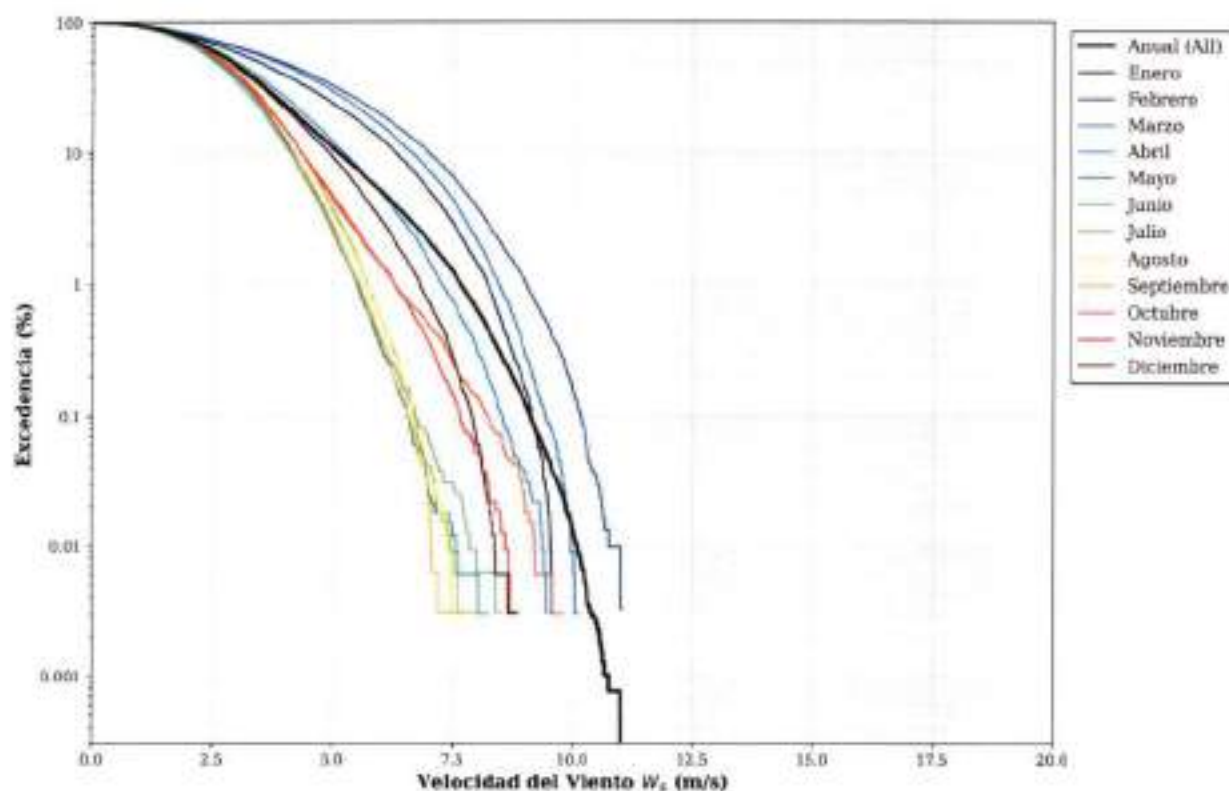




Figura 17. Curva de excedencia de la velocidad del viento.

Durante la época seca, se concentran las mayores probabilidades de excedencia para los umbrales intermedios y altos. En este periodo, la probabilidad de exceder 4 m/s alcanza valores entre 21% y 49 %, mientras que la probabilidad de superar 6 m/s se sitúa entre 3 % y 19 %. Incluso se registran excedencias de 8 m/s superiores al 3 % en febrero. Este comportamiento confirma que la temporada seca es el intervalo del año con mayor intensidad del viento, asociado al fortalecimiento de los alisios del noreste, lo que implica un mayor potencial de generación de oleaje energético.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISIÓN</p> <p style="text-align: center;">26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISÓ: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

En la fase de transición, la probabilidad de excedencia disminuye de manera notable. La probabilidad de superar 4 m/s cae a valores entre 11 % y 15%, mientras que la probabilidad de exceder 6 m/s se reduce a menos del 1 %. La excedencia de 8 m/s es prácticamente nula. Este debilitamiento del régimen de viento coincide con la migración de la ZCIT y la reorganización de los patrones convectivos regionales, generando un forzamiento atmosférico menos intenso y una menor capacidad de producir oleajes significativos.

Por su parte, durante la temporada húmeda, el régimen de viento se estabiliza en torno a velocidades bajas y moderadas. La probabilidad de exceder 2 m/s se mantiene elevada ($\approx 71-73\%$), pero la probabilidad de superar 4 m/s alcanza el 15 %, y la de exceder 6 m/s se mantiene por debajo de 1.5 %. Este patrón sugiere un régimen predominado por vientos suaves a moderados, con un impacto reducido sobre la generación de oleaje energético.



El análisis integrado de la probabilidad de excedencia confirma que la temporada seca concentra los eventos de viento más intensos y persistentes, mientras que la fase de transición y la temporada húmeda presentan un régimen más suave y menos propenso a excedencias significativas.

7.3. Eventos Extremos del Viento

Para la determinación de eventos extremos en el área de estudio, se emplea un Análisis de Valores Extremos (EVA) basados en el enfoque Peak Over Threshold (POT), el cual permite modelar explícitamente la cola alta de la distribución de la velocidad del viento mediante la identificación de eventos extremos independientes. Esta metodología adoptada, sigue los lineamientos establecidos por Goda (2000) para aplicaciones de ingeniería marítima, garantizando la coherencia estadística del análisis y la consistencia física de las extrapolaciones realizadas hacia los periodos de retorno. En este marco, los valores extremos no deben interpretarse como predicciones deterministas, sino como parámetros estadísticos de diseño, representativos de la severidad esperable del régimen eólico bajo supuestos de estacionariedad climática.

Adicionalmente, con el objetivo de modelar de manera robusta el comportamiento extremo de la velocidad del viento en el área de estudio, se evaluó el ajuste de distintas funciones de distribución de probabilidad sobre el conjunto de máximos seleccionados mediante la metodología Peak Over Threshold (POT), conformado por 40 tormentas independientes. Esta etapa resulta fundamental, dado que la selección de la distribución condiciona directamente la extrapolación de cuantiles asociados a periodos de retorno de interés.

Como se mencionó anteriormente, en este estudio se seleccionaron 40 tormentas independientes, identificadas mediante un umbral alto (P99) y un proceso de *declustering* de 48 horas, lo que garantiza

 cenit <small>TRANSORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

un equilibrio adecuado entre representatividad física y estabilidad estadística. Esta selección es consistente con las recomendaciones de la literatura especializada, que sugieren trabajar con muestras del orden de 20 a 60 eventos extremos para asegurar ajustes robustos y extrapolaciones confiables de periodos de retorno (Goda, 2000; Coles, 2001; Ferreira & de Haan, 2015), y resulta coherente con la longitud del registro (45 años) y con la tasa anual estimada de ocurrencia de eventos extremos ($\lambda \approx 0.89$ eventos/año).

El diagnóstico de ajuste se realizó mediante la comparación entre la distribución empírica de los datos POT y las funciones de densidad teóricas correspondientes a las distribuciones Gumbel, Generalizada de Valores Extremos (GEV) y Weibull. De acuerdo con la Figura 18, las distribuciones Gumbel y GEV reproducen de forma adecuada la asimetría positiva y la concentración principal de probabilidad observada en los datos, mientras que la distribución Weibull presenta un desempeño inferior, especialmente en la representación de los valores altos de velocidad del viento.

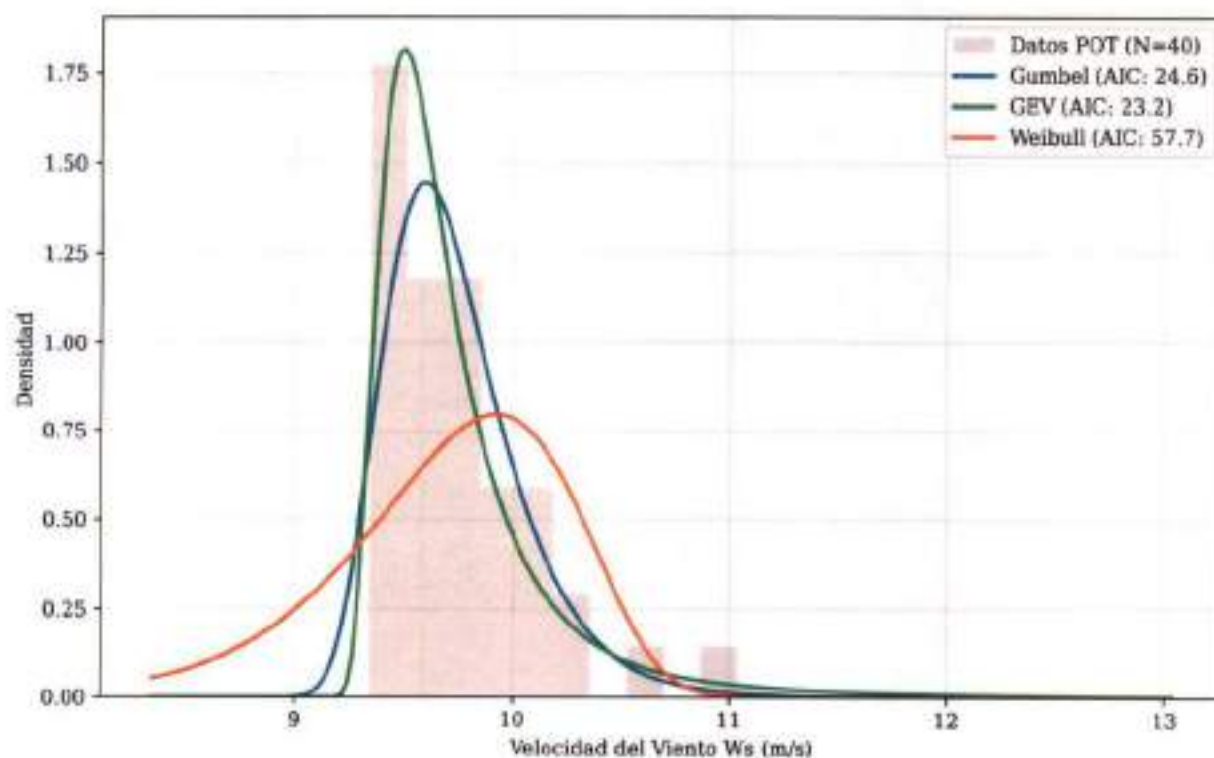




Figura 18. Ajuste de Funciones de Densidad de Probabilidad.

 INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDIOS Y ANÁLISIS	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME METEOCEÁNICO BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-002-2025	
FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025		

El criterio de información de Akaike (AIC) identifica a la distribución Generalizada de Valores Extremos (GEV) como la más adecuada para representar los valores extremos de velocidad del viento, al presentar el menor valor entre las funciones evaluadas (AIC = 23.22). La distribución de Gumbel muestra un ajuste ligeramente inferior, mientras que la Weibull resulta claramente inadecuada bajo el enfoque *Peak Over Threshold* (POT). Adicionalmente, el test de Kolmogorov–Smirnov arroja un *p*-valor de 0.6602, indicando que no existe evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula de ajuste a la distribución GEV, lo que respalda la consistencia estadística del modelo seleccionado para la estimación de extremos.

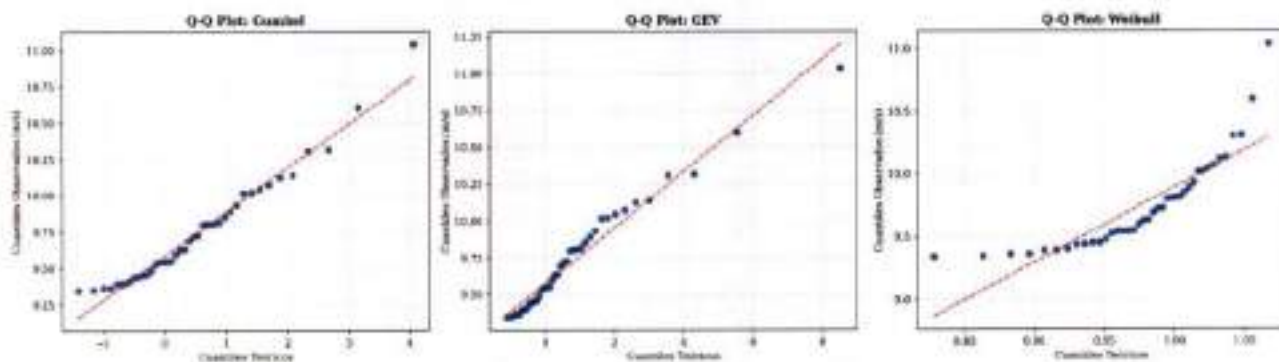




Figura 19. Diagramas cuantil–cuantil (QQ-plots) del ajuste de las distribuciones Gumbel, GEV y Weibull de 40 tormentas independientes.

El análisis gráfico mediante diagramas cuantílicos Q–Q refuerza esta conclusión. Los cuantiles teóricos de la distribución GEV presentan la menor desviación respecto a la línea de referencia, particularmente en la cola superior de la distribución, que corresponde a los eventos más extremos. Este comportamiento evidencia la capacidad de la GEV para capturar adecuadamente la estructura de la cola.

La tasa anual de ocurrencia de eventos extremos ($\lambda = 0.89$ eventos/año), estimada a partir del número de tormentas independientes identificadas mediante el proceso de *declustering* y de la duración total del registro analizado, representa la frecuencia media anual de excedencias significativas del umbral seleccionado. Este parámetro constituye un elemento central del enfoque *Peak Over Threshold* (POT), ya que permite vincular explícitamente la frecuencia de ocurrencia de eventos extremos con su magnitud. Su incorporación en la formulación estadística garantiza una extrapolación robusta y físicamente consistente de las velocidades extremas del viento.

En ese mismo sentido, el periodo de retorno T_r se estima a partir de la relación:

$$T_r = \frac{1}{\lambda \cdot P(X > x)}$$

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

donde $P(X > x)$ corresponde a la probabilidad de excedencia de un nivel de viento x . Esta expresión integra de manera coherente tanto la severidad de los eventos como su frecuencia de ocurrencia, permitiendo asociar cada nivel extremo de velocidad del viento con un periodo de retorno representativo bajo el marco POT.

La Figura 20 muestra la curva de extrapolación del viento obtenida mediante el ajuste POT siguiendo el método de Goda (2000), en la cual se establece la relación directa entre las velocidades extremas y sus respectivos periodos de retorno. Los valores estimados, tales como 9.92 m/s para un periodo de retorno de 5 años y 11.74 m/s para 100 años, reflejan un crecimiento progresivo y estable de la severidad de los eventos, sustentado en la tasa de ocurrencia λ y en el ajuste estadístico de las excedencias.

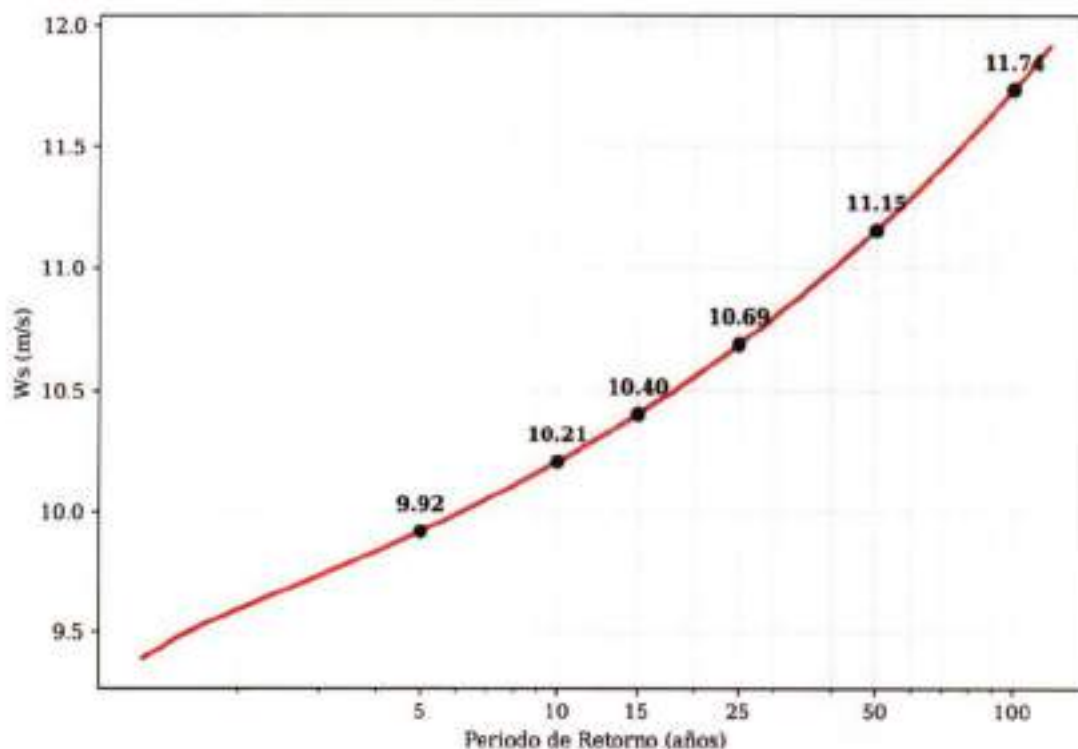


Figura 20. Periodos de retorno de la velocidad del viento.

Por su parte, la Figura 21 presenta la serie temporal de las 40 tormentas independientes seleccionadas, con velocidades del viento distribuidas a lo largo del periodo comprendido entre 1980 y 2024. El umbral crítico P99 (7.65 m/s), indicado mediante la línea discontinua, define el criterio de selección de los eventos extremos que alimentan el modelo POT.

 cenit <small>INVESTIGACIÓN Y CONSULTAS EN CIENCIAS AMBIENTALES</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

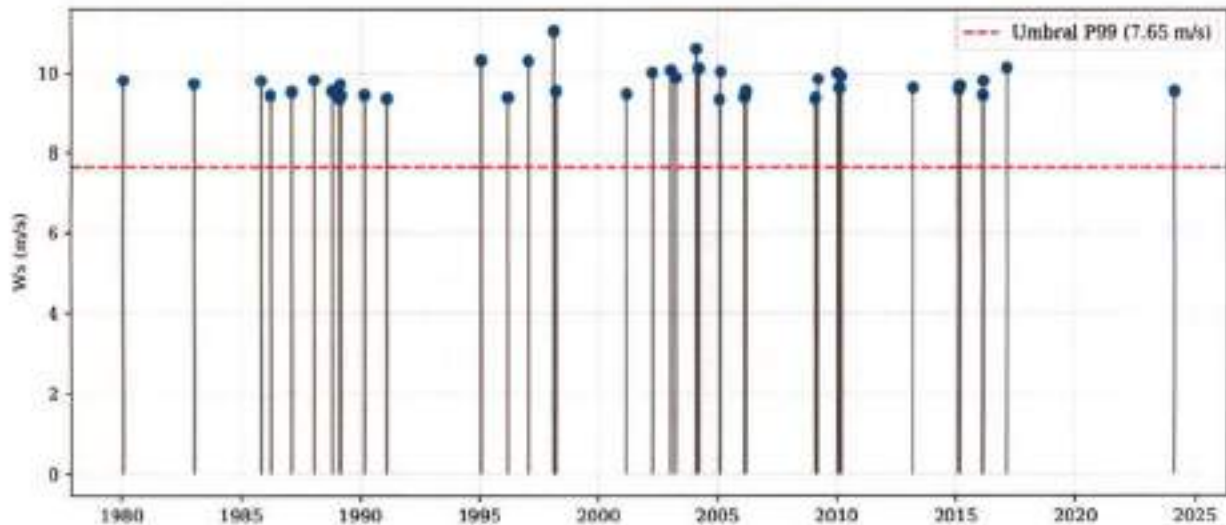




Figura 21. Serie temporal de las 40 tormentas, umbral P99.

La estacionalidad mensual de las tormentas extremas se resume en la Tabla 10, donde se observa una marcada concentración de eventos durante los meses de febrero (45%) y marzo (30%), evidenciando la fuerte modulación estacional en la ocurrencia de vientos extremos, asociada al fortalecimiento del régimen atmosférico característico de estos meses.

Tabla 10. Probabilidad mensual de las tormentas extremas.

Mes	Prob (%)
Febrero	45.0
Marzo	30.0
Enero	17.5
Octubre	5.0
Abril	2.5

Por otra parte, el análisis direccional, presentado en la Tabla 11 y Figura 22, indica que la gran mayoría de los eventos extremos tienen procedencia predominante del norte, con velocidades comprendidas entre aproximadamente 9.4 y 11.0 m/s. En particular, cerca del 90% de las tormentas extremas

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

analizadas se originan en este cuadrante, mientras que las demás direcciones presentan contribuciones marginales.

Tabla 11. Probabilidad de ocurrencia por dirección de tormentas.

Probabilidad por Dirección

Rumbo (Origen)	Prob (%)
N	90.0
SW	5.0
W	2.5
NW	2.5
SE	0.0
E	0.0
NE	0.0
S	0.0

	<p>PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEÁNICO BUZ-DT-MAR-CNT-8000099621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN REVISÓ: J. TALERO APROBO: D. RICARDO</p>

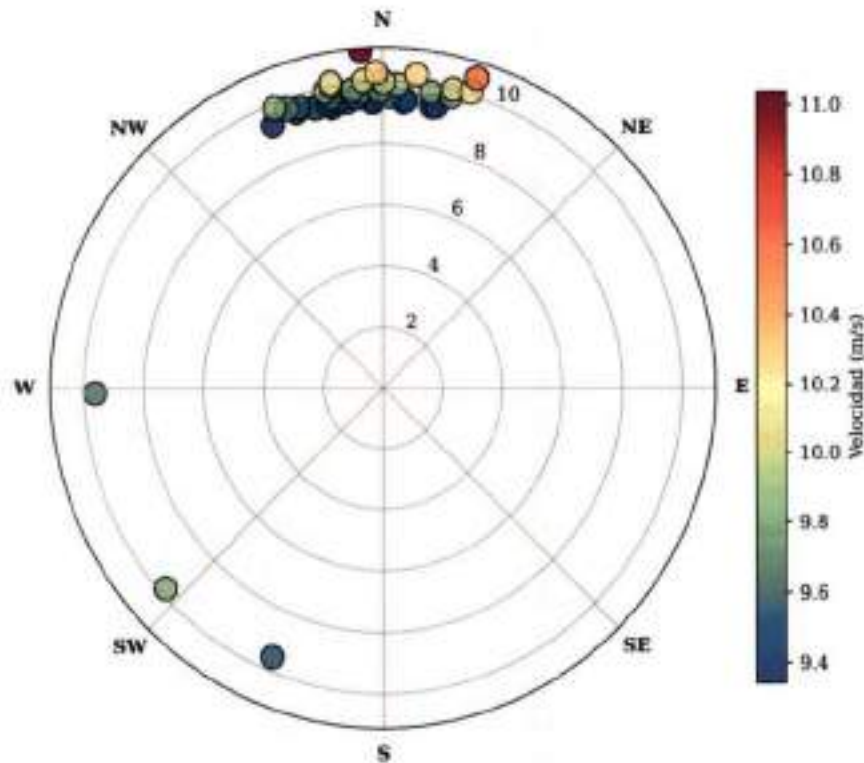




Figura 22. Dirección de origen (from) de 40 tormentas.

8. OLEAJE

Las condiciones atmosféricas y oceanográficas locales desempeñan un papel clave en la dinámica marina del área de estudio, siendo los vientos uno de los principales factores que determinan su comportamiento. Este sistema costero se caracteriza por una energía de oleaje de intensidad baja a moderada, con alturas de ola reducidas, mareas meteorológicas significativas y un régimen micromareal. Con el tiempo, la región ha sufrido importantes procesos de erosión costera y alteraciones morfológicas, acentuadas principalmente por eventos de oleaje extremo asociados al paso de frentes fríos (Obando-Madera & Garcés-Ordóñez, 2017).

La serie temporal de altura significativa del oleaje H_s que se muestra en la Figura 23 evidencia un clima de oleaje bajo-moderado, característico de una cuenca semi-cerrada como el Golfo de Morrosquillo. Este comportamiento concuerda con las climatologías regionales del oleaje en el Caribe colombiano, donde la variabilidad del oleaje está fuertemente influenciada por los vientos alisios del noreste y la configuración geográfica de la cuenca. Estudios previos han demostrado que, en el Mar Caribe

 <small>INVESTIGACIÓN Y CONSULTAS EN CIENCIAS AMBIENTALES</small>	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISIÓN</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-3000009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISÓ: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

colombiano, los valores medios de H_s presentan un ciclo anual bimodal asociado a los patrones de viento, con mayores alturas durante la época seca debido al fortalecimiento de los alisios y valores menores durante la temporada húmeda.

Durante el período analizado se observa que los valores predominantes de H_s se concentran en el rango aproximado de 0.3 a 0.8 m, representando las condiciones medias. Además, se presentan eventos de mayor energía con valores de H_s que superan 1.5 m y alcanzan máximos cercanos a 2.2–2.4 m, lo cual ha sido asociado en la región con forzamientos meteorológicos intensificados, como el refuerzo estacional de los alisios y sistemas sinópticos de mayor escala.

Finalmente, la serie presenta una variabilidad estacional marcada, coherente con el fortalecimiento del viento durante la época seca (diciembre–abril) y condiciones más moderadas durante la temporada húmeda, reflejando la fuerte dependencia del oleaje a la variabilidad estacional del régimen de viento en el Caribe colombiano (Urbano-Latorre, Dagua Paz, & Camilo Martínez, 2023).

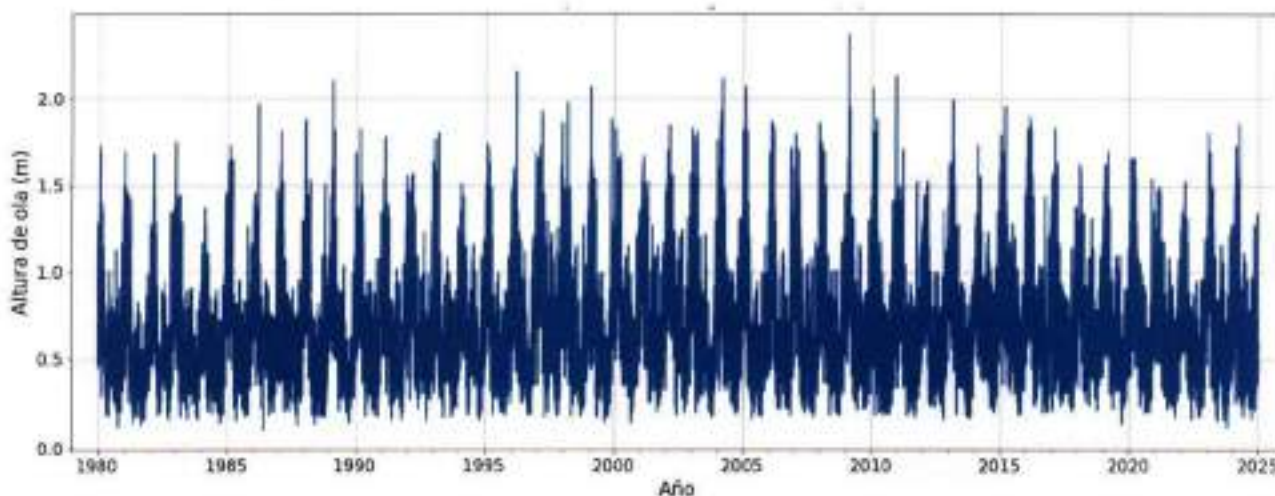




Figura 23. Serie temporal de la altura significativa del oleaje (H_s).

La Tabla 12 presenta los valores estadísticos mensuales de la altura significativa de la ola (H_s) en el área de estudio para el período 1980–2024. Los datos permiten caracterizar de manera robusta la variabilidad temporal del régimen de oleaje, considerando medidas de tendencia central, dispersión y percentiles extremos, lo cual resulta fundamental para la evaluación de condiciones medias y eventos de mayor energía en la zona.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISIÓN</p> <p style="text-align: center;">26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-8008009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

- **Tendencia central (media y mediana)**

Los valores de media y mediana mensual muestran una alta consistencia entre sí a lo largo del año, lo que indica distribuciones relativamente simétricas y una adecuada representación de las condiciones típicas del oleaje. En términos generales, se identifica un patrón estacional bien definido, con mayores alturas de ola durante los primeros meses del año y una disminución progresiva hacia el segundo semestre.

- **Régimen de mayor energía (diciembre–marzo)**

Durante este periodo se registran las mayores alturas significativas, con valores medios entre 0.76 y 0.98 m, destacándose febrero (0.98 m) y enero (0.92 m) como los meses de mayor energía del oleaje. Las medianas, muy cercanas a las medias (0.90–0.96 m), confirman la persistencia de condiciones de oleaje moderado a relativamente alto, asociadas al fortalecimiento de los vientos alisios y a un mayor forzamiento regional.

- **Régimen de menor energía (abril–noviembre)**

A partir de abril se observa una reducción gradual de la altura de ola, alcanzando los valores más bajos entre agosto y octubre, con medias que oscilan entre 0.40 y 0.50 m. Septiembre presenta el mínimo anual (0.40 m), reflejando condiciones de oleaje más tranquilas y dominadas por forzamientos locales y eventos de menor intensidad. Durante este periodo, las medianas se mantienen entre 0.39 y 0.52 m, indicando un régimen relativamente estable y de baja energía.

- **Dispersión y variabilidad (desviación estándar)**



La desviación estándar evidencia contrastes claros en la variabilidad del oleaje a lo largo del año, asociados a cambios estacionales en la intensidad y frecuencia de los sistemas generadores de oleaje.

- **Mayor variabilidad (enero–marzo)**

Los valores más altos de dispersión se registran entre enero y marzo, con desviaciones estándar entre 0.25 y 0.28 m, lo que indica un régimen más variable, con alternancia entre condiciones medias y eventos de oleaje más energético. Esta mayor variabilidad sugiere una mayor probabilidad de ocurrencia de trenes de ola intensos durante estos meses.

- **Menor variabilidad (mayo–septiembre)**

Entre mayo y septiembre, la desviación estándar disminuye notablemente, alcanzando valores mínimos de 0.13–0.17 m, lo que refleja condiciones más homogéneas y predecibles, con menor fluctuación de la altura de ola y predominio de estados de mar más calmados.

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
	<p>FECHA DE REVISIÓN</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	

- **Probabilidad de eventos extremos (percentiles P95 y P99)**

Los percentiles P95 y P99 permiten evaluar la magnitud de los eventos extremos de oleaje y su variación estacional.

- **Eventos extremos en la temporada de mayor energía (diciembre-marzo)**

Durante este periodo, el P95 alcanza valores entre 1.37 y 1.46 m, mientras que el P99 se sitúa entre 1.61 y 1.71 m, con máximos en febrero. Esto indica que, en estos meses, la altura significativa supera 1.4 m aproximadamente el 5% del tiempo, y excede 1.6–1.7 m en cerca del 1% de los casos, evidenciando la ocurrencia de eventos de oleaje energético, aunque poco frecuentes.

- **Eventos extremos en el periodo de menor energía (abril-noviembre)**



En contraste, entre abril y noviembre, los valores de P95 disminuyen a rangos de 0.64–1.13 m, y el P99 se mantiene entre 0.76 y 1.14 m, siendo septiembre el mes con los valores extremos más bajos. Esto sugiere que, durante esta etapa, los eventos extremos son menos intensos y el riesgo asociado a oleajes elevados es significativamente menor.

Tabla 12. Estadísticos mensuales de la altura significativa de ola (Hs) en el área de estudio para el periodo 1980–2024.

Mes	Media (m)	Mediana (m)	Desv. Est. (m)	Mínimo (m)	Máximo (m)	P95 (m)	P99 (m)
Ene.	0.92	0.90	0.25	0.21	2.06	1.37	1.61
Feb.	0.98	0.96	0.28	0.19	2.37	1.46	1.71
Mar.	0.90	0.88	0.28	0.18	2.15	1.40	1.66
Abr.	0.68	0.67	0.23	0.17	1.86	1.10	1.31
May.	0.49	0.47	0.17	0.14	1.30	0.80	0.96
Jun.	0.51	0.50	0.16	0.10	1.28	0.80	0.93
Jul.	0.59	0.59	0.16	0.18	1.31	0.87	1.01
Ago.	0.50	0.50	0.15	0.14	1.24	0.78	0.91
Sep.	0.40	0.39	0.13	0.13	1.15	0.64	0.76
Oct.	0.42	0.39	0.16	0.12	1.52	0.71	0.96
Nov.	0.55	0.52	0.19	0.16	1.88	0.90	1.14
Dic.	0.76	0.74	0.22	0.25	2.12	1.13	1.32

En cuanto a la variación mensual promedio de la altura significativa de la ola (Hs) en el área de estudio presentada en la Figura 24, se observa un patrón estacional claramente definido, caracterizado por mayores alturas de ola durante la época seca (diciembre-abril) y valores significativamente menores durante la época húmeda (mayo-noviembre).

Los mayores promedios mensuales de Hs se registran entre enero y marzo, con valores comprendidos aproximadamente entre 0.90 y 1.0 m, alcanzando un máximo en febrero, cercano a 0.98 m. Este

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

comportamiento refleja un régimen de oleaje más energético al inicio del año. A partir de abril, la altura significativa disminuye de manera marcada, alcanzando valores cercanos a 0.49 m en mayo, lo que evidencia una transición hacia condiciones de menor energía.

Durante la época húmeda, los valores promedio de Hs se mantienen generalmente entre 0.40 y 0.60 m, con los mínimos anuales concentrados en septiembre, cuando la altura significativa alcanza valores del orden de 0.40 m. Posteriormente, hacia noviembre y diciembre, se observa un incremento progresivo del oleaje, con valores que aumentan hasta aproximadamente 0.55 m en noviembre y 0.76 m en diciembre, marcando el inicio del fortalecimiento estacional del régimen de oleaje.

Este comportamiento estacional del oleaje está estrechamente asociado al forzamiento atmosférico regional, particularmente al fortalecimiento de los vientos alisios del noreste durante la época seca, lo que favorece la generación y propagación de oleaje más energético sobre el área de estudio. En contraste, durante la época húmeda, la disminución de la intensidad y persistencia del forzamiento eólico, junto con una circulación atmosférica más variable, se traduce en un oleaje de menor altura y energía, predominando estados de mar más calmados.

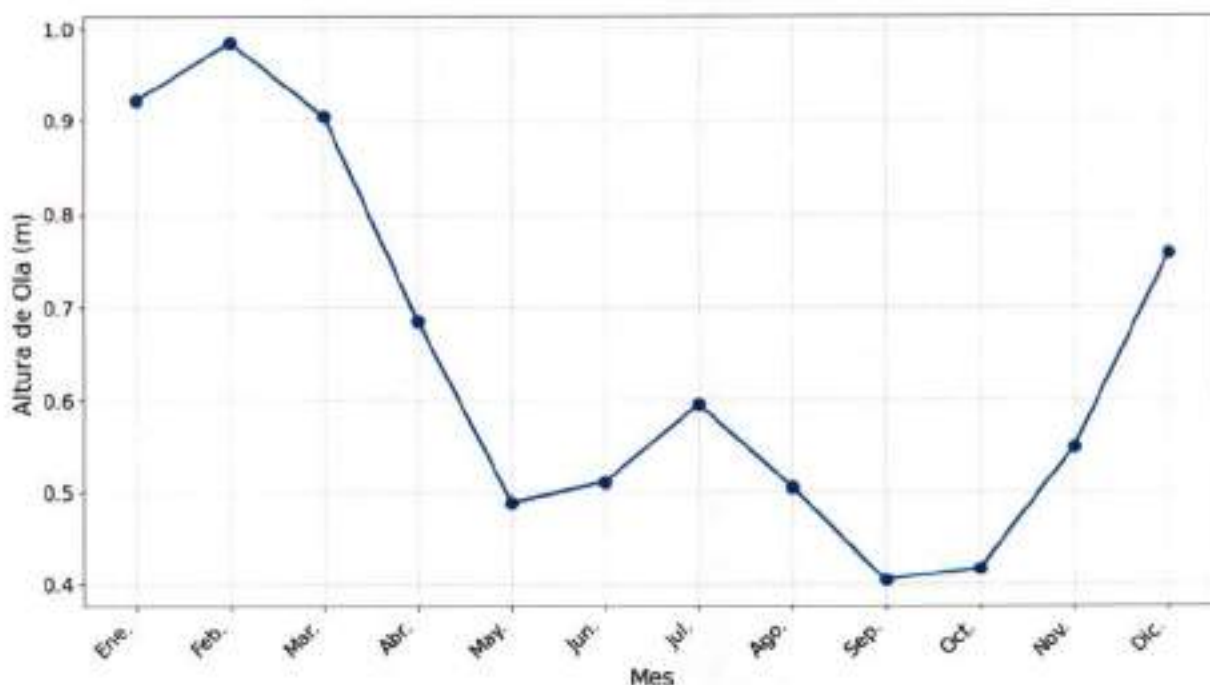





Figura 24. Variación mensual promedio de la altura significativa de ola (Hs) en el área de estudio del Golfo de Morrosquillo para el período 1980–2024.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISIÓN</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERÓ</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

La variabilidad mensual de la altura significativa de la ola (H_s) en el área de estudio evidencia que las medianas mensuales se sitúan, en general, entre 0.4 y 1.0 m, reflejando un régimen de oleaje predominantemente bajo a moderado. Los valores más elevados de la mediana se concentran durante el primer trimestre del año (enero-marzo) y nuevamente en diciembre, mientras que los valores mínimos se registran entre mayo y septiembre, con el menor nivel observado en septiembre. Este patrón confirma un debilitamiento estacional del oleaje hacia mitad de año y un reforzamiento progresivo durante los meses de transición y al inicio de la época seca (Figura 25).

El rango intercuartílico (IQR) es notablemente más estrecho entre mayo y septiembre, lo que sugiere una mayor regularidad y estabilidad del régimen de oleaje durante este periodo, con menor dispersión de las alturas significativas alrededor de la mediana. En contraste, durante los meses de enero a abril, así como en noviembre y diciembre, el IQR se amplía, indicando una mayor variabilidad intermensual, asociada a la alternancia entre condiciones medias y eventos de oleaje más energético.

Los bigotes superiores y la presencia de valores atípicos (outliers) en todos los meses, particularmente durante enero-marzo y noviembre-diciembre, evidencian que, aunque las condiciones típicas del oleaje son moderadas, se presentan episodios puntuales de oleaje elevado. Estos eventos alcanzan alturas significativas superiores a 1.5–2.0 m, e incluso mayores en algunos casos, lo cual es consistente con la ocurrencia de eventos de mayor forzamiento atmosférico, tales como el fortalecimiento de los vientos alisios, el paso de sistemas frontales, ondas tropicales o la influencia indirecta de sistemas ciclónicos en la cuenca del Caribe.

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

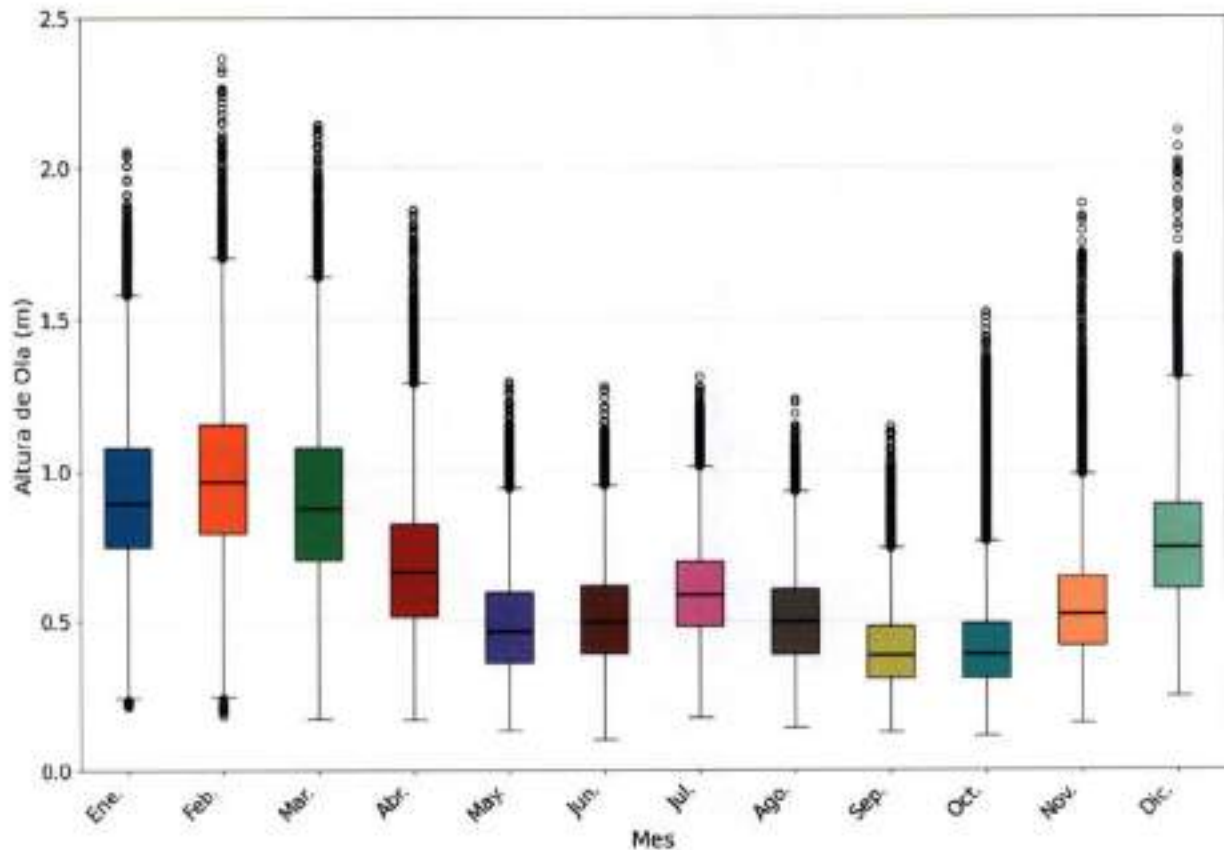




Figura 25. Box plot mensuales de la altura significativa de ola (Hs) para el periodo 1980–2024.


En la Figura 26 se presentan los histogramas mensuales de la altura significativa de la ola (Hs), los cuales son expresados como densidad de probabilidad en función de la altura de ola (m). Este análisis permite evaluar la distribución estadística del oleaje a escala mensual y comparar su comportamiento entre la época seca (diciembre–abril) y la época húmeda (mayo–noviembre), aportando información relevante para la caracterización del régimen meteoceánico regional.

En términos generales, todas las distribuciones mensuales presentan un sesgo positivo, lo que indica una mayor frecuencia de eventos de oleaje bajo a moderado, frente a la ocurrencia menos frecuente de alturas significativas más elevadas. La mayor densidad de probabilidad se concentra principalmente en el rango aproximado de 0.3 a 1.0 m, lo cual es consistente con los valores medios observados en la climatología mensual del oleaje en el área de estudio. Asimismo, la ausencia de distribuciones bimodales sugiere la predominancia de un único régimen de oleaje por mes, dominado por condiciones relativamente homogéneas.

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEÁNICO</p> <p>BUZ-OT-MAR-CNT-8000009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

Durante la época seca, los histogramas evidencian distribuciones más amplias y desplazadas hacia mayores alturas de ola en comparación con la época húmeda. En este periodo se identifican máximos de densidad asociados a alturas significativas del orden de 0.7 a 1.0 m, así como colas extendidas hacia valores elevados, que alcanzan alturas superiores a 1.5–2.0 m. Este comportamiento refleja la mayor energía y persistencia del oleaje característica de esta temporada, asociada al fortalecimiento del forzamiento atmosférico regional, particularmente al incremento de la intensidad y duración de los vientos alisios del noreste en el Caribe suroccidental.

Por el contrario, durante la época húmeda, las distribuciones tienden a concentrarse en rangos de altura de ola más bajos, con picos de densidad más agudos y valores máximos de probabilidad generalmente asociados a alturas entre 0.4 y 0.6 m. En estos meses, las colas de las distribuciones son menos extensas, lo que indica una menor frecuencia de eventos de oleaje elevado y una mayor recurrencia de condiciones de mar calmado a moderado. Este patrón responde a una disminución general del forzamiento eólico, asociada a una mayor variabilidad atmosférica y a una menor persistencia de los vientos alisios durante la época húmeda.

 <small>INSTITUTO COSTARRICENSE DE METEOROLOGÍA</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

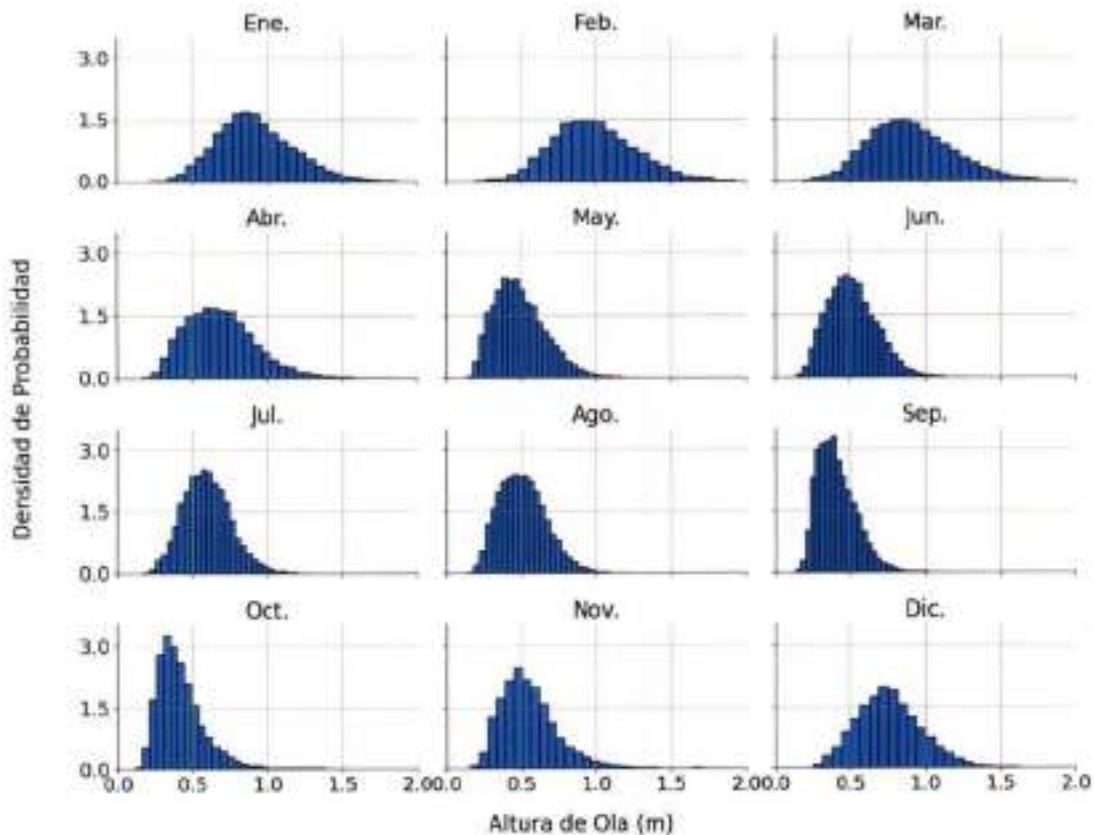




Figura 26. Histogramas mensuales de la altura significativa de ola (H_s) para el periodo 1980–2024.

La Tabla 13 presenta la frecuencia mensual de la altura significativa de la ola (H_s) organizada en rangos de altura. En términos generales, las alturas de ola comprendidas entre 0.5 y 1.0 m constituyen la condición más frecuente a lo largo del año, mientras que las alturas superiores a 1.5 m corresponden a eventos poco frecuentes pero relevantes desde el punto de vista operativo y de diseño.

- **Oleaje bajo ($H_s < 0.5$ m)**

El oleaje bajo constituye una categoría dominante durante gran parte del año, con una frecuencia anual promedio del 36.22%, evidenciando un patrón estacional claramente definido:

- Máximos entre mayo y octubre, periodo en el cual la frecuencia de oleaje bajo supera el 50%, alcanzando valores particularmente altos en septiembre (78.40%) y octubre (76.51%), lo que refleja condiciones de mar calmado típicas de la época húmeda.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISIÓN</p> <p style="text-align: center;">26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

- Mínimos entre enero y marzo, cuando la frecuencia de $H_s < 0.5$ m disminuye a valores del orden de 2.7–5.5%, coincidiendo con el fortalecimiento estacional del forzamiento atmosférico y un aumento general de la energía del oleaje.

Esta categoría caracteriza las condiciones más frecuentes de la temporada húmeda, asociadas a un régimen de oleaje débil y relativamente estable.

- **Oleaje moderado ($0.5 \text{ m} \leq H_s < 1.5 \text{ m}$)**

El oleaje moderado representa la fracción más importante del régimen de oleaje anual, con una frecuencia combinada promedio cercano al 63% (52.03% entre 0.5–1.0 m y 10.94% entre 1.0–1.5 m):

- Máximos entre diciembre y marzo, cuando estas condiciones representan entre 85% y 93% del tiempo, destacándose febrero, con una elevada contribución del rango 1.0–1.5 m (40.97%), lo que indica un oleaje más energético y persistente.
- Reducción marcada entre mayo y octubre, periodo en el cual la frecuencia del rango 1.0–1.5 m cae por debajo del 1%, reflejando la disminución del forzamiento eólico regional y el predominio de estados de mar más tranquilos.
- Incremento en diciembre, asociado al inicio del reforzamiento estacional del oleaje, con un aumento del rango 0.5–1.0 m hasta 75.71%.

Esta categoría define el régimen típico de oleaje en el área de estudio y es la más representativa de las condiciones operativas normales.

- **Oleaje alto a muy alto ($H_s \geq 1.5 \text{ m}$)**

Las alturas de ola iguales o superiores a 1.5 m corresponden a eventos poco frecuentes, con una frecuencia anual promedio inferior al 1% (0.79% entre 1.5–2.0 m y apenas 0.02% para $H_s > 2.0$ m):

- Los valores más altos se registran durante el primer trimestre del año, particularmente en febrero (3.94% combinado) y marzo (2.76%), coincidiendo con periodos de mayor energía del oleaje.
- Entre mayo y septiembre, estos eventos son prácticamente inexistentes, con frecuencias cercanas a 0%, reflejando un régimen de baja energía.
- En diciembre, aunque la frecuencia sigue siendo baja, se observa la reaparición de eventos de $H_s \geq 1.5$ m, asociados al inicio de la temporada de mayor energía.

Aunque su ocurrencia es reducida, esta categoría resulta críticamente relevante para el análisis de riesgo, el diseño de obras marítimas y la evaluación de condiciones extremas de operación en el área de estudio.



 cenit <small>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES METEOROLÓGICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSRIS		
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	INFORME METEOCEÁNICO	ELABORÓ: F. GAMBIN
		BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-002-2025	REVISÓ: J. TALERO APROBÓ: D. RICARDO

Tabla 13. Frecuencia mensual de las alturas significativas de ola (Hs).

	0-0.5 m	0.5-1.0 m	1.0-1.5 m	1.5-2.0 m	>2.0 m	Total
Enero	3.34%	42.12%	32.27%	2.16%	0.01%	100.00%
Febrero	2.70%	32.39%	48.97%	3.81%	0.13%	100.00%
Marzo	5.46%	40.50%	30.88%	2.71%	0.05%	100.00%
Abril	23.18%	47.46%	9.09%	0.28%	0.00%	100.00%
Mayo	17.44%	41.87%	0.54%	0.00%	0.00%	100.00%
Junio	58.76%	46.92%	0.41%	0.00%	0.00%	100.00%
Julio	29.10%	60.72%	1.11%	0.00%	0.00%	100.00%
Agosto	51.14%	48.82%	0.20%	0.00%	0.00%	100.00%
Septiembre	78.46%	21.53%	0.07%	0.00%	0.00%	100.00%
Octubre	76.53%	22.66%	0.82%	0.01%	0.00%	100.00%
Noviembre	49.50%	52.04%	2.27%	0.19%	0.00%	100.00%
Diciembre	11.12%	75.71%	12.83%	0.33%	0.01%	100.00%
Promedio Anual	36.22%	52.03%	10.94%	0.79%	0.02%	100.00%

Por su parte, la serie temporal del periodo pico del oleaje (T_p), mostrada en la Figura 27, evidencia un régimen dominado por períodos cortos a intermedios. Los valores de T_p se concentran principalmente en el rango aproximado de 5 a 9 s, con ocurrencias ocasionales de períodos mayores que alcanzan valores cercanos a 12–16 s, los cuales pueden estar asociados a la propagación de oleaje de fondo generado por sistemas meteorológicos de mayor escala en el Caribe (Osorio et al., 2016). Asimismo, se observa una variabilidad estacional moderada, coherente con el fortalecimiento de los vientos alisios durante la época seca, lo que incrementa la energía del oleaje, pero sin inducir aumentos sistemáticos en los períodos dominantes.

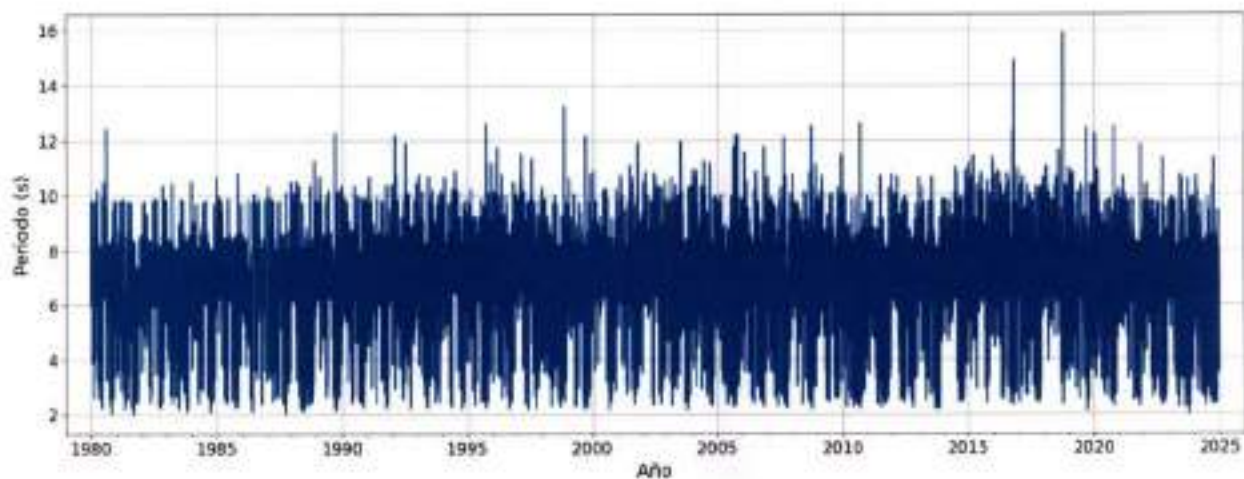




Figura 27. Serie temporal del periodo pico del oleaje.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISIÓN</p> <p style="text-align: center;">26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

La

Tabla 14 presenta los estadísticos mensuales del período pico de la ola (T_p) en el área de estudio para el periodo 1980–2024. Estos resultados permiten caracterizar de forma robusta la variabilidad temporal del régimen de oleaje. El análisis del T_p es fundamental para la evaluación de la energía del oleaje, la respuesta dinámica de estructuras costeras y offshore, y la planificación de actividades marítimas.

- **Tendencia central (media y mediana)**

Los valores mensuales de media y mediana del periodo pico muestran una alta consistencia a lo largo del año, lo que indica distribuciones relativamente simétricas y una adecuada representación de las condiciones típicas del oleaje. En términos generales, se identifica un patrón estacional moderado, con valores de T_p más altos durante los primeros meses del año y hacia finales de este, y valores menores durante el segundo semestre.

- **Régimen de períodos más largos (diciembre–febrero y junio–julio)**

Durante los meses de enero, febrero y diciembre, así como en junio y julio, se registran los mayores valores medios de T_p , con promedios entre 7.33 s y 7.67 s, destacándose julio (7.67 s) y enero (7.56 s). Las medianas, cercanas o ligeramente superiores a las medias (hasta 8.00 s en julio), sugieren la presencia frecuente de oleaje con períodos dominantes más largos, asociados a trenes de ola más organizados y a condiciones de mayor desarrollo del oleaje.

- **Régimen de períodos más cortos (agosto–octubre)**



Entre agosto y octubre se observan los valores medios más bajos de T_p , con promedios que oscilan entre 5.70 s y 6.84 s, alcanzando el mínimo anual en octubre (5.70 s). Las medianas durante este periodo se mantienen entre 6.13 s y 6.60 s, lo que refleja un régimen de oleaje dominado por períodos más cortos, característico de condiciones de menor energía y mayor influencia de forzamientos locales.

- **Dispersión y variabilidad (desviación estándar)**

La desviación estándar del T_p evidencia variaciones estacionales en la estabilidad del régimen de oleaje. Los valores oscilan entre 1.11 s y 1.82 s, indicando diferencias claras en la variabilidad intermensual del periodo pico.

- **Mayor variabilidad (septiembre–octubre)**

Los valores más altos de dispersión se presentan en septiembre (1.72 s) y octubre (1.82 s), lo que indica una mayor heterogeneidad en los periodos dominantes del oleaje durante estos meses. Esta variabilidad sugiere una alternancia entre oleaje local de período corto y la ocurrencia ocasional de trenes de ola más largos.

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISIÓN</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEÁNICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISÓ: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

- **Menor variabilidad (abril–julio)**

En contraste, los valores más bajos de desviación estándar se registran entre abril y julio, con mínimos en julio (1.11 s) y abril (1.17 s). Esto refleja un régimen de oleaje más estable y predecible, con menor fluctuación del período pico y mayor persistencia de condiciones dominantes.

- **Valores extremos y percentiles (P95 y P99)**

Los percentiles P95 y P99 permiten evaluar la ocurrencia de eventos extremos asociados a períodos pico elevados, relevantes para el diseño y análisis de escenarios operativos críticos.



- **Eventos extremos de T_p elevado**

A lo largo del año, los valores de P95 oscilan entre 8.28 s y 9.77 s, mientras que el P99 se sitúa entre 8.91 s y 10.37 s. Los valores más altos se registran en enero, febrero y diciembre, donde el T_p supera 9.7 s aproximadamente el 5 % del tiempo y alcanza o excede 10 s en cerca del 1 % de los casos, evidenciando la ocurrencia ocasional de oleaje con períodos dominantes largos y mayor contenido energético.

- **Periodo de menor severidad extrema (abril–octubre)**

Entre abril y octubre, los percentiles extremos disminuyen ligeramente, con valores de P95 entre 8.28 s y 8.65 s y P99 generalmente inferiores a 10 s, siendo abril el mes con los valores extremos más bajos. Esto indica que, durante este periodo, los eventos de T_p elevado son menos frecuentes y de menor magnitud relativa.

Tabla 14. Estadísticos mensuales del período pico (T_p) en el área de estudio para el periodo 1980–2024.

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

Mes	Media (s)	Mediana (s)	Desv. Est. (s)	Mínimo (s)	Máximo (s)	P95 (s)	P99 (s)
Ene.	7.56	7.75	1.23	2.45	12.20	9.77	10.37
Feb.	7.48	7.67	1.22	2.25	12.18	9.71	10.17
Mar.	7.07	6.98	1.28	2.31	11.74	8.92	10.08
Abr.	6.60	6.38	1.17	2.36	10.37	8.36	8.91
May.	6.43	6.37	1.53	2.13	10.76	8.44	9.50
Jun.	7.33	7.87	1.49	2.08	11.23	8.87	9.96
Jul.	7.67	8.00	1.11	2.24	11.97	9.21	9.96
Ago.	6.84	6.60	1.47	2.20	12.41	8.54	9.73
Sep.	5.91	6.21	1.72	2.01	12.60	8.28	10.03
Oct.	5.70	6.13	1.82	1.98	15.88	8.28	10.01
Nov.	6.74	6.53	1.50	2.21	13.23	8.65	9.98
Dic.	7.51	7.77	1.23	2.77	11.45	9.69	10.19



En cuanto a la variación mensual promedio del período pico de la ola (T_p) en el área de estudio, presentada en la Figura 28, se observa un patrón estacional bien definido, caracterizado por periodos dominantes más largos durante los primeros meses del año y hacia finales de este, y periodos más cortos durante el segundo semestre.

Los mayores valores promedio de T_p se registran entre enero y febrero, así como en junio y julio, con valores comprendidos aproximadamente entre 7.3 s y 7.7 s, alcanzando un máximo en julio (aproximadamente 7.67 s). Este comportamiento indica la presencia de oleaje más desarrollado y organizado, asociado a condiciones de mayor persistencia del forzamiento atmosférico y a la propagación de trenes de ola con mayor contenido energético.

A partir de marzo y abril se observa una disminución progresiva del período pico, alcanzando valores cercanos a 6.4–6.6 s en mayo, lo que evidencia una transición hacia condiciones de oleaje con periodos dominantes más cortos. Posteriormente, durante el segundo semestre, el T_p continúa disminuyendo, alcanzando los valores mínimos anuales en septiembre y octubre, con promedios del orden de 5.9 s y 5.7 s, respectivamente. Este comportamiento refleja un régimen de oleaje dominado por forzamientos locales y estados de mar de menor desarrollo.

Hacia noviembre y diciembre, se identifica un incremento progresivo del período pico, con valores promedio cercanos a 6.7 s en noviembre y 7.5 s en diciembre, marcando el inicio del fortalecimiento estacional del régimen de oleaje y el retorno de condiciones caracterizadas por periodos dominantes más largos.

Este comportamiento estacional del período pico de la ola está estrechamente asociado al forzamiento atmosférico regional, en particular a las variaciones en la intensidad y persistencia de los vientos alisios y a la influencia de sistemas de mayor escala. Durante los periodos de mayor T_p , predominan trenes de

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

ola más organizados y energéticos, mientras que en los meses con T_p reducido se imponen condiciones de oleaje más irregular, con menor desarrollo espectral y menor energía asociada.

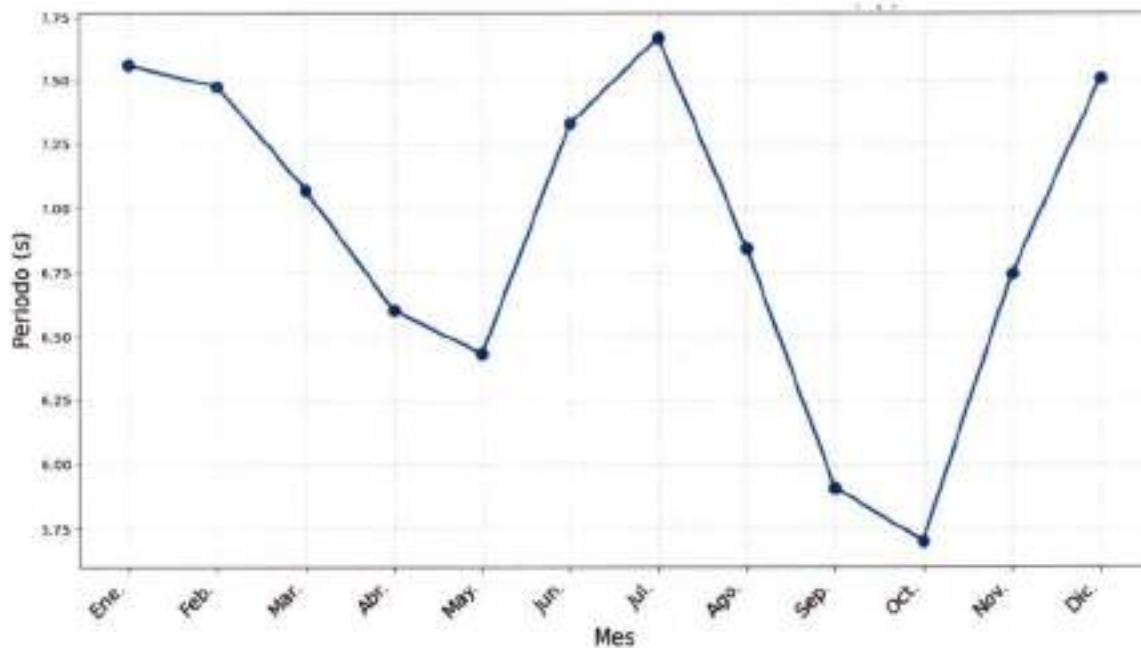




Figura 28. Variación mensual promedio del período pico (T_p) en el área de estudio del Golfo de Morrosquillo para el periodo 1980–2024.

El boxplot mensual del período pico de la ola (T_p) presentado en la Figura 29 evidencia que las medianas mensuales se sitúan, en general, entre aproximadamente 6.0 s y 8.0 s, lo que refleja un régimen de oleaje dominado por periodos cortos a moderados, característico de condiciones de energía baja a intermedia en el área de estudio. Los valores más elevados de la mediana se concentran durante el primer trimestre del año (enero–marzo) y nuevamente en junio–julio y diciembre, mientras que los valores mínimos se registran entre agosto y octubre, con el menor nivel observado en octubre. Este comportamiento confirma un acortamiento estacional del período dominante hacia mitad de año y un incremento progresivo hacia los meses de transición y el inicio del periodo de mayor energía.

El rango intercuartílico (IQR) presenta variaciones estacionales marcadas. Entre mayo y septiembre, el IQR es relativamente más estrecho, lo que sugiere una mayor regularidad y estabilidad del régimen del período pico, con menor dispersión de los valores alrededor de la mediana y predominio de condiciones de oleaje más homogéneas. En contraste, durante los meses de enero a abril, así como en junio–julio y noviembre–diciembre, el IQR se amplía, indicando una mayor variabilidad intermensual del T_p , asociada

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEANICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-092-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

a la alternancia entre oleaje local de periodo corto y la ocurrencia de trenes de ola más organizados y persistentes.

Los bigotes superiores y la presencia de valores atípicos (outliers) a lo largo de todo el año, particularmente durante enero-marzo, septiembre-octubre y noviembre-diciembre, evidencian que, aunque las condiciones típicas del periodo pico son moderadas, se presentan episodios puntuales de T_p elevado. Estos eventos alcanzan valores superiores a 10–12 s, e incluso mayores en algunos meses, lo cual es consistente con la ocurrencia de oleaje más desarrollado, asociado a un mayor forzamiento atmosférico regional, como el fortalecimiento de los vientos alisios, la propagación de oleaje de fondo generado a distancia o la influencia indirecta de sistemas meteorológicos de mayor escala en la cuenca del Caribe.

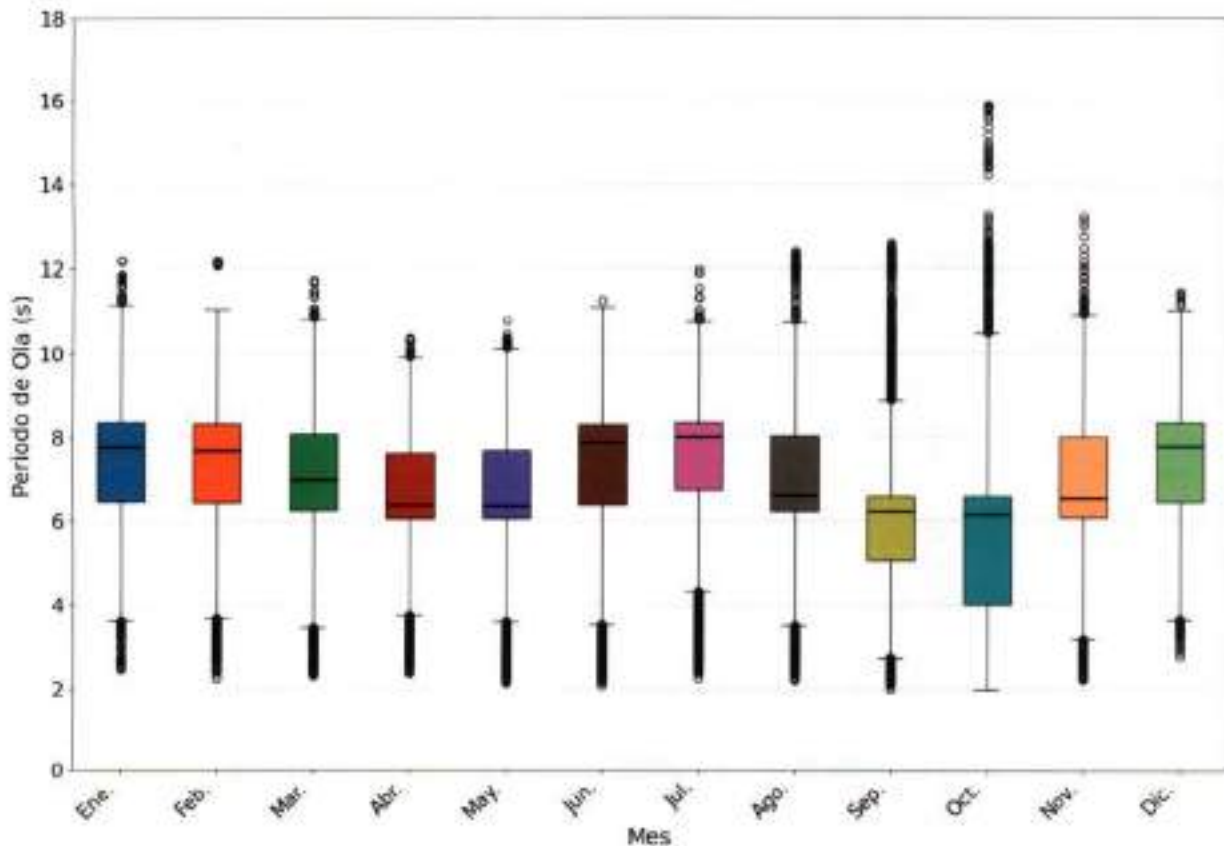



Figura 29. Box plot mensuales del periodo pico (T_p) para el periodo 1980–2024.



	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLF DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISION</p> <p style="text-align: center;">26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEANICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

El análisis de los histogramas mensuales del período pico de la ola (T_p) (Figura 30) permite evaluar la distribución estadística del período dominante del oleaje a escala mensual y comparar su comportamiento entre los periodos de mayor y menor energía a lo largo del año, aportando información relevante para la caracterización del régimen meteoceánico regional durante el periodo de análisis.

En términos generales, las distribuciones mensuales del T_p presentan un sesgo positivo, lo que indica una mayor frecuencia de oleaje con períodos cortos a moderados, frente a una ocurrencia menos frecuente de eventos con períodos dominantes más largos. La mayor densidad de probabilidad se concentra principalmente en el rango aproximado de 6 a 8 s, en concordancia con los valores medios y medianos obtenidos en la climatología mensual del periodo pico. Asimismo, la ausencia de distribuciones claramente bimodales sugiere la predominancia de un régimen de oleaje dominante por mes, asociado a condiciones relativamente homogéneas dentro de cada periodo mensual.

Durante los meses de mayor energía del oleaje (principalmente enero–marzo, junio–julio y diciembre), los histogramas muestran distribuciones más amplias y desplazadas hacia valores más altos de T_p , con máximos de densidad asociados a períodos del orden de 7 a 9 s, y colas que se extienden hacia valores superiores a 10–12 s. Este comportamiento refleja la presencia recurrente de trenes de ola más desarrollados y organizados, asociados a un mayor forzamiento atmosférico regional y a la influencia de oleaje generado a distancia.

Por el contrario, durante los meses de menor energía (especialmente agosto–octubre), las distribuciones tienden a concentrarse en rangos de período más cortos, con picos de densidad más definidos y valores máximos de probabilidad generalmente asociados a T_p entre 5 y 6.5 s. En estos meses, las colas de las distribuciones son menos extensas, lo que indica una menor frecuencia de eventos con períodos largos y una mayor recurrencia de oleaje local de corto período, característico de condiciones de mar más calmado y menor desarrollo espectral.

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISIÓN</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEÁNICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-000009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

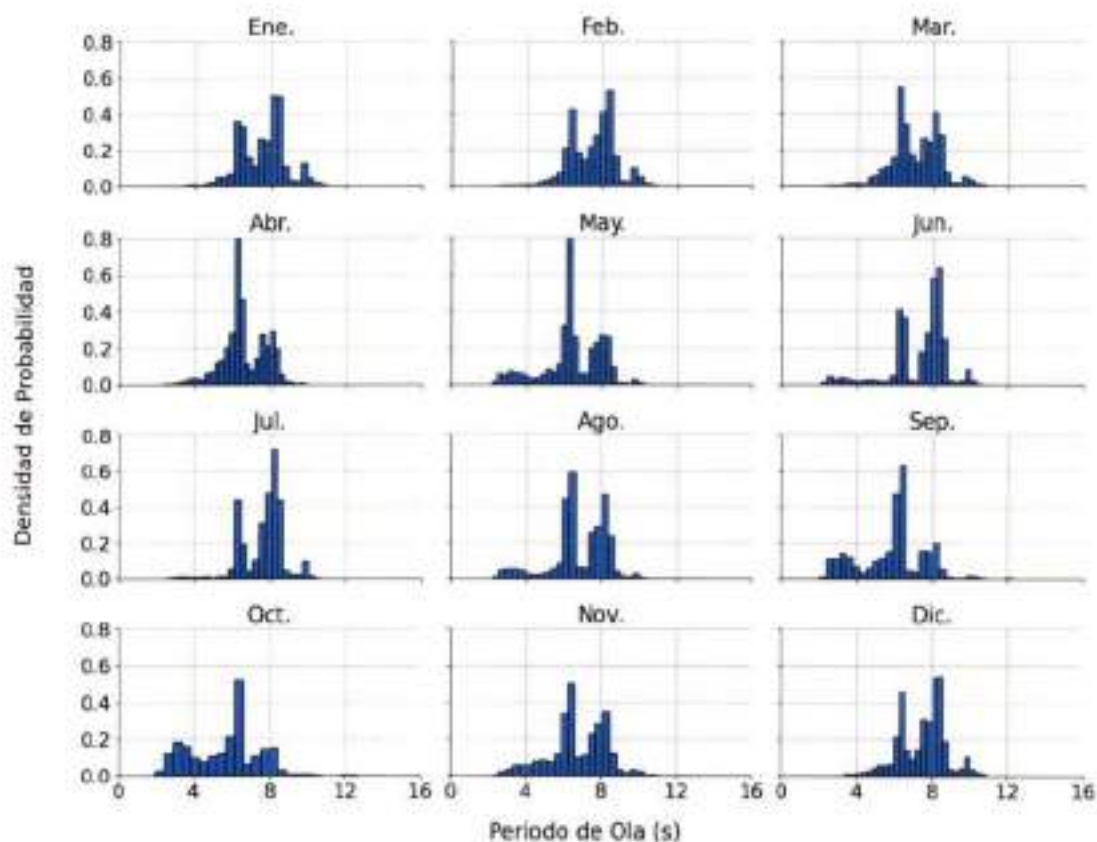




Figura 30. Histogramas mensuales del periodo pico (T_p) para el periodo 1980–2024.

La Tabla 15 presenta la frecuencia mensual del período pico de la ola (T_p) organizada en rangos de período (s) para el área de estudio. Este análisis permite identificar las condiciones más frecuentes del oleaje dominante, así como la ocurrencia de eventos asociados a períodos más largos, los cuales, aunque menos frecuentes, son relevantes desde el punto de vista energético, operativo y de diseño marítimo.

En términos generales, los períodos comprendidos entre 6 y 8 s constituyen la condición más frecuente a lo largo del año, con una frecuencia anual promedio del 51.72%, seguidos por el rango 8–10 s, que representa en promedio el 28.96% del tiempo. En contraste, los períodos mayores a 10 s corresponden a eventos poco frecuentes, mientras que los T_p inferiores a 4 s se asocian principalmente a oleaje local de corta duración.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLF DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISIÓN</p> <p style="text-align: center;">26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

- **Oleaje de período corto ($T_p < 6$ s)**

Los períodos pico menores a 6 s representan, en conjunto, una fracción significativa durante ciertos meses del año, con una frecuencia anual promedio cercana al 18.3% (6.83% para 0–4 s y 11.47% para 4–6 s), evidenciando un marcado patrón estacional:

- Máximos entre septiembre y octubre, cuando la frecuencia combinada de $T_p < 6$ s supera el 35–40%, alcanzando valores particularmente altos en octubre (aproximadamente 44.7%). Este comportamiento refleja la predominancia de oleaje local de corto período, característico de condiciones de menor energía y mayor influencia de forzamientos atmosféricos locales.
- Mínimos entre enero y marzo, cuando la frecuencia de $T_p < 6$ s desciende a valores inferiores al 10%, coincidiendo con un régimen de oleaje más desarrollado y períodos dominantes más largos.

Esta categoría caracteriza principalmente las condiciones típicas del segundo semestre, asociadas a estados de mar más calmados y menos persistentes.

- **Oleaje de período moderado ($6 \text{ s} \leq T_p < 10$ s)**

El oleaje con períodos pico entre 6 y 10 s constituye el régimen dominante del área de estudio, con una frecuencia anual promedio combinada cercana al 80.7% (51.72% entre 6–8 s y 28.96% entre 8–10 s):



- Máximos entre diciembre y marzo, cuando estos rangos representan entre 85% y 90% del tiempo, destacándose enero, febrero y diciembre, meses en los que el rango 8–10 s supera el 39–41%, indicando la presencia frecuente de oleaje más organizado y energéticamente significativo.
- Reducción relativa entre agosto y octubre, periodo en el cual disminuye la contribución del rango 8–10 s, acompañado por un aumento de los períodos cortos, reflejando un debilitamiento del régimen energético del oleaje.

Esta categoría define las condiciones típicas de operación marítima y representa el comportamiento medio del oleaje dominante en el área de estudio.

- **Oleaje de período largo ($T_p \geq 10$ s)**

Los períodos pico iguales o superiores a 10 s corresponden a eventos poco frecuentes, con una frecuencia anual promedio inferior al 1.0% (0.98% para 10–12 s y 0.04% para $T_p > 12$ s):

- Los valores más altos se registran durante el primer trimestre del año, especialmente en enero y febrero, coincidiendo con los meses de mayor energía del oleaje.
- Entre abril y octubre, estos eventos son prácticamente inexistentes, con frecuencias cercanas a 0%, reflejando un régimen de oleaje dominado por períodos más cortos.

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

- En diciembre, aunque la frecuencia sigue siendo baja, se observa la reaparición de períodos largos, asociados al inicio del fortalecimiento estacional del oleaje.



A pesar de su baja ocurrencia, esta categoría es críticamente relevante para el análisis de riesgo, el diseño de estructuras marítimas y la evaluación de condiciones extremas, debido a la mayor energía y capacidad de interacción con la costa y estructuras offshore asociadas a oleajes de período largo.

Tabla 15. Frecuencia mensual del periodo pico (Tp).

	0-4 s	4-6 s	6-8 s	8-10 s	10-12 s	>12 s	Total
Enero	0.38%	6.90%	46.74%	41.50%	2.40%	0.01%	100.00%
Febrero	0.82%	7.47%	50.40%	39.64%	1.61%	0.02%	100.00%
Marzo	1.65%	13.47%	36.61%	37.03%	1.27%	0.00%	100.00%
Abril	2.62%	20.23%	32.69%	33.44%	0.04%	0.00%	100.00%
Mayo	10.05%	12.82%	30.79%	37.63%	9.13%	0.00%	100.00%
Junio	5.53%	4.41%	44.55%	44.91%	0.85%	0.00%	100.00%
Julio	1.34%	2.25%	46.01%	49.32%	0.87%	0.00%	100.00%
Agosto	7.48%	7.80%	38.00%	26.20%	0.24%	0.04%	100.00%
Septiembre	19.49%	18.10%	31.10%	10.23%	0.87%	0.10%	100.00%
Octubre	25.19%	19.47%	41.70%	9.55%	0.77%	0.25%	100.00%
Noviembre	6.08%	16.58%	31.81%	24.50%	0.95%	0.02%	100.00%
Diciembre	0.73%	8.03%	47.86%	41.31%	1.78%	0.00%	100.00%
Promedio Anual	6.83%	11.47%	31.72%	28.96%	0.98%	0.04%	100.00%

Tabla 16. Probabilidad conjunta de dirección vs altura significativa del oleaje.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
(0.0, 0.5]	11.96	8.66	0.18	0.05	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.09	0.49	1.38	1.57	2.10	3.22	5.89
(0.5, 1.0]	14.66	31.84	0.11	0.03	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.03	0.47	0.70	0.63	0.65	0.06	1.97
(1.0, 1.5]	2.79	7.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.03	0.02	0.01	0.06	0.21
(1.5, 2.0]	0.24	4.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.07
(2.0, 2.5]	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

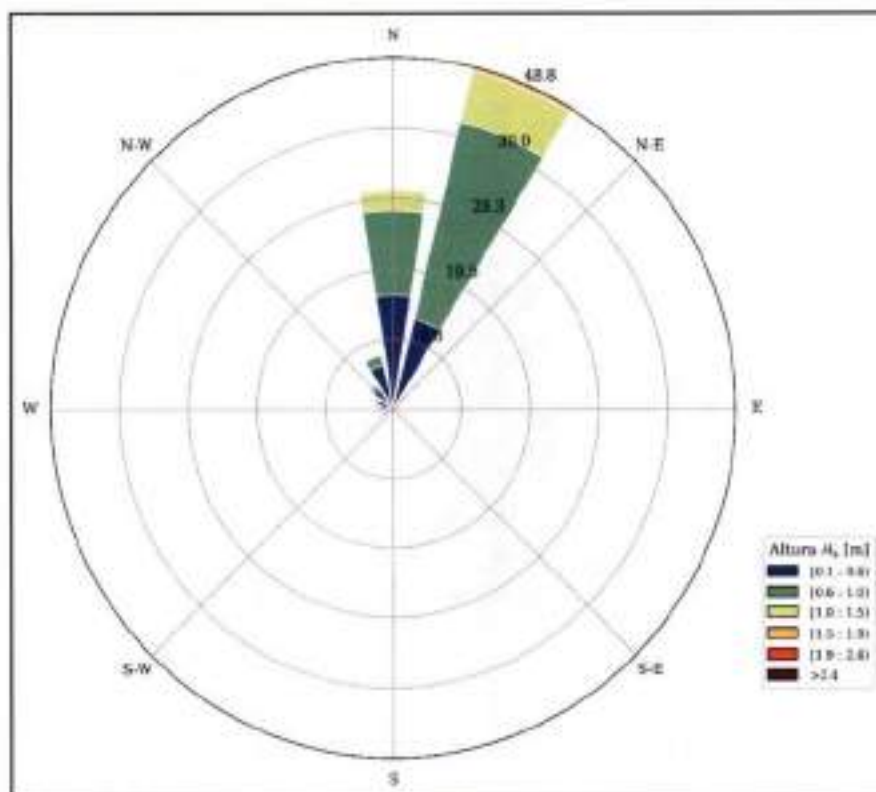




Figura 31. Rosa de altura significativa del oleaje.

La matriz de probabilidad conjunta de dirección–altura significativa analizada confirma un régimen superficial altamente anisotrópico, con predominio marcado en los sectores norte y noreste (N–NNE) (

Tabla 16). Este patrón se complementa con la rosa direccional de altura significativa del oleaje H_s , mostrada en la Figura 31, la cual evidencia una predominancia direccional consistente desde el sector N–NNE, característica del clima de oleaje en el Caribe colombiano. Dicho comportamiento responde principalmente a la acción persistente de los vientos alisios del noreste, que constituyen el forzamiento atmosférico dominante en la región durante gran parte del año (Osorio et al., 2016; François et al., 2011).

La mayor frecuencia de ocurrencia del oleaje se asocia a alturas significativas bajas a moderadas, principalmente en los rangos de 0.3–0.6 m y 0.6–1.0 m, concentradas en las direcciones N y NNE. Estas condiciones representan el régimen medio operacional del oleaje, generado mayoritariamente por viento local (sea). Las clases de mayor altura significativa ($H_s > 1.5$ m), aunque menos frecuentes, se

 cenit <small>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO CSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

concentran igualmente en los sectores N–NNE, lo que indica que los eventos de mayor energía mantienen la misma dirección dominante del régimen medio. Estos episodios se relacionan con intensificaciones de los vientos alisios o con sistemas sinópticos regionales que afectan el Caribe occidental (Osorio et al., 2016).


Tabla 17. Probabilidad conjunta de dirección vs periodo pico del oleaje.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
(0, 4]	0.02	0.16	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.10	0.52	1.13	1.28	1.10	0.86	0.77
(4, 6]	5.12	2.06	0.32	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.40	0.03	0.47	0.38	0.72	1.83
(6, 8]	18.47	25.25	0.19	0.05	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.07	0.32	0.98	1.90	4.36
(8, 10]	6.12	20.67	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.13	0.26	0.32	1.09
(10, 12]	0.12	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.04	0.08	0.07
(12, 14]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
(14, 16]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Por su parte, la matriz de probabilidad conjunta dirección–periodo pico (T_p) representada en la Tabla 17, evidencia una clara concentración de energía en los sectores norte y noreste (N–NNE), especialmente en los rangos de periodo entre 6 y 10 segundos. Confirmando la predominancia del régimen de oleaje generado por los vientos alisios del noreste (Osorio et al., 2016; François et al., 2011).

Los máximos de probabilidad conjunta se observan en los intervalos (6, 8] y (8, 10] segundos, con valores de hasta 25.25 % en NNE y 18.47 % en N. Estos periodos corresponden a oleajes de origen local y regional, típicos del régimen medio operacional. La persistencia direccional desde el N–NNE, incluso en los rangos de mayor periodo, indica que los eventos energéticos más relevantes, ya sean generados por intensificación de los alisios o por sistemas sinópticos regionales mantienen la misma orientación predominante.

En los rangos de periodos más cortos (0–4 s y 4–6 s), se observa una dispersión direccional más amplia, con contribuciones menores en sectores del oeste y suroeste (WSW, SW, SSW), posiblemente asociadas a oleajes residuales o refractados. Sin embargo, estas clases representan una fracción marginal del régimen total.

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	



La ausencia de probabilidades significativas en los rangos superiores a 12 s sugiere que los oleajes de largo periodo (swell transoceánico) no tienen una presencia relevante en el Golfo de Morrosquillo, lo cual es coherente con su ubicación protegida dentro del Caribe occidental.

Tabla 18. Frecuencia de ocurrencia de dirección media del oleaje mensual.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
N	2.28	2.64	3.59	3.76	2.80	1.95	2.10	2.97	2.77	2.05	2.31	1.94
NNE	5.75	4.85	4.51	4.28	3.41	4.47	5.55	3.50	1.46	1.23	1.75	5.84
NE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.08	0.04	0.04	0.04	0.03	0.01	0.00
ENE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
ESE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
SE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SSE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
S	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
SSW	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.04	0.03	0.00	0.00
SW	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.11	0.03	0.07	0.30	0.33	0.13	0.01
WSW	0.00	0.00	0.00	0.02	0.14	0.11	0.05	0.12	0.36	0.73	0.31	0.03
W	0.00	0.00	0.00	0.03	0.20	0.12	0.09	0.19	0.42	0.79	0.37	0.05
WNW	0.00	0.01	0.01	0.05	0.16	0.14	0.06	0.28	0.54	0.91	0.45	0.06
NW	0.02	0.02	0.04	0.18	0.37	0.23	0.12	0.44	0.83	1.00	0.80	0.12
NNW	0.10	0.10	0.31	0.41	0.75	0.52	0.38	0.84	1.51	1.37	1.06	0.43

De acuerdo con la Tabla 18 los valores más altos se concentran en NNE, con máximos en enero (70.57 %), julio (66.58 %) y diciembre (68.79 %), mientras que la dirección N también mantiene porcentajes elevados, especialmente entre marzo y abril (42.24 % y 39.69 %). Durante los meses de septiembre a noviembre se observa una leve expansión direccional hacia el sector noroeste (NNW–NW–WNW), con aumentos progresivos en NNW (hasta 18.35 % en septiembre) y NW (hasta 11.83 % en octubre). Este comportamiento sugiere una transición estacional en la circulación regional, posiblemente influenciada por la migración de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y la variabilidad intraestacional.

Las direcciones del este, sureste y sur (E–SE–S) presentan valores marginales (<1 %) en todos los meses, lo que confirma la baja exposición del golfo a forzantes desde esos cuadrantes.

 cenit <small>TRANSACCIONES Y CONSULTORÍA EN INGENIERÍA</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

8.1. Probabilidad de Excedencia



La Tabla 19 muestra la matriz de probabilidad de excedencia de altura significativa del oleaje (H_s), permitiendo caracterizar con precisión el régimen energético mensual en el Golfo de Morrosquillo. Los resultados muestran que las alturas significativas más frecuentes se encuentran en el rango de 0.4 a 0.8 m, con probabilidades anuales de excedencia del 79.4 % y 25.3 %, respectivamente. Estas clases representan el régimen medio operacional del oleaje, generado principalmente por viento local y alisios persistentes del noreste.

Durante los meses de enero a marzo, se observa un incremento notable en la probabilidad de excedencia para clases superiores: por ejemplo, en febrero, $H_s > 1.0$ m tiene una probabilidad del 44.9 %, y $H_s > 1.2$ m alcanza el 20.8 %. Este comportamiento sugiere una intensificación estacional del forzamiento atmosférico. En contraste, los meses de mayo a junio presentan un régimen con probabilidades de excedencia inferiores al 1 % para alturas mayores a 1.0 m, lo que define ventanas operativas favorables para actividades marítimas y costeras.

Las clases extremas ($H_s \geq 2.0$ m) tienen una probabilidad anual inferior al 0.02 %, lo que indica que los eventos de alto impacto son poco frecuentes, pero no descartables.

Tabla 19. Probabilidad de excedencia de la altura significativa del oleaje.

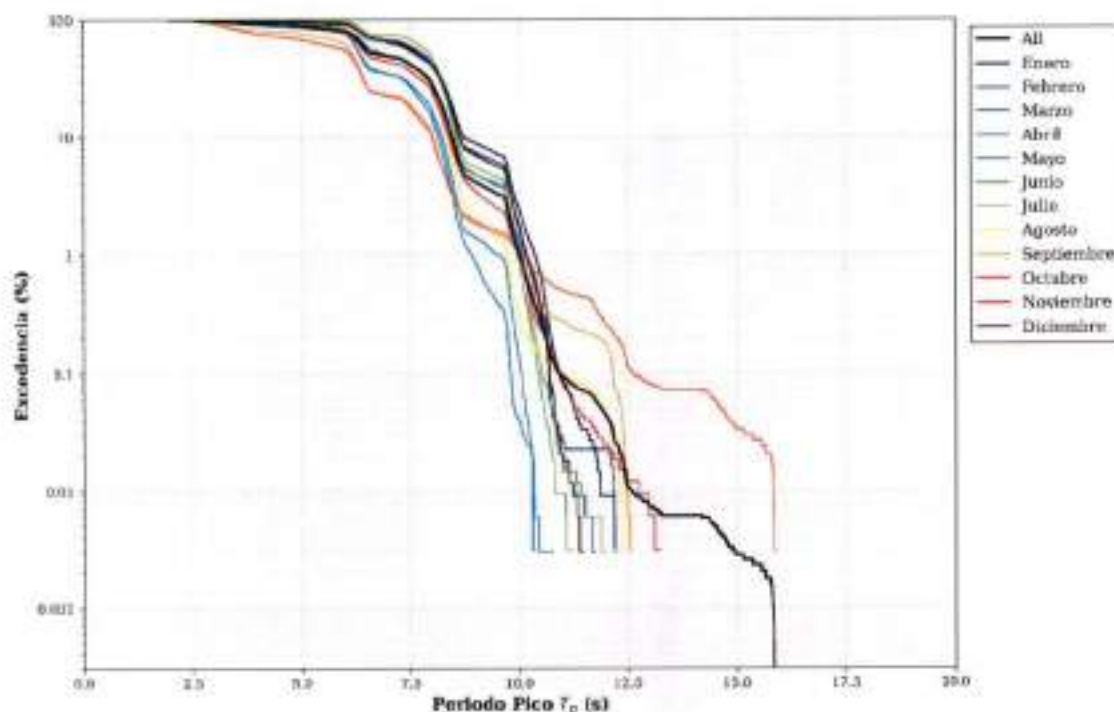
	Anual	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0.0	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
0.2	99.569	100.000	99.996	99.962	99.972	99.134	98.272	96.388	96.707	96.794	96.335	96.799	100.000
0.4	79.394	99.119	99.013	99.142	99.290	65.738	73.048	88.504	72.982	45.239	48.237	78.265	96.302
0.6	49.325	90.909	93.209	96.901	91.009	24.143	27.380	48.535	28.913	7.870	11.403	33.296	76.024
0.8	25.308	66.390	74.258	81.798	26.562	5.137	4.883	8.809	3.775	0.800	1.307	8.267	38.934
1.0	11.596	34.337	44.013	33.635	9.281	0.988	3.419	1.111	0.203	0.074	0.827	3.460	13.109
1.2	4.589	14.191	20.787	14.794	2.429	0.045	0.023	0.057	0.008	0.000	0.323	0.688	2.829
1.4	1.492	4.208	7.885	5.106	0.512	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.247	0.888
1.6	0.431	1.120	2.051	1.436	0.142	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.142	0.143
1.8	0.078	0.122	0.408	0.334	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.063
2.0	0.017	0.019	0.118	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013
2.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



 cenit <small>ANÁLISIS Y JUSTIFICACIÓN DE RIESGOS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

Por otro lado, el análisis conjunto de las gráficas de probabilidad de excedencia de la altura significativa del oleaje (H_s) y del periodo pico (T_p) representado en la Figura 32 permite caracterizar de manera integral el régimen de oleaje en el área de estudio - Golfo de Morrosquillo. Por consiguiente, los resultados muestran que el régimen medio está dominado por alturas significativas bajas a moderadas (0.4–0.8 m) y periodos medios (6–10 s), coherentes con oleajes generados por viento local y regional bajo la acción persistente de los alisios del noreste.

En términos estacionales, el primer trimestre del año (enero–marzo) y el último trimestre (octubre–noviembre) concentran las mayores probabilidades de excedencia tanto en $H_s > 1.0$ m como en $T_p > 10$ s, lo que indica la ocurrencia de eventos energéticos asociados a la intensificación de los alisios o a sistemas sinópticos regionales. En contraste, los meses comprendidos entre mayo y octubre, presentan un régimen más favorable desde el punto de vista operativo, caracterizado por una baja probabilidad de excedencia de alturas significativas superiores a 1.0 m y por la ocurrencia de periodos más largos, lo que define ventanas operativas propicias para el desarrollo de actividades marítimas y costeras.

Los eventos extremos ($H_s \geq 2.0$ m y $T_p \geq 14$ s) son poco frecuentes, con probabilidades inferiores al 0.02 % y 0.01 %, respectivamente, lo que confirma que el swell transoceánico no tiene una presencia significativa en el golfo.



	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEÁNICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-4000009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

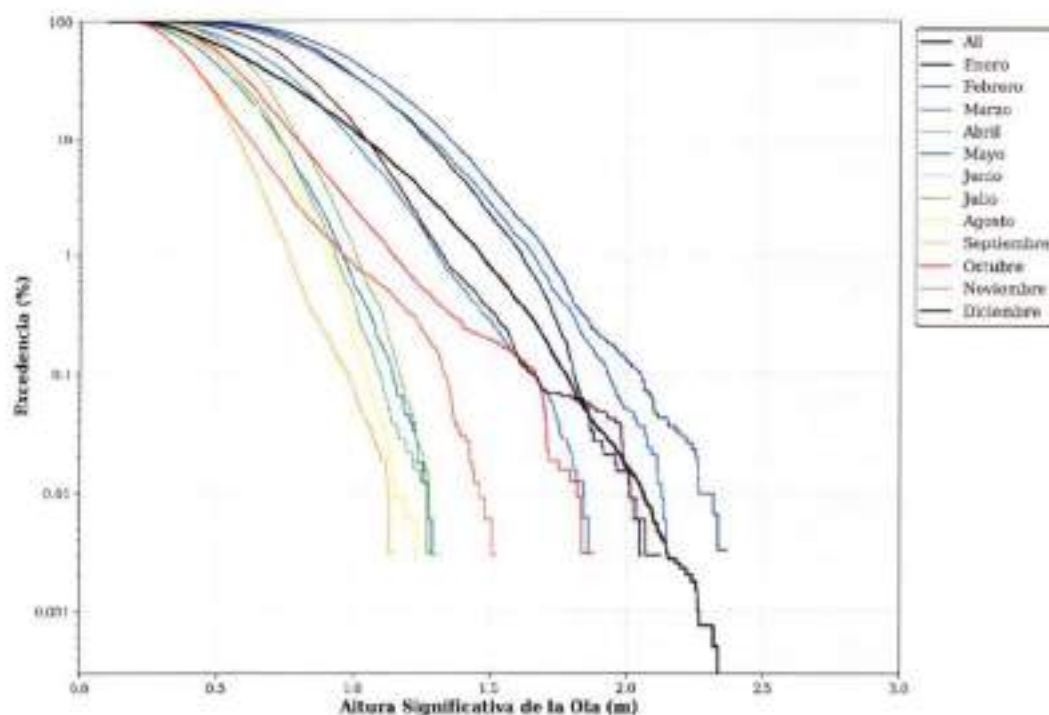



Figura 32. Probabilidad de excedencia de la altura significativa y del periodo pico del oleaje.

8.2. Eventos Extremos del Oleaje

El análisis de extremos del oleaje en el Golfo de Morroquillo se desarrolló mediante un enfoque secuencial que combina un análisis univariado de valores extremos de la altura significativa H_s con un modelo extremo multivariado condicional H_s-T_p , garantizando consistencia estadística y coherencia física en la definición de estados de mar.

En primer lugar, los máximos anuales de H_s fueron ajustados a diferentes distribuciones teóricas comúnmente empleadas, incluyendo las distribuciones de Gumbel, GEV y Weibull. La calidad del ajuste fue evaluada tanto de forma gráfica mediante diagramas cuantil-cuantil (QQ-plots) como cuantitativamente a través de la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov (KS) y el Criterio de Información de Akaike (AIC).

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	INFORME METEOROLÓGICO BUZ-DT-MAR-CNT-8060009621-002-2025

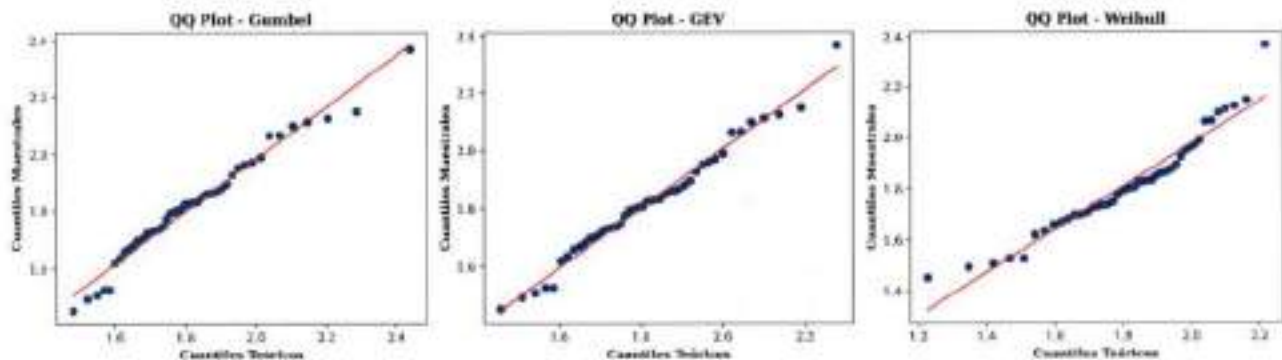



Figura 33. Diagramas cuantil–cuantil (QQ-plots) del ajuste de las distribuciones Gumbel, GEV y Weibull a los máximos anuales de la altura significativa H_s .

Los QQ-plots muestran que las distribuciones Gumbel y GEV reproducen adecuadamente el comportamiento central de los datos, mientras que la distribución Weibull presenta desviaciones sistemáticas, especialmente en la cola superior, que es la región de mayor interés para el análisis extremo (Figura 33).

Los resultados cuantitativos confirman estas observaciones. En todos los casos, las distribuciones Gumbel y GEV presentan valores de p-valor superiores al umbral de aceptabilidad ($p \geq 0.05$), indicando que no se puede rechazar la hipótesis nula de buen ajuste. No obstante, la distribución GEV exhibe el menor valor de AIC (-16.86), lo que sugiere el mejor equilibrio entre bondad de ajuste y complejidad del modelo. En contraste, la distribución Weibull muestra un desempeño inferior, con un AIC significativamente mayor y una menor capacidad para representar los cuantiles extremos. En consecuencia, la distribución GEV fue seleccionada como el modelo más adecuado para la estimación de los periodos de retorno de H_s (Figura 34).

 cenit <small>TRANSACCIONES Y ESTUDIOS DE INGENIERÍA</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

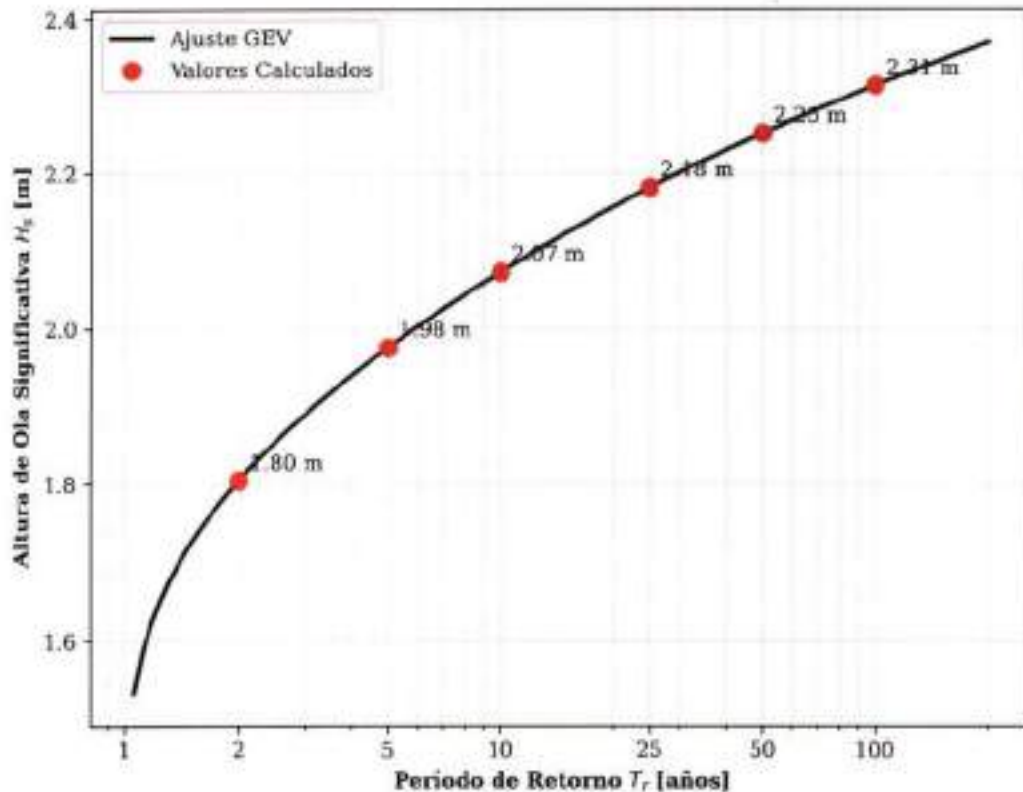




Figura 34. Curva de periodos de retorno de la altura significativa H_s obtenida a partir del ajuste de la distribución GEV a los máximos anuales.

A partir del ajuste GEV seleccionado, se estimaron los periodos de retorno univariado de la altura significativa del oleaje. La curva de periodos de retorno muestra un incremento progresivo y estable de H_s , alcanzando valores del orden de 2.3–2.4 m para un periodo de retorno de 100 años. Este comportamiento es físicamente consistente con el régimen de oleaje del Caribe colombiano y no evidencia extrapolaciones excesivas ni inestabilidades en la cola extrema de la distribución.

Una vez definidos los niveles extremos de H_s , se aplicó el modelo condicional de Heffernan y Tawn (2004) para caracterizar la relación extrema entre H_s y el periodo pico T_p . En este enfoque, H_s se adopta como variable dominante, mientras que T_p se modela condicionalmente dado que H_s excede un umbral alto u , seleccionado de forma que garantizara un compromiso adecuado entre validez asintótica y robustez estadística del ajuste. El modelo permite estimar cuantiles condicionales de T_p (5 %, 50 % y 95 %) asociados a valores extremos de H_s , definidos previamente a partir del análisis univariado.

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN: 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

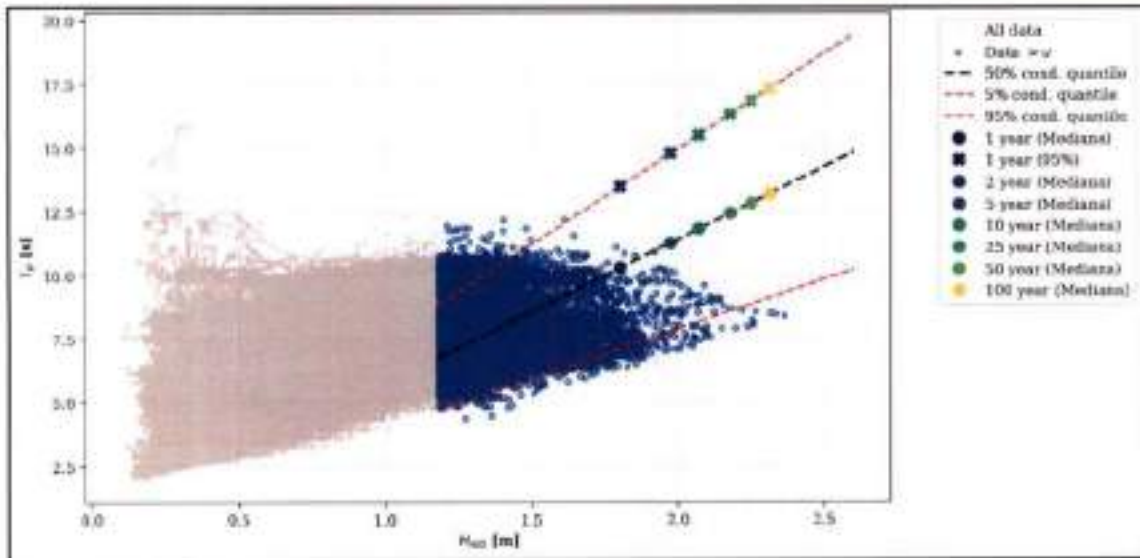


Figura 35. Relación extrema condicional entre la altura significativa H_s y el periodo pico T_p , estimada mediante el modelo de Heffernan y Tawn (2004).

Los resultados del modelo condicional presentados en la Figura 35 evidencian una relación creciente y estable entre H_s y T_p . Los valores medianos de T_p asociados a eventos extremos son representativos de condiciones dominadas por swell regional, mientras que los cuantiles superiores (95 %) reflejan escenarios conservadores compatibles con la ocurrencia ocasional de swell remoto de mayor periodo.

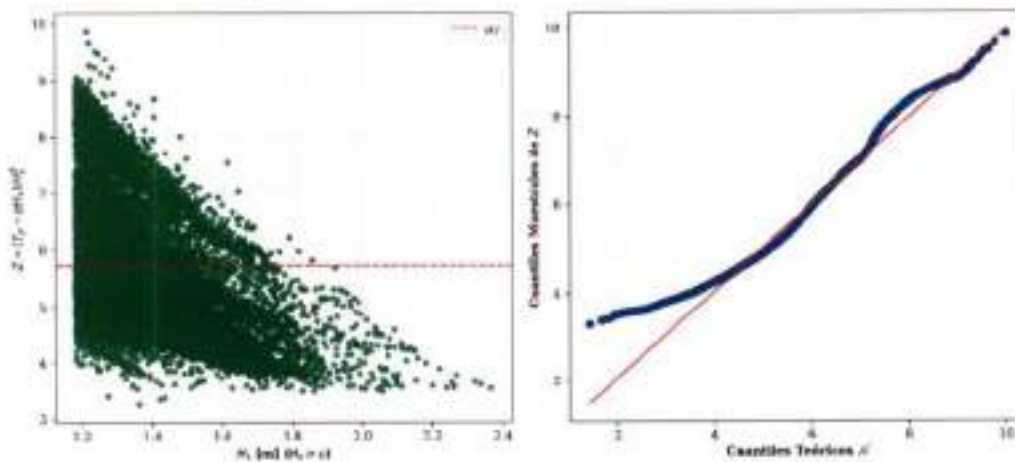




Figura 36. Validación de los supuestos del modelo condicional de Heffernan y Tawn (2004): independencia y normalidad aproximada de la variable residual Z

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISIÓN</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEÁNICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-809009821-092-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>


La validez del modelo de Heffernan y Tawn fue evaluada mediante la verificación de sus supuestos fundamentales. El análisis de la variable residual Z muestra una independencia razonable respecto a H_s en el dominio extremo, así como una aproximación aceptable a una distribución normal, especialmente en la región central de la distribución (Figura 36).

9. CORRIENTES

En la cuenca oceánica colombiana, la circulación está fuertemente condicionada por la acción de los vientos alisios del noreste, que impulsan masas de agua desde el Atlántico, ingresando al mar Caribe a través de las Antillas Menores y desplazándose hacia Centroamérica. A nivel superficial, esta dinámica está dominada por la Corriente del Caribe (CC), la cual fluye en dirección noroeste hacia el mar de los Caimanes. Sin embargo, en el Caribe suroccidental, la circulación presenta un patrón más complejo debido a que se trata de una cuenca semicerrada. En esta región se forma un giro ciclónico localizado en el golfo de los Mosquitos (Panamá), conocido como el Giro Panamá-Colombia (GPC). Este giro alcanza velocidades medias superiores a 0.6 m/s y se extiende por más de 200 km de ancho (Guerrero-Peña, 2017).

Diversas investigaciones han señalado que el costado occidental del GPC muestra una circulación persistente a lo largo del año. En contraste, hacia el lado oriental, se observa una mayor variabilidad estacional tanto en intensidad como en extensión espacial. Es precisamente en esta región, en la zona oceánica frente al golfo del Darién, donde emerge la Contra Corriente Panamá-Colombia (CCPC).

Según Guerrero-Peña (2017), la CCPC pierde fuerza hacia el este, ya que una parte importante del flujo se recircula dentro del giro. Esta contracorriente se vuelve más notoria durante la temporada húmeda, cuando la influencia de los vientos alisios del noreste disminuye por el desplazamiento de la ZCIT, lo que le permite extenderse hasta la península de La Guajira. Por el contrario, en la época seca, los vientos alisios se intensifican, limitando el alcance de la contracorriente a la costa de Panamá y al litoral sur de Colombia, hasta Cartagena. En consecuencia, la CCPC experimenta variaciones estacionales tanto en su intensidad como en su área de influencia (Figura 37).

 cenit <small>INGENIERÍA Y CONSULTORÍA EN SISTEMAS AVANZADOS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

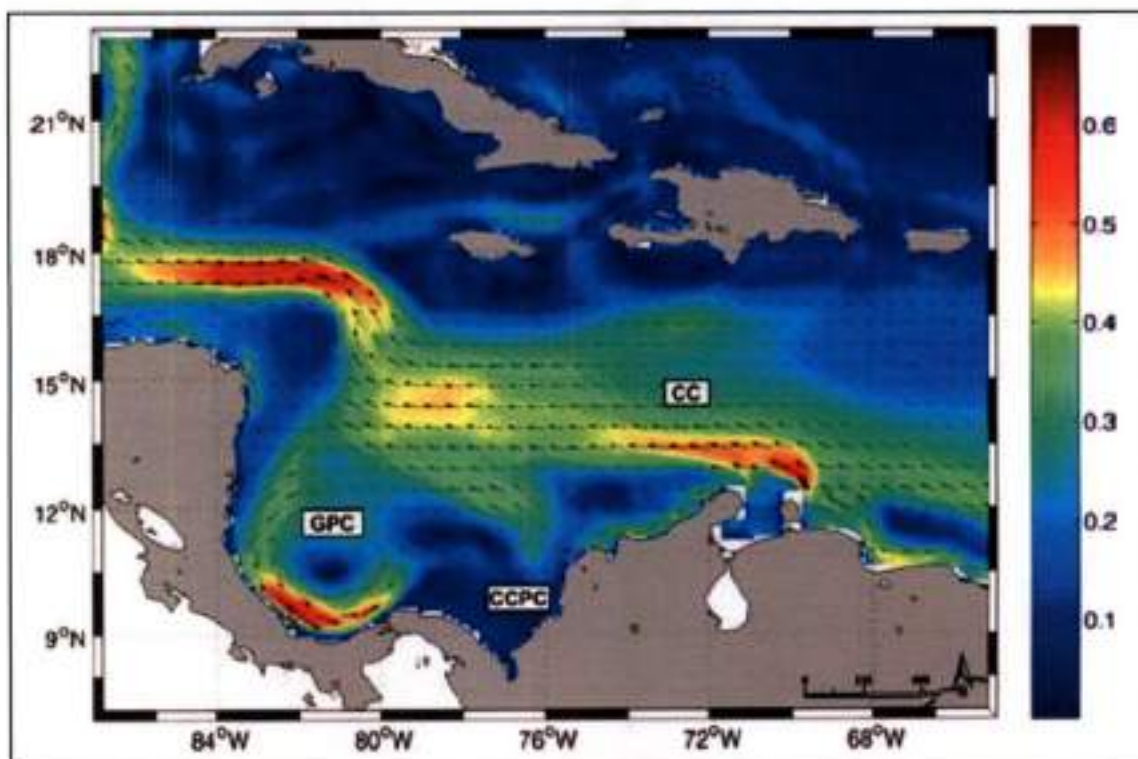




Figura 37. Principales sistemas de corrientes del Mar Caribe. Tomado de Guerrero-Peña (2017).

La circulación marina específicamente en el Golfo de Morrosquillo (Figura 38) está determinada en gran medida por la acción combinada de los vientos predominantes y la configuración geomorfológica de la región. Este sector del Caribe colombiano está influenciado por dos corrientes principales: la corriente del Caribe (CC), que se desplaza de este a oeste, y la contracorriente de Panamá, la cual fluye hacia el norte siguiendo la línea costera. La intensidad de esta última varía en función de la estación climática (Barreto et al., 1999).

Los patrones estacionales de viento tienen un papel clave en la circulación del agua en el Golfo, generando cambios notorios entre la temporada seca y la húmeda. En la época seca, los vientos del noreste dominan la dinámica costera, impulsando corrientes hacia el sur y suroeste. Durante este periodo, según Buitrago & Sainea (2003), se presenta un flujo hacia el suroeste en el norte del golfo y otro hacia el este en la zona central. En el sector sur, la influencia de la contracorriente Panamá-Colombia (CCPC) genera un movimiento perpendicular hacia la costa oriental, dando origen a un sistema de corrientes costeras que se desplazan de sur a norte.

 cenit <small>TRANSITO FUERTE LAZAR RODRIGUEZ</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

Por otro lado, en la época húmeda, el debilitamiento de los vientos del sur y suroeste modifica el comportamiento de las corrientes. En este contexto, la contracorriente Panamá-Colombia gana protagonismo, permitiendo que el flujo marino ingrese al Golfo por sus zonas central y sur. Esta corriente se mueve de sur a norte hasta alcanzar el archipiélago de San Bernardo, donde se desvía hacia el norte a lo largo de la costa Caribe colombiana. Las islas de San Bernardo e Isla Fuerte actúan como una barrera natural que atenúa la acción directa de las corrientes sobre la línea costera adyacente.

Durante ambas épocas se generan corrientes de deriva litoral que convergen frente a la localidad de Tolú, donde se forma un flujo de retorno o corriente de resaca ("Rip Current") hacia el oeste. Este fenómeno favorece la aparición de un vórtice anticiclónico en la zona central del Golfo de Morrosquillo (Buitrago & Sainea, 2003).

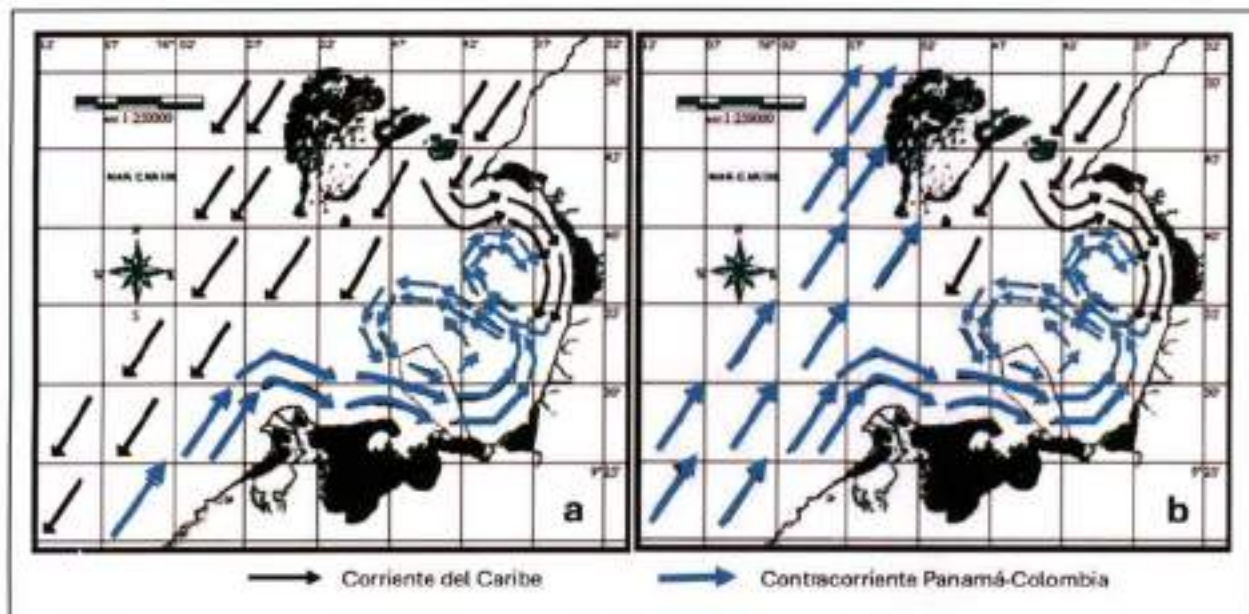




Figura 38. Corrientes de la zona del Golfo de Morrosquillo. (a) flujo característico de la época seca y (b) flujo característico de la época húmeda. Tomado y modificado de: Buitrago & Sainea (2003).

 <small>INFORMES Y CONSULTAS EN LINEA GRATUITAS</small> cenit <small>INFORMES Y CONSULTAS EN LINEA GRATUITAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

9.1. Corriente en Superficie



9.1.1. Estadísticos

Los estadísticos climáticos mensuales de la velocidad de la corriente superficial (Figura 17) evidencian un régimen predominantemente débil y estable a lo largo del año, con valores medios comprendidos entre 0.07 y 0.09 m/s y medianas muy cercanas a la media, lo que indica una distribución poco sesgada y una variabilidad moderada. La desviación estándar, prácticamente constante (~0.04–0.05 m/s), confirma la ausencia de contrastes estacionales significativos en el comportamiento medio de la corriente. No obstante, los valores máximos mensuales, que alcanzan hasta 0.34 m/s, y los percentiles altos (P95 entre 0.14–0.18 m/s y P99 entre 0.16–0.21 m/s) revelan la ocurrencia ocasional de eventos intensificados.

Tabla 20. Estadísticos mensuales de la corriente en superficie.

Mes	Media (m/s)	Mediana (m/s)	Desv. Est. (m/s)	Mínimo (m/s)	Máximo (m/s)	P95 (m/s)	P99 (m/s)
Ene.	0.09	0.08	0.04	0.00	0.24	0.16	0.19
Feb.	0.09	0.08	0.05	0.00	0.26	0.18	0.21
Mar.	0.09	0.08	0.05	0.00	0.29	0.18	0.20
Abr.	0.08	0.07	0.04	0.00	0.34	0.16	0.19
May.	0.07	0.07	0.04	0.00	0.31	0.15	0.18
Jun.	0.07	0.07	0.04	0.00	0.28	0.14	0.18
Jul.	0.08	0.07	0.04	0.00	0.27	0.15	0.18
Ago.	0.08	0.07	0.04	0.00	0.23	0.15	0.19
Sep.	0.07	0.07	0.04	0.00	0.33	0.15	0.19
Oct.	0.07	0.07	0.04	0.00	0.30	0.14	0.18
Nov.	0.07	0.07	0.04	0.00	0.23	0.14	0.17
Dic.	0.07	0.07	0.04	0.00	0.23	0.14	0.16

La rosa anual de corrientes en superficie (Figura 39) muestra un régimen direccional bien definido, con una predominancia clara de flujos orientados hacia los cuadrantes norte-noreste y suroeste, lo que sugiere la influencia combinada de forzamientos regionales y locales sobre la circulación superficial en el área de estudio. La mayor frecuencia de ocurrencia se concentra en velocidades bajas a moderadas

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

(0.0–0.1 m/s y 0.1–0.2 m/s), que dominan en prácticamente todas las direcciones, confirmando el carácter generalmente débil del campo de corrientes. No obstante, se identifican episodios menos frecuentes con velocidades superiores a 0.2 m/s, asociados principalmente a los sectores NE y SW, coherentes con los máximos observados en los estadísticos mensuales.

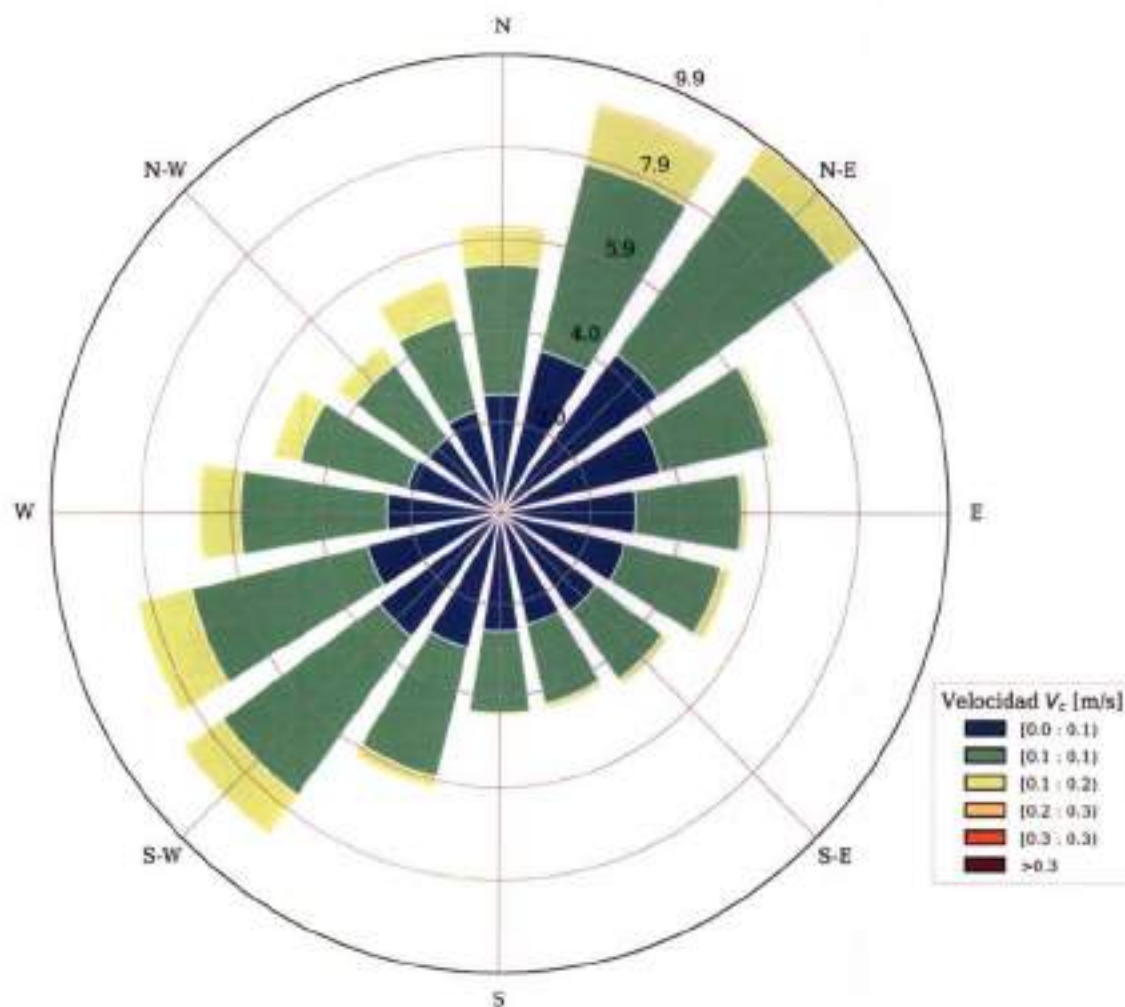




Figura 39. Rosa direccional de corrientes en superficie.

Tabla 21. Probabilidad conjunta de dirección vs velocidad de la corriente en superficie.



 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLF DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	



Como se observa en la Tabla 21, la matriz de probabilidad conjunta dirección-velocidad de la corriente superficial permite caracterizar de forma integrada la ocurrencia de las distintas combinaciones direccionales e intensidades del flujo. Se observa que la mayor contribución porcentual se concentra en el rango de velocidades bajas a moderadas (0.05–0.10 m/s), con máximos claramente asociados a direcciones del cuadrante norte-noreste (NNE–NE) y, en menor medida, hacia el suroeste (SSW–SW).

Tabla 22. Frecuencia de ocurrencia de dirección de la corriente mensual.



	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEÁNICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

De acuerdo con la Tabla 22, la corriente superficial muestra un régimen direccional claramente estacional y bimodal. Durante el primer trimestre (enero-marzo) predominan corrientes provenientes del norte, noreste y este (N-NNE-NE-ENE), con mayores frecuencias relativas, lo que es consistente con el fortalecimiento de los vientos alisios y una circulación superficial dirigida hacia el suroeste. Entre abril y julio se observa una fase de transición, caracterizada por una mayor dispersión direccional y un aumento progresivo de corrientes del este y sureste (E-SE-SSE), indicando una reorganización del forzamiento atmosférico y oceánico. En el segundo semestre, particularmente entre agosto y noviembre, se registra un dominio marcado de corrientes del suroeste y oeste (SSW-SW-WSW-W), lo que sugiere la influencia de patrones regionales de circulación y posibles efectos de contracorrientes superficiales. Finalmente, en diciembre se evidencia una disminución gradual de las corrientes occidentales y el restablecimiento de direcciones del cuadrante.

9.2. Corrientes a 20 m de Profundidad

Los estadísticos mensuales de la velocidad de la corriente a 20 m de profundidad evidencian un régimen predominantemente débil y estable a lo largo del año, con valores medios cercanos a 0.03 m/s y medianas prácticamente idénticas, lo que sugiere una distribución simétrica y poco sesgada. La desviación estándar, también constante (~0.01-0.03 m/s), confirma la ausencia de contrastes estacionales significativos en el comportamiento medio.



No obstante, los valores máximos mensuales, que alcanzan hasta 1.54 m/s en febrero, junto con los percentiles superiores (P95 entre 0.05-0.06 m/s y P99 entre 0.06-0.08 m/s), revelan la presencia ocasional de eventos intensificados, aunque de baja frecuencia.

 cenit <small>CONSEJO REGULADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLF DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

Tabla 23. Estadísticos mensuales de la corriente a 20 m de profundidad.

Mes	Media (m/s)	Mediana (m/s)	Desv. Est. (m/s)	Mínimo (m/s)	Máximo (m/s)	P95 (m/s)	P99 (m/s)
Ene.	0.03	0.03	0.01	0.00	0.09	0.06	0.07
Feb.	0.03	0.03	0.03	0.00	1.54	0.06	0.08
Mar.	0.03	0.03	0.02	0.00	0.10	0.06	0.08
Abr.	0.03	0.02	0.01	0.00	0.10	0.05	0.07
May.	0.03	0.02	0.01	0.00	0.10	0.05	0.07
Jun.	0.03	0.02	0.01	0.00	0.09	0.05	0.07
Jul.	0.03	0.02	0.01	0.00	0.09	0.06	0.07
Ago.	0.03	0.02	0.01	0.00	0.09	0.05	0.07
Sep.	0.03	0.02	0.01	0.00	0.09	0.05	0.07
Oct.	0.03	0.02	0.01	0.00	0.08	0.05	0.06
Nov.	0.02	0.02	0.01	0.00	0.07	0.05	0.05
Dic.	0.03	0.02	0.01	0.00	0.08	0.05	0.06

Como se muestra en la Figura 40, la circulación a 20 m de profundidad presenta un régimen persistentemente débil, con velocidades que se mantienen dentro del rango 0.0–0.3 m/s durante todo el año. La distribución direccional muestra una preferencia marcada hacia los cuadrantes SW–W–NW, donde se concentran las mayores frecuencias, mientras que las direcciones desde el norte y este son poco representativas. En conjunto, la rosa anual evidencia un campo de corrientes estable, poco energético y con una orientación dominante bien definida, sin indicios de eventos intensificados en esta capa subsuperficial.

 cenit <small>TRANSACCIONES Y ASISTENCIA TECNICA INTEGRADA</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 24 DE DICIEMBRE DEL 2025	

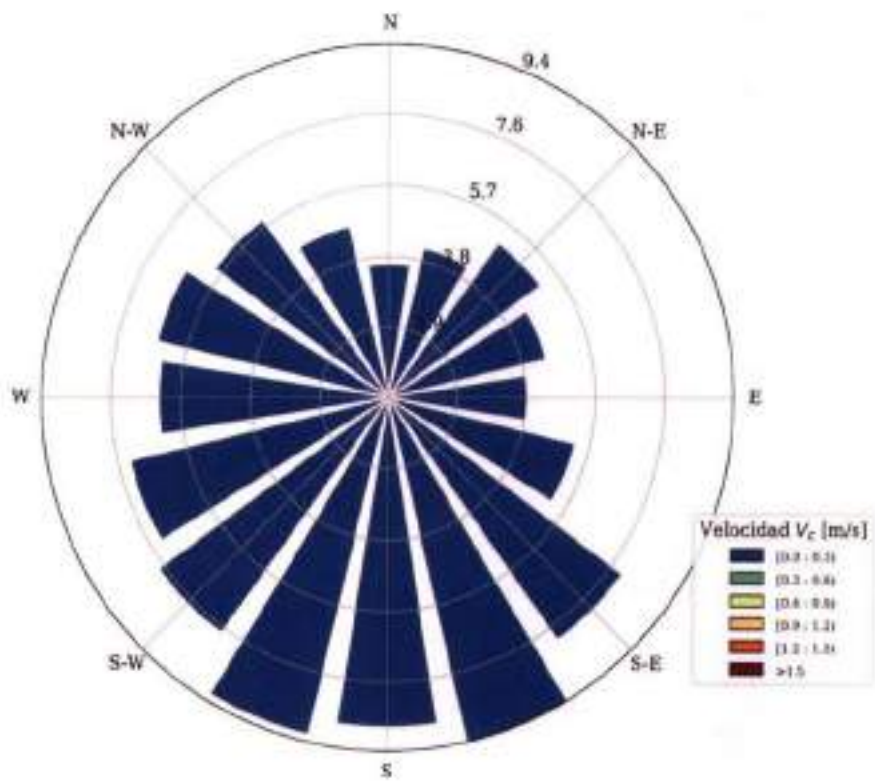




Figura 40. Rosa direccional de corrientes a 20 m de profundidad.

Tabla 24. Probabilidad conjunta de dirección vs velocidad de la corriente a 20 de profundidad.

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	
Velocidad V_c [m/s]	(0.4, 0.05]	3.34	4.02	4.47	4.03	3.54	4.25	6.10	8.18	8.33	6.08	7.64	7.15	6.17	6.21	5.38	4.51
(0.05, 0.1]	0.05	0.08	0.03	0.38	0.27	0.60	1.03	1.28	4.42	6.18	0.08	4.08	5.11	0.28	0.48	0.28	
(0.1, 0.15]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	



 cenit <small>INGENIERÍA Y CONSULTORÍA EN OCEANOGRAFÍA</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

La distribución conjunta dirección-velocidad de la corriente a 20 m de profundidad confirma un régimen predominantemente débil, con más del 95% de ocurrencia concentrada en el intervalo de velocidad (0.0–0.05 m/s). Las mayores probabilidades se orientan hacia los cuadrantes S–SSW–SW, con valores superiores al 8%, lo que indica una preferencia direccional bien definida en condiciones de baja energía. Los intervalos superiores de velocidad (>0.1 m/s) no presentan ocurrencia, lo que refuerza la caracterización de un campo de corrientes estable y poco energético en esta capa subsuperficial (Tabla 24).

Tabla 25. Frecuencia de ocurrencia de dirección de la corriente mensual a 20 m de profundidad.

Dirección de la Corriente	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
N	0.61	0.81	0.44	0.52	0.31	0.23	0.28	0.17	0.17	0.18	0.88	0.26
NNE	0.76	0.65	0.71	0.49	0.21	0.18	0.21	0.14	0.12	0.18	0.12	0.30
NE	0.99	1.07	1.14	0.56	0.29	0.12	0.18	0.12	0.08	0.09	0.09	0.31
ENE	0.72	0.80	0.90	0.52	0.28	0.18	0.18	0.15	0.12	0.13	0.17	0.25
E	0.56	0.50	0.62	0.40	0.35	0.30	0.26	0.30	0.14	0.14	0.15	0.23
ESE	0.62	0.49	0.76	0.51	0.54	0.32	0.39	0.35	0.24	0.25	0.25	0.26
SE	0.63	0.73	0.83	0.79	0.96	0.69	0.67	0.70	0.53	0.54	0.47	0.36
SSE	0.52	0.57	0.65	0.79	1.06	0.92	0.84	1.05	0.79	0.91	0.82	0.56
S	0.37	0.44	0.27	0.57	0.96	0.78	0.71	0.99	0.88	1.09	1.04	0.58
SSW	0.31	0.40	0.50	0.58	0.77	0.76	0.69	0.97	0.94	1.28	1.21	0.74
SW	0.26	0.28	0.35	0.38	0.35	0.69	0.55	0.80	0.95	1.18	1.18	0.68
WSW	0.27	0.31	0.29	0.48	0.48	0.62	0.62	0.78	0.87	0.90	0.94	0.71
W	0.25	0.25	0.32	0.38	0.42	0.67	0.72	0.63	0.70	0.56	0.58	0.75
WNW	0.50	0.30	0.29	0.51	0.49	0.74	0.94	0.61	0.56	0.38	0.32	0.65
NW	0.70	0.29	0.32	0.54	0.54	0.68	0.79	0.44	0.45	0.24	0.17	0.72
NNW	0.57	0.33	0.36	0.76	0.52	0.41	0.50	0.33	0.27	0.14	0.10	0.46

La Tabla 25 sugiere que, a 20 m de profundidad, la corriente presenta un patrón direccional más organizado y persistente que en superficie, evidenciando el efecto del desacople parcial con el forzamiento directo del viento. Durante el primer trimestre del año (enero–marzo) se observa una dominancia de corrientes provenientes del cuadrante norte–noreste (N–NE–ENE), aunque con frecuencias menores que en superficie, lo que sugiere una atenuación de la señal atmosférica con la profundidad. Entre abril y julio se consolida una transición clara hacia corrientes del sureste y sur (SE–SSE–S), alcanzando frecuencias máximas en mayo y junio, indicativas de un régimen más barotrópico y controlado por la circulación regional. En el segundo semestre, especialmente entre agosto y noviembre, predominan corrientes del sur–suroeste y oeste (S–SSW–SW–WSW), con los valores más altos del año, lo que refleja una mayor coherencia vertical de la circulación y una respuesta integrada

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 24 DE DICIEMBRE DEL 2025	

del sistema oceánico. Este comportamiento resalta que, a mayor profundidad, la variabilidad estacional domina sobre la variabilidad de corto plazo.

9.3. Probabilidad de Excedencia de la Velocidad de la Corriente en Superficie

La matriz de probabilidad de excedencia de velocidad de corriente en la capa superficial (Tabla 26) evidencia un régimen hidrodinámico de baja energía, con una ocurrencia anual del 28.07% para velocidades superiores a 0.1 m/s, y una probabilidad inferior al 1% para umbrales mayores a 0.2 m/s. Los valores correspondientes a velocidades ≥ 0.3 m/s son prácticamente nulos, lo que indica una ausencia estadísticamente significativa de eventos de alta intensidad.

Este comportamiento sugiere una circulación superficial dominada por pulsos lentos y persistentes, con escasa capacidad de transporte horizontal efectivo bajo condiciones promedio.

Tabla 26. Probabilidad de excedencia de la velocidad de la corriente en superficie.

	Annual	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
0.1	28.07	36.00	37.40	35.37	28.30	25.02	23.83	28.15	27.18	28.70	23.74	21.60	24.25
0.2	0.28	0.79	1.94	1.25	0.40	0.26	0.25	0.23	0.20	0.44	0.41	0.25	0.05
0.3	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
0.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Las curvas de excedencia de velocidad de corriente en la capa superficial (Figura 41) evidencian una distribución altamente sesgada hacia velocidades bajas, con una probabilidad acumulada superior al 70% para velocidades ≤ 0.1 m/s. La curva anual presenta una pendiente abrupta en el rango inicial,

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

seguida de una rápida atenuación, lo que indica una baja frecuencia de eventos intensificados. Las curvas mensuales muestran escasa dispersión, sin contrastes estacionales significativos, lo que confirma un régimen hidrodinámico estable, de baja energía y variabilidad intermensual.

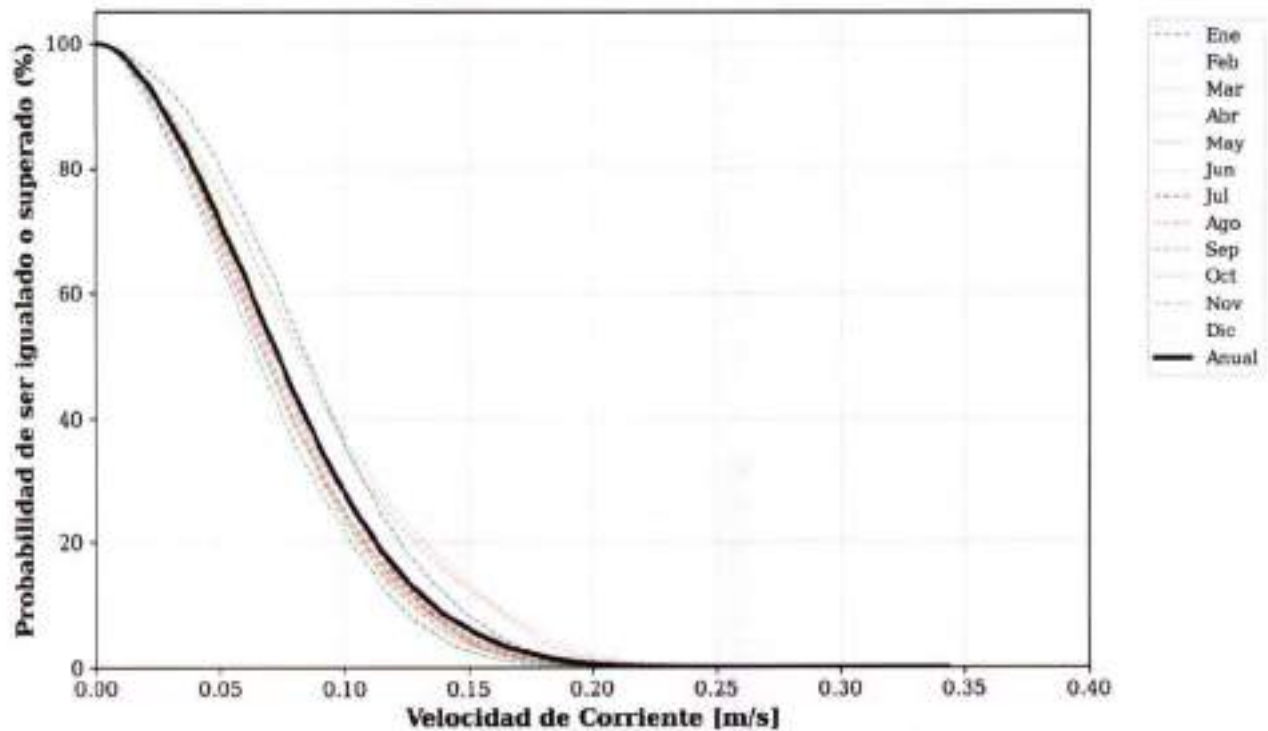


Figura 41. Curvas de excedencia de la velocidad de la corriente en superficie.

9.4. Probabilidad de Excedencia de la velocidad de la Corriente a 20 m

La matriz de probabilidad de excedencia a 20.0 m de profundidad revela un régimen aún más restrictivo en términos energéticos que en superficie. La probabilidad anual de superar 0.1 m/s es prácticamente nula (0.01%), y los valores asociados a umbrales superiores (≥ 0.2 m/s) son residuales (0.00–0.02%, concentrados en un único mes). Este comportamiento indica que, en la capa subsuperficial, las corrientes se mantienen muy próximas al umbral mínimo de detección, sin desarrollo de eventos relevantes de alta velocidad (



Tabla 27).

 FECHA DE REVISION 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME METEOCEÁNICO BUZ-DT-MAR-CNT-800009821-092-2025	

Tabla 27. Probabilidad de excedencia de la velocidad de la corriente a 20 m.

	Annual	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0.0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
0.1	0.01	0.04	0.04	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.2	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.3	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.4	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.5	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Las curvas de excedencia de velocidad de la corriente a 20.0 m de profundidad (Figura 42) muestran una concentración casi total de la probabilidad en el rango de velocidades muy bajas, con una caída abrupta de la excedencia para velocidades superiores a 0.05–0.1 m/s. La curva anual se sitúa prácticamente superpuesta a las curvas mensuales, lo que evidencia una baja dispersión intermensual y, por tanto, una estructura temporalmente homogénea del campo de corrientes en esta profundidad. La ausencia de colas significativas en los rangos de mayor velocidad confirma que el régimen subsuperficial está dominado por flujos lentos y persistentes.

 <small>TRANSACCIONES Y CONSULTORÍA DE INGENIERÍA AMBIENTAL</small> cenit	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFOS DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

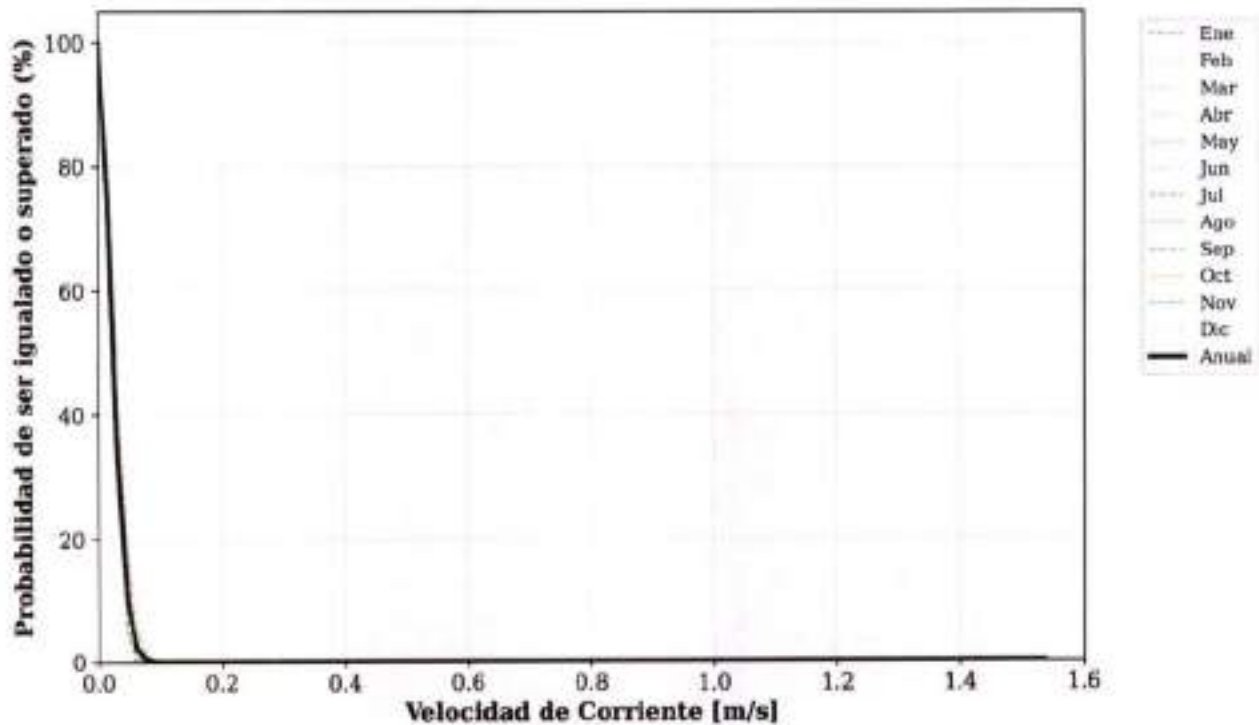




Figura 42. Curvas de excedencia de la velocidad de la corriente a 20 m.

9.5. Eventos Extremos de la Corriente

El análisis de ajuste mediante el enfoque Peaks Over Threshold (POT) permite evaluar la capacidad de distintas distribuciones teóricas para modelar eventos extremos de velocidad de corriente. En este caso, se comparan los modelos Gumbel, GEV y Weibull sobre una muestra de 40 picos excedentes, utilizando como criterio de selección el Akaike Information Criterion (AIC) y la inspección visual de las curvas de densidad ajustadas.

La distribución GEV presenta el menor valor de AIC (-188.52), lo que sugiere un mejor ajuste en términos de verosimilitud. Sin embargo, la curva de densidad muestra una sobreestimación en el rango de velocidades altas (Figura 43), lo que podría indicar una parametrización inestable o una sensibilidad excesiva del modelo ante la escasez de eventos extremos bien definidos. Este comportamiento es consistente con lo observado en el Q-Q plot, donde la GEV incurre en desviaciones significativas en los cuantiles superiores (Figura 44).

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISIÓN</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEÁNICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

La distribución Weibull, con un AIC de -152.63 , exhibe una curva de densidad que subestima sistemáticamente los valores centrales y extremos, lo que refleja una incompatibilidad estructural con la forma empírica de los datos. Su desempeño es el más débil entre los modelos evaluados, tanto en términos de ajuste como de estabilidad.

En contraste, la distribución Gumbel, con un AIC intermedio (-181.10), ofrece una curva de densidad que reproduce adecuadamente la forma empírica del histograma, sin incurrir en sobreajustes ni distorsiones en las colas. Aunque no presenta el AIC más bajo, su comportamiento es más estable y coherente con la naturaleza del régimen hidrodinámico observado: baja energía, extremos poco desarrollados y distribución suavemente sesgada. Este resultado, sumado a la evidencia gráfica del Q-Q plot, permite concluir que la Gumbel es el modelo más certero y metodológicamente robusto para representar los eventos extremos de velocidad de corriente en este sistema.

Desde una perspectiva práctica, adoptar la Gumbel como modelo base permite realizar estimaciones conservadoras y reproducibles de velocidades asociadas a periodos de retorno, sin incurrir en los riesgos de sobreajuste que presentan modelos más flexibles como la GEV.

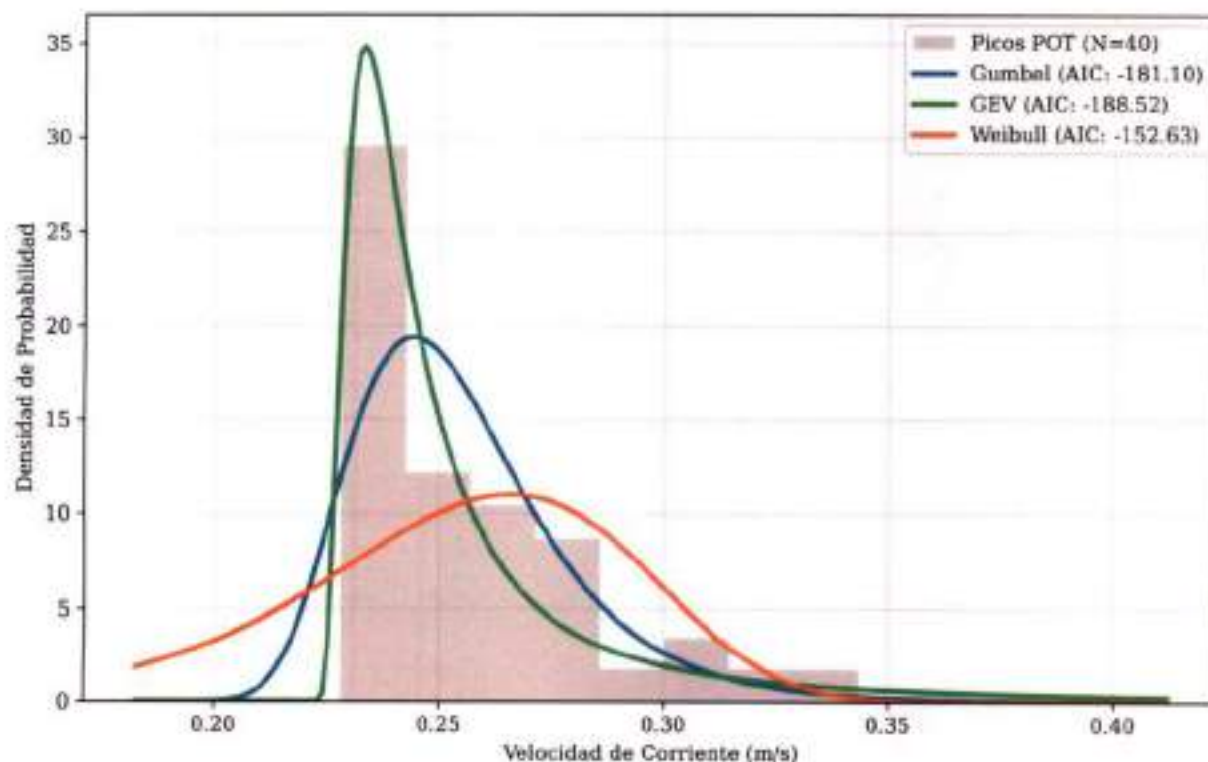


Figura 43. Ajuste de Funciones de Densidad de Probabilidad para la velocidad de la corriente.



 cenit <small>INVESTIGACIÓN Y CONSULTORÍA EN INGENIERÍA</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	





Figura 44. Diagramas cuantil–cuantil (QQ-plots) del ajuste de las distribuciones Gumbel, GEV y Weibull a los máximos anuales de la velocidad de la corriente.

La Figura 45 presenta la extrapolación de velocidades de corriente mediante el modelo Goda POT, aplicado sobre los picos excedentes identificados en la serie. La curva resultante muestra una tendencia suavemente creciente entre velocidad y periodo de retorno, lo que es consistente con un régimen hidrodinámico de baja energía, pero con capacidad de intensificación bajo condiciones extremas.

Los valores extrapolados son físicamente coherentes y estadísticamente estables: 0.30 m/s para 5 años, 0.46 m/s para 25 años, y 0.88 m/s para 100 años, sin inflexiones abruptas ni sobreestimaciones en la cola. Esta progresión confirma la validez del ajuste Gumbel como base para la extrapolación, y permite establecer umbrales de diseño conservadores.

La forma de la curva, junto con la densidad de puntos y la continuidad del trazado, sugiere que el modelo captura adecuadamente la dinámica de los extremos.

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

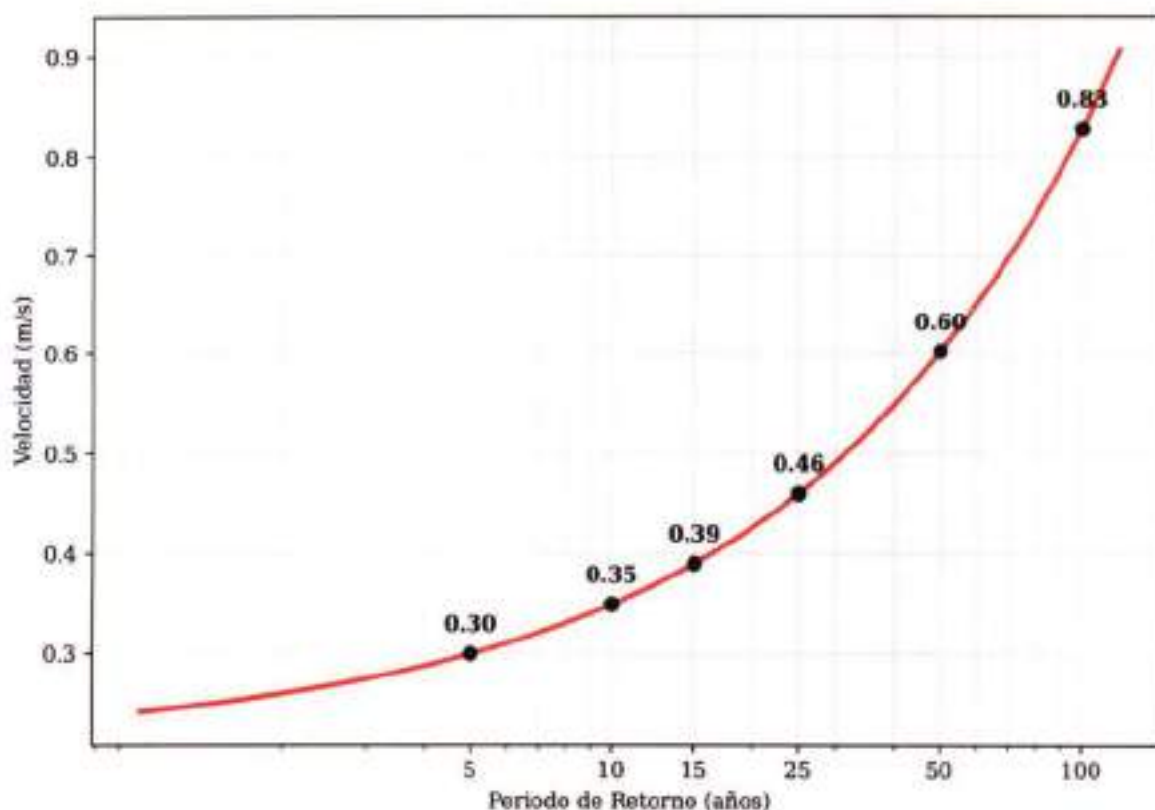




Figura 45. Curva de periodo de retorno de la velocidad de la corriente.

10. Eventos Climáticos Globales

La zona de estudio está directamente influenciada por varios fenómenos climáticos de escala global, entre los que destacan la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y los vientos alisios. Además, eventos como El Niño, La Niña, los ciclones tropicales y el fenómeno conocido como "mar de fondo" afectan de manera significativa las condiciones meteorológicas y oceanográficas locales, incidiendo sobre variables clave como la temperatura, la precipitación, la intensidad del viento y las corrientes marinas.

El fenómeno de El Niño se produce por un calentamiento anómalo de las aguas del océano Pacífico tropical oriental, lo que modifica los patrones climáticos a nivel global. En el Caribe colombiano, y específicamente en el Golfo de Morrosquillo (GM), esto se traduce en una marcada disminución de las

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GULFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISIÓN</p> <p style="text-align: center;">26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-000009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISÓ: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

lluvias y en el aumento de los periodos secos, con una recurrencia aproximada de entre 2 a 5 años (Poveda & Mesa, 1997).

En contraste, el fenómeno de La Niña se caracteriza por un enfriamiento anómalo del océano Pacífico, lo que conlleva un incremento significativo en las precipitaciones. Esto puede provocar inundaciones, así como el desbordamiento de cuerpos de agua dulce como ríos y ciénagas, aumentando los riesgos hidrometeorológicos para la región.

La temporada de ciclones tropicales, que se extiende de junio a noviembre, representa otro factor climático importante. Aunque la probabilidad de que estos sistemas impacten directamente el territorio colombiano es baja (alrededor del 0,33%), sus efectos indirectos pueden ser considerables. En el GM, su presencia puede manifestarse mediante lluvias intensas, aumento del nivel del mar, oleajes severos y vientos fuertes (INVEMAR et al., 2003).



Por otro lado, el mar de fondo es un fenómeno típico de la temporada seca, generado por el fortalecimiento de los vientos alisios y la llegada del frente polar al Caribe. Se caracteriza por un incremento repentino del oleaje y del nivel del mar, lo cual afecta la navegación, acelera la erosión de las playas y complica las labores de pesca artesanal. En zonas turísticas como Coveñas, también puede representar un riesgo para la seguridad de las actividades recreativas (IDEAM, 2010).

7. MODELACIÓN NUMÉRICA

La modelación numérica tuvo como objetivo reproducir el comportamiento hidrodinámico y del oleaje en el área de estudio bajo escenarios representativos de condiciones medias y extremas, previamente definidos a partir del análisis estadístico meteoceánico. Los resultados del modelo permiten evaluar la propagación del oleaje, la circulación inducida por viento, marea y oleaje, así como la variabilidad espacial del nivel del mar y de las corrientes, constituyendo un insumo fundamental para la evaluación técnica del proyecto OSIRIS.

Para la modelación numérica se implementó la Suite de melado numérico Delft3D, desarrollado por Deltares, el cual es ampliamente empleado en estudios de ingeniería costera y offshore para la simulación de procesos hidrodinámicos y de oleaje. Se emplearon de manera acoplada los módulos FLOW y WAVE, permitiendo representar la interacción entre corrientes, oleaje y variaciones del nivel del mar.

El módulo Delft3D-FLOW resuelve las ecuaciones de conservación de masa y cantidad de movimiento bajo el supuesto de aguas poco profundas, considerando forzamientos por viento, gradientes de nivel del mar y efectos de fricción. Por su parte, Delft3D-WAVE simula la generación, propagación, disipación

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEANICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

y transformación del oleaje espectral, incluyendo procesos como refracción, interacciones no lineales, asomeramiento, disipación por rotura y fricción de fondo.

El acoplamiento FLOW-WAVE permite incorporar el efecto del oleaje sobre las corrientes y viceversa, garantizando una representación físicamente coherente de la dinámica costera y marina en el área de estudio.

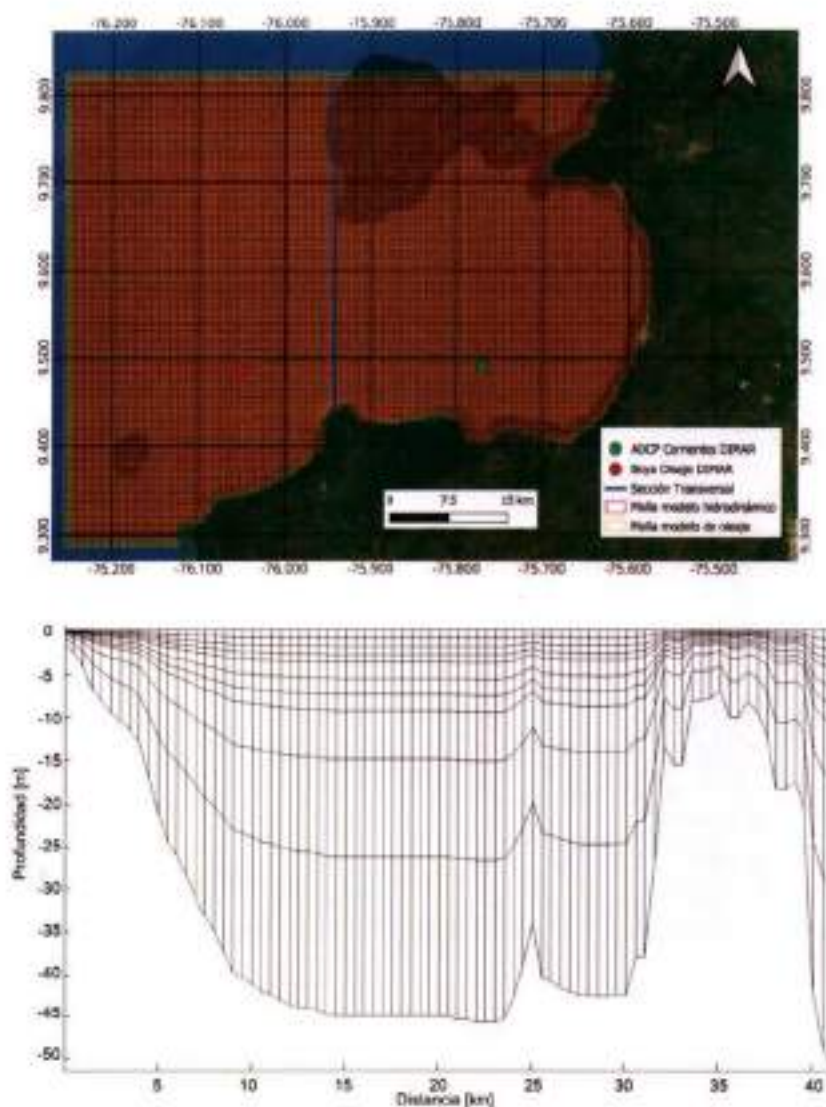




Figura 45. Mallas de modelación hidrodinámica y de oleaje, vista en planta, sección transversal de la malla vertical y localización de la instrumentación disponible para validación.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISIÓN</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

La Figura 46, presenta las mallas de modelación numérica implementadas que cuentan con una resolución espacial de 0.0045° (aproximadamente 500 m) y para el caso del modelo hidrodinámico 10 capas verticales en coordenadas sigma que permite que la malla se ajuste a los cambios batimétricos de la zona de estudio.

Para la construcción de la malla batimétrica del modelo se usaron los datos disponibles de las cartas náuticas 261 y 760 de DIMAR, la información batimétrica de la base de datos global General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO), desarrollada por la International Hydrographic Organization (IHO) y la Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) de la UNESCO, y la información batimétrica de detalle que se tomó para este estudio.

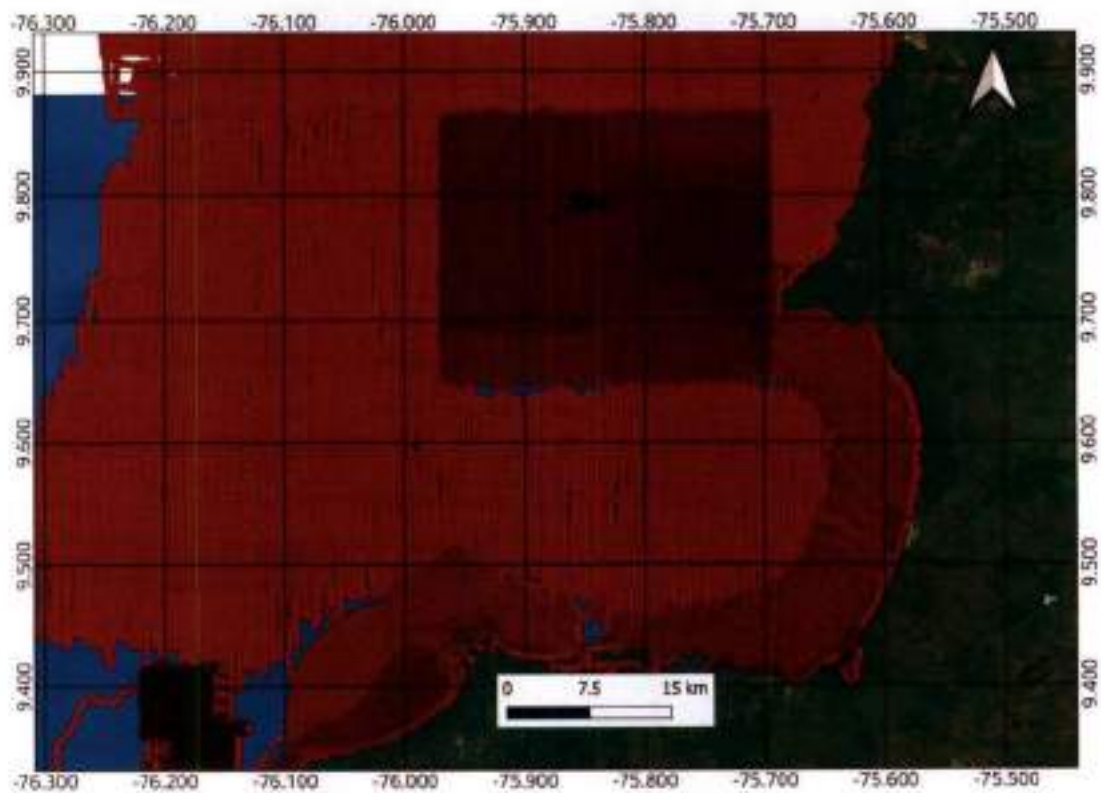




Figura 47. Distribución espacial de la batimetría empleada en la configuración del dominio de modelación, correspondiente al área de estudio

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEANICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-000000621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

7.2 Validación del Modelo

Para la modelación del oleaje se utilizó una discretización espectral de 30 frecuencias y 36 direcciones, con una frecuencia inicial de 0.04 Hz, un factor de incremento de frecuencia de 1.1 y un paso de tiempo de cálculo de 5 minutos.

Los procesos físicos del oleaje considerados en las simulaciones incluyen:

- Generación por el viento y whitecapping, según Komen et al. (1984) y Cavaleri & Rizzoli (1981).

- Fricción de fondo, de acuerdo con Hasselmann et al. (1973). Con un coeficiente de fricción de $0.038 \text{ m}^2 \text{ s}^{-3}$

- Rotura del oleaje inducida por la profundidad, según Battjes & Janssen (1978).



- Interacciones no lineales onda-onda, tanto cuádrupletas (Hasselmann et al., 1985) como tríadas (Eldeberky & Battjes, 1995).

En cuanto a la modelación hidrodinámica se empleó una frontera abierta de niveles en la parte Oeste de la malla; las condiciones de nivel del mar impuestas en las fronteras abiertas del modelo hidrodinámico fueron obtenidas a partir de la base de datos del Servicio de Cambio Climático de Copernicus (Copernicus Climate Change Service, C3S). Estas series temporales integran la componente astronómica de la marea, la marea meteorológica (storm surge), y la variabilidad del nivel medio del mar, incluyendo la señal de aumento de largo plazo.

- La simulación hidrodinámica se realizó mediante el módulo Delft3D-FLOW con acople online con el módulo Delft3D-WAVE para considerar el efecto combinado del oleaje y la marea, configurado en modo tridimensional (3D) configurado con 10 niveles sigma, los cuales se distribuyen de manera proporcional a lo largo de la columna de agua, esta discretización vertical permite capturar la variabilidad de las corrientes en profundidad.

La rugosidad de fondo fue representada mediante la formulación Chezy con un valor de 65 asociado a fondos arenosos, empleando valores uniformes en todo el dominio; el esfuerzo debido a las fuerzas de oleaje sobre el flujo fue representado mediante la formulación Fredsøe, lo que permite incorporar de manera consistente el efecto del oleaje sobre la circulación hidrodinámica a través del acoplamiento con el módulo de oleaje y las condiciones en paredes fueron definidas como libres (free slip), evitando la introducción de fricción adicional en los límites laterales del dominio.

La viscosidad horizontal de fondo fue definida como constante y uniforme, con un valor de Viscosidad horizontal (eddy viscosity): $1.0 \text{ m}^2/\text{s}$; este valor proporciona una difusión horizontal suficiente para estabilizar la solución numérica sin sobre amortiguar las estructuras principales del flujo.

 cenit <small>CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORÍA EN INGENIERÍA</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

Para la viscosidad vertical, se adoptó una configuración consistente con el esquema de turbulencia tridimensional seleccionado, definiendo Viscosidad vertical de fondo: $0.0 \text{ m}^2/\text{s}$,

La turbulencia tridimensional fue modelada mediante el esquema $k-\epsilon$ (k-Epsilon), el cual permite una representación dinámica de la producción, disipación y transporte de energía turbulenta en la columna de agua, siendo ampliamente utilizado en simulaciones hidrodinámicas costeras y estuarinas.

El forzamiento meteorológico del modelo hidrodinámico se realizó mediante campos de viento espacialmente variables obtenidos de la base de datos de reanálisis ERA5. Estos campos corresponden a las componentes zonal y meridional del viento a 10 m sobre la superficie, con resolución temporal horaria y cobertura continua para el período de simulación.

Los campos de viento fueron interpolados espacialmente sobre la malla hidrodinámica y de oleaje del modelo mediante un esquema de interpolación lineal, permitiendo una representación coherente de la variabilidad espacial del forzamiento atmosférico.

La Figura 48 y la Figura 49 presentan la validación de la modelación de oleaje y de corrientes al comparar los resultados de la modelación numérica con la información disponible en la zona de estudio (Figura 50).

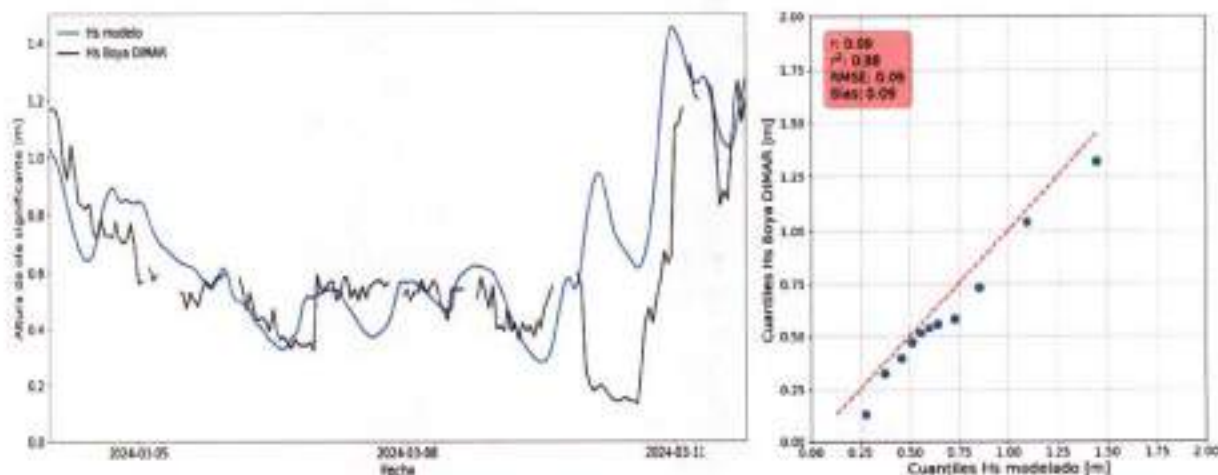




Figura 48. Validación de la serie de altura de ola significativa modelada con Delft3D-WAVE

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

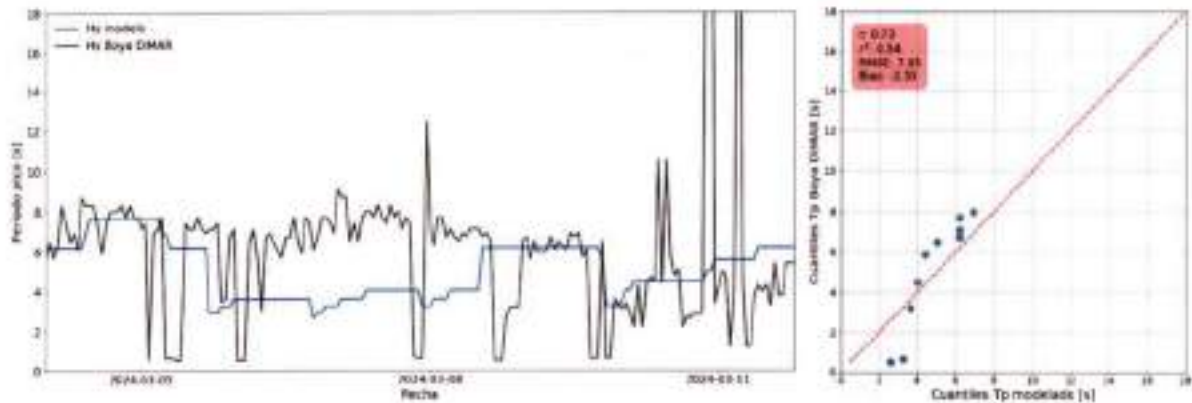


Figura 49. Validación de la serie de periodo pico modelada con Delft3D-WAVE

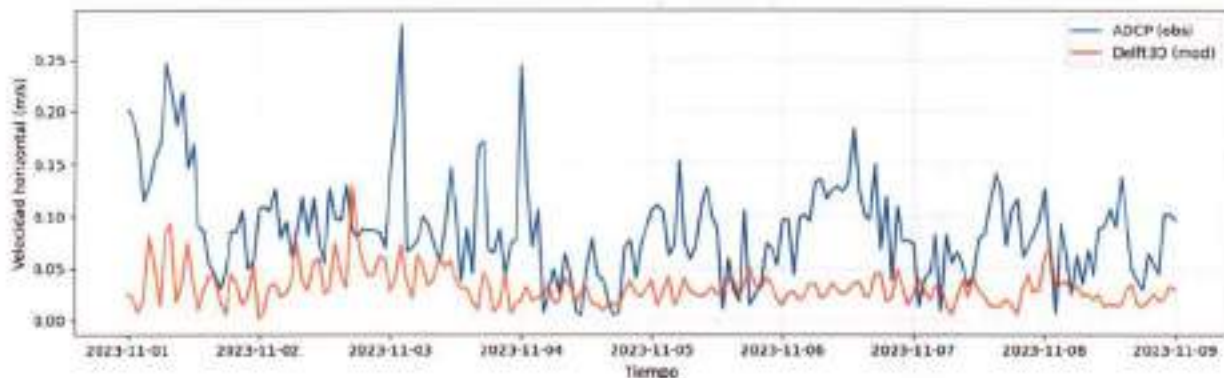




Figura 50. Comparación serie de velocidad de las corrientes en superficie.

La validación de la altura significativa (H_s) evidencia un desempeño sobresaliente del modelo Delft3D-WAVE, con alta coherencia temporal y estadística frente a la boya DIMAR ($r=0.99$; $R^2=0.98$). El error cuadrático medio es bajo ($RMSE=0.09$ m) y el sesgo indica una ligera sobreestimación ($Bias=+0.09$ m), considerada aceptable para aplicaciones de propagación y caracterización de condiciones medias y extremas.

Para el período pico (T_p), la comparación muestra un ajuste menor ($r=0.73$; $R^2=0.54$), con tendencia a subestimar los valores observados ($Bias=-2.55$ s) y un RMSE elevado (≈ 4.85 s). Esta discrepancia se asocia tanto a la sensibilidad intrínseca de T_p al máximo espectral (especialmente bajo espectros multimodales o de baja energía) como a la presencia de variabilidad abrupta y picos anómalos en la serie observada.



	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISION</p> <p style="text-align: center;">26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

Por otra parte, la comparación entre las velocidades de corriente observadas por el ADCP y las simuladas por el modelo Delft3D-FLOW evidencia que el modelo reproduce adecuadamente la variabilidad temporal de la circulación, aunque presenta magnitudes inferiores a las observadas. Esta diferencia es consistente con la naturaleza del modelado numérico, dado que el ADCP registra velocidades puntuales altamente influenciadas por procesos locales y submesoescalares, mientras que el modelo resuelve velocidades promediadas espacial y verticalmente dentro de cada celda computacional.

La atenuación de los máximos simulados responde a la resolución espacial del modelo y al esquema de promediado inherente al método numérico, y no representa una deficiencia en la reproducción de la dinámica dominante del sistema. En este sentido, el modelo captura de forma adecuada la señal de fondo y la evolución temporal de la circulación, lo cual resulta consistente con su propósito de evaluar escenarios hidrodinámicos y su interacción con el oleaje.

7.3 Escenarios De Condiciones Medias y Extrémales Simulados

Se simularon diferentes escenarios hidrodinámicos y de oleaje, representativos tanto de condiciones medias como de condiciones extremas. Los escenarios fueron definidos con base en los percentiles característicos, valores asociados a periodos de retorno y combinaciones físicamente consistentes de viento, oleaje, corrientes y nivel del mar. A continuación, se describe el análisis estadístico realizado a las series de altura de ola significativa, periodo pico, dirección media y niveles asociados a las dos condiciones de frontera (Norte y Oeste) definidas para la modelación numérica (Figura 51).

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEÁNICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

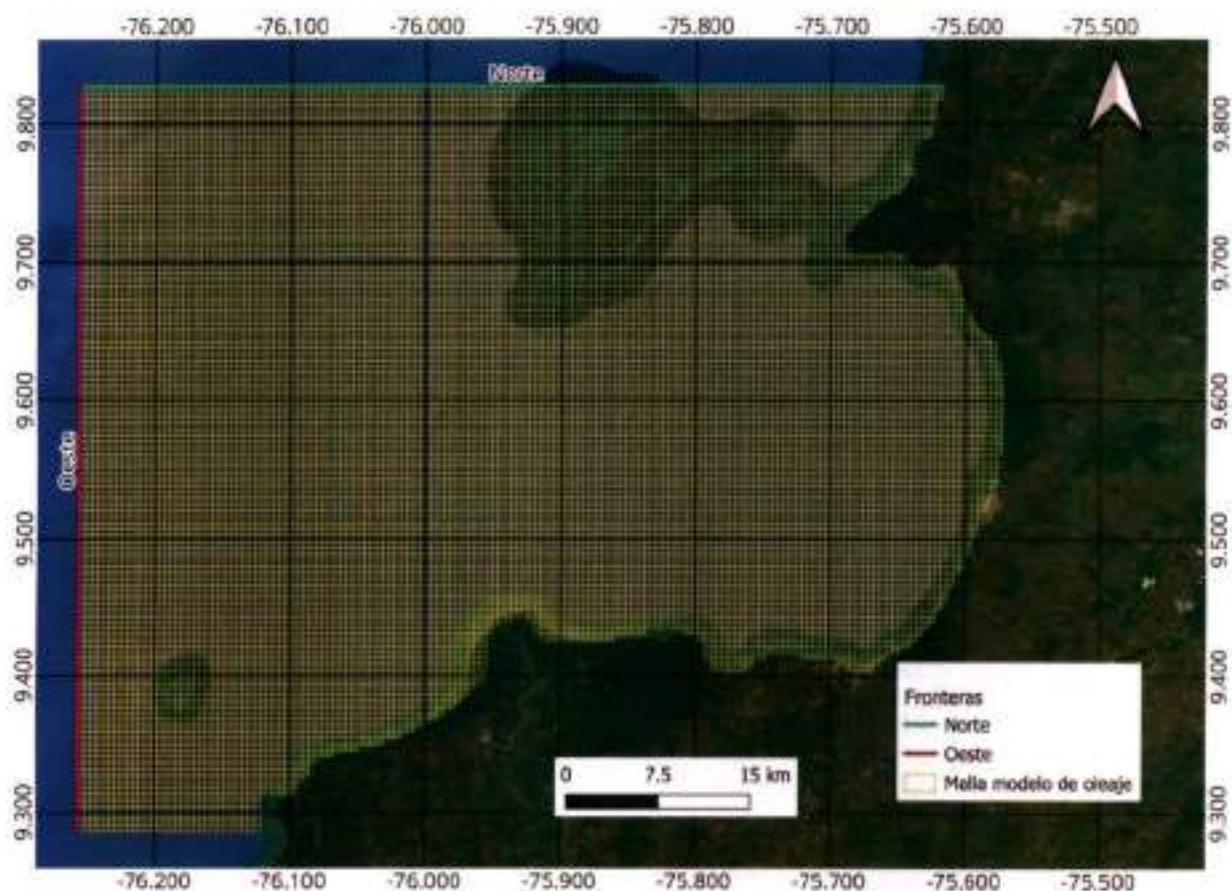




Figura 51. Dominio y fronteras abiertas del modelo de oleaje.

7.3.1 Oleaje

7.3.1.1 Frontera Norte

La Figura 52 y Figura 53 presentan las series temporales de altura significativa de ola (H_s) y período pico (T_p) asociadas a la frontera Norte del modelo numérico de oleaje, derivadas del reanálisis ERA5. Este registro permite caracterizar de manera robusta la variabilidad temporal del oleaje incidente, incluyendo condiciones medias, estacionales y eventos extremos relevantes para la definición de escenarios de modelación.

	<p>PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLF DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION 26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEÁNICO BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN REVISO: J. TALERO APROBO: D. RICARDO</p>

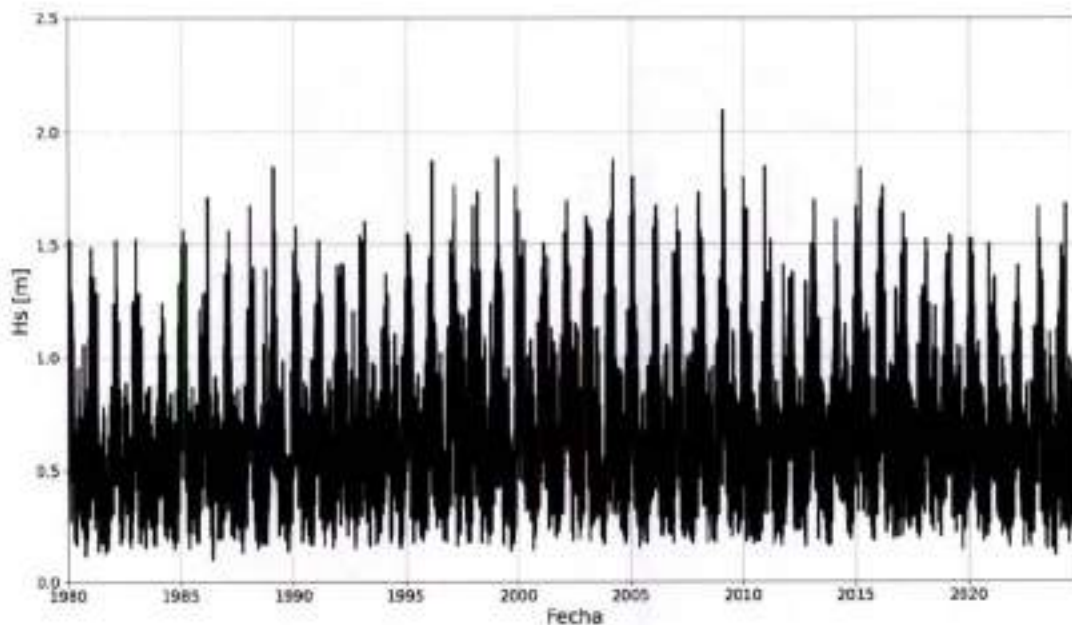


Figura 52. Serie temporal de Hs – Frontera Norte (ERA5).

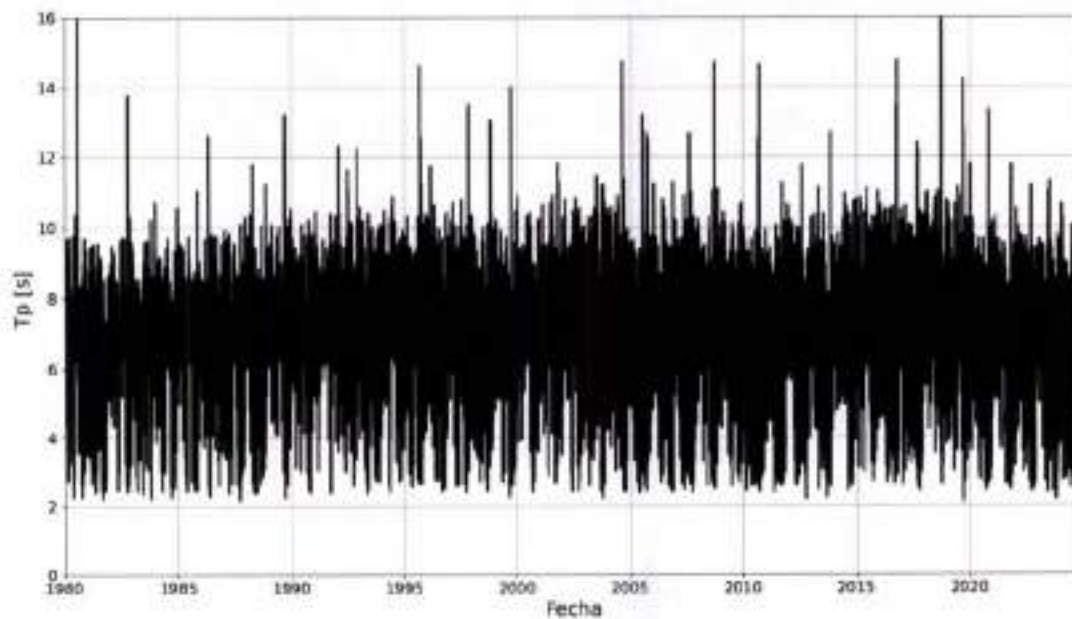




Figura 53. Serie temporal de Tp – Frontera Norte (ERA5).

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	



La Tabla 28 y Tabla 29, resume la distribución direccional del oleaje en la frontera Norte, incluyendo la probabilidad de ocurrencia por sector direccional y los valores característicos de Hs y Tp asociados a distintos percentiles. Se observa que el oleaje incidente presenta una clara dominancia direccional, concentrándose principalmente en los sectores N–NNE, los cuales aportan la mayor contribución tanto en términos de frecuencia como de magnitud de la altura significativa del oleaje.

Tabla 28. Estadísticos direccionales de Hs – Frontera Norte

Dir	Prob[%]	Hs(5%)	Hs(50%)	Hs(95%)	Hs(12h)
N	17.63	0.29	0.52	1.06	1.89
NNE	53.08	0.37	0.67	1.15	1.97
NE	0.28	0.24	0.44	0.72	0.91
ENE	0.08	0.25	0.45	0.71	0.83
E	0.07	0.23	0.46	0.73	1.20
ESE	0.11	0.25	0.49	0.77	1.06
SE	0.07	0.24	0.43	0.73	0.98
SSE	0.06	0.20	0.33	0.66	0.81
S	0.05	0.20	0.32	0.65	0.83
SSW	0.15	0.20	0.39	0.74	1.34
SW	1.03	0.26	0.50	1.03	1.50
WSW	2.07	0.25	0.43	0.79	1.27
W	2.42	0.23	0.38	0.70	1.51
WNW	3.27	0.22	0.36	0.66	1.75
NW	4.99	0.22	0.35	0.67	1.46
NNW	7.70	0.23	0.37	0.75	1.87

Tabla 29. Estadísticos direccionales de Tp – Frontera Norte

Dir	Prob[%]	Tp(5%)	Tp(50%)	Tp(95%)	Tp(12h)
N	17.63	4.92	6.40	8.69	13.42
NNE	53.08	6.02	7.66	9.18	11.87
NE	0.28	5.47	6.51	8.67	11.62
ENE	0.08	5.94	6.40	8.37	9.82
E	0.07	5.58	6.37	8.51	10.13
ESE	0.11	6.01	6.39	8.49	10.02
SE	0.07	3.43	6.33	8.18	9.75
SSE	0.06	2.60	6.14	7.79	8.68
S	0.05	2.54	4.00	7.78	8.35
SSW	0.15	2.64	3.70	6.75	16.28
SW	1.03	3.06	4.28	6.39	16.23
WSW	2.07	3.06	4.23	6.41	16.07
W	2.42	3.01	4.54	8.30	15.98
WNW	3.27	3.09	6.24	8.73	16.75
NW	4.99	3.79	6.29	8.94	16.78
NNW	7.70	4.31	6.31	8.75	15.58

 cenit <small>CONSEJO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

El análisis de valores extremos se realizó mediante el método Peak Over Threshold, considerando un umbral correspondiente al percentil 99 de las series de Hs y Tp. A partir de los ajustes GEV se construyeron las curvas de período de retorno para la altura significativa de ola y el período pico, las cuales se presentan en la Figura 1. Estas curvas permiten estimar los valores característicos de Hs y Tp asociados a periodos de retorno relevantes para el diseño y la evaluación de escenarios extremos. Para el caso particular de la frontera Norte, se obtiene una altura de ola significativa de 1.78 m y un período pico de 14.49 s para un período de retorno de 100 años.

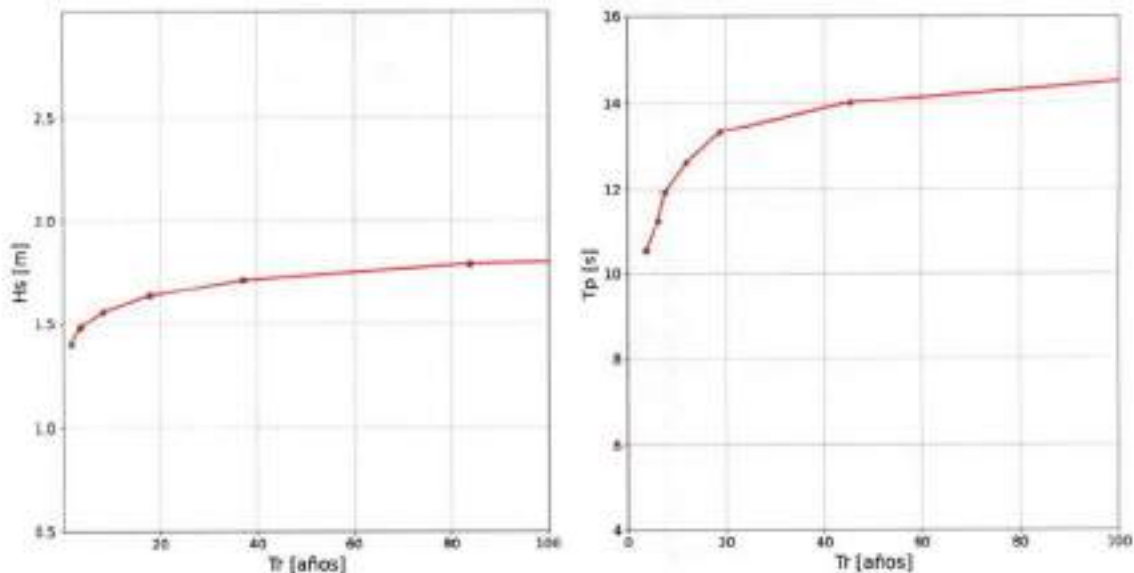




Figura 54. Altura significativa de ola y período pico en función del período de retorno – Frontera Norte.

7.3.1.2 Frontera Oeste

La Figura 55 y Figura 56 presentan el análisis del clima de oleaje asociado a la frontera Oeste del modelo numérico de oleaje, a partir de series temporales de altura significativa de ola (Hs) y período pico (Tp) obtenidas del reanálisis ERA5 del ECMWF. En comparación con la frontera Norte, se observan valores máximos de Hs y Tp superiores, lo cual refleja la mayor exposición de esta frontera al oleaje generado en áreas oceánicas más abiertas.

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISIÓN</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEÁNICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-000009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

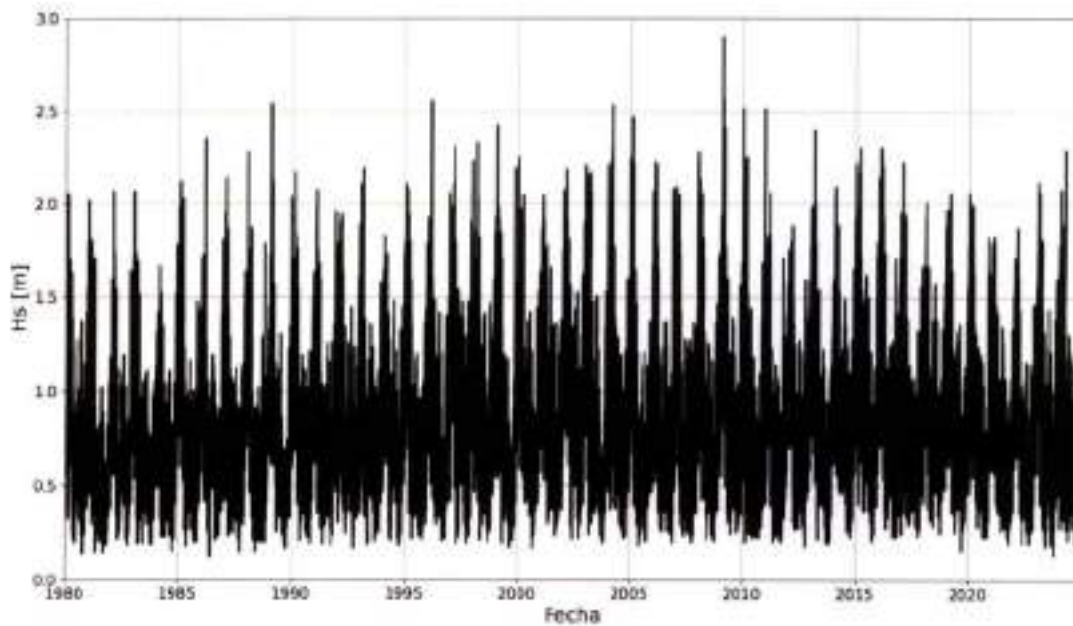


Figura 55. Serie temporal de Hs – Frontera Oeste (ERA5).

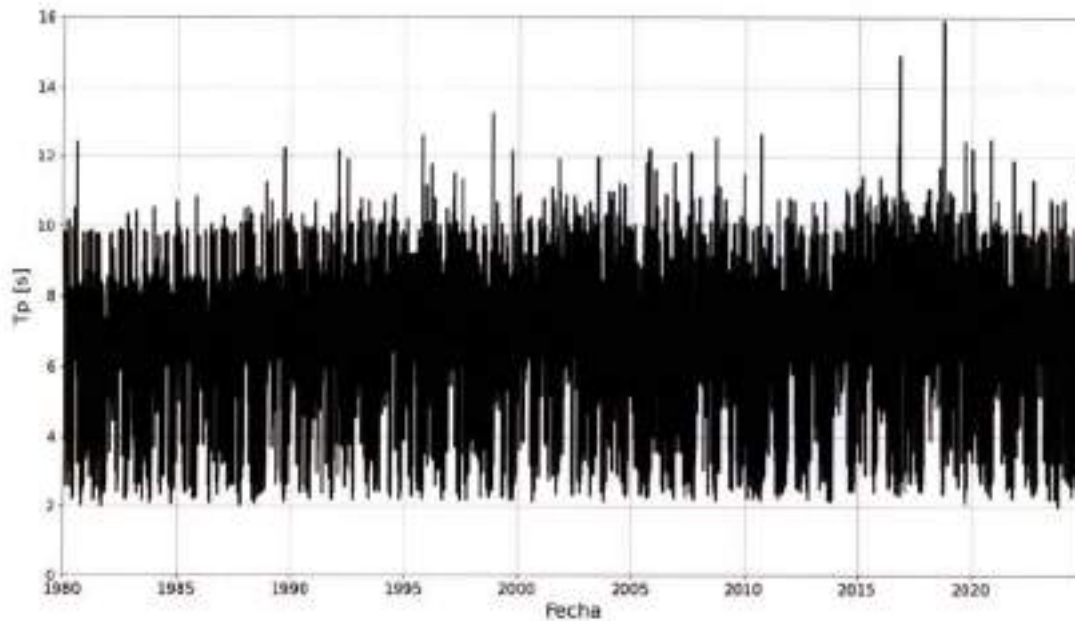




Figura 56. Serie temporal de Tp – Frontera Oeste (ERA5).

 cenit <small>INSTITUTO CHILENO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

La Tabla 30 y Tabla 31 presentan la distribución direccional del oleaje en la frontera Oeste, tanto para Hs como para Tp. Los resultados muestran un claro predominio de direcciones comprendidas entre N, NNE y NNW, destacándose una contribución significativa del sector NNW, el cual representa una dirección contrastante frente al patrón dominante identificado en la frontera Norte.

Tabla 30. Estadísticos direccionales de Hs – Frontera Oeste

Dir	Prob[%]	Hs(5%)	Hs(50%)	Hs(95%)	Hs(12h)
N	16.79	0.32	0.64	1.42	2.72
NNE	62.03	0.40	0.82	1.50	2.67
NE	0.30	0.22	0.42	0.86	1.12
ENE	0.07	0.22	0.43	0.93	1.10
E	0.04	0.20	0.38	0.82	0.95
ESE	0.03	0.21	0.32	0.67	0.83
SE	0.03	0.21	0.34	0.71	0.94
SSE	0.03	0.20	0.31	0.74	1.02
S	0.03	0.21	0.33	0.68	0.98
SSW	0.16	0.24	0.49	1.07	1.73
SW	0.92	0.31	0.64	1.29	1.82
WSW	1.56	0.28	0.53	1.02	1.54
W	1.70	0.26	0.47	0.92	1.70
WNW	2.00	0.25	0.46	0.92	2.19
NW	2.96	0.25	0.45	0.90	2.08
NNW	5.53	0.26	0.46	1.18	2.55

Tabla 31. Estadísticos direccionales de Tp – Frontera Oeste

Dir	Prob[%]	Tp(5%)	Tp(50%)	Tp(95%)	Tp(12h)
N	16.79	4.68	6.34	8.35	14.31
NNE	62.03	5.93	7.69	9.12	12.24
NE	0.30	2.53	6.40	8.44	10.56
ENE	0.07	2.41	6.31	8.18	8.59
E	0.04	2.38	6.26	8.10	8.25
ESE	0.03	2.24	2.79	7.50	8.12
SE	0.03	2.38	2.72	6.45	8.11
SSE	0.03	2.31	2.67	6.29	8.08
S	0.03	2.38	2.75	6.04	8.03
SSW	0.16	2.47	3.38	5.49	8.22
SW	0.92	2.88	3.96	5.25	11.48
WSW	1.56	2.84	3.88	5.85	15.88
W	1.70	2.77	3.79	8.16	15.80
WNW	2.00	2.68	4.07	8.45	15.85
NW	2.96	2.64	6.11	9.00	15.85
NNW	5.53	2.67	6.23	8.93	15.83

 cenit <small>TRANSACCIONES Y SERVICIOS EN INGENIERÍA</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

A partir del análisis de excedencias sobre umbral (POT) aplicado a las series de Hs y Tp en la frontera Oeste. Se empleó un umbral correspondiente al percentil 99, a partir del cual se ajustó una distribución Generalizada de Valores Extremos (GEV). La Figura 57 presenta las curvas de altura significativa de ola (Hs) y periodo pico (Tp) en función del periodo de retorno (Tr), obtenidas a partir del ajuste GEV. Los resultados muestran un incremento progresivo de ambas variables con el aumento del periodo de retorno, alcanzando valores de Hs cercanas a 2.6 m para periodos de retorno del orden de 100 años, y valores de Tp cercanos a 12.75 s.

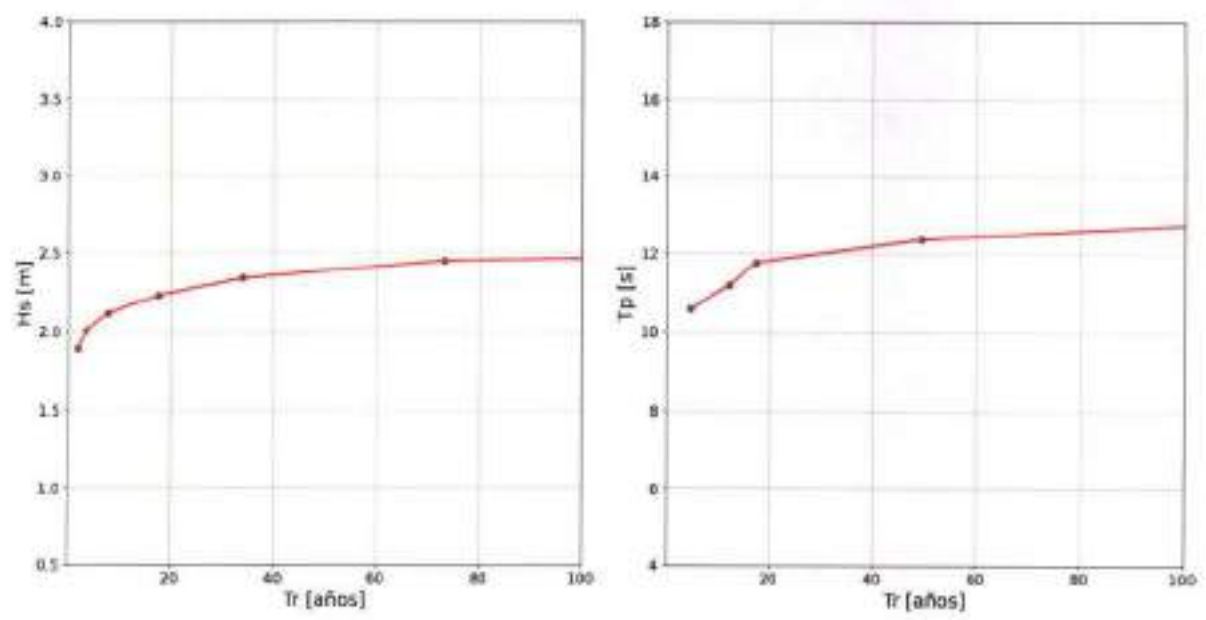




Figura 57. Altura significativa de ola y periodo pico en función del periodo de retorno – Frontera Oeste.

7.3.1 Nivel del Mar

La Figura 58 presenta la serie temporal del nivel del mar en el punto de referencia del dominio de estudio, obtenida a partir de la base de datos del Servicio de Cambio Climático de Copernicus (C3S). La serie integra la componente astronómica de la marea, la marea meteorológica y la señal de aumento del nivel medio del mar, y muestra una marcada variabilidad temporal dominada por la señal mareal, sobre la cual se superponen fluctuaciones de mayor escala asociadas a forzamientos meteorológicos y climáticos.

La serie evidencia, además, una tendencia gradual al incremento del nivel medio, consistente con los procesos de aumento del nivel del mar a escala regional. Los valores extremos positivos alcanzan niveles cercanos a 0.45 m, los cuales representan eventos poco frecuentes asociados a la combinación de marea astronómica, marea meteorológica y condiciones oceánicas desfavorables.

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISIÓN</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEÁNICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

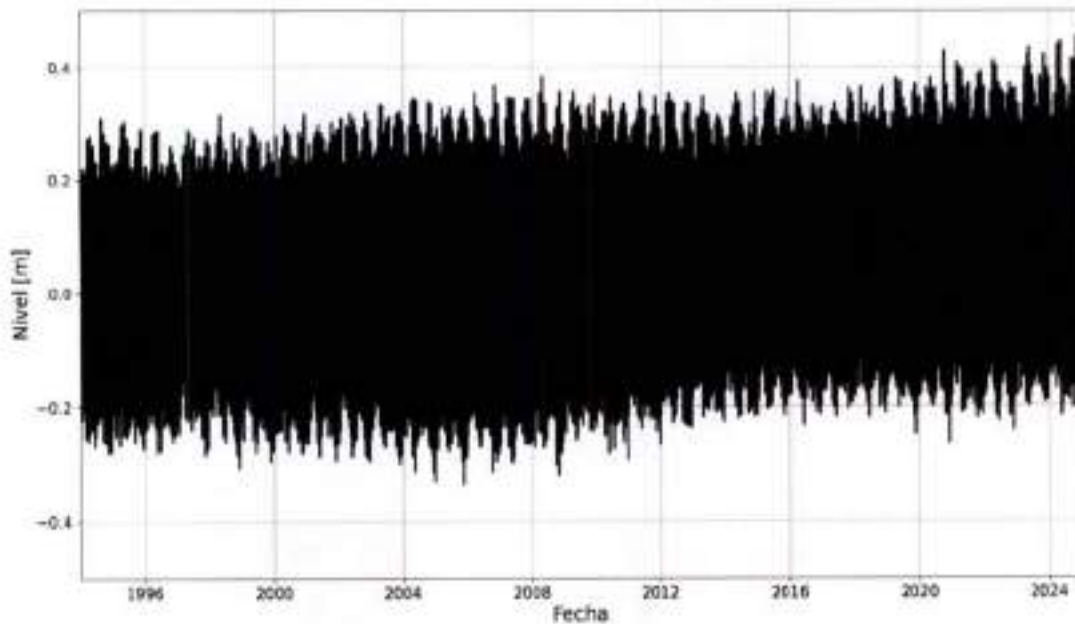


Figura 58. Serie temporal del nivel del mar obtenida del Servicio de Cambio Climático de Copernicus

La Figura 59 presenta la curva de nivel del mar máximo en función del periodo de retorno (T_r), obtenida a partir del análisis de valores extremos aplicado a la serie temporal de nivel del mar. El análisis permitió estimar los niveles máximos asociados a diferentes periodos de retorno, mostrando un incremento progresivo del nivel extremo con el aumento de T_r .

Para un periodo de retorno de 100 años, se estimó un nivel máximo del mar del orden de 0.40 m, el cual fue adoptado como nivel de diseño para la definición de los escenarios extremos en la modelación numérica.

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISIÓN</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEÁNICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

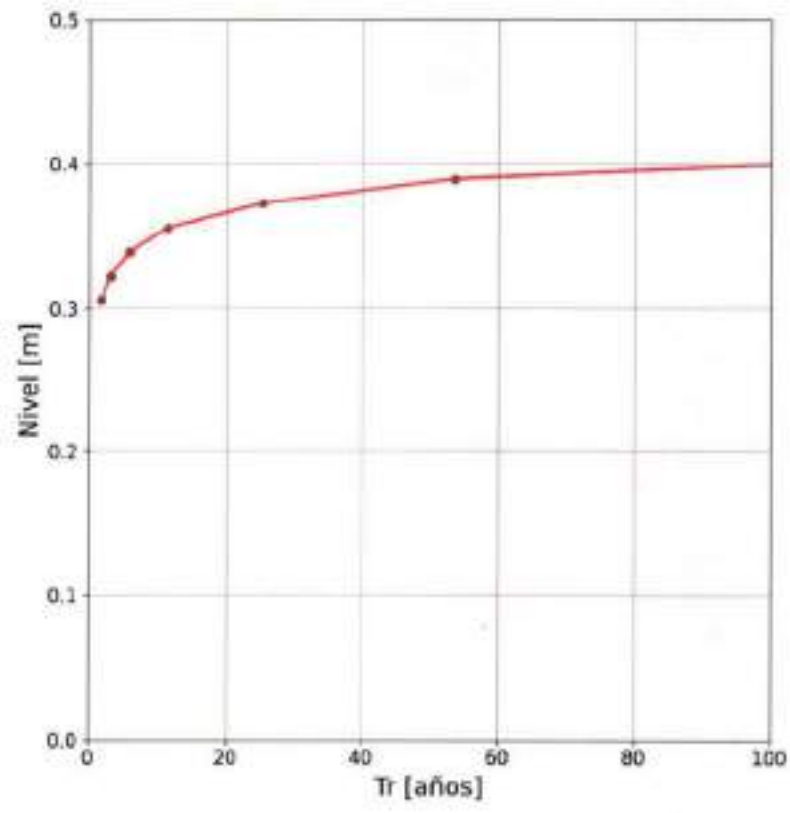


Figura 59. Curva de nivel del mar máximo en función del periodo de retorno (Tr).

7.3.3 Escenarios Extremos Seleccionados

Con base en los resultados del análisis climatológico, direccional y extremo del oleaje en las fronteras Norte y Oeste, se definieron un conjunto de escenarios representativos de forzamiento para la modelación numérica (Tabla 32). Estos escenarios consideran las condiciones extremas, así como la influencia de direcciones de propagación contrastantes, con el fin de evaluar la sensibilidad del dominio de modelación frente a distintos regimenes direccionales del oleaje incidente.

En particular, se seleccionaron dos direcciones principales: N–NNE (22.5°), correspondiente a la dirección dominante del oleaje incidente, y NNW (337.5°), representativa de un régimen direccional contrastante, menos frecuente pero relevante desde el punto de vista de la propagación y la interacción con la geometría costera.



 <small>INVESTIGACIÓN Y CONSULTA EN INGENIERÍA AMBIENTAL</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLF DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

Tabla 32. Escenarios extremos seleccionados para simulación.

Escenario	Condición	Frontera Norte			Frontera Oeste			Nivel [m]
		Hs [m]	Tp [s]	Dir [°]	Hs [m]	Tp [s]	Dir [°]	
1	Extrema Tr100	1.78	14.49	22.5	2.5	12.75	22.5	0.4
2	Extrema Tr100	1.78	14.49	337.5	2.5	12.75	337.5	0.4

El Escenario 1 representa el régimen direccional dominante del oleaje, asociado a la dirección NNE (22.5°), las cual concentra la mayor probabilidad de ocurrencia y aportan una fracción significativa de la energía del oleaje incidente en el área de estudio.

El Escenario 2 fue definido con el propósito de incorporar un régimen direccional contrastante, correspondiente a direcciones NNW (337.5°). Aunque este régimen presenta una menor probabilidad de ocurrencia, su inclusión resulta relevante para evaluar la respuesta del sistema bajo condiciones de oleaje incidente desde un sector diferente al dominante, permitiendo analizar posibles cambios en los patrones de propagación, refracción y concentración de energía dentro del dominio de modelación.

En ambos escenarios, los valores de Hs y Tp fueron seleccionados de manera consistente con los resultados del análisis estadístico extremo realizado sobre las series del reanálisis ERA5, asegurando coherencia entre las condiciones impuestas en las fronteras del modelo y el comportamiento climatológico y extremo del oleaje en la zona.

Adicionalmente al forzamiento por oleaje y nivel del mar, se definió para cada escenario una condición de viento constante, la cual fue empleada como forzamiento meteorológico en la modelación hidrodinámica. La selección de estas condiciones se basó en el análisis climatológico de la serie temporal de viento, obtenida del reanálisis ERA5, considerando la magnitud y dirección representativas asociadas a los escenarios definidos.

Para cada escenario se adoptó una magnitud de viento constante correspondiente a valores característicos del régimen extremal del clima de viento, junto con una dirección coherente con la dirección dominante del oleaje en cada caso. Esta aproximación permite representar de forma simplificada, pero físicamente consistente, el efecto del forzamiento atmosférico sobre la circulación y el oleaje durante los escenarios analizados.



 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISION 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

Tabla 33. Condiciones de viento constante definidas para el forzamiento meteorológico en los escenarios de modelación.

Escenario	Magnitud del viento [m/s]	Dirección [°]
1	9.75	22.5
2	9.23	337.5

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la propagación del oleaje hacia el interior del Golfo de Morrosquillo y las corrientes inducidas por el oleaje para los escenarios extremos.

7.3.3.1 Escenario 1 condición extrema Tr_{100} .

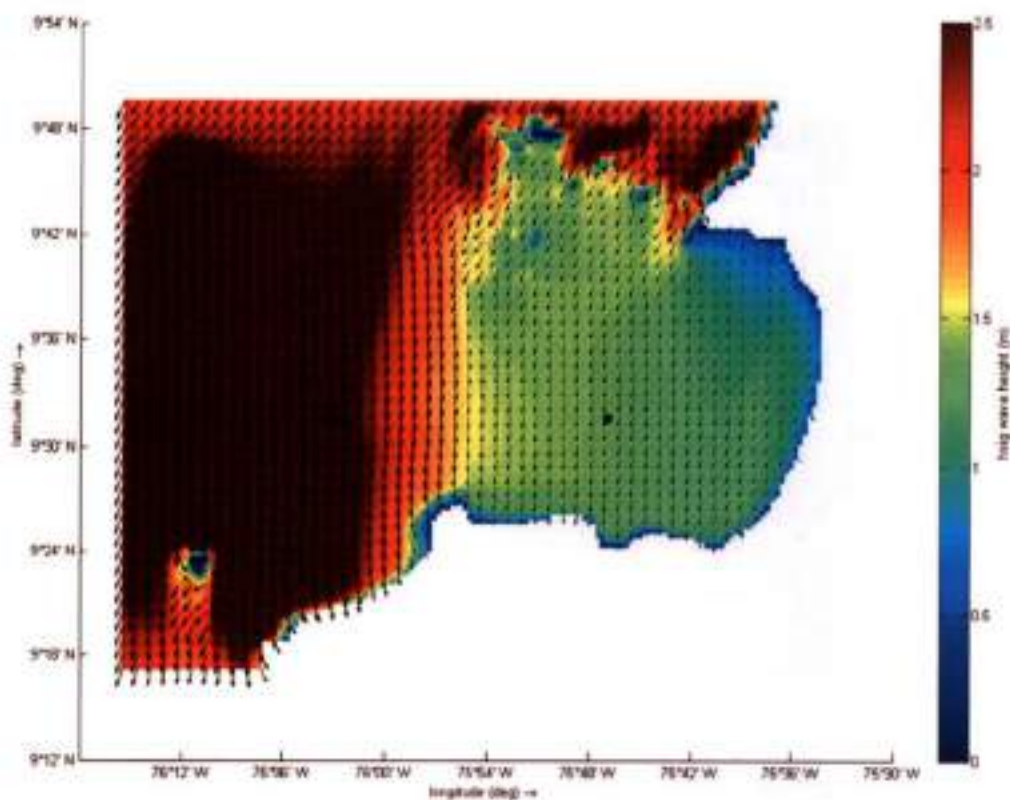



Figura 60. Campo espacial de altura de ola significativa (H_s) y dirección de propagación del oleaje para el Escenario 1 condición extrema Tr_{100} (período de retorno de 100 años).

La Figura 60 muestra el campo espacial de la altura de ola significativa (H_s) asociado al Escenario 1, correspondiente al régimen direccional dominante N–NNE (22.5°) bajo una condición extrema con

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

período de retorno de 100 años. En el límite occidental del dominio se observan valores elevados de H_s , del orden de 2.5 m, coherentes con las condiciones extremas impuestas en la frontera abierta.

A medida que el oleaje se propaga hacia el interior del Golfo de Morrosquillo, se evidencia una disminución progresiva de la altura de ola, asociada principalmente a procesos combinados de refracción, shoaling y disipación por interacción con la batimetría costera. La rotación gradual de los vectores de propagación indica una fuerte influencia del contorno costero y de las variaciones batimétricas, lo que favorece la redistribución espacial de la energía del oleaje.

Las zonas más protegidas del golfo presentan valores de H_s inferiores, del orden de 1.0–1.5 m, lo cual evidencia la disipación costera frente a oleajes incidentes desde el sector dominante.

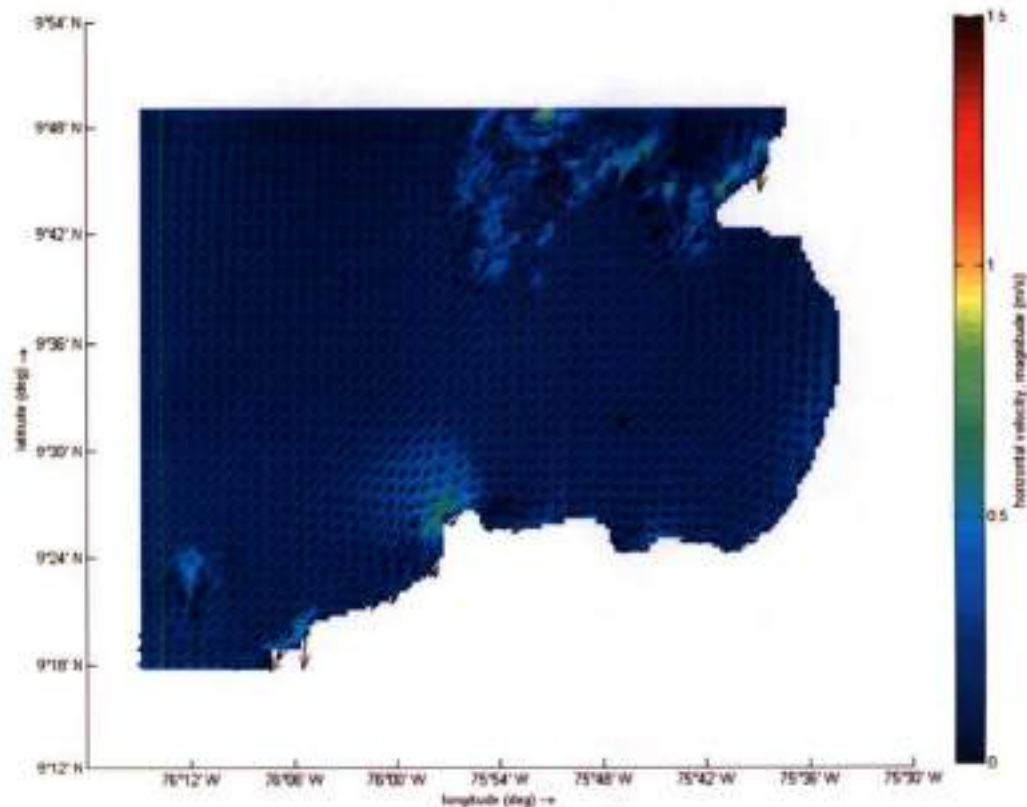




Figura 61. Campo espacial de corrientes superficiales y dirección de las corrientes para el Escenario 1 condición extrema Tr_{100} (período de retorno de 100 años).

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEODCEÁNICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-8009009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

La Figura 61 presenta el campo de corrientes superficiales inducidas bajo la acción combinada del oleaje extremo y el forzamiento meteorológico correspondiente al Escenario 1. En general, se observan velocidades relativamente bajas en la mayor parte del dominio, con magnitudes inferiores a 0.15 m/s, lo que es característico de cuencas semi-cerradas donde la circulación está fuertemente modulada por la fricción y la batimetría.

Las mayores intensidades de corriente se concentran en zonas costeras específicas y en regiones donde se presentan gradientes batimétricos más pronunciados, lo que sugiere una intensificación local asociada a procesos de wave-driven currents y ajustes hidrodinámicos inducidos por la disipación del oleaje.

La dirección predominante de las corrientes muestra una coherencia general con la dirección de propagación del oleaje incidente, indicando un acoplamiento dinámico consistente entre ambos campos.

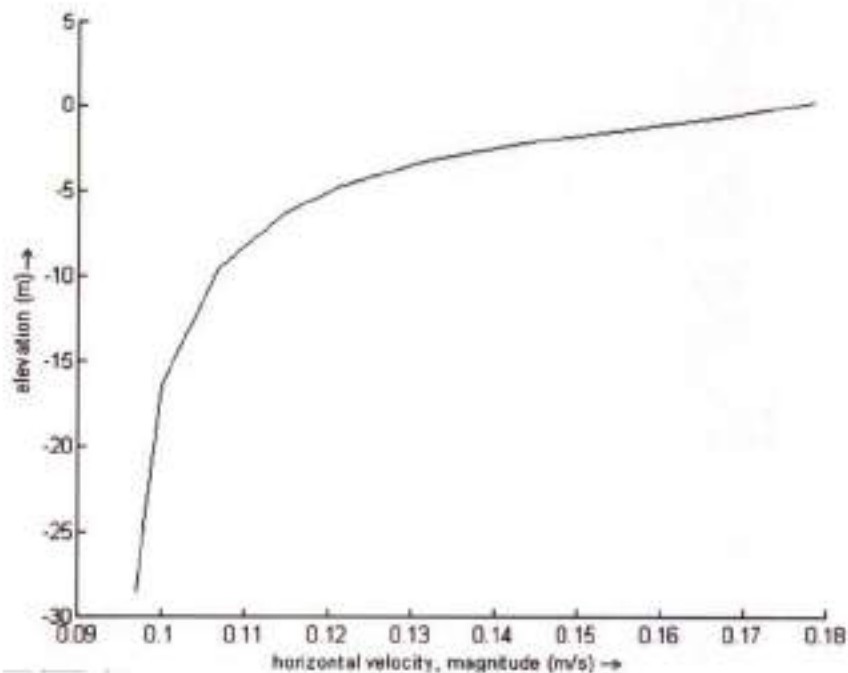




Figura 62. Perfil vertical de las corrientes en el PLEM obtenido para el escenario 1 condición extrema T_r100 (período de retorno de 100 años).

La Figura 62 muestra el perfil vertical de las corrientes en el punto PLEM (identificado en el documento BUZ-DT-CIV-CNT-8000009621-001-25) para el Escenario 1. Se observa un incremento progresivo de la

 cenit <small>CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS</small>	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	FECHA DE REVISIÓN 26 DE DICIEMBRE DEL 2025	

velocidad desde el fondo hacia la superficie, alcanzando valores máximos cercanos a 0.18 m/s en superficie.

Este comportamiento es consistente con un régimen dominado por forzamiento superficial, donde la acción combinada del oleaje y el viento transfiere momento a las capas superiores de la columna de agua, mientras que la fricción de fondo limita las velocidades en niveles más profundos. El perfil vertical relativamente suave sugiere una estratificación hidrodinámica débil y una adecuada representación del intercambio vertical de momento en el modelo.

7.3.3.2 Escenario 2 condición extrema Tr100.

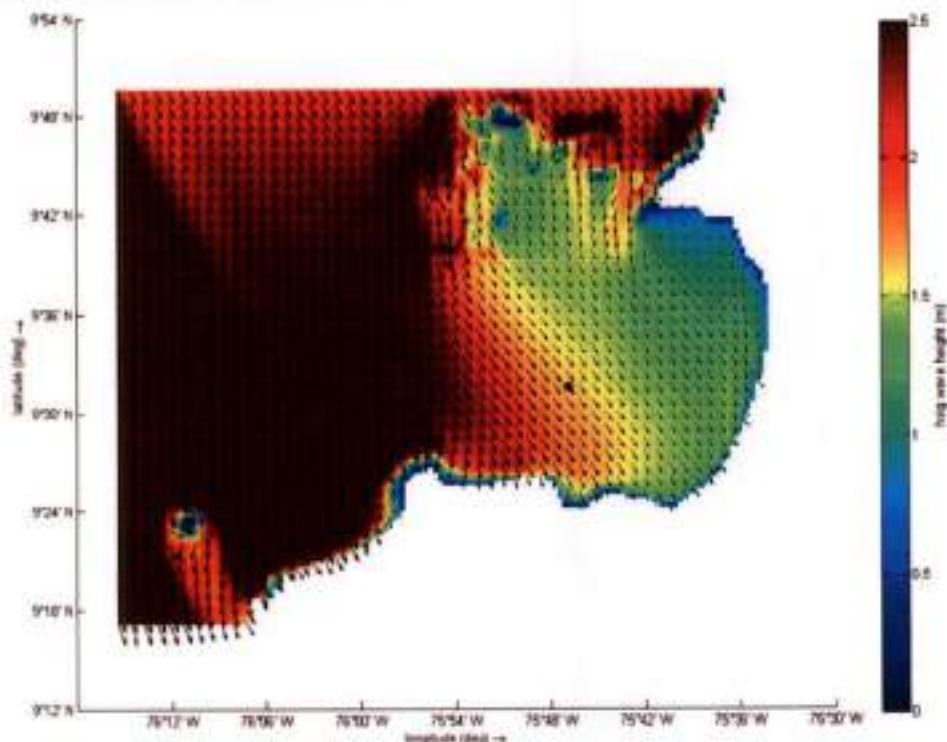




Figura 63. Campo espacial de altura de ola significativa (H_s) y dirección de propagación del oleaje para el Escenario 2 condición extrema Tr100 (período de retorno de 100 años).

Para el Escenario 2, el campo de altura de ola significativa presenta una distribución espacial diferenciada respecto al escenario dominante. Aunque los valores máximos de H_s en la frontera abierta son comparables (del orden de 2.3–2.5 m), la propagación del oleaje hacia el interior del golfo muestra una mayor dispersión direccional (Figura 63).

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISIÓN</p> <p style="text-align: center;">26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-8100009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISÓ: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

La dirección NNW (337.5°), al incidir con un ángulo menos favorable respecto a la orientación principal del golfo, genera patrones más complejos de refracción y zonas de sombra energética. Como resultado, se observan áreas con una atenuación más marcada del oleaje y otras donde la energía se concentra de forma localizada, especialmente en sectores expuestos del borde norte del dominio.

El campo de corrientes superficiales del Escenario 2 muestra, en general, magnitudes menores que las observadas en el Escenario 1, con velocidades predominantes inferiores a 0.10 m/s en la mayor parte del dominio.

Las zonas de mayor velocidad se concentran nuevamente en áreas costeras y en regiones donde el oleaje interactúa con cambios batimétricos, aunque con una extensión espacial más limitada. La dirección de las corrientes refleja una circulación más heterogénea, resultado de la interacción entre el oleaje incidente desde el NNW y la configuración del golfo, lo cual induce patrones locales de convergencia y divergencia del flujo (Figura 64).

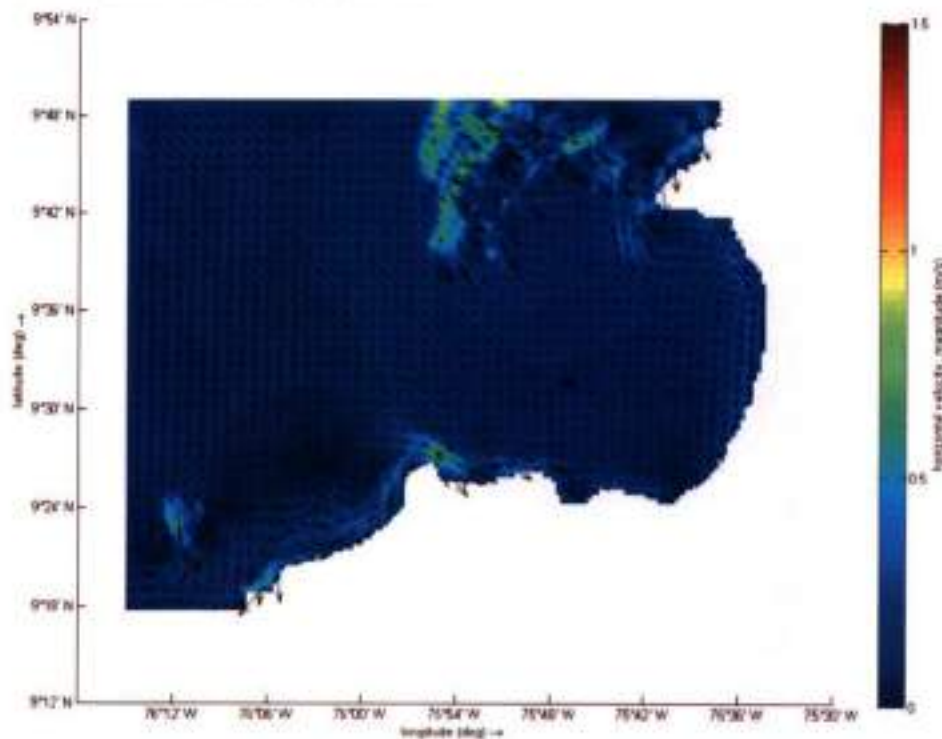




Figura 64. Campo espacial de corrientes superficiales y dirección de las corrientes para el Escenario 2 condición extrema Tr_{100} (período de retorno de 100 años).

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISIÓN</p> <p>25 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEÁNICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISÓ: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

El perfil vertical de corrientes correspondiente al Escenario 2 muestra velocidades máximas en superficie cercanas a 0.14 m/s, inferiores a las del Escenario 1. Al igual que en el caso anterior, se observa una disminución progresiva de la velocidad con la profundidad, confirmando una estructura dominada por forzamiento superficial.

La menor intensidad de las corrientes en este escenario refleja la menor eficiencia del régimen direccional NNW para transferir energía hacia el interior del golfo, lo cual se traduce en una respuesta hidrodinámica más débil en términos de circulación.

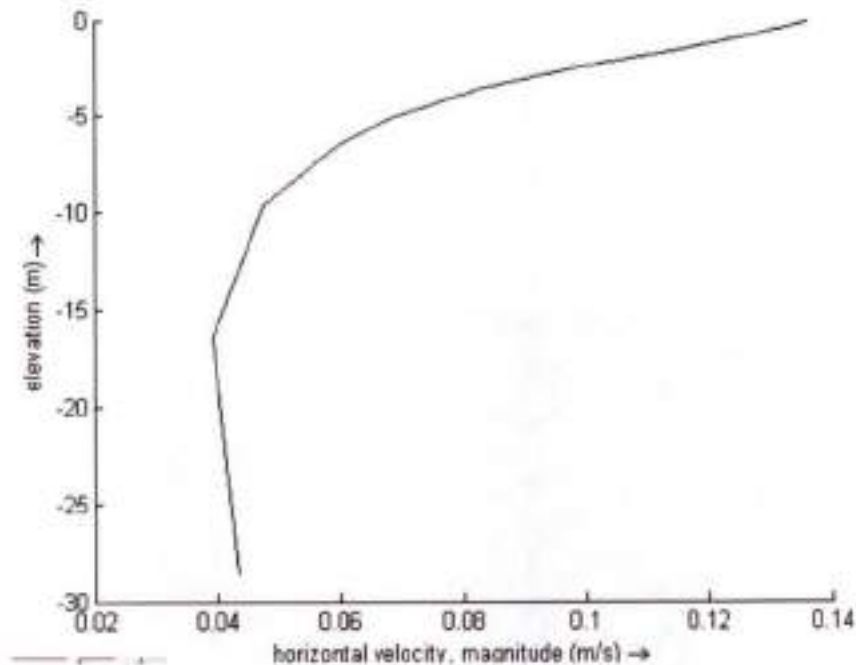




Figura 65. Perfil vertical de las corrientes en el PLEM obtenido para el escenario 2 condición extrema T_r100 (período de retorno de 100 años).

Con relación a las velocidades de las corrientes en vertical para este escenario, se obtiene una velocidad máxima de las corrientes en superficie cercana a los 0.14 m/s (Figura 65).

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEÁNICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Golfo de Morrosquillo presenta un régimen meteoceánico dominado por la interacción estacional entre los vientos alisios del noreste, la circulación regional del Caribe suroccidental y la batimetría local, lo que condiciona de manera directa la dinámica del oleaje, las corrientes y el nivel del mar en el área de estudio.

El análisis de series temporales de largo plazo (hasta 45 años) provenientes de reanálisis y modelos oceánicos globales permitió una caracterización climatológica robusta y estadísticamente representativa, garantizando la adecuada identificación de patrones estacionales, interanuales y extremos de las variables.

El régimen de viento muestra una marcada estacionalidad, con mayores intensidades durante la época seca (diciembre-abril) asociadas al fortalecimiento de los vientos alisios, y un debilitamiento significativo durante la época húmeda (mayo-noviembre), sin evidenciar tendencias significativas de largo plazo en los valores medios, lo que sugiere una estabilidad climática regional del forzamiento eólico.

Los valores extremos de velocidad del viento, estimados mediante el ajuste de la Distribución Generalizada de Valores Extremos (GEV), proporcionan parámetros de diseño confiables para períodos de retorno de hasta 100 años.



El régimen de oleaje está dominado por trenes de oleaje generados remotamente en el Caribe, con direcciones predominantes coherentes con el patrón regional del viento, y presenta condiciones medias de baja a moderada energía, propias de una cuenca semicerrada como el Golfo de Morrosquillo.

El análisis extremo de la altura significativa de ola (H_s) y del período pico (T_p) evidencia que, aunque los eventos severos son poco frecuentes, estos alcanzan magnitudes relevantes para el diseño estructural y la seguridad operativa.

La aplicación del modelo condicional de Heffernan y Tawn (2004) permitió capturar de forma adecuada la dependencia extrema entre H_s y T_p , mejorando la definición de escenarios de diseño conjuntos y fortaleciendo la evaluación de condiciones extremas combinadas.

Las corrientes marinas superficiales y a 20 m de profundidad reflejan la influencia conjunta del forzamiento atmosférico, la circulación regional del Caribe y la batimetría local, mostrando velocidades generalmente bajas-moderadas, con direcciones consistentes con patrones regionales previamente documentados.

Los análisis de excedencia y valores extremos de la velocidad de las corrientes permiten definir criterios hidrodinámicos de diseño adecuados para sistemas de fondeo, estructuras flotantes y análisis de estabilidad, considerando diferencias significativas entre la dinámica superficial y subsuperficial.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISIÓN</p> <p style="text-align: center;">26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-000009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISÓ: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

El régimen del nivel del mar en el área de estudio es de tipo micromareal, donde la marea astronómica constituye la principal componente periódica, mientras que la marea meteorológica, aunque de menor magnitud, resulta determinante durante eventos extremos cuando actúa de manera combinada con oleaje energético.

La descomposición del nivel del mar permitió identificar una tendencia positiva del nivel medio del mar del orden de 3.47 mm/año, coherente con estimaciones globales recientes, lo que confirma la relevancia del cambio climático como factor de largo plazo en el análisis de riesgos costeros y offshore.



La validación del modelo numérico de oleaje evidencia un desempeño altamente satisfactorio en la reproducción de la altura de ola significativa (H_s) en el punto de comparación con datos instrumentales. El modelo Delft3D-WAVE captura de manera consistente tanto la variabilidad temporal como la magnitud del oleaje incidente. Estos resultados confirman la adecuada representación de los procesos físicos dominantes de generación, propagación y disipación del oleaje bajo las formulaciones empleadas.

En el caso del período pico (T_p), aunque la validación muestra una mayor dispersión y errores más elevados en comparación con H_s , el modelo reproduce de forma razonable los rangos característicos y las tendencias generales del período del oleaje. Las discrepancias observadas, son consistentes con las limitaciones inherentes a la definición de un único período representativo en espectros multimodales y con la sensibilidad del T_p a la discretización espectral y a la parametrización de los procesos no lineales. No obstante, el comportamiento global del modelo es coherente con el régimen de oleaje observado, lo cual resulta adecuado para los objetivos del estudio.

La validación del modelo hidrodinámico de corrientes muestra diferencias más notorias entre las velocidades observadas y modeladas, particularmente en términos de magnitud. Sin embargo, este comportamiento es consistente con la resolución espacial del modelo y el carácter altamente local y turbulento de las corrientes medidas por el ADCP. A pesar de la subestimación de los valores pico, el modelo reproduce de manera realista las tendencias temporales y la estructura general de la circulación, lo que respalda su uso para el análisis de patrones espaciales y respuestas hidrodinámicas inducidas por forzamientos extremos.

En conjunto, los resultados de validación confirman que los modelos implementados presentan un nivel de desempeño adecuado y consistente para la simulación de procesos de oleaje y circulación a escala regional, particularmente en el contexto de análisis de escenarios extremos, donde el interés principal se centra en la distribución espacial de la energía y en la respuesta integrada del sistema.

Respecto a los escenarios extremos de modelación, los resultados demuestran que la dirección de propagación del oleaje es un factor determinante en la respuesta hidrodinámica del Golfo de Morrosquillo. El escenario asociado a la dirección dominante N–NNE (22.5°) genera una propagación más eficiente del oleaje hacia el interior del golfo, con mayores alturas de olas residuales y corrientes



	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISIÓN</p> <p>29 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEÁNICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

superficiales más intensas, reflejando un régimen de forzamiento alineado con la geometría costera y la batimetría predominante.

Por el contrario, el escenario con dirección contrastante NNW (337.5°) produce una respuesta más heterogénea, caracterizada por una mayor refracción del oleaje, zonas de sombra energética y una reducción generalizada de las magnitudes de corriente. A pesar de su menor probabilidad de ocurrencia, este escenario evidencia que regímenes direccionales no dominantes pueden inducir patrones locales relevantes de concentración de energía y circulación, los cuales son fundamentales para una evaluación integral del comportamiento hidrodinámico del sistema.



12. RECOMENDACIONES

Implementar campañas de medición in situ de viento, oleaje, corrientes y nivel del mar, mediante instrumentación oceanográfica (boyas, ADCP, mareógrafos), con el fin de mejorar la caracterización local y fortalecer la validación de los modelos numéricos y estadísticos.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO:</p> <p style="text-align: center;">DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p style="text-align: center;">FECHA DE REVISIÓN</p> <p style="text-align: center;">26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p style="text-align: center;">INFORME METEOCEÁNICO</p> <p style="text-align: center;">BUZ-DT-MAR-CNT-8080009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISÓ: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera-Díaz, M. M. (2005). *Aguas subterráneas del Caribe colombiano: hidrología e hidrogeología*. Observatorio del Caribe Colombiano; Universidad de Cartagena.
- Barreto, M., Gutiérrez, F., & Morales, G. (1999). Composición y estructura de las comunidades de manglares y praderas de pastos marinos en el Golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 47(Supl. 1), 167–176.
- Buitrago, J., & Sainea, G. (2003). *Atlas de corrientes y mareas en la zona costera de Colombia (Caribe y Pacífico)*. INVEMAR.
- Coles, S. (2001). *An introduction to statistical modeling of extreme values*. Springer.
- Copernicus Climate Change Service. (2022). *Global sea level change time series from 1950 to 2050 derived from reanalysis and high resolution CMIP6 climate projections [Dataset]*. Climate Data Store. <https://doi.org/10.24381/cds.a6d42d60>
- Delgado-Salgado, A., & Mercado-Navarro, R. (2004). *Caracterización climática del Caribe colombiano*. Serie de Publicaciones Especiales del INVEMAR, 8, 1–45.
- DNV. (2019). *Recommended Practice DNV-RP-C205: Environmental conditions and environmental loads*. Det Norske Veritas.
- Egbert, G. D., & Erofeeva, S. Y. (2002). Efficient inverse solution for the Laplace Tidal Equations. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 19(2), 183–204.
- GEBCO Compilation Group. (2023). *General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO) [Bathymetric dataset]*. <https://www.gebco.net>
- Goda, Y. (2000). *Random seas and design of maritime structures* (2nd ed.). World Scientific.
- Guerrero-Peña, J. (2017). *Modelación numérica de la circulación general del Mar Caribe* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia.
- Heffernan, J. E., & Tawn, J. A. (2004). A conditional approach for multivariate extreme values. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*, 66(3), 497–563.
- Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Biavati, G., Horányi, A., Muñoz Sabater, J., Nicolas, J., Peubey, C., Radu, R., Rozum, I., Schepers, D., Simmons, A., Soci, C., Dee, D., & Thépaut, J.-N. (2023). *ERA5 hourly data on single levels from 1940 to present [Dataset]*. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store. <https://doi.org/10.24381/cds.adbb2d47>

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSKILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>26 DE DICIEMBRE DEL 2025</p>	<p>INFORME METEOCEÁNICO</p> <p>BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-002-2025</p>	<p>ELABORO: F. GAMBIN</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

Hersbach, H., Bell, W., Berrisford, P., Hirahara, S., Horányi, A., Muñoz-Sabater, J., Peubey, C., Radu, R., Schepers, D., Simmons, A., Soci, C., Villaume, S., & Thépaut, J.-N. (2023). The ERA5 global reanalysis. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 146(730), 1999–2049.



INVEMAR, CIOH, UNAL, & CEC. (2003). *Zonificación y manejo integrado de la zona costera del Caribe colombiano*. INVEMAR.

Lozano-Duque, Y., Ortiz-Royero, J. C., & Patemina-Patemina, C. D. (2010). Análisis de las condiciones de viento en el litoral Caribe colombiano. *Revista de Ingeniería de la Universidad del Norte*, 28(1), 1–10.

Martínez-Gallo, R. (2010). *Caracterización del nivel del mar en el Golfo de Morrosquillo* (Tesis de Grado). Universidad de Cartagena.

Parra, S. M., Otero, L. J., & Ortiz, J. C. (2008). Análisis del régimen medio y extremo del nivel del mar en la costa Caribe colombiana. *Boletín Científico CIOH*, 26, 88–102.

World Meteorological Organization. (2018). *Guide to wave analysis and forecasting*. WMO.

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ
		REVISO: J. TALERO
		APROBO: D. RICARDO

BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-003-2025
INFORME ANALISIS DE AMARRE

Rev.	Fecha:	Descripción / Emitido Para:	Cambios realizados
0	02/01/26	Elaboración del documento	





	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-DT-MAR-CNT-8030009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ
		REVISO: J. TALERO
		APROBO: D. RICARDO

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. EVALUACIÓN PRELIMINAR MOORING.....	3
3. CARACTERISTICAS GENERALES METEOMARINAS.....	4
3.1 VIENTOS.....	5
3.2 OLEAJE.....	5
3.3 CORRIENTE.....	6
4. CONDICIONES DE DISEÑO PARA EL MOORING.....	6
4.1 ESCENARIO 1 (N-NNE, 22.5°).....	6
4.2 ESCENARIO 2 (NNW, 337.5°).....	7
4.3 CRITERIOS.....	7
4.4 GRAFICO RADAR (normalizado 0-1).....	11
4.5 RECOMENDACIÓN PRELIMINAR (CONDICIONADA).....	12
4.6 NORMATIVA APLICABLE.....	12
5. PREMILAR MOORING – CONDICION ULS.....	14
5.1 DATOS DE ENTRADA (OPTIMOOR).....	14
5.1.1 Características de la FSRU.....	14
6. DATOS DEL SPM (BERTH DATA – CALM OSIRIS).....	21
6.1 COORDENADAS DE ANCLAS.....	22
7. AMARRE FSRU (Respuestas estáticas).....	22
7.1 Caso base – FSRU (Static Mooring Response).....	22
7.1.1 Líneas: porcentaje de resistencia (reporte).....	22
7.2 Caso base – FSRU (Static Mooring Response).....	23
7.2.1 Tensiones por línea – lastre.....	23
7.3 FSRU calado de verano (conjunto 1 – Draft 11,15 m).....	24
7.3.1 Tensiones por línea – verano (conjunto 1).....	24
7.4 FSRU calado de verano (conjunto 2 – Draft 11,15 m).....	25
7.4.1 Tensiones por línea – verano (conjunto 2).....	25
8. COMPORTAMIENTO FSRU EN LASTRE (análisis).....	36
8.1 Condiciones del caso (FSRU en lastre).....	36
8.2 Fuerzas (Longitudinal, Transversal, Momento/LBP).....	37
8.3 Posición y movimientos del buque.....	37
8.4 Ángulos y movimientos significativos (3 horas).....	37
8.5 Líneas de amarre – tensiones e inclinaciones (lastre).....	37
8.6 Anclas – fuerzas y longitud sobre el fondo.....	38
8.7 Periodos naturales aproximados.....	38

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ REVISO: J. TALERO APROBO: D. RICARDO



1. INTRODUCCIÓN

En el marco del desarrollo de los estudios para el Proyecto OSIRIS, se busca determinar las cargas críticas de amarre durante las operaciones en el Golfo de Morrosquillo, en la zona donde se encuentra ubicada actualmente la TLU3. Para ello, se emplearán herramientas de simulación numérica que permitan modelar el comportamiento de los arreglos de amarre considerando las condiciones meteoceánicas predominantes en la región; se utilizará el software de simulación y análisis de las reacciones de amarre Optimoor versión 6.5.4, de amplio uso en el ámbito marítimo para el diseño de sistemas de amarre. El software se basa en las recomendaciones y procedimientos de OCIMF, e incluye los coeficientes hidrodinámicos y aerodinámicos estandarizados por la organización para la predicción de cargas de amarre. El software calcula fuerzas y momentos en el sistema de amarre en función de las dimensiones de los buques de diseño definidos para la operación, con el fin de garantizar la seguridad y eficiencia en las maniobras.

2. EVALUACIÓN PRELIMINAR MOORING

Elemento	Detalle
Municipio / Región	Coveñas, Golfo de Morrosquillo, Caribe colombiano
Coordenadas del punto representativo (ERA5)	9.60° N, 75.75° O (≈10–12 km del sitio FSRU)
Dominio espacial de descarga de datos	Latitudes 9.10°–9.85° N; Longitudes 76.50°–75.50° O
Coberturas temporales	Viento y oleaje: 1980–2024 (horaria). Corrientes: 1994–2015 (cada 3 h). Nivel del mar: ~31 años (horaria)
Fuentes principales	ERA5 (ECMWF) para viento/oleaje; HYCOM para corrientes; C3S – Copernicus para nivel del mar; DIMAR datos in situ
Datum de referencia	Nivel Medio del Mar (NMM/MSL) adoptado en Coveñas
Tendencia del nivel medio del mar (SLR)	≈ 3.47 mm/año

A continuación, se muestra el amare propuesto.

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ
		REVISO: J. TALERO
		APROBO: D. RICARDO

Scale ----- 100 m North: South

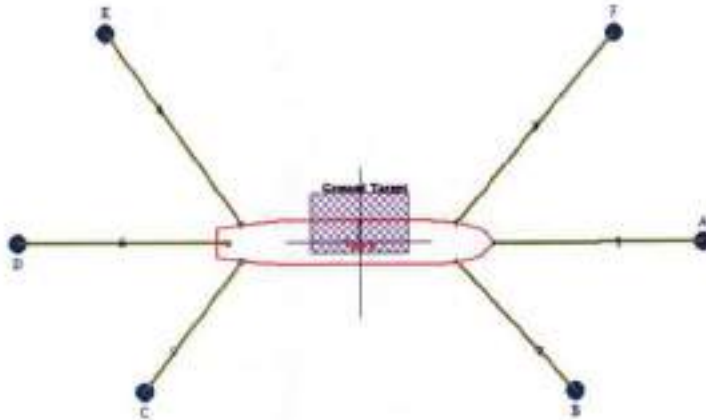




Ilustración 1. Arrangement for FSRU at SPM OSIRIS

3. CARACTERISTICAS GENERALES METEOMARINAS

A continuación, se define las condiciones meteomarinas para la realización de los diseños, con base en los datos suministrados del estudio BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-002-2025 INFORME METEOCEANICO.

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-DT-MAR-CNT-3000009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ REVISO: J. TALERO APROBO: D. RICARDO

3.1 VIENTOS

Tabla 1. Datos del viento

Parámetro	Valor
Media mensual típica (época seca)	≈ 3.9–4.1 m/s (febrero máximo = 4.08 m/s)
Media mensual típica (época húmeda)	≈ 2.6–2.8 m/s
Percentil P95 (dic–abr)	≈ 5.6–7.7 m/s
Percentil P99 (dic–abr)	≈ 6.8–9.0 m/s
Umbral P99 para POT	≈ 7.65 m/s
Velocidad extrema Tr=100 años	≈ 11.74 m/s
Dirección	Probabilidad / Dominancia
NNE	≈ 10.06 % (máxima)
SSW	≈ 9.91 %
Norte (tormentas extremas)	≈ 90 % de eventos
Temporada seca	Predominan N, NNE
Temporada húmeda	Aumentan S, SSW, SW, WSW

3.2 OLEAJE

Tabla 2. Datos oleaje

Parámetro	Valor
Hs medio (ene–mar)	≈ 0.90–0.98 m (máx feb = 0.98 m)
Hs medio (ago–oct)	≈ 0.40–0.50 m (mín sep = 0.40 m)
P95 de Hs (dic–mar)	≈ 1.37–1.46 m
P99 de Hs (dic–mar)	≈ 1.61–1.71 m
Hs extremo Tr=100 años (univariado)	≈ 2.3–2.4 m
Dirección dominante de Hs	N–NNE



	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
	<p>INFORME ANALISIS DE AMARRES</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>02 DE ENERO DE 2025</p>	<p>BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-003-2025</p>	<p>ELABORO: M. MARTINEZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

Tabla 3. Datos periodo oleaje

Parámetro	Valor
Tp típico (modal)	≈ 6–10 s
Tp medio (ene–feb; jun–jul)	≈ 7.3–7.7 s
Tp mínimo medio (oct)	≈ 5.70 s
P95 de Tp (anual)	≈ 8.3–9.8 s
P99 de Tp (anual)	≈ 8.9–10.4 s
Dirección dominante de Tp	N–NNE

3.3 CORRIENTE

Tabla 4. Dato corriente

Parámetro	Magnitud
Velocidad media mensual	≈ 0.07–0.09 m/s
Percentiles (P95–P99)	≈ 0.14–0.18 m/s (P95); ≈ 0.16–0.21 m/s (P99)
Dirección / sentido dominante	Eje NE–SW (bimodal)
Excedencia anual >0.1 m/s	≈ 26 %
Velocidad extrapolada Tr=100 años	≈ 0.88 m/s



4. CONDICIONES DE DISEÑO PARA EL MOORING

A continuación, se definen los dos escenarios a evaluarse en el estudio.

4.1 ESCENARIO 1 (N–NNE, 22.5°)

Tabla 5. Componentes de escenario 1

Componente	Magnitud	Dirección/Sentido
Oleaje - Frontera Norte	Hs = 1.78 m; Tp = 14.49 s	22.5° (N–NNE)
Oleaje - Frontera Oeste	Hs = 2.50–2.60 m; Tp = 12.75 s	22.5° (N–NNE)
Nivel del mar extremo	0.40 m sobre NMM	Sobreelevación (+)
Viento constante	9.75 m/s	22.5° (N–NNE)
Corriente superficial	≤ 0.15 m/s	Coherente con oleaje
Perfil vertical en PLEM	0.18 m/s (superficie)	Sentido superficial

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO CSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISIÓN 02 DE ENERO DE 2025	BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ REVISO: J. TALERO APROBO: D. RICARDO

4.2 ESCENARIO 2 (NNW, 337.5°)

Tabla 6. Componentes de escenario 1

Componente	Magnitud	Dirección/Sentido
Oleaje - Frontera Norte	Hs = 1.78 m; Tp = 14.49 s	337.5° (NNW)
Oleaje - Frontera Oeste	Hs = 2.50–2.60 m; Tp = 12.75 s	337.5° (NNW)
Nivel del mar extremo	0.40 m sobre NMM	Sobreelevación (+)
Viento constante	9.23 m/s	337.5° (NNW)
Corriente superficial	≤ 0.10 m/s	Heterogénea
Perfil vertical en PLEM	0.14 m/s (superficie)	Sentido superficial



4.3 CRITERIOS

Para decidir la mejor posición para instalar el sistema de amarre con anclas, cadenas y conexión al FSRU según API RP 2SK, ABS y DNV, se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- **Condiciones ambientales extremas (100 años):** viento, oleaje, corriente y marea en cada ubicación.
- **Batimetría y geotecnia:** profundidad, tipo de fondo, capacidad de anclaje.
- **Espacio operativo y seguridad:** separación mínima entre buques, rutas de navegación, maniobrabilidad.
- **Configuración del sistema:** ángulos de líneas, pretensión, longitud disponible, interferencias con risers o tuberías.
- **Análisis dinámico:** integración espectral con RAOs del FSRU para evaluar tensiones pico y fatiga en cada escenario.
- **Verificación normativa:** $MBL \geq \text{carga máxima} \times FS$, cumplimiento con API RP 2SK, ABS y DNV RP-C205.

El "mejor" lugar se define por el **resultado del análisis combinado** (ULS, ALS, FLS) y la verificación normativa, no solo por el perfil $u(z)$.

- **ULS** = Estado límite último;
- **ALS** = Estado límite accidental (una línea fallada);
- **FLS** = Estado límite de fatiga.

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ REVISO: J. TALERO APROBO: D. RICARDO



A continuación, los requerimientos según normativa:

Tabla 7. Requerimientos según normas

Ítem	Contenido	Referencia normativa
Criterio MBL	$MBL \geq \text{carga máxima} \times FS$ (factor de seguridad) para cada línea; aplicar FS según tipo de línea (cadena, alambre, fibra) y caso (ULS/ALS).	API RP 2SK (2024); ABS Position Mooring; API RP 2SM (fibra)
Estados límite	ULS (extremo $Tr=100$), ALS (una línea fallada), FLS (fatiga de largo plazo).	API RP 2SK (2024); DNV OS-E301
Combinación ambiental	Construir combinaciones coherentes viento-oleaje-corriente-nivel: ULS (Esc.1/2), ALS (misma combinación con línea fallada), FLS (bins mensuales).	API RP 2SK; DNV RP-C205
Direcciones y orientación	Diseño debe cubrir dirección dominante N–NNE y contrastante NNW; orientar sistema y ángulos de líneas para ambos regímenes.	Informe meteoceánico; API RP 2SK; ABS
MODU (alcance)	MODU Code 2009 (enmendado 2024) rige seguridad/operación de unidades móviles; el dimensionamiento del amarre se realiza bajo API/ABS/DNV, manteniendo consistencia operacional.	IMO MODU Code 2009 (2024)

Tabla 8. ULS

Estado	Tr (años)	Dir Oleaje (°)	Hs (m)	Tp (s)	Viento 10 m (m/s)	Dir Viento (°)	Corriente superficial (m/s)	Dir Corriente (°)	Perfil u(z)	Nivel del mar (m sobre NMM)
ULS – Escenario 1 (dominante)	100	22.5 (N–NNE)	1.78 (Norte) / 2.50 – 2.60 (Oeste)	14.49 / 12.75	9.75	22.5	≤ 0.15	Coherente con oleaje	PLEM: sup. 0.18 m/s → perfil	+0.40

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
	<p>INFORME ANALISIS DE AMARRES</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>02 DE ENERO DE 2026</p>	<p>BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-003-2025</p>	<p>ELABORO: M. MARTINEZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

Estado	Tr (años)	Dir Oleaje (°)	Hs (m)	Tp (s)	Viento 10 m (m/s)	Dir Viento (°)	Corriente superficial (m/s)	Dir Corriente (°)	Perfil u(z)	Nivel del mar (m sobre NMM)
ULS – Escenario 2 (contrastante)	100	337.5 (NNW)	1.78 / 2.50 – 2.60	14.49 / 12.75	9.23	337.5	≤ 0.10	Heterogénea	PLEM: sup. 0.14 m/s → perfil	+0.40

Tabla 9. ALS

Estado	Tr (años)	Caso	Dir Oleaje (°)	Hs (m)	Tp (s)	Viento 10 m (m/s)	Dir Viento (°)	Corriente superficial (m/s)	Perfil u(z)	Nivel del mar (m sobre NMM)
ALS – línea fallada (Esc.1)	100	One-line-broken	22.5 (N–NNE)	1.78 / 2.50–2.60	14.49 / 12.75	9.75	22.5	≤ 0.15	PLEM: sup. 0.18 m/s → perfil	+0.40
ALS – línea fallada (Esc.2)	100	One-line-broken	337.5 (NNW)	1.78 / 2.50–2.60	14.49 / 12.75	9.23	337.5	≤ 0.10	PLEM: sup. 0.14 m/s → perfil	+0.40

Tabla 10. FLS

Periodo	Dir dominante	Hs medio (m)	Tp medio (s)	Viento medio (m/s)	Corriente sup. media (m/s)	Observaciones
Ene–Mar (seca)	N–NNE	0.90–0.98	7.3–7.7	3.9–4.1	0.07–0.09	Mayor energía; usar bins mensuales para conteos
Ago–Oct (húmeda)	NNW–NW (expansión)	0.40–0.50	5.7–6.0	2.6–2.8	0.07–0.09	Menor energía; Tp corto; corrientes estables





	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-OT-MAR-CNT-8000099621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ
		REVISO: J. TALERO
		APROBO: D. RICARDO

Tabla 11. Combinación

Estado	Tr	Hs (m)	Tp (s)	Dir Oleaje (°)	Viento 10 m (m/s)	Dir Viento (°)	Corriente superficial (m/s)	Dir Corriente (°)	Perfil u(z)	Nivel del mar (m sobre NMM)	Notas
Operación (medio)	—	(P50 mensual)	(media)	(dominante mensual)	(media mensual)	(dominante mensual)	(media mensual)	(dominante mensual)	interp. sup. -20 m	(marea media)	Ventanas operativas, maniobras
ULS-Esc.1	100	1.78 / 2.50-2.60	14.49 / 12.75	22.5	9.75	22.5	≤ 0.15	coherente con oleaje	PLEM sup. 0.18 m/s	+0.40	Dominante; verificar RAOs y MBL
ULS-Esc.2	100	1.78 / 2.50-2.60	14.49 / 12.75	337.5	9.23	337.5	≤ 0.10	heterogénea	PLEM sup. 0.14 m/s	+0.40	Contrastante; zonas de sombra
ALS (línea fallada)	100	(igual ULS)	(igual)	22.5 / 337.5	(igual ULS)	(igual ULS)	(igual ULS)	(igual ULS)	(igual ULS)	+0.40	Redundancia API/ABS; chequeo desplazamientos

Por recomendación de Normas API, ABS, se realiza una matriz la cual permite establecer cuál es el escenario determinante para realizar el mooring análisis.

Criterio	Unidad	Preferencia	Peso	Escenario 1 - Valor	Escenario 2 - Valor	Escenario 1 - Normalizado	Escenario 2 - Normalizado	Escenario 1 - Puntuación	Escenario 2 - Puntuación
Corriente superficial PLEM (m/s)	m/s	-1	0,125	0,18	0,14	0	1	0	0,125
Corriente a 20 m (m/s)	m/s	-1	0,125	0,09	0,09	0,5	0,5	0,0625	0,0625
Viento V10 extremo (m/s)	m/s	-1	0,125	9,75	9,23	0	1	0	0,125
Hs extremo Norte (m)	m	-1	0,125	1,78	1,78	0,5	0,5	0,0625	0,0625
Hs extremo Oeste (m)	m	-1	0,125	2,5	2,5	0,5	0,5	0,0625	0,0625
Tp extremo Norte (s)	s	0	0,125	14,49	14,49	0,5	0,5	0,0625	0,0625
Tp extremo Oeste (s)	s	0	0,125	12,75	12,75	0,5	0,5	0,0625	0,0625
Nivel del mar extremo (m)	m	0	0,125	0,4	0,4	0,5	0,5	0,0625	0,0625

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO CSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2025	BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ
		REVISO: J. TALERO
		APROBO: D. RICARDO

4.4 GRAFICO RADAR (normalizado 0–1)

Se construyó con los valores normalizados de cada criterio (preferencia "menor es mejor" para corrientes, viento y Hs; "neutral" para Tp y nivel).





Ilustración 2. Gráfico de radar.

Resumen de comparación (con pesos provisionales iguales):

- Puntuación total Escenario 1 (N–NNE 22.5°): 0.375
- Puntuación total Escenario 2 (NNW 337.5°): 0.625

Interpretación técnica:

- Corrientes superficiales: Menores en Escenario 2 (0.14 m/s vs 0.18 m/s).
- Viento extremo: Menor en Escenario 2 (9.23 m/s vs 9.75 m/s).
- Oleaje extremo (Hs/Tp) y nivel del mar: Mismos valores de diseño en ambos escenarios según el informe.

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ REVISO: J. TALERD APROBO: D. RICARDO

4.5 RECOMENDACIÓN PRELIMINAR (CONDICIONADA)

El Escenario 2 (NNW 337.5°) resulta más favorable en términos de reducción de cargas por corriente y viento, lo cual es beneficioso para tensiones en líneas y pretensiones. Sin embargo, la decisión final debe basarse en análisis dinámico con RAOs del FSRU, integración espectral (ULS/ALS/FLS) y verificación normativa ($MBL \geq \text{carga máxima} \times FS$), además de revisar interferencias y batimetría/geotecnia del sitio.

Esto permite decir que la mejor posición del CALM:

- **Escenario 2** es más favorable porque:
 - Tiene **corriente superficial menor** (0.14 vs 0.18 m/s).
 - Tiene **viento extremo menor** (9.23 vs 9.75 m/s).
 - Oleaje y nivel del mar son iguales, así que no influyen en la diferencia.

Recomendación preliminar: Escenario 2 reduce cargas ambientales → menor tensión en líneas y pretensiones.

- **Dirección óptima de la proa del FSRU**



Debe orientarse **alineada con la dirección dominante del oleaje y viento en el escenario seleccionado**, para minimizar esfuerzos transversales y evitar ángulos críticos en las líneas de amarre:

- **NNW (aprox. 337.5°)**

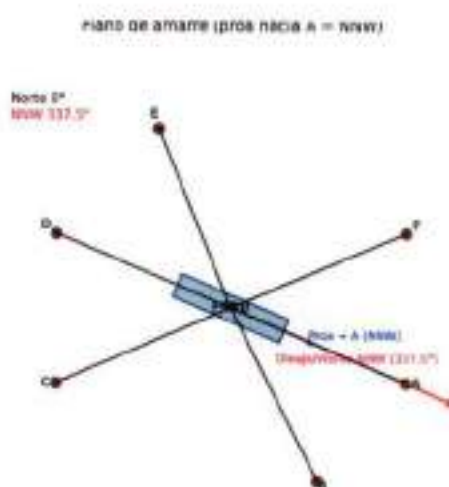
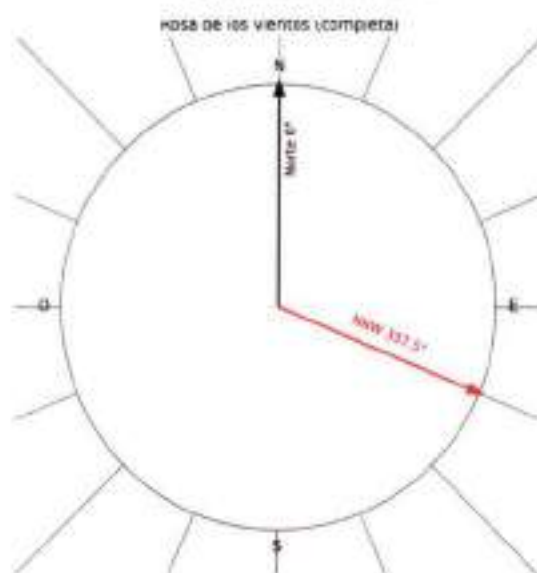
Esto cumple con API RP 2SK y ABS: el buque debe orientarse para reducir cargas laterales y maximizar la eficiencia del sistema de amarre

4.6 NORMATIVA APLICABLE

- **API RP 2SK (2024):** Exige que la orientación del sistema considere la dirección dominante de oleaje y viento en ULS/ALS.
- **ABS Position Mooring:** recomienda proa hacia el forzamiento principal para minimizar desplazamientos y cargas en líneas.
- **DNV RP-C205:** Confirma que la alineación reduce efectos combinados de oleaje y corriente.

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MOROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2025	BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ REVISO: J. TALERO APROBO: D. RICARDO



- La rosa de los vientos completa (con marcas cada 22.5°).
- El buque (FSRU) con proa apuntando al ancla A, alineada con NNW (337.5°).
- Señalización clara de Norte (0°) y NNW (337.5°), tanto en la rosa como en el plano de amarre.



FSRU rotado con el eje de crujía apuntando a A (NNW).

- **Líneas y anclas A-F con rotación horaria desde la proa:**
 - **A:** 0° (proa/NNW).
 - **B:** 40° (estribor proa).
 - **C:** 135° (estribor popa).
 - **D:** 180° (popa).
 - **E:** 225° (babor popa).
 - **F:** 315° (babor proa).

Este esquema es conceptual para orientación; el diseño final (API RP 2SK, ABS, DNV RP-C205) debe completar longitudes, pretensiones, análisis dinámico ULS/ALS/FLS, batimetría y geotecnia en cada punto de ancla.

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ REVISO: J. TALERO APROBO: D. RICARDO

5. PREMILAR MOORING – CONDICION ULS

5.1 DATOS DE ENTRADA (OPTIMOOR)



5.1.1 Características de la FSRU

A continuación, las características de la FSRU:

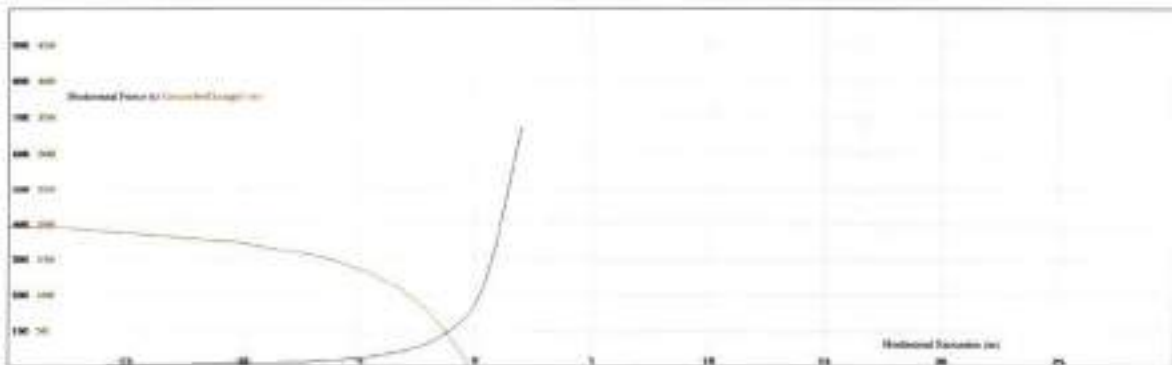
Parámetro	Valor
LBP (eslora entre perpendiculares)	274,0 m
Manga (Breadth)	45,5 m
Puntal (Depth)	25,5 m
Coefficiente de bloque (Cb)	0,67
Áreas expuestas al viento (proa/popa)	630 m ² (sobre cubierta)
Área lateral expuesta al viento	2518 m ² (sobre cubierta)
Referencia longitudinal	Midship (a media nave)
Punto de "Port Target"	0,0 fwd desde midship; -20,3 m desde CL; 3,0 m sobre cubierta
Punto de "Stbd Target"	0,0 fwd desde midship; 20,3 m desde CL; 3,0 m sobre cubierta

- **Posición de fairleads y datos de líneas (FSRU)**

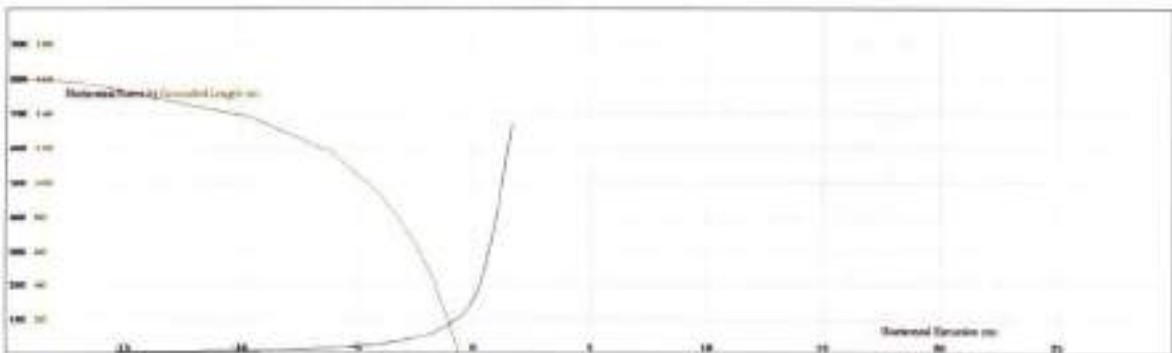
Línea	Fairlead X (m)	Fairlead Y (m)	Altura en cubierta (m)	Tipo	Nota
1	138,0	-1,0	-14,2	Cadena Grado 3 (stud-link)	C3
2	100,0	-20,0	-14,2	Cadena Grado 3 (stud-link)	C3
3	100,0	20,0	-14,2	Cadena Grado 3 (stud-link)	C3
4	-120,0	18,0	-14,2	Cadena Grado 3 (stud-link)	C3
5	-120,0	-18,0	-14,2	Cadena Grado 3 (stud-link)	C3
6	-135,0	0,0	-14,2	Cadena Grado 3 (stud-link)	C3

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2025	BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ
		REVISO: J. TALERO
		APROBO: D. RICARDO

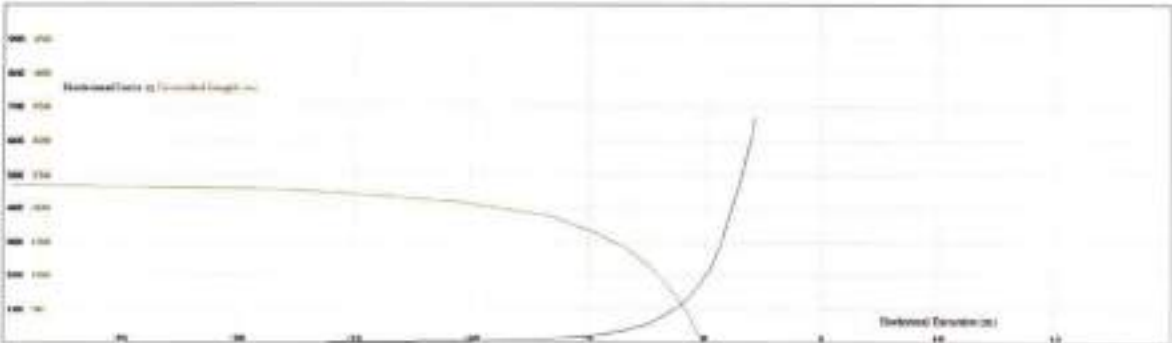
Force-Extension Curve for Line 1 to A





Force-Extension Curve for Line 2 to B

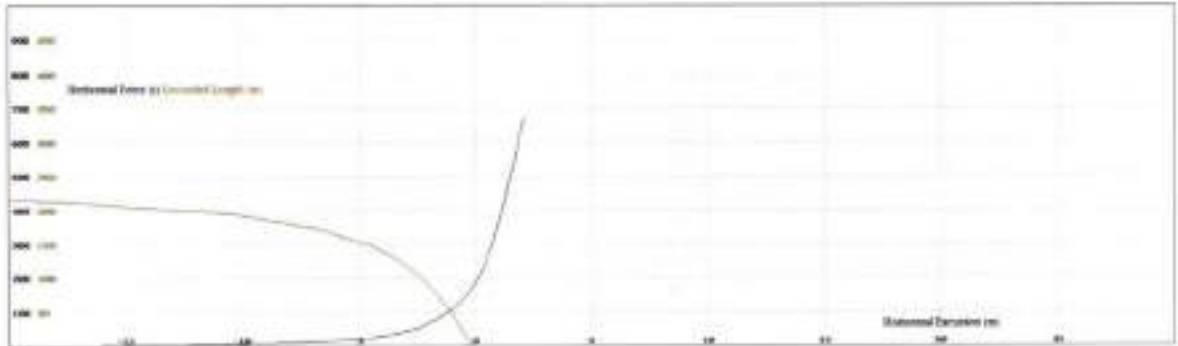


Force-Extension Curve for Line 3 to F

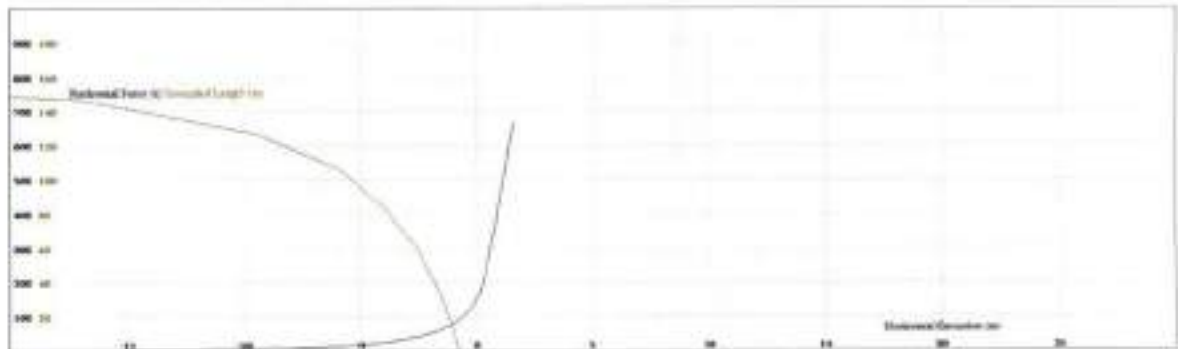


	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-OT-MAR-CNT-800009921-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ
		REVISO: J. TALERO
		APROBO: D. RICARDO

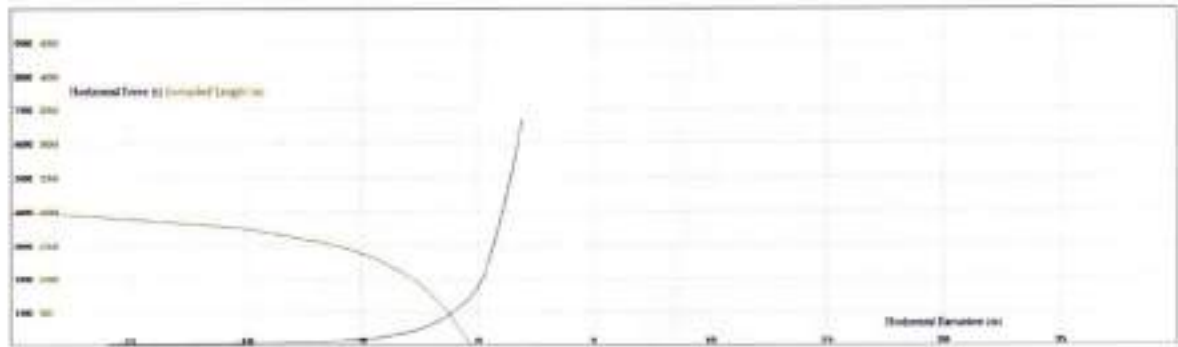
Force-Extension Curve for Line 4 to E





Force-Extension Curve for Line 5 to C



Force-Extension Curve for Line 6 to D

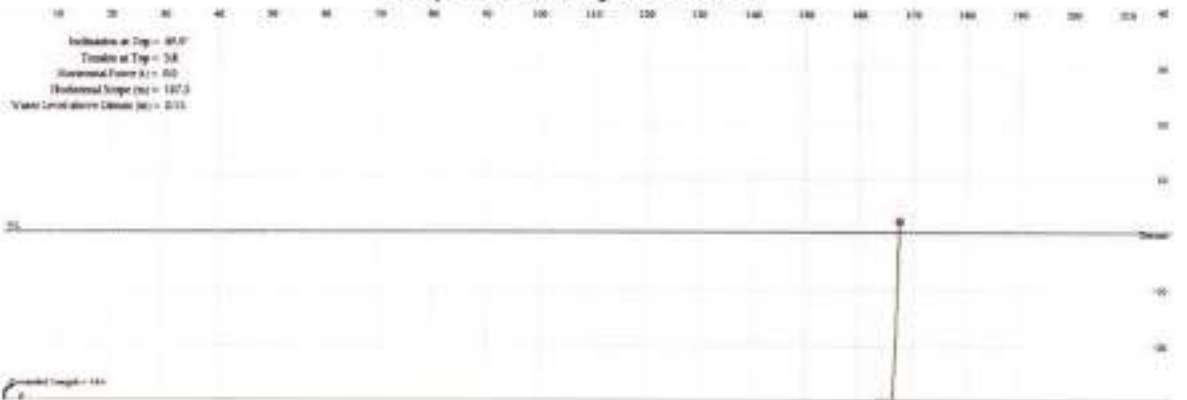


	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
	<p>INFORME ANALISIS DE AMARRES</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>02 DE ENERO DE 2026</p>	<p>BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-003-2025</p>	<p>ELABORO: M. MARTINEZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

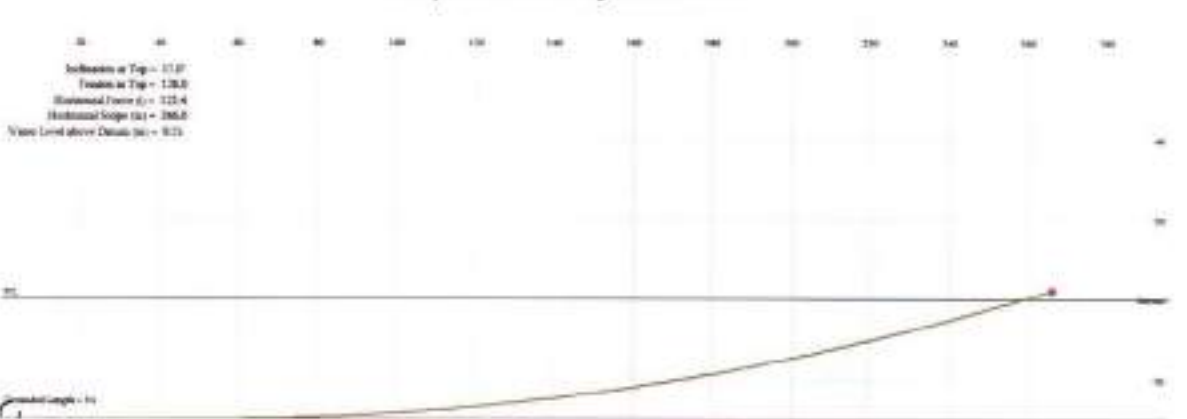
Shape of Catenary for Line 1-A



Shape of Catenary for Line 2-B



Shape of Catenary for Line 3-F





PROYECTO:

DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS



INFORME ANALISIS DE AMARRES

FECHA DE REVISION

02 DE ENERO DE 2026

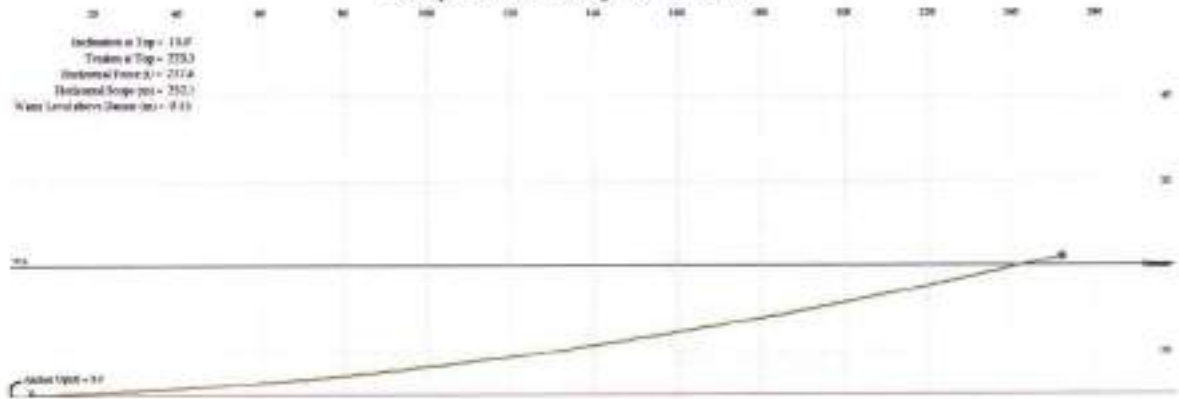
BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-003-2025

ELABORO: M. MARTINEZ

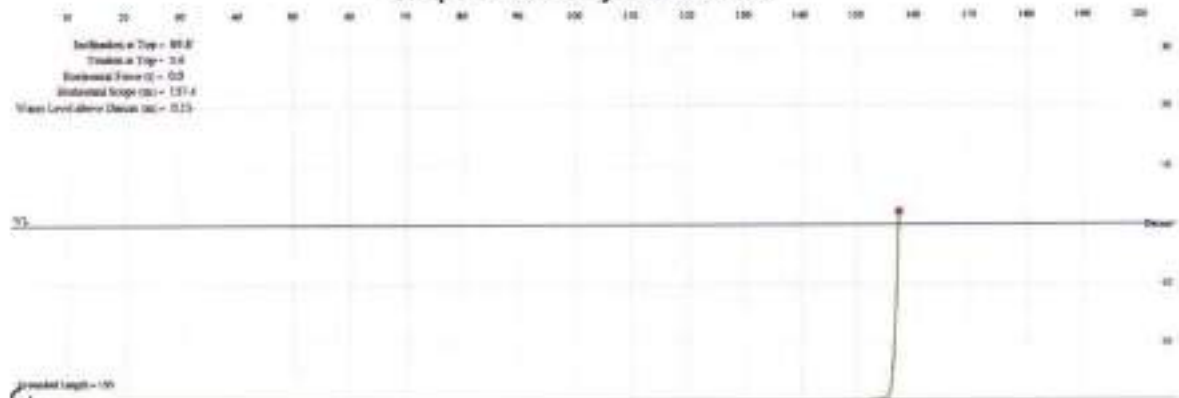
REVISO: J. TALERO

APROBO: D. RICARDO

Shape of Catenary for Line 4-E





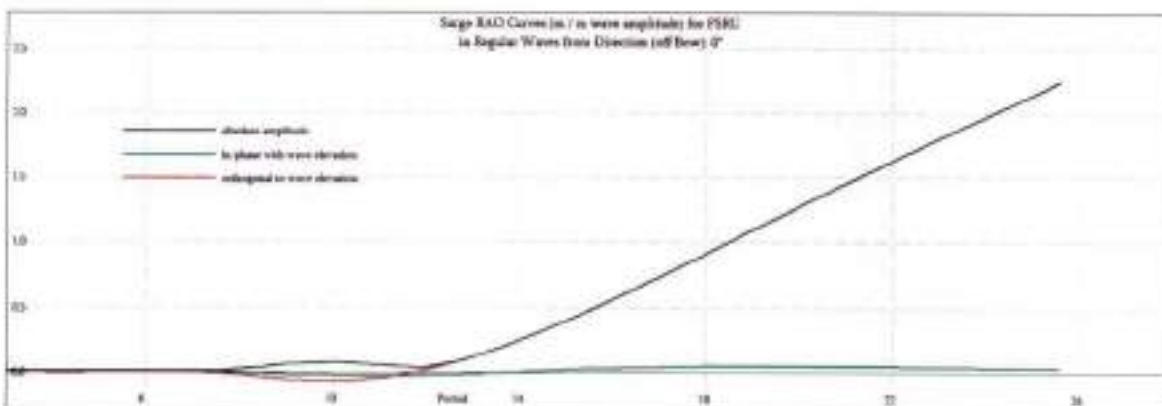
Shape of Catenary for Line 5-C



Shape of Catenary for Line 6-D



	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MOROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
	<p>INFORME ANALISIS DE AMARRES</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>02 DE ENERO DE 2026</p>	<p>BUZ-DT-MAR-CNT-000009621-003-2025</p>	<p>ELABORO: M. MARTINEZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>





PROYECTO:

DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS



INFORME ANALISIS DE AMARRES

FECHA DE REVISION

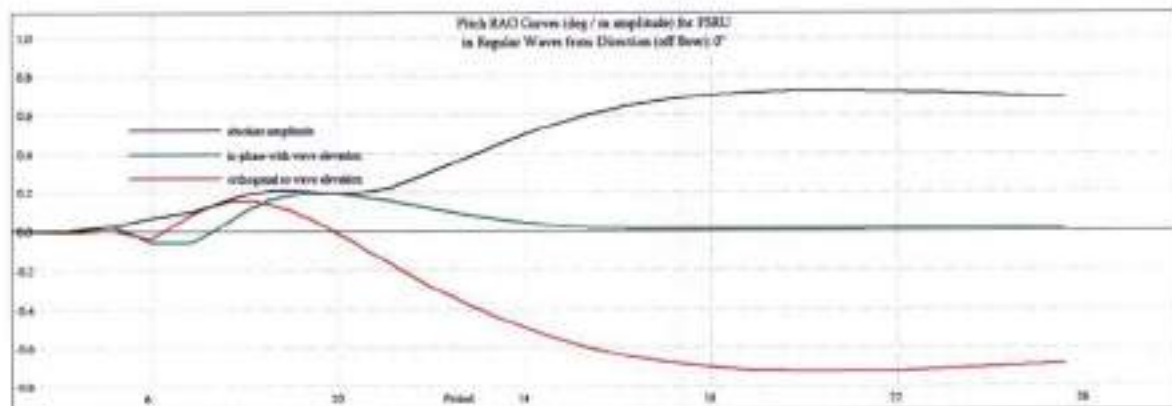
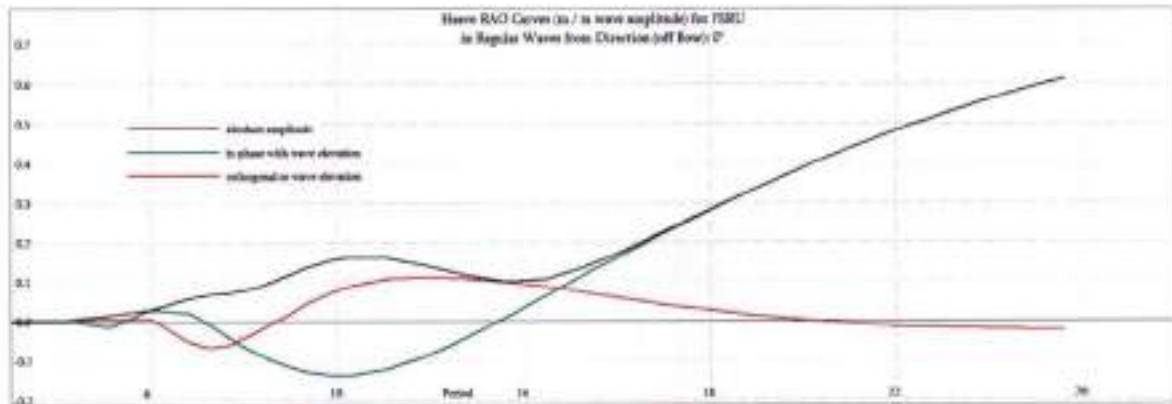
02 DE ENERO DE 2026



BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-003-2025

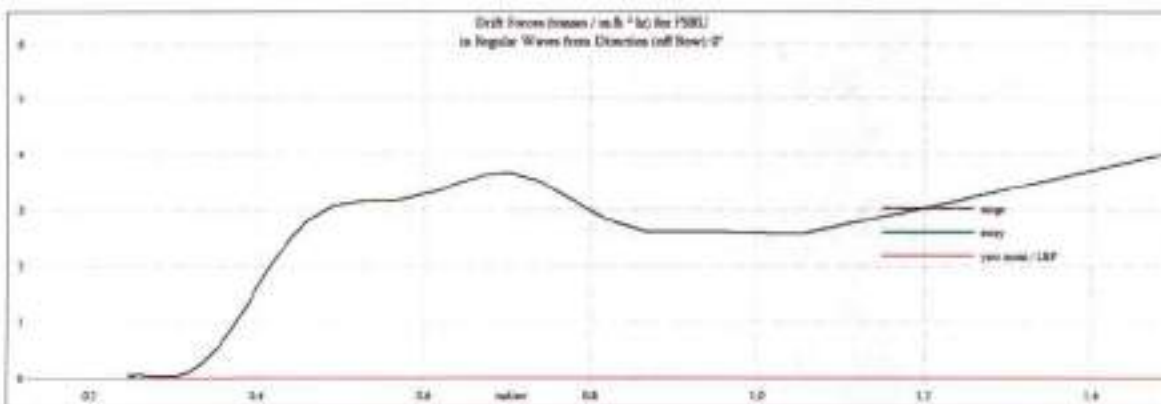
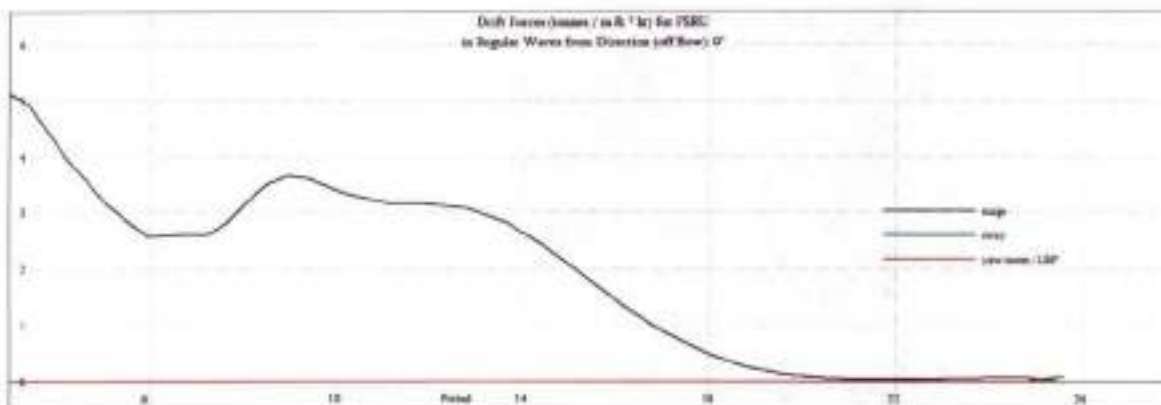
ELABORO: M. MARTINEZ

REVISO: J. TALERO

APROBO: D. RICARDO





	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-DT-MAR-CNT-000000621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ REVISO: J. TALERO APROBO: D. RICARDO



6. DATOS DEL SPM (BERTH DATA – CALM OSIRIS)

Parámetro	Valor
Orientación del plano del sitio (Left to Right of Screen)	80°
Ancho del canal (para corriente)	10000 m
Profundidad del fondo bajo datum en el área del buque	30,0 m
Excursión permisible en "surge" (proa-popa)	± 50,00 m
Excursión permisible en "sway" (babor-estribor)	± 30,00 m
Movimiento vertical permisible	± 3,00 m
Velocidad de viento (altura especificada)	10,0 m/s (en especificación de sitio)
Corriente especificada a profundidad	0,0 m/s (en especificación de sitio)

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ REVISO: J. TALERO APROBO: D. RICARDO

6.1 COORDENADAS DE ANCLAS

ID	X (m) desde origen	Y (m) desde origen
A	350,0	0,0
B	220,0	-150,0
C	-220,0	-150,0
D	-350,0	0,0
E	-260,0	210,0
F	260,0	210,0



7. AMARRE FSRU (Respuestas estáticas)

7.1 Caso base – FSRU (Static Mooring Response)

Parámetro	Valor
Water Level	0,15 sobre datum
Draft	9,20 m
Hs	1,80 m
Tp	14,5 s
Dir ola	270° (True)
Corriente	0,7 nudos (338° True)
Viento	23 nudos (338° True)
Fuerza total (X,Y,Mz/LBP)	-2,9 ; -69,0 ; 3,4

7.1.1 Líneas: porcentaje de resistencia (reporte)

Línea-Ancla	Tensión (t)	% resistencia
1-A	0,0	0%
2-B	0,0	0%
3-F	0,0	0%
4-E	0,0	0%
5-C	0,0	0%
6-D	0,0	0%

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MOROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2025	BUZ-OT-MAR-CNT-8000009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ REVISO: J. TALERO APROBO: D. RICARDO

7.2 Caso base – FSRU (Static Mooring Response)

Parámetro	Valor
Water Level	0,15 sobre datum
Draft	9,20 m
Hs	1,80 m
Tp	14,5 s
Dir ola	270° (True)
Corriente	0,7 nudos (338° True)
Viento	23 nudos (338° True)
Fuerza total (X,Y,Mz/LBP)	-3,6 ; -68,2 ; 3,4

7.2.1 Tensiones por línea – lastre

Línea–Ancla	Tensión (t)	% resistencia
1-A	7.1	1%
2-B	6.3	1%
3-F	70.8	11%
4-E	97.5	15%
5-C	6.7	1%
6-D	7.5	1%

Tensiones por línea - FSRU en lastre (Draft 9,20 m)

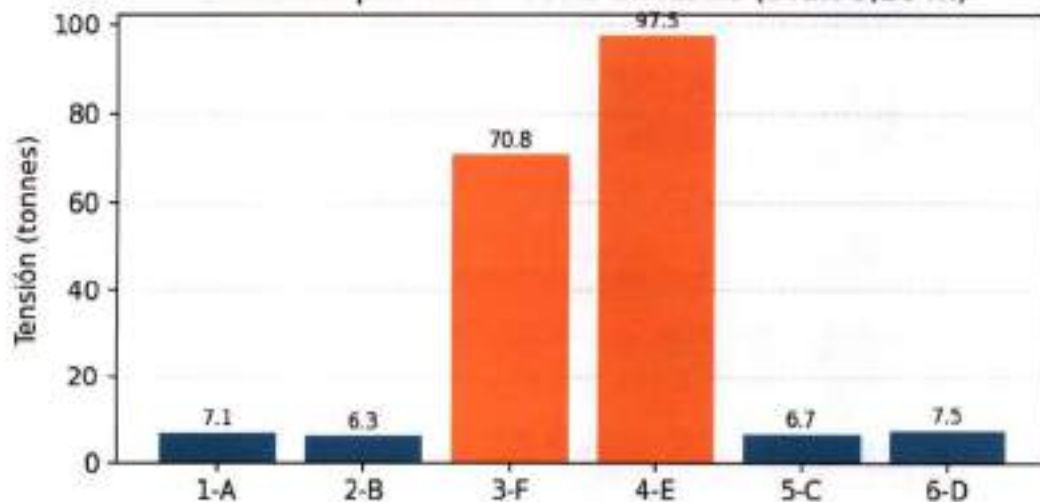




Ilustración 3. Tensiones por línea – FSRU en lastre (Draft 9,20 m)

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-OT-MAR-CNT-8000009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ
		REVISO: J. TALERO
		APROBO: D. RICARDO

7.3 FSRU calado de verano (conjunto 1 – Draft 11,15 m)

Parámetro	Valor
Water Level	0,15 sobre datum
Draft	11,15 m
Hs	1,80 m
Tp	14,5 s
Dir ola	270° (True)
Corriente	0,7 nudos (338° True)
Viento	23 nudos (338° True)
Fuerza total (X,Y,Mz/LBP)	-3,7 ; -66,7 ; 3,5

7.3.1 Tensiones por línea – verano (conjunto 1)

Línea-Ancla	Tensión (t)	% resistencia
1-A	7.5	1%
2-B	6.3	1%
3-F	110.6	17%
4-E	203.0	30%
5-C	6.8	1%
6-D	8.1	1%

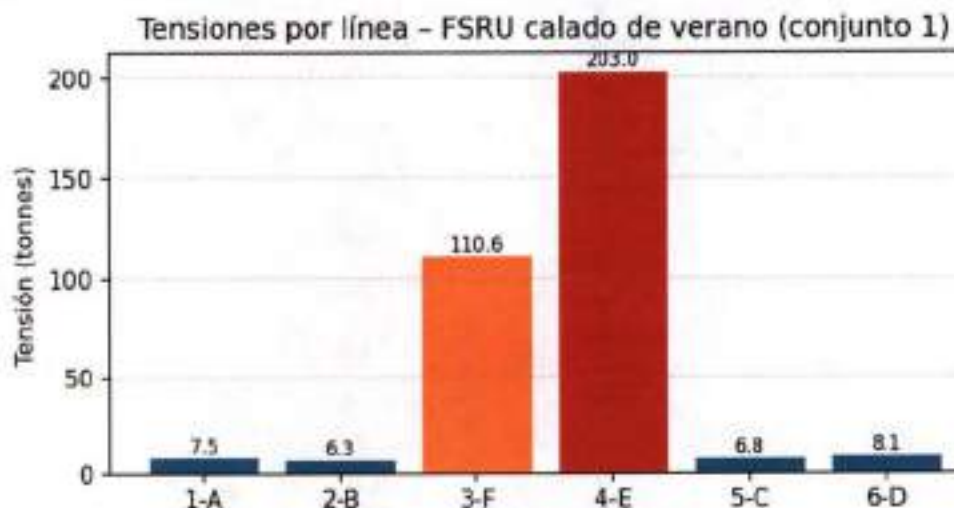




Ilustración 4. Tensiones por línea – FSRU calado de verano (conjunto 1)

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ REVISO: J. TALERO APROBO: D. RICARDO

7.4 FSRU calado de verano (conjunto 2 – Draft 11,15 m)

Parámetro	Valor
Water Level	0,15 sobre datum
Draft	11,15 m
Hs	1,80 m
Tp	14,5 s
Dir ola	270° (True)
Corriente	0,7 nudos (338° True)
Viento	23 nudos (338° True)
Fuerza total (X,Y,Mz/LBP)	-3,7 ; -66,7 ; 3,5

7.4.1 Tensiones por línea – verano (conjunto 2)

Línea-Ancla	Tensión (t)	% resistencia
1-A	6.8	1%
2-B	5.6	1%
3-F	125.5	19%
4-E	271.2	41%
5-C	6.1	1%
6-D	7.3	1%

Tensiones por línea – FSRU calado de verano (conjunto 2)

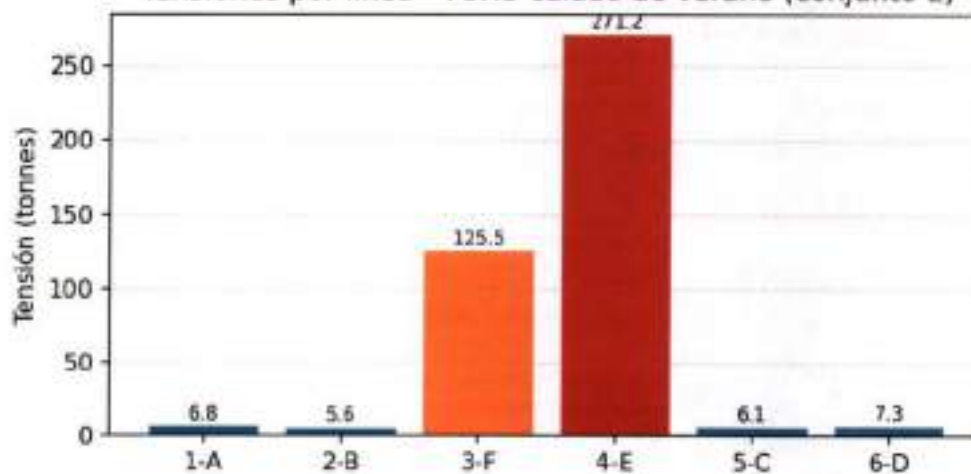




Ilustración 5. Tensiones por línea – FSRU calado de verano (conjunto 2)

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-013-2025	ELABORO: M. MARTINEZ REVISO: J. TALERO APROBO: D. RICARDO

En el gráfico, las etiquetas "Verano 1" y "Verano 2" representan dos escenarios distintos del análisis estático de amarre para la FSRU en calado de verano (Draft 11,15 m), según los resultados del programa OPTIMOOR:

- **Verano 1 (barra naranja):**

Corresponde al **primer conjunto de resultados** para el calado de verano, donde la línea más cargada (4-E) alcanza aproximadamente **203 t**, y la línea 3-F llega a **110,6 t**. Este escenario refleja una condición operativa con tensiones más altas que en lastre, pero no la máxima registrada.

- **Verano 2 (barra roja):**

Es el segundo conjunto de resultados para el mismo calado de verano, pero con una configuración o condición ligeramente distinta (puede ser ajuste de posición, pretensión o variación en parámetros internos del modelo).

Aquí se observa el pico máximo de tensión en la línea 4-E (271,2 t), lo que la convierte en la línea controlante para la verificación ULS.



También la línea 3-F aumenta hasta 125,5 t, mostrando un incremento significativo respecto a verano 1.

En resumen:

- Lastre (azul): condición inicial con tensiones bajas.
- Verano 1 (naranja): primer escenario en calado de verano, tensiones intermedias.
- Verano 2 (rojo): segundo escenario en calado de verano, tensiones máximas (condición más crítica para ULS).

En esta condición comparamos resultados de ángulos de desplazamiento **Probable Maximum vs Significant**

Concepto	Roll (°)	Pitch (°)	Yaw (°)	Uso normativo
Probable Maximum Angles in 3 hours	0,2	1,0	0,3	Se usa para ULS (Ultimate Limit State). Representa el máximo esperado en 3 horas, considerando estadística de picos.
Significant Angles	0,1	0,5	0,1	Se usa para FLS (Fatigue Limit State) y análisis de comportamiento promedio. Es el valor medio de la tercera parte más alta de amplitudes.

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-001-2025	ELABORO: M. MARTINEZ REVISO: J. TALERO APROBO: D. RICARDO

Parámetro	Probable Maximum	Significant
Roll (°)	0,20	0,10
Pitch (°)	1,00	0,50
Yaw (°)	0,30	0,10
Surge (m)	1,69	0,93
Sway (m)	0,32	0,16
Heave (m)	0,61	0,33

Los **máximos probables** son aproximadamente el doble de los **significativos**, lo que concuerda con la teoría estadística (factor Rayleigh).

- **Gráfico comparativo de Ángulos**

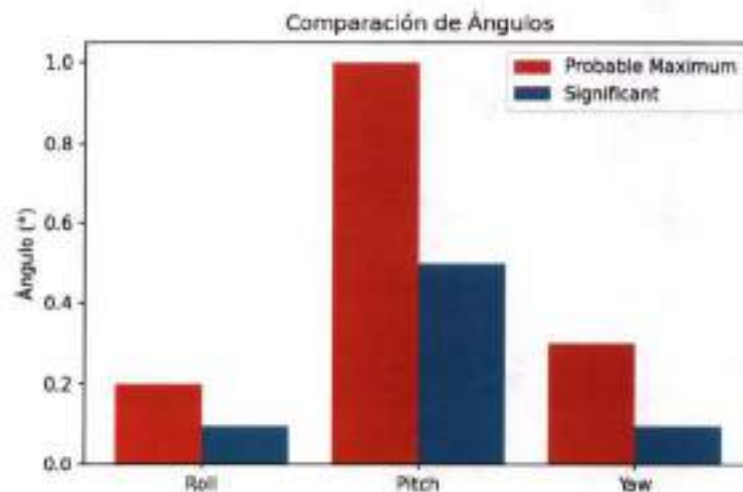




Ilustración 6. Comparación de ángulos

	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
	<p>INFORME ANALISIS DE AMARRES</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>02 DE ENERO DE 2026</p>	<p>BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-003-2025</p>	<p>ELABORO: M. MARTINEZ</p> <p>REVISO: J. TALERO</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>

• Gráfico comparativo de Desplazamientos

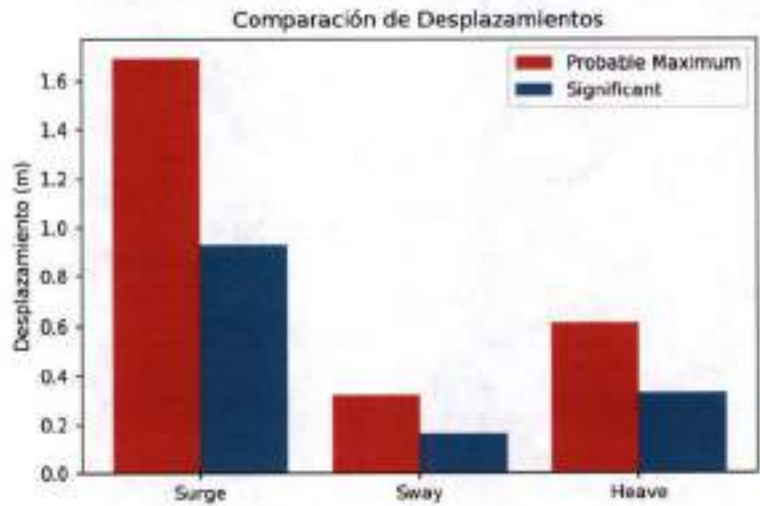
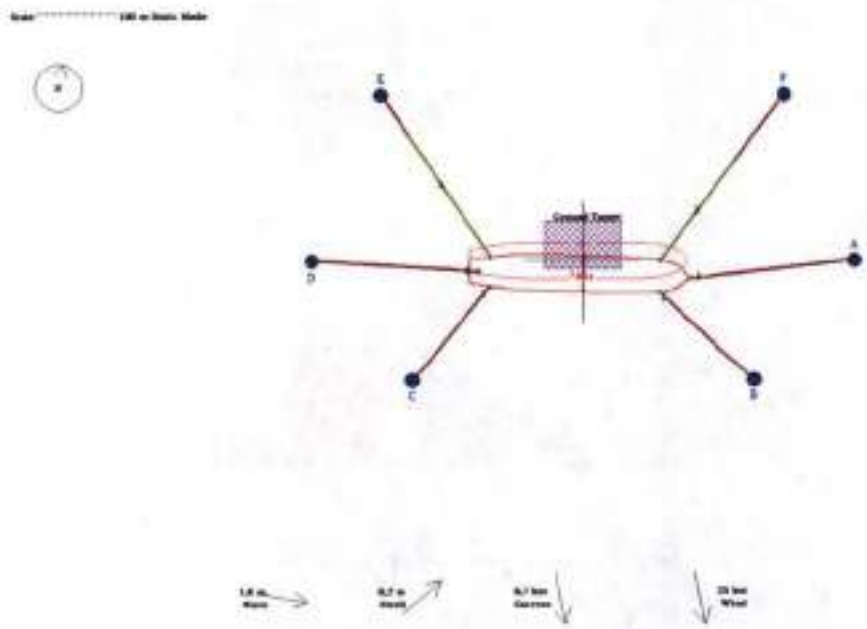




Ilustración 7. Comparación de desplazamiento

Arrangement for FSRU at SPM OSIRIS



	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUELLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ
		REVISO: J. TALERO
		APROBO: D. RICARDO

• **COMPORTAMIENTO CATENARIAS DE CADENAS PUNTO DE ANCLAJE**


Tabla 12. Comportamiento catenarias de cadenas punto de anclaje

Parámetro	Valor (transcripción literal)
Inclination	67,8°
TopTension	9,1 t
HorizontalForce	3,4 t
HorizontalScope	218,0 m
WL above datum	0,15 m
GroundedLength	166 m

Comentarios técnicos: Inclinação moderada, bajas tensiones y fuerza horizontal reducida; amplia longitud apoyada en fondo.

Shape of Catenary for Line 1-A



	<p>PROYECTO:</p> <p>DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS</p>	
	<p>INFORME ANALISIS DE AMARRES</p>	
<p>FECHA DE REVISION</p> <p>02 DE ENERO DE 2026</p>	<p>BUZ-DT-MAR-CNT-80000621-003-2025</p>	<p>ELABORO: M. MARTINEZ</p> <p>REVISO: J. TALERD</p> <p>APROBO: D. RICARDO</p>



- Línea 2-B

Parámetro	Valor (transcripción literal)
Inclination	89,9°
TopTension	5,8 t
HorizontalForce	0,0 t
HorizontalScope	167,5 m
WL above datum	0,15 m
GroundedLength	164 m

Comentarios técnicos: Casi vertical y tensión muy baja; contribución principal vertical en ancla.

Shape of Catenary for Line 2-B



	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-DT-MAR-CNT-8000005621-001-2025	ELABORO: M. MARTINEZ
		REVISO: J. TALERO
		APROBO: D. RICARDO



- **Línea 3-F**

Parámetro	Valor (transcripción literal)
Inclination	17,0°
TopTension	128,0 t
HorizontalForce	122,4 t
HorizontalScope	266,0 m
WL above datum	0,15 m
GroundedLength	54 m

Comentarios técnicos: Segunda línea más cargada; gran componente horizontal y apoyo reducido en fondo. Requiere especial atención en ULS.

Shape of Catenary for Line 3-F



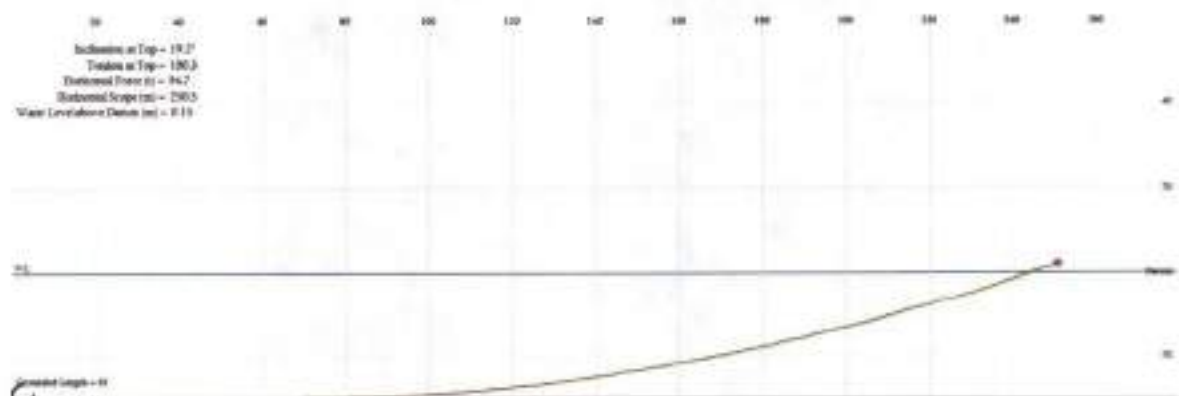
	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-DT-MAR-CNT-800009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ
		REVISO: J. TALERO
		APROBO: D. RICARDO



• Línea 4-E

Parámetro	Valor (transcripción literal)
Inclination	13,0°
TopTension	223,3 t
HorizontalForce	217,6 t
HorizontalScope	252,1 m
WL above datum	0,15 m
AnchorUplift	5,9 t

Comentarios técnicos: Línea controlante por tensión máxima en capítulo 2; geometría muy tendida y fuerza horizontal dominante. Revisar MBL, conectores, capacidad y ángulos admisibles en el lecho.

Shape of Catenary for Line 4-E



	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2025	BUZ-DT-MAR-CNT-000009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ REVISO: J. TALERO APROBO: D. RICARDO



• Línea 5-C

Parámetro	Valor (transcripción literal)
Inclination	89,8°
TopTension	5,6 t
HorizontalForce	0,0 t
HorizontalScope	157,4 m
WL above datum	0,15 m
GroundedLength	155 m

Comentarios técnicos: Casi vertical y tensión muy baja; contribución principal vertical en ancla.

Shape of Catenary for Line 5-C



	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-OT-MAR-CNT-8000009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ
		REVISO: J. TALERD
		APROBO: D. RICARDO

- **Línea 6-D**

Parámetro	Valor (transcripción literal)
Inclination	66,4°
TopTension	9,4 t
HorizontalForce	3,8 t
HorizontalScope	219,6 m
WL above datum	0,15 m
GroundedLength	166 m



Comentarios técnicos: Inclinação moderada, bajas tensiones y fuerza horizontal reducida; amplia longitud apoyada en fondo.

Shape of Catenary for Line 6-D





- **Verificación ULS – Tensiones vs MBL con FS = 2,0**

Criterio adoptado (proyecto OSIRIS): $FS_{ULS} = 2,0$ (conservador). Tensión admisible por línea = $MBL / FS = 600 / 2,0 = 300,0 t$.

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-DT-MAR-CNT-8006009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ
		REVISO: J. TALERO
		APROBO: D. RICARDO

Línea	Escenario	Tensión (t)	%MBL	Tensión admisible (t)	¿Cumple?
1-A	Lastre (9,20 m)	7.1	1.18%	300.0	Si
2-B	Lastre (9,20 m)	6.3	1.05%	300.0	Si
3-F	Lastre (9,20 m)	70.8	11.80%	300.0	Si
4-E	Lastre (9,20 m)	97.5	16.25%	300.0	Si
5-C	Lastre (9,20 m)	6.7	1.12%	300.0	Si
6-D	Lastre (9,20 m)	7.5	1.25%	300.0	Si
1-A	Verano 1 (11,15 m)	7.5	1.25%	300.0	Si
2-B	Verano 1 (11,15 m)	6.3	1.05%	300.0	Si
3-F	Verano 1 (11,15 m)	110.6	18.43%	300.0	Si
4-E	Verano 1 (11,15 m)	203.0	33.83%	300.0	Si
5-C	Verano 1 (11,15 m)	6.8	1.13%	300.0	Si
6-D	Verano 1 (11,15 m)	8.1	1.35%	300.0	Si
1-A	Verano 2 (11,15 m)	6.8	1.13%	300.0	Si
2-B	Verano 2 (11,15 m)	5.6	0.93%	300.0	Si
3-F	Verano 2 (11,15 m)	125.5	20.92%	300.0	Si
4-E	Verano 2 (11,15 m)	271.2	45.20%	300.0	Si
5-C	Verano 2 (11,15 m)	6.1	1.02%	300.0	Si
6-D	Verano 2 (11,15 m)	7.3	1.22%	300.0	Si

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-DT-MAR-CNT-830009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ
		REVISO: J. TALERO
		APROBO: D. RICARDO

• **Resumen – Máxima tensión por línea vs admisible**



Línea	Tensión máxima (t)	%MBL	Tensión admisible (t)	¿Cumple?
1-A	7.5	1.25%	300.0	Sí
2-B	6.3	1.05%	300.0	Sí
3-F	125.5	20.92%	300.0	Sí
4-E	271.2	45.20%	300.0	Sí
5-C	6.8	1.13%	300.0	Sí
6-D	8.1	1.35%	300.0	Sí

Notas: 1) Esta verificación ULS se limita a tensiones vs MBL=600 t con FS=2,0 (criterio del proyecto).
 2) La verificación de capacidad de ancla/conectores y límites de excursión se realizará cuando se disponga de sus capacidades certificadas y offsets detallados. 3) Para análisis dinámico y combinación de DOF conforme API/ABS, se requerirán RAOs y espectros.

8. COMPORTAMIENTO FSRU EN LASTRE (análisis)

8.1 Condiciones del caso (FSRU en lastre)

Parámetro	Valor
Nivel de agua (sobre datum)	0,15
Calado (Draft)	9,20 m
Trim	0,00°
Despeje al fondo (Bottom clearance)	18,4 m
Ola significativa (Hs)	1,80 m
Período medio de ola (Tp)	14,5 s
Dirección de ola	270° (True) / 190° (pantalla derecha)
Espectro de ola	Pierson-Moskowitz
Swell Hs	0,20 m
Swell Tp	14,5 s
Dirección de swell	220° (True) / 140° (pantalla derecha)
Espectro de swell	Pierson-Moskowitz
Corriente	0,7 nudos desde 338° (True) / -102° (pantalla derecha)
Viento	23 nudos desde 338° (True) / 258° (pantalla derecha)
Área de viento (end-on)	1372
Área de viento lateral	6984

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROSQUILLO PARA EL PROYECTO CSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-OT-MAR-CNT-8000009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ REVISO: J. TALERO APROBO: D. RICARDO

8.2 Fuerzas (Longitudinal, Transversal, Momento/LBP)

Componente	Longitudinal (X)	Transversal (Y)	Momento/LBP
Wave drift force	-3,3	-1,4	0,7
Swell drift force	0,0	0,1	0,0
Current drag force	-1,4	-10,1	0,6
Wind drag force	1,1	-56,8	2,2
TOTAL	-3,6	-68,2	3,4

8.3 Posición y movimientos del buque



Punto	Surge (m)	Sway (m)	Yaw (°)	Heave (m)
Unidad (centro)	1,61 (fwd)	-16,6 (stbd)	-1,7° (stbd)	0,33 (up)
Port Target	-0,25 (aft)	-16,9 (stbd)	-1,7° (stbd)	-0,33 (down)

8.4 Ángulos y movimientos significativos (3 horas)

Parámetro	Roll (°)	Pitch (°)	Yaw (°)	
Significant angles	0,1	0,5	0,1	
Punto	Surge (m)	Sway (m)	Heave (m)	Combinado (m)
Port Target	0,93	0,16	0,33	1,33
Stbd Target	0,93	0,16	0,32	1,33

8.5 Líneas de amarre – tensiones e inclinaciones (lastre)

Línea-Ancla	Inclinación (°)	Tensión (t)	% resistencia (reporte)	Longitud de línea (m)
1-A	74	7,1	1%	235,8
2-B	84	6,3	1%	190,8
3-F	23	70,8	11%	269,9
4-E	19	97,5	15%	254,9
5-C	80	6,7	1%	179,7
6-D	70	7,5	1%	236,9

	PROYECTO: DESARROLLO DE ESTUDIOS OFF SHORE EN LA ZONA DEL GOLFO DE MORROQUILLO PARA EL PROYECTO OSIRIS	
	INFORME ANALISIS DE AMARRES	
FECHA DE REVISION 02 DE ENERO DE 2026	BUZ-DT-MAR-CNT-8000009621-003-2025	ELABORO: M. MARTINEZ
		REVISO: J. TALERO
		APROBO: D. RICARDO

8.6 Ancias – fuerzas y longitud sobre el fondo

Ancia	X-Force	Y-Force	Fuerza horizontal	Longitud en fondo (m)
A	-2,1	0,2	2,1	192
B	-0,5	-0,5	0,7	152
C	0,8	-0,9	1,2	140
D	2,8	0,2	2,8	190
E	53,6	78,1	94,7	65
F	-40,7	53,5	67,3	108

8.7 Periodos naturales aproximados

Grado de libertad	Período
Surge	49 s
Sway	59 s
Roll	10,9 s

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA24165633

Valor: \$ 12.100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A26165630B8804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

CON FUNDAMENTO EN LA MATRÍCULA E INSCRIPCIONES EFECTUADAS EN EL REGISTRO MERCANTIL, LA CÁMARA DE COMERCIO CERTIFICA:

NOMBRE, IDENTIFICACIÓN Y DOMICILIORazón social: CENIT TRANSPORTE Y LOGISTICA DE HIDROCARBUROS S
A SNit: 900531210 3 Administración : Dirección Seccional
De Impuestos De Bogota, Regimen Comun

Domicilio principal: Bogotá D.C.

MATRÍCULAMatrícula No. 02224959
Fecha de matrícula: 15 de junio de 2012
Último año renovado: 2025
Fecha de renovación: 31 de marzo de 2025
Grupo NIIF: Grupo I. NIIF Plenas.**UBICACIÓN**Dirección del domicilio principal: Calle 113 N° 7-80 Pisos 12 Y 13
Municipio: Bogotá D.C.
Correo electrónico: notificacionesjudiciales@cenit-transporte.com
Teléfono comercial 1: 3198800
Teléfono comercial 2: No reportó.
Teléfono comercial 3: No reportó.Dirección para notificación judicial: Calle 113 N° 7-80 Pisos 12 Y 13
Municipio: Bogotá D.C.
Correo electrónico de notificación:
notificacionesjudiciales@cenit-transporte.com
Teléfono para notificación 1: 3198800
Teléfono para notificación 2: No reportó.
Teléfono para notificación 3: No reportó.

La persona jurídica SI autorizó para recibir notificaciones personales a través de correo electrónico, de conformidad con lo establecido en los artículos 291 del Código General del Procesos y 67

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. A26165630

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2616563088804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

CONSTITUCIÓN

Por Documento Privado del 15 de junio de 2012 de Accionista Único, inscrito en esta Cámara de Comercio el 15 de junio de 2012, con el No. 01642915 del Libro IX, se constituyó la sociedad de naturaleza Comercial denominada CENIT TRANSPORTE Y LOGISTICA DE HIDROCARBUROS S A S.

REFORMAS ESPECIALES

Por Acta No. 9 de la Asamblea de Accionistas, del 26 de mayo de 2014, inscrita el 19 de diciembre de 2014 bajo el número 01896293 del libro IX, la sociedad de la referencia (absorbente) absorbe mediante fusión a la sociedad EPI-ECOPETROL PIPELINES INTERNATIONAL LIMITED la cual se disuelve sin liquidarse transfiriendo en bloque su patrimonio.

Por Acta No. 19 de la Asamblea de Accionistas, del 29 de julio de 2016 inscrita el 29 de diciembre de 2016 bajo el número 02173351 del libro IX, la sociedad EQUION ENERGIA LIMITED (extranjera) se escinde parcialmente transfiriendo parte de su patrimonio a las sociedades REPSOL DUCTOS COLOMBIA S.A.S y CENIT TRANSPORTE Y LOGISTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S.

Por Acta No. 19 de la Asamblea de Accionistas, del 29 de julio de 2016, inscrita el 6 de enero de 2017 bajo el número 02174825 del libro IX, la sociedad de la referencia (absorbente) absorbe mediante fusión a la sociedad SENTO S.A.S., la cual se disuelve sin liquidarse.

Por Escritura Pública No. 4660 del 21 de diciembre de 2023 de la Notaria 21 de Bogotá D.C., inscrita en esta Cámara de Comercio el 28 de Diciembre de 2023 , con el No. 03050522 del Libro IX, mediante

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2024 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA2616563D

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2616563088834

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

fusión la sociedad: CENIT TRANSPORTE Y LOGISTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S (absorbente), absorbe a la sociedad: OLEODUCTO BICENTENARIO DE COLOMBIA S.A.S (absorbida) la cual se disuelve sin liquidarse.

TÉRMINO DE DURACIÓN

La persona jurídica no se encuentra disuelta y su duración es indefinida.

OBJETO SOCIAL

La Sociedad tendrá como objeto principal la ejecución de actividades industriales y comerciales propias de la industria de hidrocarburos y de energía, y en particular, el transporte y/o almacenamiento y/o logística de hidrocarburos, sus derivados, productos y afines, a través de sistemas de transporte y/o almacenamiento, propios o de terceros, en la República de Colombia o en el exterior. Asimismo, la sociedad podrá realizar todas las operaciones en el Centro de Distribución Logística Internacional que establece la normatividad aduanera vigente, y las que la modifiquen, adicionen o reglamenten, tales como: reembarque, importación, exportación y transbordo indirecto, así como aquellas que las complementen o se relacionen con ellas. Adicionalmente, forman parte de su objeto social las siguientes actividades: (A) Ejecutar todo tipo de actividades de prestación de servicios relacionadas con la extracción de petróleo y gas; (B) Tratamiento, mezcla, transporte, almacenamiento, distribución y/o comercialización de hidrocarburos, sus derivados y productos, propios o de terceros, nacionales o importados, derivados de actividades relacionadas con la extracción de hidrocarburos, Onshore y Offshore, y su correspondiente transporte y logística, así como todo tipo de servicios requeridos por la operación de campos petroleros, tales como, manejo de agua, suministro de energía, entre otros; (C) Desarrollar todas las actividades de la cadena de energía eléctrica; (D) Participar en la realización de investigaciones, actividades científicas y tecnológicas, así como realizar su aprovechamiento y aplicación técnica y económica; (E) Diseñar, construir, operar, administrar, explotar comercialmente y ser propietaria de sistemas, incluyendo, pero sin limitarse a sistemas multimodales, de transporte de hidrocarburos sus derivados, productos o afines, e instalaciones relacionadas, tales como descargaderos,

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. A26165630

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2616563028804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

cargaderos, tanques de almacenamiento, entre otros; (F) Diseñar, construir, operar y/o administrar puertos o terminales marítimos y/o fluviales; (G) Prestar, directa o indirectamente, servicios relacionados con la operación portuaria, incluyendo sin limitarse a ellos, almacenamiento, manejo terrestre, marítimo o, porteo y cargue de hidrocarburos, sus derivados, productos o afines; (H) Adelantar todas las actividades necesarias o relacionadas con la explotación y aprovechamiento de sus propias instalaciones de transporte de hidrocarburos (oleoductos y poliductos), incluyendo las terminales, estaciones de bombeo y puertos, así como adelantar y ejecutar dichas actividades en relación con otros sistemas de transporte de hidrocarburos, terminales, estaciones de bombeo y puertos, aunque no sean de su propiedad y cualquiera que sea su naturaleza; la sociedad podrá suscribir los contratos o acuerdos que sean necesarios para dar cumplimiento a esta actividad, incluyendo, pero sin estar limitados a la operación y mantenimiento de facilidades, outsourcing, y en general todo tipo de actividades de prestación de servicios relacionadas con el diseño, construcción, administración, operación, automatización y mantenimiento de sistemas de transporte y logística de hidrocarburos, sus derivados o productos afines, instalaciones relacionadas y puertos; (I) Realizar cualquier actividad complementaria, conexas o útil para el desarrollo de las actividades descritas en los literales (A) al (H) anteriores; (J) Abrir sucursales o agencias, así como constituir sociedades subordinadas (con la participación o no de terceros), en la República de Colombia o en el extranjero, que tengan un objeto igual o similar, conexas, complementario, necesario o útil para el desarrollo del objeto social, previa autorización de la Junta Directiva de la Sociedad; (K) Adquirir o enajenar acciones, partes de interés o cuotas en sociedades, patrimonios autónomos, empresas unipersonales o en cualquier entidad jurídica, que tengan un objeto igual, similar, conexas, complementario, necesario o útil para el desarrollo del objeto social de la Sociedad, previa autorización de la Junta Directiva de la Sociedad, pudiendo comprender la participación en compañías cuya actividad fuere diferente a la de la Sociedad, siempre que, a juicio de la Junta Directiva, ello resultare conveniente para los intereses de Cenit; (L) Conformar cualquier tipo de asociación permitida por la ley, con personas naturales o jurídicas, para llevar a cabo actividades relacionadas con el objeto de la Sociedad, previa autorización de la Junta Directiva de la Sociedad; (M) Adquirir, enajenar, dar, tomar en arrendamiento y gravar a cualquier título, cualquiera y todos los bienes muebles o inmuebles de la Sociedad,

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26165630

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2616563088804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

cuando estas operaciones sean necesarias o convenientes para desarrollar en forma apropiada su objeto social; (N) Celebrar cualquier clase de contrato de arrendamiento, uso, usufructo o similar de la infraestructura o activos de la Sociedad; (O) Celebrar toda clase de contratos que tengan por fin desarrollar y/o ejecutar el objeto de la Sociedad; (P) Ejecutar operaciones de mutuo y descuento, dando y recibiendo garantías reales o personales, así como emitir bonos, papeles comerciales y en general cualquier tipo de títulos de contenido crediticio; (Q) Abrir, operar y cancelar cuentas bancarias; (R) Girar, endosar, aceptar, otorgar, negociar, descontar y garantizar toda clase de títulos valores y demás documentos civiles o comerciales; (S) Solicitar, registrar, adquirir o poseer en cualquier otra forma, usar, disfrutar y explotar marcas, diseños y nombres de marca, nombres comerciales, patentes, invenciones y procedimientos; (T) Suscribir y ejecutar, por su propia cuenta o por cuenta de terceros, cualquier acto o contrato, sean civiles, comerciales, principales o de garantía, o de cualquier otra naturaleza, que estén directamente relacionados con el objeto social y que se consideren necesarios o convenientes para llevar a cabo su objeto social; y (U) Garantizar obligaciones de terceros, previa autorización de la Junta Directiva de la Sociedad.

CAPITAL*** CAPITAL AUTORIZADO ***

Valor	:	\$6.829.999.997.052,75
No. de Acciones	:	578.291.105,00
Valor Nominal	:	\$11.810,6606482435

*** CAPITAL SUSCRITO ***

Valor	:	\$1.983.571.448.890,00
No. de Acciones	:	167.947.544,00
Valor Nominal	:	\$11.810,6606482435

*** CAPITAL PAGADO ***

Valor	:	\$1.983.571.448.890,00
No. de Acciones	:	167.947.544,00

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2024 Hora: 19:42:51

Recibo No. AA2616563D

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2616563088804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

Valor Nominal : \$11.810,6606482435

REPRESENTACIÓN LEGAL

La Representación Legal General de la Sociedad estará a cargo del Presidente y será el encargado de la gestión de los negocios sociales y representará legalmente a la Sociedad. El Presidente tendrá dos (2) suplentes, dichos suplentes podrán actuar en cualquier circunstancia, sean faltas temporales o absolutas y se denominarán Primer y Segundo Suplente del Presidente. La Sociedad tendrá un Representante Legal para Asuntos Judiciales y Extrajudiciales, quien tendrá un suplente que lo reemplazará en las faltas absolutas o accidentales con idénticas facultades. La Sociedad tendrá un Representante Legal para administrar el proceso de contratación y abastecimiento de bienes y servicios, quién tendrá un suplente que lo reemplazará en las faltas temporales, absolutas o accidentales con idénticas facultades, y en consecuencia, estará facultado para, entre otros, negociar, disponer, suscribir, modificar, liquidar todo acto, contrato, convenio, acuerdo, incluyendo aquellos con filiales de la Sociedad.

FACULTADES Y LIMITACIONES DEL REPRESENTANTE LEGAL

El Presidente y los Representantes Legales Suplentes, son los representantes legales de la Sociedad, con facultades, por lo tanto, para ejecutar todos los actos y contratos acordes con la naturaleza de su encargo, que se relacionen directamente con el giro ordinario de los negocios sociales y solo estarán limitados por lo establecido en los presentes Estatutos. El Presidente y los Representantes Legales Suplentes estarán obligados y autorizados para cumplir todas las tareas y responsabilidades asignadas en los presentes estatutos y en la ley. Los Representantes Legales Suplentes tendrán las mismas facultades que el Presidente. En especial, el Presidente tendrá las siguientes funciones: (A) Representar a la Sociedad judicial y extrajudicialmente ante los accionistas, terceros y toda clase de autoridades judiciales y administrativas pudiendo nombrar mandatarios para que representen a la Sociedad, cuando fuere el caso. (B) Asistir a la Asamblea General de Accionistas y las reuniones de la Junta

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Escrito No.: AA2618563D

Valor: \$ 12.106

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A24165630B8804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

Directiva, con voz, pero sin voto, así como ejecutar los acuerdos y resoluciones que se tomen en dichas reuniones. (C) Presentar a la Asamblea General de Accionistas las cuentas, balances, estado de pérdidas y ganancias, inventarios e informes, proponiendo a la vez la distribución de utilidades. (D) Constituir apoderados judiciales y extrajudiciales. (E) Celebrar cualquier tipo de operaciones bancarias. (F) Celebrar con las más amplias facultades y limitado solamente por el objeto de la Sociedad, todo tipo de contratos civiles, mercantiles y administrativos, cumpliendo con las autorizaciones previas requeridas según lo dispuesto en los presentes estatutos sociales. (G) Aprobar el Manual del Transportador de cualquier sistema de transporte de hidrocarburos de propiedad de la Sociedad, así como sus adiciones o modificaciones. (H) Transigir y comprometer los negocios sociales. (I) Cuidar la recaudación e inversión de los fondos de la Sociedad. (J) Velar porque los empleados de la Sociedad cumplan estrictamente sus deberes. (K) Nombrar los cargos de reporte directo al Presidente, aprobar su remoción, sus reemplazos y su valoración de desempeño, así como realizar ajustes a la estructura de la organización por debajo de nivel 1. (L) Mantener a la Junta Directiva informada sobre el curso de los negocios. (M) Adoptar las medidas necesarias para la supervisión y preservación de los derechos, bienes y los intereses de la Sociedad. (N) Nominar candidatos para su elección como miembros de juntas directivas, consejos directivos o demás órganos corporativos de las filiales, subsidiarias de la Sociedad o compañías en las que la Sociedad tenga participación en el capital, quienes podrán ser terceros y/o trabajadores de la Sociedad o su matriz. (O) Adoptar las definiciones y lineamientos corporativos emitidos por la matriz en virtud del Modelo de Relacionamiento de Gobierno Corporativo del Grupo Ecopetrol. (P) Aprobar el modelo de cultura y la Estrategia de Sostenibilidad de Cenit. (Q) Aprobar las adiciones al presupuesto anual que no impacten a la baja el margen operacional, EBITDA o la utilidad neta, previa recomendación del Vicepresidente de Finanzas, Estrategia y Nuevos Negocios. (R) Aprobar la creación, modificación y/o eliminación de Comités de Alta Dirección. (S) Aprobar la Política Salarial de Cenit. (T) Aprobar el Tablero Balanceado de Gestión de las Vicepresidencias y Gerencias nivel 1 de Cenit. Parágrafo: El Presidente y sus suplentes, podrán facultar a otros trabajadores de la Sociedad para que desarrollen algunas de sus funciones, salvo aquellas que, por mandato legal, deban ejercer directamente. Cuando para el desarrollo de las facultades asignadas, el trabajador requiera capacidad legal para celebrar negocios jurídicos que

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2024 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26165630

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A261654308894

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

vinculen a la Sociedad, la asignación del Presidente y sus suplentes deberá acompañarse del respectivo acto de apoderamiento, el cual podrá ser revocado en cualquier momento. El representante Legal para Asuntos Judiciales y Extrajudiciales y su suplente representará a la Sociedad en los siguientes asuntos: A) Recibir toda clase de notificaciones de actuaciones, investigaciones administrativas, y demandas o solicitudes de convocatoria presentadas o iniciadas contra la Sociedad en cualquier clase de actuación o proceso judicial, arbitral, extrajudicial, administrativo o policivo. B) Representar a la Sociedad en toda clase de procesos judiciales, administrativos, policivos, arbitrales o extrajudiciales en los que la Sociedad sea parte, por ello, estará plenamente facultado para recibir, desistir, transigir y conciliar en nombre de la Sociedad. C) Absolver en nombre y representación de la Sociedad, toda clase de interrogatorios de parte, judiciales, arbitrales y extrajudiciales, que se formulen a la Sociedad. D) Representar a la Sociedad en toda clase de actuaciones administrativas iniciadas por o en contra de ella, ante cualquier autoridad administrativa, policiva, arbitral o judicial. E) Iniciar y llevar a cabo, en nombre de la Sociedad, toda clase de solicitudes, peticiones o trámites ante cualquier autoridad administrativa, policiva, judicial o arbitral, incluyendo la facultad para interponer cualquier recurso en nombre de la Sociedad. F) Otorgar, en nombre y representación de la Sociedad, poderes a los abogados que habrán de llevar la representación y personería en toda clase de procesos judiciales, extrajudiciales, policivos, administrativos o arbitrales en los cuales la Sociedad sea parte; para este efecto, el Representante Legal para Asuntos Judiciales y Extrajudiciales o su suplente podrán conferir a los apoderados las facultades de recibir, desistir, transigir, conciliar en nombre de la Sociedad y sustituir. Podrán revocar en cualquier momento los poderes otorgados. La Sociedad tendrá un Representante Legal para administrar el proceso de contratación y abastecimiento de bienes y servicios, quién tendrá un suplente que lo reemplazará en las faltas temporales, absolutas o accidentales con idénticas facultades, y en consecuencia, estará facultado para, entre otros, negociar, disponer, suscribir, modificar, liquidar todo acto, contrato, convenio, acuerdo, incluyendo aquellos con filiales de la Sociedad. Son funciones de la Junta directiva, además de las legales y las que le delegue la Asamblea de Accionistas las siguientes: (ee) Autorizar al Representante Legal y/o su apoderado general competente para negociar, suscribir y ejecutar todo tipo de actos, convenios, contratos y acuerdos relacionados con la venta, arrendamiento,

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGALFecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51
Recibo No. AA26165630
Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2416563088804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

comodato o cualquier otra forma de disposición de activos o propiedades de la compañía, que excedan de setenta y siete mil (77.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes, excepto aquellos que sean parte del proceso de contratación y abastecimiento, los cuales están incluidos en las facultades del Representante Legal para fines de Contratación y Abastecimiento.

NOMBRAMIENTOS**REPRESENTANTES LEGALES**

Por Acta No. 185 del 16 de mayo de 2024, de Junta Directiva, inscrita en esta Cámara de Comercio el 19 de junio de 2024 con el No. 03129869 del Libro IX, se designó a:

CARGO	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN
Presidente	Alexander Motezuma Cadena	C.C. No. 91274134

Por Acta No. 183 del 8 de marzo de 2024, de Junta Directiva, inscrita en esta Cámara de Comercio el 21 de marzo de 2024 con el No. 03080388 del Libro IX, se designó a:

CARGO	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN
Representante Legal Para Fines De Contratación Y Abastecimiento De Bienes Y Servicios	Juan Sebastian Ruiz Jimenez	C.C. No. 80091874

Por Acta No. 117 del 13 de marzo de 2020, de Junta Directiva, inscrita en esta Cámara de Comercio el 30 de abril de 2020 con el No. 02569056 del Libro IX, se designó a:

CARGO	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN
Nombramiento	Diana Maria Ceballos	C.C. No. 31482101

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51
Recibo No.: AA26165630
Valor: \$ 12,109

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A26165630B8804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

De Sanchez
Representante
Legal Para
Asuntos
Judiciales Y
Extrajudiciales

Por Acta No. 188 del 18 de julio de 2024, de Junta Directiva, inscrita en esta Cámara de Comercio el 8 de agosto de 2024 con el No. 03146737 del Libro IX, se designó a:

CARGO	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN
Primer Suplente Presidente	Jorge Dilson Murcia Del Olaya	C.C. No. 12195279

Por Acta No. 191 del 18 de septiembre de 2024, de Junta Directiva, inscrita en esta Cámara de Comercio el 10 de octubre de 2024 con el No. 03167196 del Libro IX, se designó a:

CARGO	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN
Suplente Del Representante Legal Para Contratación Y Abastecimiento De Bienes Y Servicios	Oliverio Del Villar Hernandez	C.C. No. 79334426

Por Acta No. 201 del 5 de mayo de 2025, de Junta Directiva, inscrita en esta Cámara de Comercio el 8 de mayo de 2025 con el No. 03253611 del Libro IX, se designó a:

CARGO	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN
Segundo Suplente Presidente	Cristhian Vicente Del Prado Castillo	C.C. No. 80075986

Por Acta No. 126 del 16 de septiembre de 2020, de Junta Directiva,

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26155630

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A261654308804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

inscrita en esta Cámara de Comercio el 6 de octubre de 2020 con el No. 02622536 del Libro IX, se designó a:

CARGO	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN
Representante Legal Suplente Para Asuntos Judiciales Y Extrajudiciales	Lady Milena Mendez Orozco	C.C. No. 53013455

ÓRGANO DE ADMINISTRACIÓN

JUNTA DIRECTIVA

PRINCIPALES CARGO	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN
Primer Renglon	Ricardo Roa Barragan	C.C. No. 19451246
Segundo Renglon	Alfonso Camilo Barco Muñoz	C.C. No. 80411348
Tercer Renglon	Bayron Arley Triana Arias	C.C. No. 80799877
Cuarto Renglon	Maria Cristina Toro Restrepo	C.C. No. 30321633
Quinto Renglon	Juan Carlos Hurtado Parra	C.C. No. 91278045

Por Acta No. 76 del 15 de mayo de 2024, de Asamblea de Accionistas, inscrita en esta Cámara de Comercio el 21 de junio de 2024 con el No. 03130647 del Libro IX, se designó a:

PRINCIPALES CARGO	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN
Tercer Renglon	Bayron Arley Triana Arias	C.C. No. 80799877
Cuarto Renglon	Maria Cristina Toro Restrepo	C.C. No. 30321633

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26165633

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2616563086804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

Quinto Renglon Juan Carlos Hurtado C.C. No. 91278045
Parra

Por Acta No. 79 del 17 de octubre de 2024, de Asamblea de Accionistas, inscrita en esta Cámara de Comercio el 9 de diciembre de 2024 con el No. 03185651 del Libro IX, se designó a:

PRINCIPALES

CARGO	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN
Segundo Renglon	Alfonso Camilo Barco Muñoz	C.C. No. 80411348

Por Acta No. 81 del 11 de julio de 2025, de Asamblea de Accionistas, inscrita en esta Cámara de Comercio el 4 de septiembre de 2025 con el No. 03294048 del Libro IX, se designó a:

PRINCIPALES

CARGO	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN
Primer Renglon	Ricardo Roa Barragan	C.C. No. 19451246

REVISORES FISCALES

Por Acta No. 80 del 28 de marzo de 2025, de Asamblea de Accionistas, inscrita en esta Cámara de Comercio el 30 de abril de 2025 con el No. 03250852 del Libro IX, se designó a:

CARGO	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN
Revisor Fiscal Persona Jurídica	DELOITTE & TOUCHE S.A.S.	N.I.T. No. 860005813 4

Por Documento Privado del 14 de abril de 2025, de Revisor Fiscal, inscrita en esta Cámara de Comercio el 30 de abril de 2025 con el No. 03250853 del Libro IX, se designó a:

CARGO	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN
Revisor Fiscal	Jimmy Nieto Vanegas	C.C. No. 79832644 T.P.

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2024 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26165630

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A261654308804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

Principal

No. 108366-T

Por Documento Privado del 13 de junio de 2025, de Revisor Fiscal, inscrita en esta Cámara de Comercio el 13 de junio de 2025 con el No. 03266650 del Libro IX, se designó a:

CARGO	NOMBRE	IDENTIFICACIÓN
Revisor Fiscal Suplente	Jeisson David Cruz Suta	C.C. No. 1016036852 T.F. No. 242020-T

PODERES

Por Escritura Pública No. 564 de la Notaría 39 de Bogotá D.C., del 7 de marzo de 2013, inscrita el 1 de abril de 2013 bajo el No. 00024911 del libro V, compareció Camilo Marulanda López, identificado con cedula de ciudadanía No. 10.008.868 de Pereira, en su calidad de representante legal, por medio de la presente escritura pública, confiere poder general a Carlos Alirio Mora Medina, identificado con cedula de ciudadanía No. 79.347.064 de Bogotá, con tarjeta profesional de abogado número 61.776 expedida por el consejo superior de la judicatura, en su carácter de jefe tributario de cenit, para que represente a cenit en todos los asuntos relacionados con los temas tributarios y aduaneros de la empresa, en el territorio nacional, ante cualquier autoridad del orden judicial, administrativo y aduanero, con atribuciones expresas para: a) intervenir en audiencias en las que tenga que comparecer cenit, en desarrollo de procesos o trámites judiciales, prejudiciales, extrajudiciales y administrativos relacionados con los temas tributarios y aduaneros de la empresa. B) adelantar trámites administrativos ante la Dian. C) absolver interrogatorios de parte, notificarse, conciliar, transigir y, en general, realizar todo acto o diligencia, de carácter procesal o extraprocesal, que estime pertinente para la defensa de cenit, en ejercicio de la presentación que se le confiere, en los asuntos relacionados con los temas tributarios y aduaneros de la empresa. D) conferir y revocar poderes especiales, de acuerdo con las necesidades de cenit y con miras a lograr la adecuada y oportuna representación de esta sociedad, en los asuntos relacionados con los temas tributarios y aduaneros de la empresa. E) iniciar las acciones o actuaciones, judiciales o administrativas, que demande la adecuada protección de los intereses de cenit, en los asuntos relacionados con

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26165630

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN AA2616563088804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

los temas tributarios y aduaneros de la empresa.

Por Escritura Pública No. 1910 de la Notaría 51 de Bogotá D.C., del 3 de julio de 2013, inscrita el 16 de julio de 2013, bajo el no. 00025805 del libro V, modificado Por Escritura Pública No. 1128 de la Notaría 31 de Bogotá D.C., del 07 de diciembre de 2020, inscrita el 31 de Diciembre de 2020 bajo el registro No 00044632 del libro V, compareció Camilo Ernesto Vela Villota identificado con Cédula de Ciudadanía No. 13.064.519, en su calidad de Representante Legal Suplente de la sociedad de la referencia y en un principio Camilo Marulanda Lopez, identificado con cédula de ciudadanía no. 10.008.868 de Pereira, en su calidad de representante legal de la sociedad de la referencia, por medio de la presente escritura pública, confiere poder General, amplio y suficiente a Eugenio Gómez Hoyos, identificado con cédula de ciudadanía no. 79.121.780 de Fontibón, En su condición de Gerente Comercial de CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S para que en nombre y representación de CENIT y en el marco de las disposiciones legales, reglamentarias y estatutarias aplicables, la represente en todos los actos, negocios, trámites, diligencias y actuaciones que se requieren para el normal desarrollo de los roles y responsabilidades que le fueran asignados y, entre otros, suscriba, ejecute y liquide los contratos, convenios, acuerdos y otros, prórrogas, trámites y modificaciones, incluidos aquellos con filiales, requeridos para tal fin frente a cualquier entidad, organismo o persona natural o jurídica, incluyendo pero sin limitares e: a. Celebrar, ejecutar, liquidar, modificar contratos, acuerdos, convenios comerciales para la prestación de servicios en los sistemas de transporte por oleoductos, poliductos, así como los servicios industriales y comerciales propios de la industria de hidrocarburos y energía que presta la Sociedad, de acuerdo con su objeto social, hasta por una cuantía de 2.500.000 S.M.LM.V. En desarrollo de esta actividad, está facultado para suscribir memorandos de entendimiento, contratos, prórrogas, modificaciones, actas de suspensión y/o reinicio, actas de aclaración, terminación y liquidación, acuerdos de pago, transacciones, y en general para suscribir todos los documentos y adelantar todos los trámites que se requieran en relación con los procesos a su cargo y los contratos comerciales para la prestación de los servicios antes descritos. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observando a las normas que regulen el tema de contratación al interior de la sociedad, los estatutos sociales, el Código de buen gobierno, el Código de ética y el Manual de cumplimiento que se encuentren

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2024 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26165630

Valor: \$ 12.100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A261656308804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 3764 del 19 de noviembre de 2021, otorgada en la Notaria 31 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 14 de diciembre de 2021, con el No. 00046492 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Shirley Vanessa de la Ossa Castellar, identificada con cédula de ciudadanía No. 1.102.843.966 de Sincelejo, en su condición de Abogada Operacional de CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S, para que ejerza la representación legal administrativa y judicial de CENIT ante las autoridades de cualquier orden o naturaleza, personas naturales o jurídicas en relación con temas ambientales y arqueológicos de CENIT con las siguientes atribuciones: a) Representación ante cualquier entidad de la rama ejecutiva, judicial o cualquier autoridad ambiental y arqueológica, respecto a cualquier proceso, petición, actuación y/o diligencia de naturaleza judicial o administrativa para asuntos ambientales y arqueológicos. b) Intervenir en audiencias en las que tenga que comparecer CENIT en desarrollo de los procesos o trámites judiciales, prejudiciales, extrajudiciales o administrativos para asuntos ambientales y arqueológicos. c) Absolver interrogatorios de parte, notificarse, conciliar, transigir, recibir, sustituir, desistir, renunciar y, en general, todas aquellas actuaciones y facultades necesarias para el buen cumplimiento de su gestión. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de Contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que se encuentren vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 1376 del 25 de mayo de 2022, otorgada en la Notaria 31 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 15 de junio de 2022, con el No. 00047577 del libro V, la persona jurídica confiere poder general, amplio y suficiente a Manuel Ricardo Serrano Leyton, de nacionalidad colombiana, mayor de edad, vecino y residente de la ciudad de Bogotá D.C, identificado con cédula de ciudadanía 1.026.550.798, para que, en nombre y representación de CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS. (la "Sociedad"): a) Suscriba los contratos y convenios para adquisición de bienes y servicios requeridos por cenit para el desarrollo de su objeto social, hasta por una cuantía equivalente a 2.000 S.M.L.M.V. En desarrollo de esta actividad, está facultado para iniciar

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26165630

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2616563088804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

procedimientos contractuales, suspender y/o cancelar los procesos de contratación, adelantar la etapa de negociación en los procesos de contratación, adelantar la etapa de negociación en los procesos de contratación y adjudicar los contratos. b) Suscriba las prórrogas y modificaciones de los contratos y convenios celebrados, siempre que el valor total del contrato o convenio, incluidas las modificaciones, no supere una cuantía equivalente a 2.000 S.M.L.M.V. c) Así mismo, tendrá las facultades enunciadas respecto de los contratos y convenios que se hubiesen celebrado con anterioridad a la suscripción de este poder y que se encuentren en trámite o ejecución hasta por una cuantía equivalente a 2.000 S.M.L.M.V. d) Designe los administradores de los contratos y convenios, cualquiera que sea su cuantía. e) Celebre acuerdos y transacciones, suscriba los documentos correspondientes en los que consten dichos acuerdos y transacciones hasta por una cuantía equivalente a 2.000 S.M.L.M.V, Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al interior de la sociedad, los estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que resulten aplicables a tales contratos y que se encuentren vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 1385 del 25 de mayo de 2022, otorgada en la Notaría 31 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 16 de junio de 2022, con el No. 00047583 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a María Angélica Cubillos Bustos, identificada con cédula de ciudadanía número 52.057.618 de Bogotá D.C., para que, en nombre y representación de CENIT TRANSPORTE Y LOGISTICA DE HIDROCARBUROS S A S (la "Sociedad"):

a) Suscriba los contratos y convenios para adquisición de bienes y servicios requeridos por la sociedad para el desarrollo de su objeto social, hasta por una cuantía equivalente a 50.000 S.M.L.M.V. En desarrollo de esta actividad está facultada para iniciar procedimientos contractuales, suspender y/o cancelar los procesos de contratación adelantar la etapa de negociación en los procesos de contratación adelantar la etapa de negociación en los procesos de contratación y adjudicar los contratos. b) Suscriba las prórrogas y modificaciones de los contratos y convenios celebrados, siempre que el valor total del contrato o convenio, incluidas las modificaciones no supere el equivalente a 50.000 S.M.L.M.V. c) Así mismo tendrá las facultades enunciadas respecto de los contratos y convenios que se hubieren celebrado con anterioridad a la suscripción de este poder y

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26165630

Valor: \$ 12.100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A261656308804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

que se encuentra en trámite o ejecución siempre que su cuantía no supere el equivalente a 50.000 S.M.L.M.V. d) Designar los administradores de los contratos y convenios cualquiera que sea su cuantía. e) Celebrar acuerdos y transacciones y suscriba los documentos correspondientes en los que consten dichos acuerdos y transacciones hasta por una cuantía equivalente a 50.000 S.M.L.M.V. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al interior de la sociedad, los Estatutos Sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que resulten aplicables a tales contratos y que se encuentren vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 1384 del 25 de mayo de 2022, otorgada en la Notaria 31 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 16 de junio de 2022, con el No. 00047586 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Melquicedec Mojica Martínez, identificado con cédula ciudadanía No. 79.296.494 de Bogotá D.C., para que, en nombre y representación de CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S. (la "Sociedad"): a) Suscriba los contratos y convenios para adquisición de bienes y servicios requeridos por la sociedad para el desarrollo de su objeto social, hasta por una cuantía equivalente a 50.000 S.M.L.M.V. En desarrollo de esta actividad está facultada para iniciar procedimientos contractuales, suspender y/o cancelar los procesos de contratación adelantar la etapa de negociación en los procesos de contratación y adjudicar los contratos. b) Suscriba las prórrogas y modificaciones de los contratos y convenios celebrados, siempre que el valor total del contrato o convenio, incluidas las modificaciones no supere el equivalente a 50.000 S.M.L.M.V. c) Así mismo, tendrá las facultades enunciadas respecto de los contratos y convenios que se hubieren celebrado con anterioridad a la suscripción de este poder y que se encuentren en trámite o ejecución siempre que su cuantía no supere el equivalente a 50.000 S.M.L.M.V. d) Designar los administradores de los contratos y convenios cualquiera que sea su cuantía. e) Celebrar acuerdos y transacciones y suscribir los documentos correspondientes en los que consten dichos acuerdos y transacciones hasta por una cuantía equivalente a 50.000 S.M.L.M.V. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que resulten

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2024 Hora: 10:42:51
Recibo No. AA26165630
Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2616563088804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

aplicables a tales contratos y que se encuentren vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 1377 del 25 de mayo de 2022, otorgada en la Notaría 31 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 16 de junio de 2022, con el No. 00047592 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Luis Javier Moreno Pinilla, identificado con cédula de ciudadanía 79.718.632 de Bogotá D.C., para que, en nombre y representación de CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S. (la "Sociedad"): a) Suscriba los contratos y convenios para adquisición bienes y servicios requeridos por cenit para el desarrollo de su objeto social, hasta por una cuantía equivalente a 10.000 S.M.L.M.V. En desarrollo de esta actividad, está facultado para iniciar procedimientos contractuales, suspender y/o cancelar los procesos de contratación, adelantar la etapa de negociación en los procesos de contratación y adjudicar los contratos. b) Suscriba las prórrogas y modificaciones de los contratos y convenios celebrados, siempre que el valor total del contrato o convenio incluidas las modificaciones, no supere una cuantía equivalente a 10.000 S.M.L.M.V. c) Así mismo, tendrá las facultades enunciadas, respecto de los contratos y convenios que si hubiesen celebrado con anterioridad a la suscripción de este poder y que se encuentren en trámite o ejecución hasta por una cuantía equivalente a 10.000 S.M.L.M.V. d) Designe los administradores de los contratos y convenios, cualquiera que sea su cuantía. e) Celebre acuerdos y transacciones, suscriba los documentos correspondientes en los que consten dichos acuerdos y transacciones hasta por una cuantía equivalente a 10.000 S.M.L.M.V. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia las normas que regulen el tema de contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos Sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que resulten aplicables a tales contratos y que se encuentran vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 1382 del 25 de mayo de 2022, otorgada en la Notaría 31 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 17 de junio de 2022, con el No. 00047609 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Wilson Panqueva Gómez, identificado con cédula ciudadanía No. 80.244.109 de Bogotá D.C., para que, en nombre y representación de CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S. (la "Sociedad"): a) Suscriba los

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26165630

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A261656308804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

contratos y convenios para adquisición de bienes y servicios requeridos por cenit para el desarrollo de su objeto social, hasta por una cuantía equivalente a 10.000 S.M.L.M.V. En desarrollo de esta actividad, está facultado para iniciar procedimientos contractuales, suspender y/o cancelar los procesos de contratación, adelantar la etapa de negociación en los procesos de contratación y adjudicar los contratos. b) Suscriba las prórrogas y modificaciones de los contratos y convenios celebrados, siempre que el valor total del contrato o convenio, incluidas las modificaciones, no supere una cuantía equivalente a 10.000 S.M.L.M.V. c) Así mismo, tendrá las facultades enunciadas, respecto de los contratos y convenios que se hubiesen celebrado con anterioridad a la suscripción de este poder y que se encuentren en trámite o ejecución hasta por una cuantía equivalente a 10.000 S.M.L.M.V. d) Designe los administradores de los contratos y convenios, cualquiera que sea su cuantía. e) Celebre acuerdos y transacciones, suscriba los documentos correspondientes en los que consten dichos acuerdos y transacciones hasta por una cuantía equivalente a 10.000 S.M.L.M.V. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que resulten aplicables a tales contratos y que se encuentren vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 1861 del 23 de junio de 2022, otorgada en la Notaria 31 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 13 de Julio de 2022, con el No. 00047795 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Nicolás Fernando Cañón Acevedo, identificado con la cédula de ciudadanía No. 1.020.756.966 de Bogotá D.C., para que en nombre y representación de la sociedad ejecute los siguientes actos relacionados con los bienes, obligaciones y derechos de la Sociedad, con las siguientes atribuciones: a) representar a la Sociedad ante autoridades judiciales, administrativas y arbitrales en el trámite de cualquier proceso de su competencia; b) iniciar y actuar como apoderado judicial de la Sociedad cualquier trámite ante autoridades judiciales, administrativas y arbitrales, con facultades para desistir; c) otorgar poderes a abogados en ejercicio o sociedades cuyo objeto social sea la prestación de servicios legales para que representen a la Sociedad cualquier trámite judicial, administrativo o arbitral, con facultades para desistir y conciliar; d) rendir

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Racibo No. AA26189630

Valor: \$ 12,108

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A26169630B8804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

interrogatorio de parte ante autoridades judiciales, administrativas y arbitrales como representante de la sociedad en audiencias de conciliación y conciliar en representación de la Sociedad, ambas dentro del trámite de procesos judiciales o arbitrales, o de conciliación ante la Procuraduría General de la Nación, previo concepto favorable del Comité de Conciliación de la Sociedad. Segundo. - Que en ejercicio del poder conferido, el apoderado pondrá toda la diligencia y el cuidado necesario, y responderá hasta por culpa leve, en los términos del Código Civil, artículo 63 y normas complementarias. Tercero. - Que todo acto o contrato que el apoderado realice por fuera de las facultades otorgadas por este medio será de su exclusiva responsabilidad, con las correspondientes sanciones legales y en ningún momento comprometerá a la Sociedad. Cuarto. - Que el presente mandato se regula por los estatutos de la sociedad y por las normas civiles y comerciales aplicables.

Por Escritura Pública No. 1917 del 24 de junio de 2022, otorgada en la Notaria 31 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 14 de Julio de 2022, con el No. 00047803 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Jose Alejandro Duque Ramirez, identificado con la cédula de ciudadanía No. 79.651.403 de Bogotá D.C., para que ejerza la representación administrativa y judicial de CENIT TRANSPORTE Y LOGISTICA DE HIDROCARBUROS S A S ante las autoridades de cualquier orden o naturaleza, personas naturales o jurídicas, con las siguientes atribuciones: a) Representación ante cualquier entidad de la rama ejecutiva, judicial o cualquier autoridad ambiental y arqueológica, con respecto a cualquier proceso, petición, actuación y/o diligencia de naturaleza judicial o administrativa para asuntos ambientales y arqueológicos. b) Intervenir en audiencias en las que tenga que comparecer CENIT en desarrollo de los procesos o trámites judiciales, prejudiciales, extrajudiciales o administrativos para asuntos ambientales y arqueológicos. c) Absolver interrogatorios de parte, notificarse, conciliar, transigir, recibir, sustituir, desistir, renunciar y, en general, todas aquellas actuaciones y facultades necesarias para el buen cumplimiento de su gestión. d) Represente a Cenit ante cualquier entidad de la rama ejecutiva judicial o cualquier autoridad ambiental y arqueológica en cualquier petición, actuación, diligencia o proceso de naturaleza administrativa o judicial para asuntos ambientales y arqueológicos. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores; serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Escrito No. AA26165630

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2616563088904

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

interior de la sociedad, los estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que resulten aplicables a tales contratos y que se encuentren vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 1747 del 16 de junio de 2022, otorgada en la Notaría 31 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 29 de Julio de 2022, con el No. 00047879 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Laura Kathyryne Martínez Albarracín, identificada con la cédula de ciudadanía No. 52.810.532 expedida en Bogotá D.C., para que, en nombre y representación de CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S. (la "Sociedad") para que en nombre y representación de CENIT y en el marco de las disposiciones legales, reglamentarias y estatutarias aplicables, la represente en todos los actos, negocios, trámites, diligencias y actuaciones que se requieren para el normal desarrollo de los roles y responsabilidades que le fueron asignados y, entre otros, suscriba, ejecute y liquide los convenios, acuerdos y otros, prórrogas, trámites y modificaciones, incluidos aquellos con filiales, requeridos para tal fin frente a cualquier entidad, organismo o persona natural o jurídica, incluyendo pero sin limitarse a: a) Operaciones financieras, tales como, pero sin limitarse a, administración de recursos financieros, manejo de instrumentos de inversión, operación de servicios financieros, con entidades autorreguladoras del mercado de valores, infraestructura del mercado de valores y de acceso a la información, custodia y depósito de valores locales o internacionales, contratos ISDA, instrumentos de cobertura de riesgos de crédito, contratos de gestión de operaciones de financiación, contratos de banca de inversión especializada, pólizas de seguro y reaseguro, corredores e intermediación de seguros, contratos para el diseño de estrategias de cobertura de retención y transferencia de riesgos, contratos de calificadoras de riesgo, contratos de agentes del mercado de valores local o Internacional, contratos para la gestión de actividades de relacionamiento con inversionistas, contratos con la revisoría fiscal, entre otros. b) Operaciones de crédito público, tesorería, revisoría fiscal, contratos de condiciones uniformes con empresas de servicios públicos domiciliarios. c) Negociar y celebrar cualquier operación de endeudamiento con la Sociedad previa autorización de la Junta Directiva. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al interior de la Sociedad, los

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2024 Hora: 10:42:51
Recibo No. AA26165630
Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A26165630B8894

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que resulten aplicables a tales contratos y que se encuentren vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 0158 del 06 de febrero de 2023, otorgada en la Notaría 31 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 30 de marzo de 2023 con el No. 00051398 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Luis Earles Delgado Delgado, identificado con la cédula de ciudadanía No. 91.254.562, para que para que en nombre y representación de CENIT, en el marco disposiciones legales, reglamentarias y estatutarias aplicables, la representen en todos los actos, negocios, tramites, diligencias y actuaciones que se requieren para el normal desarrollo de los roles y responsabilidades que le fueron asignados y, entre otros, suscriba, ejecute y liquide los convenios, acuerdos y otrosies, prórrogas, tramites y modificaciones, incluidos aquellos con filiales, requeridos para tal fin frente a cualquier entidad, organismo o persona natural o jurídica, incluyendo pero sin limitarse a:Primero: Facultades delegadas por el Representante Legal Suplente: a) Transigir sobre cualquier tema relacionado con la operación, gestión, administración y mantenimiento de las estaciones, líneas, sistemas de transporte de crudo, los sistemas de transporte de productos derivados, la infraestructura asociada con servicios industriales y la infraestructura para actividades portuarias, proyectos, y cualquier otro proceso a su cargo. Segundo: facultades delegadas por el representante legal para fines de contratación y abastecimiento suplente: b) Suscribir, ejecutar, liquidar los contratos, convenios, acuerdos, incluidos aquellos con filiales, así como sus modificaciones, relacionados con proyectos, así como la gestión, administración y mantenimiento de los sistemas de transportes de crudos y derivados, de los servicios industriales conexos, así, como los puertos de CENIT, y cualquier otro proceso a su cargo. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a la normas que regulen el tema de contratación al interior de la sociedad, los estatutos sociales, el código de buen gobierno, el código de ética y el manual de cumplimiento que resulten aplicables a tales contratos y que se encuentre vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 0784 del 12 de abril de 2023, otorgada en la Notaría 31 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 18 de mayo de 2023, con el No.00049939 del libro V, la persona

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26195030

Valor: \$ 12.100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2616563088804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 10 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Adriana Ingrid Puin Vargas identificada con Cédula de Ciudadanía número 52.524.734 en su condición de Gerente de Compensación y Beneficios de CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S, para que en su nombre y representación y en el marco de las disposiciones legales, reglamentarias y estatutarias aplicables, la represente en todos los actos, negocios, trámites, diligencias y actuaciones que requieran para el normal desarrollo de los roles y responsabilidades que le fueron asignados y, entre otros, suscriba, ejecute y liquide los convenios, acuerdos y otros, prorrogas, trámites y modificaciones, requeridos para tal fin frente a cualquier entidad, organismo o persona natural o jurídica. Incluyendo pero sin limitarse a: a) Representar a CENIT ante cualquier corporación, funcionario o empleado, entidad, incluidas, pero sin limitarse a: entidades de seguridad social, cajas de compensación, administradora de riesgos laborales, en cualquier petición, actuación o diligencia, en relación con los temas laborales de la empresa, b) Suscribir los contratos laborales de la compañía, renovaciones, modificaciones a los mismos y contratos de aprendizaje. c) Celebrar acuerdos, transacciones y conciliaciones, y suscriba los documentos correspondientes en los que conste dichos acuerdos, en relación con los temas laborales de la empresa, y cualquier otro proceso a su cargo. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al Interior de la sociedad, los estatutos sociales, el código de buen gobierno, el código de ética y el manual de cumplimiento que se encuentran vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 1543 del 5 de junio de 2023, otorgada en la Notaría 31 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 12 de julio de 2023, con el No. 00050371 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Oliverio Del Villar Hernandez, identificado con Cédula de Ciudadanía 79.334.426, para que, en nombre y en representación de CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S (la "Sociedad"): a) Suscriba los contratos y convenios para adquisición de bienes y servicios requeridos por Cenit para el desarrollo de su objeto social, así como los contratos relacionados con la venta, arrendamiento, comodato o cualquier otra forma de disposición de activos de la Compañía que sean parte del Proceso de Abastecimiento, hasta por una cuantía equivalente a 77.000 S.M.L.M.V. En desarrollo de esta actividad, está facultado para iniciar procedimientos contractuales, suspender y/o

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2024 Hora: 10:42:51

Recibo No.: AA26165630

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2616563088804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

cancelar los procesos de contratación, adelantar la etapa de negociación en los procesos de contratación y adjudicar los contratos. b) Suscriba las prórrogas y modificaciones de los contratos y convenios celebrados, siempre que el valor total del contrato o convenio, incluidas las modificaciones, no supere una cuantía equivalente a 77.000 S.M.L.M.V. c) Así mismo, tendrá las facultades enunciadas, respecto de los contratos y convenios que se hubiesen celebrado con anterioridad a la suscripción de este poder y que se encuentren en trámite o ejecución hasta por una cuantía equivalente a 77,000 S.M.L.M.V. d) Designe los administradores de los contratos y convenios, cualquiera que sea su cuantía. e) Celebre acuerdos y transacciones, suscriba los documentos correspondientes en los que consten dichos acuerdos y transacciones hasta por una cuantía equivalente a 77.000 S.M.L.M.V. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que resulten aplicables a tales contratos y que se encuentren vigentes al momento de la contratación. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que resulten aplicables a tales contratos y que se encuentren vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 1541 del 5 de junio de 2023, otorgada en la Notaría 31 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 13 de julio de 2023, con el No. 00050379 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a César Fabián Ospina Aristizabal identificado con Cédula de Ciudadanía 80.053.176, para que, en nombre y representación de CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S. (la "Sociedad"): a) Suscriba los contratos y convenios para adquisición de bienes y servicios requeridos por la sociedad para el desarrollo de su objeto social, hasta por una cuantía equivalente a 50.000 S.M.L.M.V. En desarrollo de esta actividad está facultada para iniciar procedimientos contractuales, suspender y/o cancelar los procesos de contratación adelantar la etapa de negociación en los procesos de contratación y adjudicar los contratos. b) Suscriba las prórrogas y modificaciones de los contratos y convenios celebrados, siempre que el valor total del contrato o convenio, incluidas las modificaciones no supere el

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. A26165630

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A261656308884

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

equivalente a 50.000 S.M.L.M.V. c) Así mismo tendrá las facultades enunciadas respecto de los contratos y convenios que se hubieren celebrado con anterioridad a la suscripción de este poder y que se encuentren en trámite o ejecución siempre que su cuantía no supere el equivalente a 50,000 S.M.L.M.V. d) Designar los administradores de los contratos y convenios cualquiera que sea su cuantía. e) Celebrar acuerdos y transacciones y suscribir los documentos correspondientes en los que consten dichos acuerdos y transacciones hasta por una cuantía equivalente a 50.000 S.M.L.M.V. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que resulten aplicables a tales contratos y que se encuentren vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 1542 del 5 de junio de 2023, otorgada en la Notaría 31 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 13 de julio de 2023, con el No. 00050381 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Jorge Eduardo Correa Chavarro, identificado con Cédula de Ciudadanía 1.018.413.866, para que, en nombre y representación de CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S. (la "Sociedad"): a) Suscriba los contratos y convenios para adquisición de bienes y servicios requeridos por cenit para el desarrollo de su objeto social, hasta por una cuantía equivalente a 10.000 S.M.L.M.V. En desarrollo de esta actividad, está facultado para iniciar procedimientos contractuales, suspender y/o cancelar los procesos de contratación, adelantar la etapa de negociación en los procesos de contratación y adjudicar los contratos. b) Suscriba las prórrogas y modificaciones de los contratos y convenios celebrados, siempre que el valor total del contrato o convenio, incluidas las modificaciones, no supere una cuantía equivalente a 10.000 S.M.L.M.V. c) Así mismo, tendrá las facultades enunciadas, respecto de los contratos y convenios que se hubiesen celebrado con anterioridad a la suscripción de este poder y que se encuentren en trámite o ejecución hasta por una cuantía equivalente a 10.000 S.M.L.M.V. d) Designe los administradores de los contratos y convenios, cualquiera que sea su cuantía. e) Celebre acuerdos y transacciones, suscriba los documentos correspondientes en los que consten dichos acuerdos y transacciones hasta por una cuantía equivalente a 10.000 S.M.L.M.V. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26165630

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2616563088804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

normas que regulen el tema de contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que resulten aplicables a tales contratos y que se encuentren vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 1539 del 5 de junio de 2023, otorgada en la Notaría 31 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 13 de Julio de 2023, con el No. 00050383 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Edwin Guasca Cubides, identificado con Cédula de Ciudadanía número 1.069.721.255 y a Adriana Victoria Pacheco Montes, identificada con Cédula de Ciudadanía número 37.274.010, para que, en nombre y representación de CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S. (la "Sociedad"): a) Suscriba los contratos y convenios para adquisición de bienes y servicios requeridos por cenit para el desarrollo de su objeto social, hasta por una cuantía equivalente a 2.000 S.M.L.M.V. En desarrollo de esta actividad, está facultado para iniciar procedimientos contractuales, suspender y/o cancelar los procesos de contratación, adelantar la etapa de negociación en los procesos de contratación y adjudicar los contratos. b) Suscriba las prórrogas y modificaciones de los contratos y convenios celebrados, siempre que el valor total del contrato o convenio, incluidas las modificaciones, no supere una cuantía equivalente a 2.000 S.M.L.M.V. c) Así mismo, tendrá las facultades enunciadas, respecto de los contratos y convenios que se hubiesen celebrado con anterioridad a la suscripción de este poder y que se encuentren en trámite o ejecución hasta por una cuantía equivalente a 2.000 S.M.L.M.V. d) Designe los administradores de los contratos y convenios, cualquiera que sea su cuantía. e) Celebre acuerdos y transacciones, suscriba los documentos correspondientes en los que consten dichos acuerdos y transacciones hasta por una cuantía equivalente a 2.000 S.M.L.M.V. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que resulten aplicables a tales contratos y que se encuentren vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 493 del 7 de marzo de 2024, otorgada en la Notaría 57 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 21 de Marzo de 2024, con el No. 00052035 del libro V, la persona

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26165630

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2616563088804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Luisa Fernanda García Vanegas, identificada con Cédula de Ciudadanía No. 1.014.205.270 de Bogotá, en su calidad de Gerente de Bajas Emisiones de CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S., para que en nombre y representación de Cenit y en el marco de las disposiciones legales, reglamentarias y estatutarias aplicables, la represente en todos los actos, negocios, trámites, diligencias y actuaciones que se requieren para el normal desarrollo de los roles y responsabilidades que le fueron asignados a dicha Gerencia y, entre otros, suscriba, ejecute y liquide los contratos, convenios, acuerdos y otros, prórrogas, trámites y modificaciones, incluidos aquellos con filiales, requeridos para tal fin frente a cualquier entidad, organismo o persona natural o jurídica, Incluyendo pero sin limitarse a: Primero: Facultades delegadas por el Representante Legal Suplente: a) Negociar, suscribir, ejecutar, liquidar, modificar, todo tipo de actos, contratos, convenios y acuerdos relacionados con la venta, arrendamiento, comodato o cualquier otra forma de disposición de activos o propiedades de la compañía relacionados con las funciones a su cargo, hasta setenta y siete mil (77.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes, excepto aquellos que sean parte del proceso de contratación y abastecimiento, los cuales están incluidos en las facultades del Representante Legal para fines de Contratación y Abastecimiento. Segundo: Facultades delegadas por el Representante Legal para fines de Contratación y Abastecimiento: a) Suscribir, ejecutar, liquidar los convenios, acuerdos, incluidos aquellos con filiales, así como sus modificaciones, relacionados con la gestión, administración y mantenimiento de los sistemas de Gas, los servicios industriales conexos y los puertos de Cenit, y cualquier otro proceso a su cargo. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de Contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que se encuentren vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 1100 del 2 de abril de 2024, otorgada en la Notaría 41 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 22 de Abril de 2024, con el No. 00052195 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Pilar Marulanda Sánchez identificada con cédula ciudadanía número 66.719.331 de Tuluá, en su calidad de Vicepresidente de Talento Humano de CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA HIDROCARBUROS S.A.S., para que

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26165630

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A26165630B8804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

en nombre y representación de CENIT y en el marco de las disposiciones legales, reglamentarias y estatutarias aplicables, la represente en todos los actos, negocios, tramites, diligencias y actuaciones que se requieren para el normal desarrollo de los roles y responsabilidades que le fueron asignados a dicha Vicepresidencia y entre otros, suscriba, ejecute y liquide los contratos, convenios, acuerdos y otros, prórrogas, tramites y modificaciones, incluidos aquellos con filiales, requeridos para tal fin frente a cualquier entidad, organismo o persona natural o jurídica, incluyendo pero sin limitarse a: Primero: Facultades delegadas por el Representante Legal Suplente: - a. Representar a CENIT ante cualquier corporación, entidad, funcionario o empleado en cualquier petición, actuación o diligencia, en relación con los temas laborales de la empresa; b. Suscriba los contratos laborales de la compañía, renovaciones, modificaciones a los mismos y contratos de aprendizaje; c. Otorgue y revoque poderes especiales a nombre de CENIT para la atención de los temas laborales de la empresa; d. Celebre acuerdos, transacciones y conciliaciones, y suscriba los documentos correspondientes en los que conste dichos acuerdos, en relación con los temas laborales de la empresa, y cualquier otro proceso a su cargo; e. Absolver interrogatorios de parte en los procesos laborales en que sea parte CENIT; f. Negociar, suscribir, ejecutar, liquidar, modificar, todo tipo de actos, contratos, convenios y acuerdos relacionados con la venta, arrendamiento, comodato o cualquier otra forma de disposición de activos o propiedades de la compañía, relacionados con las funciones a su cargo, hasta setenta y siete mil (77.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes, excepto aquellos que sean parte del proceso de contratación y abastecimiento, los cuales están incluidos en las facultades del Representante Legal para fines de Contratación y Abastecimiento. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de Contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de ética y el Manual de Cumplimiento que se encuentren vigentes al momento de la contratación. Y Confiere poder general, amplio y suficiente a Nicolas Medina López, identificado con Cédula de Ciudadanía 1.015.428.439, Experto de Abastecimiento de CENIT TRANSPORTE Y LOGISTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S., para que en nombre y representación de Cenit y en el marco de las disposiciones legales, reglamentarias y estatutarias aplicables, la represente en todos los actos, negocios, trámites, diligencias y actuaciones que se requieren para el normal desarrollo de los roles y responsabilidades que le

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2024 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26165430

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2616543088804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

fueron asignados, incluyendo pero sin limitarse a: a) Suscriba los contratos y convenios para adquisición de bienes y servicios requeridos por cenit para el desarrollo de su objeto social, hasta por una cuantía equivalente a diez mil Salarios mínimos legales mensuales vigentes (10.000 S.M.L.M.V.) En desarrollo de esta actividad, está facultado para iniciar procedimientos contractuales, suspender y/o cancelar los procesos de contratación, adelantar la etapa de negociación en los procesos de contratación y adjudicar los contratos. b) Suscriba las prórrogas y modificaciones de los contratos y convenios celebrados, siempre que el valor total del contrato o convenio, incluidas las modificaciones, no supere una cuantía equivalente a diez mil Salarios mínimos legales mensuales vigentes (10.000 S.M.L.M.V.). c) Así mismo, tendrá las facultades enunciadas, respecto de los contratos y convenios que se hubiesen celebrado con anterioridad a la suscripción de este poder y que se encuentren en trámite o ejecución hasta por una cuantía equivalente a diez mil Salarios mínimos legales mensuales vigentes (10.000 S.M.L.M.V.). d) Designe los administradores de los contratos y convenios, cualquiera que sea su cuantía. e) Celebre acuerdos y transacciones, suscriba los documentos correspondientes en los que consten dichos acuerdos y transacciones hasta por una cuantía equivalente a diez mil Salarios mínimos legales mensuales vigentes (10.000 S.M.L.M.V.). Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que resulten aplicables a tales contratos y que se encuentren vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 1461 del 08 de mayo de 2024, otorgada en la Notaría 13 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 20 de junio de 2024, con el No. 00052611 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Roberto Mario Cuello Osorio, identificado con Cédula de Ciudadanía 72.345.345, en su condición de Gerente de Estrategia y Nuevos Negocios de CENIT TRANSPORTE Y LOGISTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S. para que en nombre y representación de CENIT y en el marco de las disposiciones legales, reglamentarias y estatutarias aplicables, la represente en todos los actos, negocios, trámites, diligencias y actuaciones que se requieren para el normal desarrollo de los roles y responsabilidades que le fueron asignados a dicha Gerencia y, entre otros, suscriba, ejecute y liquide los contratos, convenios, acuerdos y otros, prórrogas,

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2024 Hora: 10:42:51
Recibo No.: AA26165630
Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN AA2616563088804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 90 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

trámites y modificaciones, incluidos aquellos con filiales, requeridos para tal fin frente a cualquier entidad, organismo o persona natural o jurídica, incluyendo pero sin limitarse a, operaciones relacionadas con planeación e implementación de la estrategia, nuevos negocios, adquisiciones y fusiones, y gestión de nuevas oportunidades de crecimiento inorgánico y de desinversión. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de Contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que se encuentren vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 1373 del 27 de agosto de 2024, otorgada en la Notaría 32 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 13 de Septiembre de 2024, con el No. 00053214 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Andrea Del Pilar Orjuela Gutierrez, identificada con Cédula de Ciudadanía 35.531.708, en su condición de Vicepresidente HSE y Sostenibilidad de CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S. para que en nombre y representación de CENIT Y en el marco de las disposiciones legales, reglamentarias y estatutarias aplicables, la represente en todos los actos, negocios, trámites, diligencias y actuaciones que requieran para el normal desarrollo de los roles y responsabilidades que le fueron asignados a dicha Vicepresidencia y entre otros, suscriba, ejecute y liquide los contratos, convenios, acuerdos y otros, prórrogas, trámites y modificaciones, incluidos aquellos con filiales, requeridos para tal fin frente a cualquier entidad, organismo o persona natural o jurídica, incluyendo pero sin limitarse a: Primero: Facultades de legadas por el representante legal suplente a) Transigir sobre cualquier tema relacionado con la gestión ambiental, de salud ocupacional y seguridad en el trabajo, seguridad física, gestión territorial y de comunidades y de inversión socio ambiental, y cualquier otro proceso a su cargo. B) Negociar, suscribir, ejecutar, liquidar, modificar, todo tipo de actos, contratos, convenios y acuerdo relacionados con la venta, arrendamiento, comodato o cualquier otra forma de disposición de activos o propiedades de la compañía relacionados con las funciones a su cargo, hasta setenta y siete mil (77.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes, excepto de aquellos que sean parte del proceso de contratación y abastecimiento, los cuales están incluidos en las facultades del representante legal para fines de contratación

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. A26165630

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A261656308804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

y abastecimiento. Segundo: Facultades delegas por el representante legal para fines de contratación abastecimiento de bienes y servicios. a) Suscribir y ejecutar los convenios y acuerdos incluidos aquellos con filiales, así como sus modificaciones, relacionados con la gestión y administración de los asuntos ambientales, de salud ocupacional y seguridad en el trabajo, seguridad física, gestión territorial y de comunidades y de inversión socio ambiental, y cualquier otro proceso a su cargo. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de Contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que se encuentren vigentes al momento de la contratación. Primero. Que por medio de la presente escritura pública, confiere poder general, amplio y suficiente a Maria Camila Rodriguez Forero, identificada con Cédula de Ciudadanía 1.098.615.454, en su condición de Vicepresidente Comercial de CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S. para que en nombre y representación de CENIT y en el marco de las disposiciones legales, reglamentarias y estatutarias aplicables, la represente en todos los actos, negocios, trámites, diligencias y actuaciones que se requieren para el normal desarrollo de los roles y responsabilidades que le fueron asignados a dicha Vicepresidencia y, entre otros, suscriba, ejecute y liquide los contratos, convenios, acuerdos y otros, prórrogas, trámites y modificaciones, incluidos aquellos con casa matriz y filiales, requeridos para tal fin frente a cualquier entidad, organismo o persona natural o jurídica, incluyendo pero sin limitarse a. a) Celebrar, ejecutar, liquidar, modificar contratos, acuerdos, convenios comerciales para la prestación de servicios en los sistemas de transporte por oleoductos, poliductos, así como los servicios industriales y comerciales propios de la industria de hidrocarburos y energía que presta la Sociedad, de acuerdo con su objeto social, hasta por una cuantía de 10.000.000 S.M.L.M.V. En desarrollo de esta actividad, está facultado para suscribir memorandos de entendimiento, contratos, prórrogas, modificaciones, actas de suspensión y/o reinicio, actas de aclaración, terminación y liquidación, acuerdos de pago, transacciones, y en general para suscribir todos los documentos y adelantar todos los trámites que se requieran en relación con los procesos a su cargo y los contratos comerciales para la prestación de los servicios antes descritos. b) Negociar, suscribir, ejecutar, liquidar, modificar todo tipo de actos, contratos, convenios y acuerdos relacionados con la venta, arrendamiento, comodato) o

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26165630

Valor: \$ 12,10\$

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A26165630B8904

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

.....
cualquier otra forma de disposición de activos o propiedades de la compañía, relacionados con las funciones a su cargo, hasta setenta y siete mil (77.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes, excepto aquellos que sean parte del proceso de contratación y abastecimiento, los cuales están incluidos en las facultades del Representante Legal para fines de Contratación y Abastecimiento. C) Celebrar, ejecutar, liquidar, modificar contratos, acuerdos, convenios comerciales con Ecopetrol S.A., en su calidad de cliente, para la prestación de servicios en los sistemas de transporte por oleoductos, poliductos, así como los servicios industriales y comerciales propios de la industria de hidrocarburos y energía que presta la Sociedad, de acuerdo con su objeto social, hasta por una cuantía de 60.000.000 S.M.L.M.V. En desarrollo de esta actividad, está facultado para suscribir memorandos de entendimiento, contratos, prórrogas, modificaciones, actas de suspensión y/o reinicio, actas de aclaración, terminación y liquidación, acuerdos de pago, transacciones, y en general para suscribir todos los documentos y adelantar todos los trámites que se requieran en relación con los procesos a su cargo y los contratos comerciales para la prestación de los servicios antes descritos. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de Contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que se encuentren vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 4648 del 30 de octubre de 2024, otorgada en la Notaría 21 de Bogotá D.C, registrada en esta Cámara de Comercio el 12 de Diciembre de 2024, con el No. 00053895 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Andrea Carolina Zein Gonzalez, identificada con la cédula de ciudadanía No. 1.052.393.854, para que, en nombre y representación de CENIT TRANSPORTE Y LOGISTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S. (la "Sociedad"): a). Suscriba los contratos y convenios para adquisición de bienes y servicios requeridos por cenit para el desarrollo de su objeto social, hasta por una cuantía equivalente a 2.000 S.M.L.M.V. En desarrollo de esta actividad, está facultada para iniciar procedimientos contractuales, suspender y/o cancelar los procesos de contratación, adelantar la etapa de negociación en los procesos de contratación y adjudicar los contratos. b). Suscriba las prórrogas y modificaciones de los contratos y convenios celebrados, siempre que el valor total del contrato o convenio, incluidas las modificaciones,

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No: AA26155630

Valor: \$ 33,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2616563088804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

no supere una cuantía equivalente a 2.000 S.M.L.M.V. c). Así mismo, tendrá las facultades enunciadas, respecto de los contratos y convenios que se hubiesen celebrado con anterioridad a la suscripción de este poder y que se encuentren en trámite o ejecución hasta por una cuantía equivalente a 2.000 S.M.L.M.V. d). Designe los administradores de los contratos y convenios, cualquiera que sea su cuantía. e) Celebre acuerdos y transacciones suscriba los documentos correspondientes en los que consten dichos acuerdos y transacciones hasta por una cuantía equivalente a 2.000 S.M.L.M.V. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que resulten aplicables a tales contratos y que se encuentren vigentes al momento de la contratación. Que por medio de la presente escritura pública, confiere poder general, amplio y suficiente a Beatriz Elena Álvarez Jaramillo, identificada con Cédula de ciudadanía 41.938.007, para que, en nombre y representación de la Sociedad y en el marco de las disposiciones legales, reglamentarias y estatutarias aplicables. 1.Negocie, suscriba y ejecute todo tipo de acto y contratos relacionados con la venta, arrendamiento, comodato o cualquier otra forma de disposición de activos desincorporados, e inventarios Capitalizables (Proyectos y Mantenimientos mayores) y No Capitalizables (Operación y Mantenimiento) de la Compañía que sean parte del proceso de abastecimiento y servicios administrativos hasta por una cuantía equivalente a 10.000 SMLMV. En desarrollo de esta actividad, está facultado para iniciar procedimientos contractuales, suspender y/o cancelar los procesos de contratación, adelantar la etapa de negociación en los procesos de contratación y adjudicar los contratos. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que resulten aplicables a tales contratos y que se encuentren vigentes al momento de la contratación. Que por medio de la presente escritura pública, confiere poder general, amplio y suficiente a Juan Pablo Eduardo Camilo Ortiz Bravo, identificado con Cédula de Ciudadanía 79.243.402, para que, en nombre y representación de la Sociedad y en el marco de las disposiciones legales, reglamentarias y estatutarias aplicables. 1.Negocie, suscriba y ejecute todo tipo de actos y contratos relacionados con la venta, arrendamiento, comodato o cualquier otra forma de disposición

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26165630

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2616563088804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

de activos desincorporados, e inventarios Capitalizables (Proyectos y Mantenimientos mayores) y No Capitalizables (Operación y Mantenimiento) de la Compañía que sean parte del proceso de abastecimiento y servicios administrativos hasta por una cuantía equivalente a 20.000 SMLMV. En desarrollo de esta actividad, está facultado para iniciar procedimientos contractuales, suspender y/o cancelar los procesos de contratación, adelantar la etapa de negociación en los procesos de contratación y adjudicar los contratos. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que resulten aplicables a tales contratos y que se encuentran vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 2870 del 31 de marzo de 2025, otorgada en la Notaría 38 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 24 de abril de 2025 con el No. 00054858 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Javier Ivan Alfonso Garcia, identificado con la cédula de ciudadanía No. 7.316.780, abogado en ejercicio con tarjeta profesional número 143.137 del Consejo Superior de la Judicatura, en su condición de Abogado de CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S., para que en nombre y representación de la sociedad ejecute los siguientes actos relacionados con los bienes, obligaciones y derechos de la Sociedad, con las siguientes atribuciones: a) representar a la Sociedad ante autoridades judiciales, administrativas y arbitrales en el trámite de cualquier proceso de su competencia; b) iniciar y actuar como apoderado judicial de la Sociedad cualquier trámite ante autoridades judiciales, administrativas y arbitrales, con facultades para desistir; c) otorgar poderes a abogados en ejercicio o sociedades cuyo objeto social sea la prestación de servicios legales para que representen a la Sociedad en cualquier trámite judicial, administrativo o arbitral, con facultades para desistir y conciliar; d) rendir interrogatorio de parte ante autoridades judiciales, administrativas y arbitrales como representante de la Sociedad; e) representar a la Sociedad en audiencias de conciliación y conciliar en representación de la Sociedad, ambas dentro del trámite de procesos judiciales o arbitrales, o de conciliación ante la Procuraduría General de la Nación, previo concepto favorable del Comité de Conciliación de la Sociedad. Segundo.- Que, en ejercicio del poder conferido, el apoderado pondrá toda la diligencia y el

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26165630

Valor: \$ 12,10\$

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A261656308804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

cuidado necesario, y responderá hasta por culpa leve, en los términos del Código Civil, artículo 63 y normas complementarias. Tercero.- Que, todo acto o contrato que el apoderado realice por fuera de las facultades otorgadas por este medio será de su exclusiva responsabilidad, con las correspondientes sanciones legales y en ningún momento comprometerá a la Sociedad. Cuarto.- Que, el presente mandato se regula por los estatutos de la Sociedad y por las normas civiles y comerciales aplicables.

Por Escritura Pública No. 2867 del 31 de marzo de 2025, otorgada en la Notaría 38 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 24 de Abril de 2025, con el No. 00054860 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Yordan Eduardo Cufino Garcia, identificado con la cédula de ciudadanía No. 1.020.789.618, en su condición de Líder Senior de Abastecimiento, para que, en nombre y representación de la sociedad y en el marco de las disposiciones legales reglamentarias y estatutarias aplicables:

- Suscriba los contratos y convenios para adquisición de bienes y servicios requeridos por la sociedad para el desarrollo de su objeto social, hasta por una cuantía equivalente a 50.000 S.M.L.M.V. En desarrollo de esta actividad está facultado para iniciar procedimientos contractuales, suspender y/o cancelar los procesos de contratación adelantar la etapa de negociación en los procesos de contratación y adjudicar los contratos.
- Suscriba las prórrogas y modificaciones de los contratos y convenios celebrados, siempre que el valor total del contrato o convenio, incluidas las modificaciones no supere el equivalente a 50.000 S.M.L.M.V.
- Así mismo tendrá las facultades enunciadas respecto de los contratos y convenios que se hubieren celebrado con anterioridad a la suscripción de este poder y que se encuentren en trámite o ejecución siempre que su cuantía no supere el equivalente a 50.000 S.M.L.M.V.
- Designar los administradores de los contratos y convenios cualquiera que sea su cuantía.
- Celebrar acuerdos y transacciones y suscribir los documentos correspondientes en los que consten dichos acuerdos y transacciones hasta por una cuantía equivalente a 50.000 S.M.L.M.V.

Segundo: Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al interior de la sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que resulten aplicables a tales contratos y que encuentren vigentes al momento de la contratación.

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26185E30

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2616563088904

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

Por Escritura Pública No. 2739 del 6 de mayo de 2025, otorgada en la Notaría 27 de Bogotá D.C, registrada en esta Cámara de Comercio el 29 de mayo de 2025, con el No. 00055387 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Jorge Ramiro Torrado Rincon identificado con Cédula de Ciudadanía No 13.542.049 en su condición de Gerente Aseguramiento y Seguridad de Procesos de CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S. para que en nombre y representación de CENIT y en el marco de las disposiciones legales, reglamentarias y estatutarias aplicables, la represente en todos los actos, negocios, trámites, diligencias y actuaciones que se requieren para el normal desarrollo de los roles y responsabilidades que le fueron asignados y entre otros, suscriba, ejecute y liquide los contratos, convenios, acuerdos y otros, prórrogas, trámites y modificaciones, incluidos aquellos con filiales, requeridos para tal fin frente a cualquier entidad, organismo o persona natural o jurídica, pero sin limitarse a: Primero: Facultades delegadas por el Representante Legal Suplente: a-) Transigir sobre cualquier tema relacionado con la gestión, administración y mantenimiento de los sistemas de transporte de crudo y productos derivados, la infraestructura asociada con servicios industriales y actividades portuarias, y de seguridad de procesos, así como los relacionados con temas portuarios, marítimos y aduaneros, y cualquier otro proceso a su cargo. Segundo: Facultades delegadas por el representante legal para fines de contratación y abastecimiento de bienes y servicios: a) Suscribir, ejecutar, liquidar los convenios, acuerdos, incluidos aquellos con filiales, así como sus modificaciones, relacionados con la gestión, administración y mantenimiento de los sistemas de transporte de crudos y derivados los servicios industriales conexos y los puertos de CENIT, temas de seguridad de procesos y mantenimiento de los sistemas de transporte de crudos y derivados los servicios industriales conexos y los puertos de CENIT, temas de seguridad de procesos y cualquier otro proceso a su cargo. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al interior de la sociedad, los estatutos sociales, el Código de buen gobierno, el Código de ética y el Manual de cumplimiento que se encuentren vigentes al momento de la contratación. CUARTO. Que por medio de la presente escritura pública.

Por Escritura Pública No. 2159 del 16 de julio de 2025, otorgada en la Notaría 26 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 6 de Agosto de 2025, con el No. 00055926 del libro V, la persona

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26165630

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A26165630B8804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 90 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a: Santiago Lombana Indaburu, de nacionalidad colombiana, mayor de edad, vecino y residente en la ciudad de Bogotá D.C., identificado con cédula de ciudadanía número 79.785.746 de Bogotá D.C., en su condición de Líder Senior de Abastecimiento, para que, en nombre y representación de la sociedad y en el marco de las disposiciones legales, reglamentarias y estatutarias aplicables: a) Suscriba los contratos y convenios para adquisición de bienes y servicios requeridos por la sociedad para el desarrollo de su objeto social, hasta por una cuantía equivalente a 50.000 S.M.L.M.V. En desarrollo de esta actividad está facultado para iniciar procedimientos contractuales, suspender y/o cancelar los procesos de contratación adelantar la etapa de negociación en los procesos de contratación y adjudicar los contratos. b) Suscriba las prórrogas y modificaciones de los contratos y convenios celebrados, siempre que el valor total del contrato o convenio, incluidas las modificaciones no supere el equivalente a 50.000 S.M.L.M.V. c) Así mismo tendrá las facultades enunciadas respecto de los contratos y convenios que se hubieren celebrado con anterioridad a la suscripción de este poder y que se encuentren en trámite o ejecución siempre que su cuantía no supere el equivalente a 50.000 S.M.L.M.V. d) Designar los administradores de los contratos y convenios cualquiera que sea su cuantía. e) Celebrar acuerdos y transacciones y suscribir los documentos correspondientes en los que consten dichos acuerdos y transacciones hasta por una cuantía equivalente a 50.000 S.M.L.M.V. Que por medio de la presente escritura pública, confiere poder general, amplio y suficiente a Paula Marcela Roza Reyes, de nacionalidad colombiana, mayor de edad, identificada con cédula de ciudadanía número 1.019.018.999 de Bogotá D.C., en su condición de Especialista de Abastecimiento, para que, en nombre y representación de la Sociedad y en el marco de las disposiciones legales, reglamentarias y estatutarias aplicables: a) Suscriba los contratos y convenios para adquisición de bienes y servicios requeridos por la sociedad para el desarrollo de su objeto social, hasta por una cuantía equivalente a 2.000 S.M.L.M.V. En desarrollo de esta actividad está facultado para iniciar procedimientos contractuales, suspender y/o cancelar los procesos de contratación adelantar la etapa de negociación en los procesos de contratación y adjudicar los contratos. b) Suscriba las prórrogas y modificaciones de los contratos y convenios celebrados, siempre que el valor total del contrato o convenio, incluidas las modificaciones no supere el equivalente a 2.000 S.M.L.M.V. c) Así mismo tendrá las facultades enunciadas respecto de los contratos y convenios que se hubieren

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51
Recibo No.: AA26165630
Valor: \$ 12,300

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2616563088804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

celebrado con anterioridad a la suscripción de este poder y que se encuentren en trámite o ejecución siempre que su cuantía no supere el equivalente a 2.000 S.M.L.M.V. d) Designar los administradores de los contratos y convenios cualquiera que sea su cuantía. e) Celebrar acuerdos y transacciones y suscribir los documentos correspondientes en los que consten dichos acuerdos y transacciones hasta por una cuantía equivalente a 2.000 S.M.L.M.V. Que por medio de la presente escritura pública, confiere poder general amplio y suficiente a Luis Eduardo Marín Restrepo, de nacionalidad colombiana, mayor de edad, identificado con cédula de ciudadanía número 80.849.623 de Bogotá D.C., en su condición de Especialista de Abastecimiento, para que, en nombre y representación de la Sociedad y en el marco de las disposiciones legales, reglamentarias y estatutarias aplicables: a) Suscriba los contratos y convenios para adquisición de bienes y servicios requeridos por la sociedad para el desarrollo de su objeto social, hasta por una cuantía equivalente a 2.000 S.M.L.M.V. En desarrollo de esta actividad está facultado para iniciar procedimientos contractuales, suspender y/o cancelar los procesos de contratación adelantar la etapa de negociación en los procesos de contratación y adjudicar los contratos. b) Suscriba las prórrogas y modificaciones de los contratos y convenios celebrados, siempre que el valor total del contrato o convenio, incluidas las modificaciones no supere el equivalente a 2,000 S.M.L.M.V. c) Así mismo tendrá las facultades enunciadas respecto de los contratos y convenios que se hubieren celebrado con anterioridad a la suscripción de este poder y que se encuentren en trámite o ejecución siempre que su cuantía no supere el equivalente a 2.000 S.M.L.M.V. d) Designar los administradores de los contratos y convenios cualquiera que sea su cuantía. e) Celebrar acuerdos y transacciones y suscribir los documentos correspondientes en los que consten dichos acuerdos y transacciones hasta por una cuantía equivalente a 2.000 S.M.L.M.V. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que resulten aplicables a tales contratos y que se encuentren vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 6300 del 3 de septiembre de 2025, otorgada en la Notaría 51 de Bogotá D.C, registrada en esta Cámara de Comercio el 16 de septiembre de 2025, con el No. 00056213 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Daniel

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2024 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26165630

Valor: \$ 37,106

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A26165630B8804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

Orlando de Antonio Rincón, identificado con Cedula de ciudadanía 79.899.138 en su carácter de Experto de Servicios inmobiliarios de CENIT para que en nombre y representación de CENIT ejecute los siguientes actos relacionados con la gestión inmobiliaria de CENIT, con las siguientes atribuciones: A) Suscriba los acuerdos de indemnización para la adquisición, administración y disposición de los derechos reales de servidumbre que CENIT requiera para el desarrollo de su objeto social; B) Suscriba las escrituras públicas mediante las cuales se legalice a favor de CENIT la adquisición, cesión, aclaración y/o cancelación de los derechos de servidumbre y demás derechos reales necesarios para lograr la adecuada y oportuna gestión inmobiliaria de CENIT; C) Adelante trámites ante autoridades administrativas, catastrales, notariales y registrales requeridas para la adecuada adquisición, administración de los derechos inmobiliarios y la gestión administrativa de los activos fijos de la sociedad. D) Adelante la etapa de negociación y suscriba los contratos de arrendamiento de los bienes inmuebles propiedad de CENIT, sus especiales prorrogas, modificaciones y liquidaciones. E) Otorgue y revoque poderes a nombre de CENIT para la administración, constitución, servidumbre aclaración y/o cancelación de los derechos de y demás derechos reales, todo de acuerdo con las necesidades de la sociedad y con miras a lograr la adecuada y oportuna gestión inmobiliaria de CENIT. F) Otorgue y revoque poderes especiales, de acuerdo con las necesidades de CENIT, con miras a lograr la adecuada y oportuna representación de esta sociedad en los temas relacionados con derechos y obligaciones derivados de la gestión inmobiliaria de CENIT, respecto de litigios, reclamaciones extrajudiciales, judiciales y administrativas. G) Para absolver interrogatorios de parte en los procesos judiciales relacionados con la adquisición, administración, disposición y cancelación de derechos reales de CENIT.

Por Escritura Pública No. 6300 del 3 de septiembre de 2025, otorgada en la Notaría 51 de Bogotá D.C, registrada en esta Cámara de Comercio el 16 de septiembre de 2025, con el No. 00056213 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Jaime Andrés Cañón Beltrán, identificado con Cedula de ciudadanía 79.881.294 en su carácter de Experto de Servicios inmobiliarios de CENIT para que en nombre y representación de la sociedad ejecute los siguientes actos relacionados bienes, obligaciones y derechos de la Sociedad, con las siguientes atribuciones: A) Suscribir los acuerdos de indemnización para la adquisición, administración y disposición de

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGALFecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51
Recibo No. AA26165630
Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2616563088804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se pueda realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

los derechos reales de servidumbre que CENIT requiera para el desarrollo de su objeto social. B) Suscribir las escrituras públicas mediante las cuales se legalice a favor de CENIT la adquisición, cesión, aclaración y/o cancelación de los derechos de servidumbre y demás derechos reales necesarios para lograr la adecuada y oportuna gestión inmobiliaria de CENIT. C) Adelantar trámites ante autoridades administrativas, catastrales, notariales y registrales requeridas para la adecuada adquisición, administración de los derechos inmobiliarios y la gestión administrativa de los activos fijos de la sociedad; D) Adelantar la etapa de negociación y suscriba los contratos de arrendamiento de los bienes inmuebles propiedad de CENIT, sus prórrogas, modificaciones y liquidaciones. E) Absolver interrogatorios de parte en los procesos judiciales relacionados con la adquisición, administración, disposición y cancelación de derechos reales de CENIT. Las facultades que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de Contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que se encuentren vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 6301 del 3 de septiembre de 2025, otorgada en la Notaría 51 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 16 de septiembre de 2025, con el No. 00056214 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Rafael Espinosa Roza, de nacionalidad colombiana, mayor de edad, vecino y residente en la ciudad de Bogotá D.C., identificado con Cédula de Ciudadanía No 79.432.773 en su condición de Gerente Seguridad Física y Continuidad de Negocio de CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S. para que en nombre y representación de CENIT y en el marco de las disposiciones legales, reglamentarias y estatutarias aplicables, la represente en todos los actos, negocios, trámites, diligencias y actuaciones que se requieren para el normal desarrollo de los roles y responsabilidades que le fueron asignados a dicha Gerencia y, entre otros, suscriba, ejecute y liquide los convenios, acuerdos y otros, prórrogas, trámites y modificaciones, incluidos aquellos con filiales, requeridos para tal fin frente a cualquier entidad, organismo o persona natural o jurídica, incluyendo pero sin limitarse a; Primero: Facultades delegadas por el Representante Legal Suplente: a) Transigir sobre cualquier tema relacionado con la gestión de seguridad física y continuidad del negocio, así como de coordinación con la fuerza pública, los

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA2616363D

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A261656308804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

organismos de seguridad del Estado y de gestión de riesgos, y cualquier otro proceso a su cargo. Segundo: Facultades delegadas por el Representante Legal para fines de Contratación y Abastecimiento de Bienes y Servicios: a) Suscribir y ejecutar los convenios y acuerdos incluidos aquellos con filiales, así como sus modificaciones, relacionados con la gestión y administración de los asuntos de seguridad física y continuidad del negocio, así como de coordinación con la fuerza pública, los organismos de seguridad del Estado y de gestión de riesgos, y cualquier otro proceso a su cargo.

Por Escritura Pública No. 1557 del 19 de diciembre de 2025, otorgada en la Notaría 78 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 29 de diciembre de 2025 con el No. 00056912 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a NICOLÁS AUGUSTO MARTÍNEZ TRUJILLO, de nacionalidad colombiana, mayor de edad, vecino y residente en la ciudad de Bogotá D.C., identificado con cédula de ciudadanía No. 1.020.836.501 de Bogotá D.C., abogado en ejercicio con tarjeta profesional No. 385.693 del Consejo Superior de la Judicatura, en su condición de Abogado de CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S., para que en nombre y representación de la sociedad ejecute los siguientes actos relacionados con los bienes, obligaciones y derechos de la Sociedad, con las siguientes atribuciones: a) representar a la Sociedad ante autoridades judiciales, administrativas y arbitrales en el trámite de cualquier proceso de su competencia; b) iniciar y actuar como apoderado judicial de la Sociedad cualquier trámite ante autoridades judiciales, administrativas y arbitrales, con facultades para desistir; c) otorgar poderes a abogados en ejercicio o sociedades cuyo objeto social sea la prestación de servicios legales para que representen a la Sociedad en cualquier trámite judicial, administrativo o arbitral, con facultades para desistir y conciliar; d) rendir interrogatorio de parte ante autoridades judiciales, administrativas y arbitrales como representante de la Sociedad; e) representar a la Sociedad en audiencias de conciliación y conciliar en representación de la Sociedad, ambas dentro del trámite de procesos judiciales o arbitrales, o de conciliación ante la Procuraduría General de la Nación, previo concepto favorable del Comité de Conciliación de la Sociedad. - Que, en ejercicio del poder conferido, el apoderado pondrá toda la diligencia y el cuidado necesario, y responderá hasta por culpa leve, en los términos del Código Civil, artículo 63 y normas complementarias. - Que todo acto o contrato que el apoderado realice por fuera de las facultades

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51
Recibo No. A26165630
Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A261656308804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

otorgadas por este medio será de su exclusiva responsabilidad, con las correspondientes sanciones legales y en ningún momento comprometerá a la Sociedad. - Que el presente mandato se regula por los estatutos de la Sociedad y por las normas civiles y comerciales aplicables.

Por Escritura Pública No. 8632 del 01 de diciembre de 2025, otorgada en la Notaría 68 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 05 de enero de 2026, con el No. 00056932 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Lucy Alcira Pachón Castro identificada con cédula ciudadanía número 51.790.293, en su calidad de Gerente de Entorno de CENIT TRANSPORTE Y LOGISTICA HIDROCARBUROS S.A.S., para que en nombre y representación de CENIT y en el marco de las disposiciones legales, reglamentarias y estatutarias aplicables, la represente en todos los actos, negocios, trámites, diligencias y actuaciones que se requieren para el normal desarrollo de los roles y responsabilidades que le fueron asignados a dicha Gerencia y, entre otros, suscriba, ejecute y liquide los convenios, acuerdos y otros, prórrogas, trámites y modificaciones, incluidos aquellos con filiales, requeridos para tal fin frente a cualquier entidad, organismo o persona natural o jurídica, incluyendo pero limitarse a: Primero: Facultades delegadas por el Representante Legal Suplente: a) Transigir sobre cualquier tema relacionado con la gestión territorial y de comunidades, así como de inversión socio ambiental, y cualquier otro proceso a su cargo. Segundo: Facultades delegadas por el representante legal para fines de contratación y abastecimiento de bienes y servicios: a) Suscribir y ejecutar los convenios y acuerdos incluidos aquellos con filiales, así como su administración modificaciones, de los asuntos relacionados con la gestión y de gestión territorial y de comunidades, así como de inversión socio ambiental, y cualquier otro proceso a su cargo. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de Contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que se encuentren vigentes al momento de la contratación. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al interior de la sociedad, los estatutos sociales, el Código de buen gobierno, el Código de ética y el Manual de cumplimiento que se encuentren vigentes al momento de la contratación.

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26165620

Valor: \$ 12.100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A241654308804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

Por Escritura Pública No. 1556 del 19 de diciembre de 2025, otorgada en la Notaria 78 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 06 de enero de 2026, con el No. 00056935 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Sergio Andrés Manrique Díaz identificado con cédula ciudadanía número 7.697.131, de nacionalidad colombiana, mayor de edad, vecino y residente en la ciudad de Bogotá D.C., en su calidad de Gerente de Abastecimiento de CENIT TRANSPORTE Y LOGISTICA HIDROCARBUROS S.A.S., para que, en nombre y representación de la Sociedad y en el marco de las disposiciones legales, reglamentarias y estatutarias aplicables:

a. Suscriba los contratos y convenios para adquisición de bienes y servicios requeridos por Cenit para el desarrollo de su objeto social, hasta por una cuantía equivalente a 77.000 S.M.L.M.V. En desarrollo de esta actividad, está facultado para iniciar procedimientos contractuales, suspender y/o cancelar los procesos de contratación, adelantar la etapa de negociación en los procesos de contratación y adjudicar los contratos. b. Suscriba las prórrogas y modificaciones de los contratos convenios celebrados, siempre que el valor total del contrato o convenio, incluidas las modificaciones, no supere una cuantía equivalente a 77.000 S.M.L.M.V. c. así mismo, tendrá las facultades enunciadas, respecto de los contratos y convenios que se hubiesen celebrado con anterioridad a la suscripción de este poder y que se encuentren en trámite o ejecución hasta por una cuantía equivalente a 77.000 S.M.L.M.V. d. Designe los administradores de los contratos y convenios cualquiera que sea su cuantía. e. Celebre acuerdos y transacciones, suscriba los documentos correspondientes en los que consten dichos acuerdos y transacciones hasta por una cuantía equivalente a 77.000 S.M.L.M.V. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que resulten aplicables a tales contratos y que se encuentren vigentes al momento de la contratación. SEGUNDO. - Que, en ejercicio del poder conferido, el apoderado pondrá toda la diligencia y el cuidado necesario, y responderá hasta por culpa leve, en los términos del Código Civil, artículo 63 y normas complementarias. TERCERO. - Que todo acto o contrato que el apoderado realice por fuera de las facultades otorgadas por este medio será de su exclusiva responsabilidad, con las correspondientes sanciones legales y en ningún momento comprometerá a la Sociedad. Las facultades a que hacen referencia los

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26165630

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A26165630B804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al interior de la sociedad, los estatutos sociales, el Código de buen gobierno, el Código de ética y el Manual de cumplimiento que se encuentren vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 8630 del 01 de diciembre de 2025, otorgada en la Notaría 68 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 06 de enero de 2026 con el No. 00056936 del libro V, la persona jurídica confirió poder general, amplio y suficiente a Robert Hernán Robles Silva, identificado con Cedula de ciudadanía 1.128.049.188 en su rol de líder de abastecimiento para que, en nombre y representación de CENIT TRANSPORTE Y LOGISTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S., podrá: a) Suscriba los contratos y convenios para adquisición de bienes y servicios requeridos por cenit para el desarrollo de su objeto social, hasta por una cuantía equivalente a 50.000 S.M.L.M.V. En desarrollo de esta actividad, está facultado para iniciar procedimientos contractuales, suspender y/o cancelar los procesos de contratación, adelantar la etapa de negociación en los procesos de contratación y adjudicar los contratos. b) Suscriba las prórrogas y modificaciones de los contratos y convenios celebrados, siempre que el valor total del contrato o convenio, incluidas las modificaciones, no supere una cuantía equivalente a 50.000 S.M.L.M.V. c) Así mismo, tendrá las facultades enunciadas, respecto de los contratos y convenios que se hubiesen celebrado con anterioridad a la suscripción de este poder y que se encuentren en trámite o ejecución hasta por una cuantía equivalente a 50.000 S.M.L.M.V. d) Designe los administradores de los contratos y convenios, cualquiera que sea su cuantía. e) Celebre acuerdos y transacciones, suscriba los documentos correspondientes en los que consten dichos acuerdos y transacciones hasta por una cuantía equivalente a 50.000 S.M.L.M.V. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que resulten aplicables a tales contratos y que se encuentren vigentes al momento de la contratación.

Por Escritura Pública No. 8631 del 01 de diciembre de 2025, otorgada en la Notaría 68 de Bogotá D.C., registrada en esta Cámara de Comercio el 6 de Enero de 2026, con el No. 00056937 del libro V, la persona jurídica confirió poder general amplio y suficiente a Belman

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA2616563D

valor: \$ 12,300

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A261656308804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

Ernesto Ramirez Cáceres, identificado con Cédula de Ciudadanía No 77.194.566 de Valledupar en su condición de Vicepresidente Operaciones y Gestión Activos de CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S. N.I.T. 900.531.210-3, para que en nombre y representación de CENIT y en el marco de las disposiciones legales, reglamentarias y estatutarias aplicables, la represente en todos los actos, negocios, trámites, diligencias y actuaciones que se requieren para el normal desarrollo de los roles y responsabilidades que le fueron asignados a dicha Vicepresidencia y entre otros, suscriba, ejecute y liquide los contratos, convenios, acuerdos y otros, prórrogas, trámites y modificaciones, incluidos aquellos con filiales, requeridos para tal fin frente a cualquier entidad, organismo o persona natural o jurídica, pero sin limitarse a: Primero: Facultades delegadas por el Representante Legal Suplente: - a-) Transigir sobre cualquier tema relacionado con la gestión, administración y mantenimiento de los sistemas de transporte de crudo y productos derivados, la infraestructura asociada con servicios industriales y actividades portuarias, y de seguridad de procesos, así como los relacionados con temas portuarios, marítimos y aduaneros, y cualquier otro proceso a su cargo. b -.) Negociar, suscribir, ejecutar, contratos, convenios liquidar, modificar, todo tipo de actos, y acuerdos relacionados con la venta, arrendamiento, comodato o cualquier otra forma de disposición de activos o propiedades de la compañía relacionados con las funciones a su cargo, hasta setenta y siete (77.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes, excepto de aquellos que sean parte del proceso de contratación y abastecimiento, los cuales están incluidos en las facultades del representante legal para fines de contratación y abastecimiento, - c) Negociar, suscribir, ejecutar, modificar, y liquidar contratos de concesión portuaria. Segundo: Facultades delegadas por el representante legal para fines de contratación y abastecimiento de sus bienes y servicios: a) Suscribir, ejecutar, liquidar los convenios, acuerdos, incluidos aquellos con filiales, así modificaciones, relacionados con la gestión, administración y industriales conexos y los puertos de CENIT, temas de seguridad de procesos y cualquier otro proceso a su cargo. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al interior de la sociedad, los estatutos sociales, el Código que, de buen gobierno, el Código de ética y el Manual de cumplimiento se encuentren vigentes al momento de la contratación. Y CONFIERE poder general, amplio y suficiente a Leonardo Ramirez Cortes, identificado

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26165630

Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN AA2616563088804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 40 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

con Cedula de ciudadanía 93.382.004 en su rol de GERENTE DE ABASTECIMIENTO para que, en nombre y representación de la Sociedad y en el marco de las disposiciones legales, reglamentarias y estatutarias aplicables: a). Suscriba los contratos y convenios para adquisición de bienes y servicios requeridos por Cenit para el desarrollo de su objeto social, hasta por una cuantía equivalente a 77.000 S.M.L.M.V. En desarrollo de esta actividad, está facultado para iniciar procedimientos contractuales, suspender y/o cancelar los procesos de contratación, adelantar la etapa de negociación en los procesos de contratación adjudicar los contratos b). Suscriba las prórrogas y modificaciones de los contratos y convenios celebrados, siempre que el valor total del contrato o convenio, incluidas las modificaciones, no supere una cuantía equivalente a 77.000 S.M.L.M.V C). Así mismo, tendrá las facultades enunciadas, respecto de los contratos y convenios que se hubiesen celebrado con anterioridad a la suscripción de este poder y que se encuentren en trámite o ejecución hasta por una cuantía equivalente a 77.000 S.M.L.M.V. d). Designe los administradores de los contratos y convenios, cualquiera que sea su cuantía. e). Celebre acuerdos y transacciones, suscriba los documentos correspondientes en los que consten dichos acuerdos y transacciones hasta por una cuantía equivalente 77.000 S.M.L.M.V. Las facultades a que hacen referencia los literales anteriores, serán ejercidas dando observancia a las normas que regulen el tema de contratación al interior de la Sociedad, los Estatutos sociales, el Código de Buen Gobierno, el Código de Ética y el Manual de Cumplimiento que resulten aplicables a tales contratos y que se encuentran vigentes al momento de la contratación.

REFORMAS DE ESTATUTOS

Los estatutos de la sociedad han sido reformados así:

DOCUMENTO	INSCRIPCIÓN
Acta No. 1 del 8 de agosto de 2012 de la Asamblea General	01661818 del 29 de agosto de 2012 del Libro IX
Acta No. 2 del 28 de noviembre de 2012 de la Asamblea de Accionistas	01686612 del 5 de diciembre de 2012 del Libro IX
Acta No. 03 del 14 de febrero de 2013 de la Asamblea de Accionistas	01706825 del 18 de febrero de 2013 del Libro IX
Acta No. 5 del 17 de junio de 2013 de la Asamblea de Accionistas	01743142 del 27 de junio de 2013 del Libro IX

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26165630

Valor: \$ 13,108

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A26165630B8804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

Acta No. 6 del 30 de agosto de 2013 de la Asamblea de Accionistas	01766389 del 18 de septiembre de 2013 del Libro IX
Acta No. 9 del 26 de mayo de 2014 de la Asamblea de Accionistas	01896293 del 19 de diciembre de 2014 del Libro IX
Acta No. 12 del 24 de febrero de 2015 de la Asamblea de Accionistas	01921543 del 17 de marzo de 2015 del Libro IX
Acta No. 13 del 18 de marzo de 2015 de la Asamblea de Accionistas	01923568 del 25 de marzo de 2015 del Libro IX
Acta No. 17 del 18 de marzo de 2016 de la Asamblea de Accionistas	02093107 del 13 de abril de 2016 del Libro IX
Acta No. 19 del 29 de julio de 2016 de la Asamblea de Accionistas	02173351 del 29 de diciembre de 2016 del Libro IX
Acta No. 19 del 29 de julio de 2016 de la Asamblea de Accionistas	02174825 del 6 de enero de 2017 del Libro IX
Acta No. 22 del 22 de diciembre de 2016 de la Asamblea de Accionistas	02174032 del 3 de enero de 2017 del Libro IX
Acta No. 23 del 9 de febrero de 2017 de la Asamblea de Accionistas	02195489 del 14 de marzo de 2017 del Libro IX
Acta No. 24 del 24 de marzo de 2017 de la Asamblea de Accionistas	02220413 del 2 de mayo de 2017 del Libro IX
Acta No. 27 del 20 de diciembre de 2017 de la Asamblea de Accionistas	02341214 del 18 de mayo de 2018 del Libro IX
Acta No. 29 del 3 de agosto de 2018 de la Asamblea de Accionistas	02364925 del 9 de agosto de 2018 del Libro IX
Acta No. 30 del 2 de octubre de 2018 de la Asamblea de Accionistas	02385017 del 11 de octubre de 2018 del Libro IX
Acta No. 34 del 4 de octubre de 2019 de la Asamblea de Accionistas	02513812 del 9 de octubre de 2019 del Libro IX
Acta No. 42 del 7 de septiembre de 2020 de la Accionista Único	02617825 del 22 de septiembre de 2020 del Libro IX
Acta No. 61 del 13 de mayo de 2022 de la Accionista Único	02840729 del 19 de mayo de 2022 del Libro IX
Acta No. 73 del 24 de noviembre de 2023 de la Asamblea de Accionistas	03043051 del 7 de diciembre de 2023 del Libro IX
E. F. No. 4660 del 21 de diciembre de 2023 de la Notaria 21 de Bogotá D.C.	03050522 del 28 de diciembre de 2023 del Libro IX
Acta No. 77 del 8 de agosto de 2024 de la Asamblea de Accionistas	03152106 del 26 de agosto de 2024 del Libro IX
Acta No. 82 del 1 de septiembre de 2025 de la Asamblea de Accionistas	03294049 del 4 de septiembre de 2025 del Libro IX
Acta No. 82 del 1 de septiembre de	03342849 del 6 de febrero de

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51
Recibo No. AA26165630
Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2616563088804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

2025 de la Asamblea de Accionistas 2026 del Libro IX

SITUACIÓN DE CONTROL Y/O GRUPO EMPRESARIAL

Por Documento Privado del 8 de agosto de 2024 de Representante Legal, inscrito el 12 de septiembre de 2024 bajo el número 03157838 del libro IX, se comunicó que se ha configurado una situación de control por parte de la sociedad matriz: CENIT TRANSPORTE Y LOGISTICA DE HIDROCARBUROS S A S, respecto de las siguientes sociedades subordinadas:

- OCENSA DUCTOS S.A.S

Domicilio: Bogotá D.C.

Nacionalidad: Colombiana

Actividad: La comercialización y venta de productos colombianos en el exterior derivados y/o relacionados con el sector de hidrocarburos, adquiridos en el mercado interno o fabricados por productores socios de la misma empresa, así como adquirir o enajenar bienes muebles o inmuebles, acciones y todo género de valores

Presupuesto: Numeral 1 Artículo 261 del Código de Comercio

Fecha de configuración de la situación de control : 2024-07-22

Certifica:

Por Documento Privado del 25 de julio de 2012 de Representante Legal, inscrito el 9 de agosto de 2012 bajo el número 01656975 del libro IX, comunicó la sociedad matriz:

- ECOPETROL S A

Domicilio: Bogotá D.C.

Presupuesto: Numeral 1 Artículo 261 del Código de Comercio

Que se ha configurado una situación de grupo empresarial con la sociedad de la referencia.

Fecha de configuración de la situación de grupo empresarial : 2012-06-15

****aclaración de grupo empresarial situación de control ****

Que por documento privado sin num del representante legal del 17 de abril de 2013 inscrito el 3 de mayo de 2013 bajo el registro no. 01727722 del libro IX se aclara la situación de control registrada bajo el No. 01656975 del libro IX, modificándose en el sentido de indicar que ECOPETROL ejerce situación de control y grupo empresarial

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2024 Hora: 10:42:51

Recibo No. AA26165630

Valor: \$ 22,106

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A26165630B8804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

respecto de OCENSA, OLEODUCTO DE COLOMBIA, OLEODUCTO DE LOS LLANOS ORIENTALES S.A, ODL FINANCE y OBC, ya no de manera directa, sino, de manera indirecta a través de la sociedad de la referencia.

Se aclara situación de control inscrita el 12 de Septiembre de 2024 bajo el No. 03157838 del libro IX, en el sentido de indicar que la sociedad ECOPETROL S.A(Matriz) comunica que ejerce situación de control directo sobre la sociedad CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S. así mismo de manera indirecta sobre la sociedad OLEODUCTO CENTRAL S.A.- OCENSA, a su vez a través de CENIT TRANSPORTE Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S. y de OLEODUCTO CENTRAL S.A.- OCENSA ejerce control indirecto sobre C.I REPSOL DUCTOS COLOMBIA S.A.S.

RECURSOS CONTRA LOS ACTOS DE INSCRIPCIÓN

De conformidad con lo establecido en el Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo y la Ley 962 de 2005, los actos administrativos de registro, quedan en firme dentro de los diez (10) días hábiles siguientes a la fecha de inscripción, siempre que no sean objeto de recursos. Para estos efectos, se informa que para la Cámara de Comercio de Bogotá, los sábados NO son días hábiles.

Una vez interpuestos los recursos, los actos administrativos recurridos quedan en efecto suspensivo, hasta tanto los mismos sean resueltos, conforme lo prevé el artículo 79 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

A la fecha y hora de expedición de este certificado, NO se encuentra en curso ningún recurso.

CLASIFICACIÓN DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS - CIIU

Actividad principal Código CIIU:	4930
Actividad secundaria Código CIIU:	4799
Otras actividades Código CIIU:	8299, 4665

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51
Recibo No. AA26165630
Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2616563088804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificadoselectronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

TAMAÑO EMPRESARIAL

De conformidad con lo previsto en el artículo 2.2.1.13.2.1 del Decreto 1074 de 2015 y la Resolución 2225 de 2019 del DANE el tamaño de la empresa es Grande

Lo anterior de acuerdo a la información reportada por el matriculado o inscrito en el formulario RUES:

Ingresos por actividad ordinaria \$ 6.986.750.139.864

Actividad económica por la que percibió mayores ingresos en el periodo - CIIU : 4930

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Que, los datos del empresario y/o el establecimiento de comercio han sido puestos a disposición de la Policía Nacional a través de la consulta a la base de datos del RUES.

Los siguientes datos sobre RIT y Planeación son informativos: Contribuyente inscrito en el registro RIT de la Dirección de Impuestos, fecha de inscripción : 28 de junio de 2017. Fecha de envío de información a Planeación : 6 de enero de 2026. \n \n Señor empresario, si su empresa tiene activos inferiores a 30.000 SMLMV y una planta de personal de menos de 200 trabajadores, usted tiene derecho a recibir un descuento en el pago de los parafiscales de 75% en el primer año de constitución de su empresa, de 50% en el segundo año y de 25% en el tercer año. Ley 590 de 2000 y Decreto 525 de 2009. Recuerde ingresar a www.supersociedades.gov.co para verificar si su empresa está obligada a remitir estados financieros. Evite sanciones.

El presente certificado no constituye permiso de funcionamiento en ningún caso.

Este certificado refleja la situación jurídica registral de la sociedad, a la fecha y hora de su expedición.

CERTIFICADO DE EXISTENCIA Y REPRESENTACIÓN LEGAL

Fecha Expedición: 6 de febrero de 2026 Hora: 10:42:51
Recibo No. A26165630
Valor: \$ 12,100

CÓDIGO DE VERIFICACIÓN A2616563088804

Verifique el contenido y confiabilidad de este certificado, ingresando a www.ccb.org.co/certificados/electronicos y digite el respectivo código, para que visualice la imagen generada al momento de su expedición. La verificación se puede realizar de manera ilimitada, durante 60 días calendario contados a partir de la fecha de su expedición.

Este certificado fue generado electrónicamente con firma digital y cuenta con plena validez jurídica conforme a la Ley 527 de 1999.

Firma mecánica de conformidad con el Decreto 2150 de 1995 y la autorización impartida por la Superintendencia de Industria y Comercio, mediante el oficio del 18 de noviembre de 1996.


FERNANDO FERNANDO AVILA CRISANCIO