



PRESENTACIÓN PROYECTO

- [Generalidades](#)
- [Palabras Claves](#)
- [Entidades/Personas](#)
- [Entidades/Personas General](#)
- [Descripciones](#)
- [Cronograma](#)
- [Productos](#)
- [Personal](#)
- [Rubros](#)
- [Rubros Entidad](#)
- [Detalles Rubros](#)
- [Rubros por Año](#)
- [Contrapartida](#)

Generalidades

Código Registro:	109755
Título:	Navegando hacia el Futuro: Integración de Mantenimiento 5.0 en el ciclo de vida de embarcaciones para un Desarrollo Sostenible
Convocatoria:	950-2024 COLOMBIA INTELIGENTE: DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES MEDIANTE IA EJE TEMÁTICO 1
Programa Nacional de CTel:	DGR EQUIPO MECANISMOS
Entidad/Persona:	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"
Línea Temática:	Desarrollo Regional Sostenible
Tipo:	Proyecto
Lugar Ejecución:	BOLÍVAR - CARTAGENA DE INDIAS
Duración en Meses:	18
Ejecución Cronograma en:	Meses
Gran Área OCDE de conocimiento:	2. Ingeniería y Tecnología
Área OCDE de conocimiento:	2.K. Otras Ingenierías y Tecnologías

Palabras Claves

- ALGORITMOS
- GEMELO DIGITAL
- MANTENIMIENTO 5.0
- EMBARCACIONES
- INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Entidades/Personas

Nombre Entidad/Persona	Rol
ASOCIACIÓN PROFESIONAL IEEE CARIBE COLOMBIANO	COEJECUTOR
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR	COLABORADORA
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA CEIPA	COLABORADORA
ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIEROS ACIEM CAPITULO BOLIVAR	COEJECUTOR
HUB INNOVATION CARIBE S.A.S	COLABORADORA
ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	EJECUTOR
CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	COEJECUTOR
ZABUD TECHNOLOGIES S.A.S.	COEJECUTOR
CÁMARA DE COMERCIO DE CARTAGENA	COEJECUTOR

Entidades/Personas General

ASOCIACIÓN PROFESIONAL IEEE CARIBE COLOMBIANO

Tipo Postulante:	Persona Jurídica	Tipo Documento:	NIT
Identificación / Nit:	901327141	Dígito de Verificación:	3
Ciudad:	BARRANQUILLA	Fax:	
Dirección:	Calle 79 No. 42 - 91 AP 9D	Email:	hpaezl@pca.edu.co
Página Web:	https://r9.ieee.org/cocarib	Email:	hpaezl@pca.edu.co
Tipo Cubrimiento:	Nacional	Email:	hpaezl@pca.edu.co
Tipo Entidad Proponente:	b. Las que hayan realizado actividades de ciencia, tecnología e innovación y que, sin contar con un reconocimiento previo por parte del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, cumplan con los criterios de idoneidad y trayectoria que se establezcan en los términos de referencia y en los criterios de evaluación de cada convocatoria.		
¿Va a aplicar a la convocatoria de Patentes?	No		

Representante Legal

Nombre:	HEYDER DAVID PAEZ LOGREIRA		
Tipo Identificación:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Identificación:	1143226917

Primer Contacto

Nombre:	HEYDER PAEZ LOGREIRA	Cargo:	INGENIERO ELECTRONICO
Teléfono Contacto:	3015281267	Email:	heyderpaezl@ieee.org

Clasificación

Sector:	PRIVADAS SIN ÁNIMO DE LUCRO		
Dirección:	Calle 79 No. 42 - 91 AP 9D	Teléfono:	3015281267
Tipo Entidad:	FUNDACIONES, ASOCIACIONES PROFESIONALES, ONGS	Tipo Empresa:	
Naturaleza Jurídica:	REGIMEN COMUN	Tamaño:	

Información Adicional

Exporta:	No	Matrícula Cámara:	
Fecha Constitución:	2019-10-01	Activo total último año:	\$104.097.367

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR

Tipo Postulante:	Persona Jurídica	Tipo Documento:	NIT
Identificación / Nit:	890401962	Dígito de Verificación:	0
Ciudad:	CARTAGENA DE INDIAS	Fax:	+57 5 6619240
Dirección:	Parque Industrial y Tecnológico Carlos Vélez Pombo, Km 1 Vía Turbaco	Email:	investigaciones@utb.edu.co
Página Web:	http://www.utb.edu.co/	Email:	investigaciones@utb.edu.co
Tipo Cubrimiento:	Nacional	Email:	investigaciones@utb.edu.co
Tipo Entidad Proponente:	b. Las que hayan realizado actividades de ciencia, tecnología e innovación y que, sin contar con un reconocimiento previo por parte del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, cumplan con los criterios de idoneidad y trayectoria que se establezcan en los términos de referencia y en los criterios de evaluación de cada convocatoria.		

¿Va a aplicar a la convocatoria de Patentes? Si

Representante Legal

Nombre: ALBERTO ENRIQUE ROA VARELO
Tipo Identificación: CEDULA DE CIUDADANIA Numero Identificación: 19352359

Primer Contacto

Nombre: KAREN LUCIA VERGARA VIVERO Cargo: Coordinador de Transferencia del Conocimiento
Teléfono Contacto: 6056931919 ext 2717 Email: kvergarara@utb.edu.co

Clasificación

Sector: EDUCATIVO
Dirección: Parque Industrial y Tecnológico Carlos Vélez Pombo, Km 1
Vía Turbaco Teléfono: 57 5 6535200. Ext. 114
Tipo Entidad: UNIVERSIDAD PRIVADA Tipo Empresa:
Naturaleza Jurídica: REGIMEN COMUN Tamaño: GRANDE

Información Adicional

Exporta: No Matrícula Cámara:
Fecha Constitución: Activos total último año:

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA CEIPA

Tipo Postulante:	Persona Jurídica	Tipo Documento:	NIT
Identificación / Nit:	890910961	Dígito de Verificación:	7
Ciudad:	SABANETA		
Dirección:	Calle 77 Sur No. 40 - 165.	Fax:	
Página Web:	https://www.ceipa.edu.co/ceipa/	Email:	investigaciones@ceipa.edu.co
Tipo Cubrimiento:	Nacional		
Tipo Entidad Proponente:	b) Las entidades que han sido reconocidas, por otros entes del Gobierno Nacional y cuyo reconocimiento ha sido homologado previamente por COLCIENCIAS para fines de ciencia, tecnología e innovación		
¿Va a aplicar a la convocatoria de Patentes?	Si		

Representante Legal

Nombre: DIEGO MAURICIO MAZO CUERVO
Tipo Identificación: CEDULA DE CIUDADANIA Numero Identificación: 70.569.839

Primer Contacto

Nombre: GIOVANNY CARDONA Cargo: VICERRECTOR ACADÉMICO
Teléfono Contacto: 3056100 EXT 4153 Email: giovanny.cardona@ceipa.edu.co

Clasificación

Sector: EDUCATIVO

Dirección:	Calle 77 Sur No. 40 - 165.	Teléfono:	(4) 305 6100
Tipo Entidad:	UNIVERSIDAD PRIVADA	Tipo Empresa:	
Naturaleza Jurídica:	REGIMEN ESPECIAL	Tamaño:	MEDIANA

Información Adicional	
Exporta:	No
Fecha Constitución:	Matrícula Cámara: Activo total último año:

ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIEROS ACIEM CAPITULO BOLIVAR

Tipo Postulante:	Persona Jurídica	Tipo Documento:	NIT
Identificación / Nit:	890481481	Dígito de Verificación:	1
Ciudad:	CARTAGENA DE INDIAS		
Dirección:	Centro Calle Santo Domingo #33-81 piso of. 11	Fax:	
Página Web:	https://aciembolivar.org.co	Email:	asistente@aciembolivar.org.co
Tipo Cubrimiento:	Nacional		
Tipo Entidad Proponente:	b. Las que hayan realizado actividades de ciencia, tecnología e innovación y que, sin contar con un reconocimiento previo por parte del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, cumplan con los criterios de idoneidad y trayectoria que se establezcan en los términos de referencia y en los criterios de evaluación de cada convocatoria.		
¿Va a aplicar a la convocatoria de Patentes?	No		

Representante Legal			
Nombre:	Lucy Marlena Rico Sermeño		
Tipo Identificación:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Identificación:	45425046

Primer Contacto			
Nombre:	GISELA VALLE SARMIENTO	Cargo:	Asistente Administrativa
Teléfono Contacto:	320 5681915	Email:	asistente@aciembolivar.org.co

Clasificación			
Sector:	PRIVADAS SIN ÁNIMO DE LUCRO		
Dirección:	Centro Calle Santo Domingo #33-81 piso of. 11	Teléfono:	3205681915
Tipo Entidad:	FUNDACIONES, ASOCIACIONES PROFESIONALES, ONGS	Tipo Empresa:	
Naturaleza Jurídica:	REGIMEN COMUN	Tamaño:	

Información Adicional			
Exporta:	No	Matrícula Cámara:	09-000415-26
Fecha Constitución:	1996-12-20	Activo total último año:	

HUB INNOVATION CARIBE S.A.S

Tipo Postulante:	Persona Jurídica	Tipo Documento:	NIT
------------------	------------------	-----------------	-----

Identificación / Nit:	901109194	Dígito de Verificación:	9
Ciudad:	SINCELEJO	Fax:	
Dirección:	Calle 24A # 9B - 236	Email:	rhem17@gmail.com
Página Web:		Tipo Cubrimiento:	Nacional
Tipo Entidad Proponente:	b. Las que hayan realizado actividades de ciencia, tecnología e innovación y que, sin contar con un reconocimiento previo por parte del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, cumplan con los criterios de idoneidad y trayectoria que se establezcan en los términos de referencia y en los criterios de evaluación de cada convocatoria.		
¿Va a aplicar a la convocatoria de Patentes?	No		

Representante Legal

Nombre:	Moisés Hernández Ruiz		
Tipo Identificación:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Identificación:	1102794696

Primer Contacto

Nombre:	MOISES HERNANDEZ RUIZ	Cargo:	Representante legal
Teléfono Contacto:	3002315126	Email:	rhem17@gmail.com

Clasificación

Sector:	EMPRESARIAL		
Dirección:	Calle 24A # 9B - 236	Teléfono:	3002315126
Tipo Entidad:	EMPRESA PRIVADA	Tipo Empresa:	
Naturaleza Jurídica:	REGIMEN COMUN	Tamaño:	MICROEMPRESA

Información Adicional

Exporta:	No	Matrícula Cámara:	98854
Fecha Constitución:	2017-08-22	Activo total último año:	\$1.510.000

ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"

Tipo Postulante:	Persona Jurídica	Tipo Documento:	NIT
Identificación / Nit:	800141648	Dígito de Verificación:	9
Ciudad:	CARTAGENA DE INDIAS		
Dirección:	BARRIO BOSQUE ISLA MANZANILLO	Fax:	
Página Web:	www.escuelanaval.edu.co	Email:	diden@enap.edu.co
Tipo Cubrimiento:			
Tipo Entidad Proponente:			
¿Va a aplicar a la convocatoria de Patentes?	No		

Representante Legal

Nombre:	CAMILO MAURICIO GUTIÉRREZ OLANO
----------------	---------------------------------

Tipo Identificación:

CEDULA DE CIUDADANIA

Numero Identificación: 73.161.279

Primer Contacto

Nombre: Francisco Javier Quijano Usuga **Cargo:** DECANO DE INVESTIGACIÓN Y DOCTORADOS
Teléfono Contacto: 3218920170 **Email:** diden@enap.edu.co

Clasificación

Sector: EDUCATIVO
Dirección: BARRIO BOSQUE ISLA MANZANILLO **Teléfono:** 6724610
Tipo Entidad: UNIVERSIDAD PUBLICA **Tipo Empresa:**
Naturaleza Jurídica: ENTIDAD ESTATAL **Tamaño:** GRANDE

Información Adicional

Exporta: No **Matrícula Cámara:**
Fecha Constitución: **Activo total último año:**

CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR

Tipo Postulante:	Persona Jurídica	Tipo Documento:	NIT
Identificación / Nit:	806008873	Dígito de Verificación:	3
Ciudad:	CARTAGENA DE INDIAS		
Dirección:	KM 9 VÍA MAMONAL	Fax:	
Página Web:	www.cotecmar.com	Email:	jsaravia@cotecmar.com
Tipo Cubrimiento:	Nacional		
Tipo Entidad Proponente:	a) Las entidades del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) que cuenten con reconocimiento vigente por parte de COLCIENCIAS		
¿Va a aplicar a la convocatoria de Patentes?	Si		

Representante Legal

Nombre: MARGARITA ROCIO CARREÑO BENAVIDES
Tipo Identificación: CEDULA DE CIUDADANIA **Numero Identificación:** 31952291

Primer Contacto

Nombre: CARLOS EDUARDO GIL DE LOS RIOS **Cargo:** GERENTE DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN
Teléfono Contacto: 3218031023 **Email:** cgil@cotecmar.com

Clasificación

Sector: PRIVADAS SIN ÁNIMO DE LUCRO
Dirección: KM 9 VÍA MAMONAL **Teléfono:** 6535035
Tipo Entidad: CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO **Tipo Empresa:**
Naturaleza Jurídica: GRAN CONTRIBUYENTE **Tamaño:**

Información Adicional

Exporta:	No	Matrícula Cámara:	09-2182-21
Fecha Constitución:	2010-07-21	Activo total último año:	\$0

ZABUD TECHNOLOGIES S.A.S.

Tipo Postulante:	Persona Jurídica	Tipo Documento:	NIT
Identificación / Nit:	900816751	Dígito de Verificación:	0
Ciudad:	CARTAGENA DE INDIAS		
Dirección:	Pie de la Popa Cra 20 29C-61	Fax:	
Página Web:	https://zabud.com.co/	Email:	juan.contreras@zabud.com.co
Tipo Cubrimiento:	Nacional		
Tipo Entidad Proponente:	b. Las que hayan realizado actividades de ciencia, tecnología e innovación y que, sin contar con un reconocimiento previo por parte del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, cumplan con los criterios de idoneidad y trayectoria que se establezcan en los términos de referencia y en los criterios de evaluación de cada convocatoria.		
¿Va a aplicar a la convocatoria de Patentes?	No		

Representante Legal

Nombre:	JUSTO JESUS SARABIA AGAMEZ	
Tipo Identificación:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Identificación: 7920652

Primer Contacto

Nombre:	YULIANA PUERTA CRUZ	Cargo:	Líder Unidad I+D+i
Teléfono Contacto:	3008098093	Email:	yuliana.puerta@zabud.com.co

Clasificación

Sector:	EMPRESARIAL		
Dirección:	Pie de la Popa Cra 20 29C-61	Teléfono:	300 670 3324
Tipo Entidad:	EMPRESA PRIVADA	Tipo Empresa:	SAS
Naturaleza Jurídica:		Tamaño:	MEDIANA

Información Adicional

Exporta:	No	Matrícula Cámara:	09-340439-12
Fecha Constitución:	2015-02-02	Activo total último año:	\$3.778.387.371

CÁMARA DE COMERCIO DE CARTAGENA

Tipo Postulante:	Persona Jurídica	Tipo Documento:	NIT
Identificación / Nit:	890480041	Dígito de Verificación:	1
Ciudad:	CARTAGENA DE INDIAS		
Dirección:	Centro Cra. 3 #32-37,	Fax:	
Página Web:	https://www.ccccartagena.org.co/	Email:	cedec@ccccartagena.org.co
Tipo Cubrimiento:	Nacional		

Tipo Entidad Proponente: a. Las que cuenten con reconocimiento vigente del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, como actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación – SNCTI.

¿Va a aplicar a la convocatoria de Patentes? Si

Representante Legal

Nombre: Andrea Piña Gomez

Tipo Identificación: CEDULA DE CIUDADANIA **Numero Identificación:** 45.765.817

Primer Contacto

Nombre: Stefannia Garcia Lacouture **Cargo:** Jefe del departamento de investigaciones

Teléfono Contacto: 3193192012 **Email:** sgarcia@cccartagena.org.co

Clasificación

Sector: PRIVADAS SIN ÁNIMO DE LUCRO

Dirección: Centro Cra. 3 #32-37, **Teléfono:** 3193192012

Tipo Entidad: PERSONA NATURAL

Tipo Empresa:

Naturaleza Jurídica: REGIMEN ESPECIAL

Tamaño:

Información Adicional

Exporta: No **Matrícula Cámara:**

Fecha Constitución: **Activo total último año:** \$56.122.133.860

Descripciones

JUSTIFICACIÓN DEL EJE Y LA LÍNEA TEMÁTICA

NAVEGANDO HACIA EL FUTURO

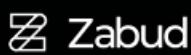
INTEGRACIÓN DE MANTENIMIENTO 5.0 EN EL CICLO DE VIDA
DE EMBARCACIONES PARA UN DESARROLLO SOSTENIBLE



3D-CV-AI

SOPORTE DEL CICLO DE VIDA
y SISTEMA DE TRAZABILIDAD NAVAL

ALIANZAS



El proyecto "Navegando hacia el Futuro: Integración de Mantenimiento 5.0 en el ciclo de vida de embarcaciones para un Desarrollo Sostenible" surge como una respuesta a los desafíos que enfrenta la industria naval en la región Caribe. Su objetivo es implementar un sistema de mantenimiento inteligente 5.0 en el ciclo de vida de las embarcaciones, mediante la integración de tecnologías avanzadas como sensores IoT, inteligencia artificial y análisis predictivo. Esta estrategia busca optimizar la eficiencia

operativa, reducir costos y minimizar el impacto ambiental, asimismo, contribuir al desarrollo sostenible de la región.

Por otro lado, la línea temática de Inteligencia Artificial en la convocatoria de Colombia Inteligente se centra en la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y las innovaciones para fortalecer las capacidades locales en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI) en diversas organizaciones y comunidades. El objetivo principal es proporcionar soluciones sostenibles a problemas y necesidades reales que pueden abordarse eficazmente mediante el uso de la Inteligencia Artificial.

Teniendo en cuenta lo anterior, el proyecto se alinea perfectamente con la línea temática de Inteligencia Artificial en la convocatoria de Colombia Inteligente, enfocada en la innovación tecnológica y la sostenibilidad. Debido a que integra tecnologías 5.0 para el análisis predictivo en el mantenimiento de embarcaciones en la región, resolviendo problemas reales de la industria naval, como la falta de infraestructura para la monitorización en tiempo real, altos costos de mantenimiento, condiciones meteorológicas extremas, cambios en la demanda de servicios marítimos y un mayor impacto ambiental (The World Bank, 2021). Esta capacidad de adaptación no solo incrementa la eficiencia y la seguridad operacional, sino que también contribuye al crecimiento económico de la región al asegurar que las operaciones marinas, importantes para la región caribe, permanezcan estables y confiables. Al mejorar la capacidad de respuesta operativa, el proyecto establece un modelo para futuras iniciativas, demostrando cómo la adopción de tecnologías avanzadas es fundamental para el desarrollo económico y adaptabilidad al cambio en contextos regionales específicos.

El proyecto responde efectivamente a las necesidades críticas de la industria naval en la región caribe al implementar soluciones tecnológicas 5.0 para el análisis predictivo y la supervisión continua. Este enfoque avanzado no solo optimiza la eficiencia operativa y reduce los costos, sino que también minimiza el impacto ambiental y fortalece el desarrollo sostenible. Además, al alinearse con los objetivos de la convocatoria de Colombia Inteligente, el proyecto se posiciona como un catalizador para la innovación, abordando desafíos específicos como la necesidad de infraestructura de monitoreo actualizada, la gestión de costos de mantenimiento y la respuesta a variaciones en la demanda y condiciones extremas. Al mejorar la capacidad de respuesta y estabilidad de las operaciones marítimas, el proyecto no solo protege la economía local, sino que también establece un precedente robusto para futuras iniciativas, demostrando la importancia crítica de adaptar y aplicar soluciones para el desarrollo continuo y adaptativo.

NIVEL DE MADUREZ TECNOLÓGICA

TRL son las siglas de "Technology Readiness Level" (Nivel de Preparación Tecnológica), es un método sistemático utilizado para evaluar la madurez de una tecnología en desarrollo. Fue desarrollado por la NASA en la década de 1970 y desde entonces ha sido ampliamente adoptado en la evaluación y gestión de proyectos de desarrollo tecnológico. Cuanto más alto sea el TRL de una tecnología, más madura y mejor preparada estará para su implementación (Kimmel, y otros, 2020).

Cuando una tecnología alcanza el nivel TRL 5, ha sido probada en un entorno relevante, lo que significa que ha sido evaluada en condiciones que se asemejan a la realidad. Esta evaluación permite verificar su rendimiento y funcionalidad, y generalmente se lleva a cabo mediante pruebas prácticas en condiciones controladas pero representativas del uso previsto. Algunas características del TRL 5 incluyen (Mankins, 1995):

- La tecnología se ha probado en un entorno relevante.
- Se han realizado pruebas para evaluar su rendimiento y operatividad.
- Se han identificado las mejoras necesarias para optimizar su uso en situaciones reales.

El portal de soporte al ciclo de vida (PSCV) es un instrumento implementado por la Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval Marítima y Fluvial (COTECMAR) para generar datos históricos y mantener la trazabilidad de los elementos de los proyectos de construcción naval, desde su etapa de adquisición hasta su disposición final, registrando la documentación técnica pertinente como planos, manuales, información básica de los equipos, instrucciones de mantenimiento, etc.

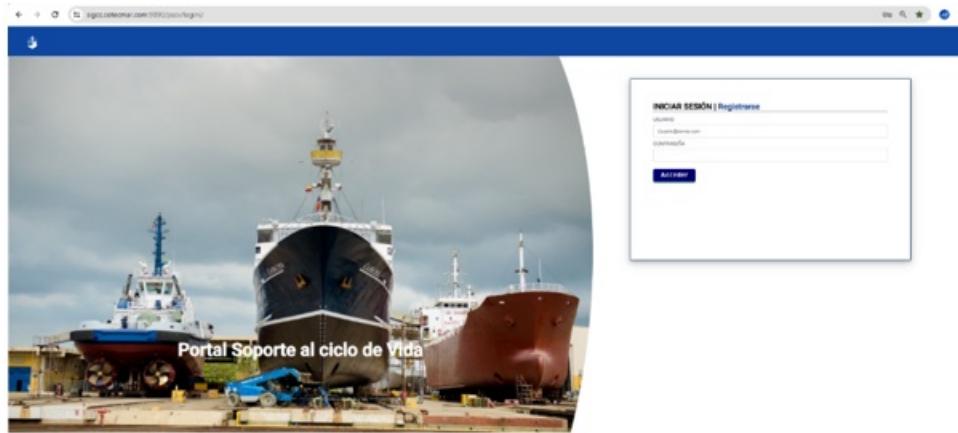


Figura 1. Página principal PSCV

El PSCV busca conservar y gestionar toda la información y documentación de interés en la etapa de diseño, construcción y mantenimiento de un proyecto naval, destacando los módulos que conforman y los procesos vinculados a cada fase del proyecto. Actualmente el portal se compone de los siguientes módulos activos: informes, configuración del buque, mantenimiento, documentación técnica y suministro.

Desde su implementación hasta su estado actual el PSCV ha alcanzado el nivel TRL 5, ya que ha sido sometido a pruebas y validaciones, tanto por parte de la gerencia de diseño e ingeniería como por la gerencia de construcciones de COTECMAR, en el que han participado ingenieros de producción, diseñadores, dibujantes, coordinadores y gerentes de proyectos probando su operatividad. Su participación ha sido fundamental para evaluar su rendimiento y desempeño, así como para definir las mejoras necesarias que faciliten y optimicen el uso de esta herramienta en situaciones reales.

Al finalizar la ejecución del proyecto, se pretende elevar el nivel de madurez tecnológica del PSCV al nivel TRL 8, el cual forma parte de la clasificación en los niveles de preparación tecnológica, que indica que un sistema completo y cualificado que ha sido probado en condiciones operacionales relevantes, simulando su entorno real. En este nivel, el sistema ha demostrado su funcionalidad y confiabilidad en un entorno operacional relevante, lo que significa que está listo para su implementación en un contexto real (EARTO, 2014). Teniendo en cuenta esto, al PSCV se le integrará un modelo de sombra digital a través del laboratorio de realidad extendida, esto con el objetivo de crear una réplica virtual precisa de embarcaciones, sistemas y equipos que permita medir, recolectar y realizar monitoreo en tiempo real de los datos del funcionamiento de los equipos y las actividades de mantenimiento, para mejorar la detección temprana de necesidades y optimizar la eficacia del sistema, específicamente potenciar las capacidades implementando un sistema de mantenimiento inteligente 5.0 que detecte posibles problemas antes de que se conviertan en hechos, lo que conlleva a una toma de decisiones eficientes y efectivas durante el ciclo de vida del producto.

Este avance tecnológico significativo del PSCV implica la integración de tecnologías avanzadas, como el uso de inteligencia artificial (IA) y el internet de las cosas (IoT), con el fin de optimizar la eficiencia operativa, reducir costos y minimizar el impacto ambiental. Esto permitirá que el PSCV proporcione un soporte más innovador para la gestión de proyectos enfocado en el mantenimiento 5.0. La incorporación de la IA permitirá el análisis predictivo de datos, lo que facilitará la detección temprana de fallos y la implementación de medidas preventivas. Por otro lado, el IoT posibilitará la conexión de dispositivos y sensores, permitiendo el monitoreo en tiempo real de las embarcaciones y equipos, lo que resultará en una gestión más eficiente y proactiva del mantenimiento.

Además, al alcanzar el nivel TRL 8, el PSCV se reconocerá como una solución tecnológica madura y lista para su implementación a gran escala en la industria de mantenimiento y gestión de activos. Su capacidad para abordar los desafíos actuales y futuros de la gestión de mantenimiento contribuirá al desarrollo sostenible de las regiones fluviales y marítimas, impulsando la eficiencia y la competitividad en el sector.

EQUIPO DE TRABAJO TÉCNICO - CIENTÍFICO

Nombre Entidad/Organización	Tipo de Organización	Rol en el proyecto
<i>Escuela Naval de Cadetes Almirante Padilla</i>	Institución de Educación Superior - IES	Ejecutor
<i>Zabud Technologies S.A. S</i>	Empresa nacional	Coejecutor
<i>Corporación de Ciencia y Tecnología para el desarrollo de la industria naval, marítima y fluvial - COTECMAR</i>	Organización local - regional	Coejecutor
<i>ACIEM Capítulo Bolívar</i>	Organización local -regional	Coejecutor
<i>IEEE Colombian Caribbean Section</i>	Organización local - regional	Coejecutor
<i>Cámara de Comercio de Cartagena</i>	Organización local - regional	Entidad colaboradora
<i>Clúster Marítimo de Cartagena</i>	Organización local - regional	Entidad colaboradora
<i>Hub Innovation Caribe</i>	Empresa nacional	Entidad colaboradora
<i>Universidad Tecnológica de Bolívar</i>	Institución de Educación Superior – IES regional	Entidad colaboradora
<i>Fundación Universitaria CEIPA</i>	Institución de Educación Superior – IES	Entidad colaboradora

EQUIPO DE TRABAJO FINANCIERO-ADMINISTRATIVO

Nombre completo	Cédula	Rol
Capitán de Corbeta Eliana Patricia Tolosa Rincón	1098656457	Líder de supervisión - Lidera la ejecución interinstitucional de la gestión de los diferentes componentes del proyecto (administrativo, financiero y técnico). Actividades en conjunto con las oficinas de planeación, institucional, jurídica y comando logístico.
Capitán de Corbeta Néstor Camilo Ortiz Molina	110466590	Lidera la gestión del componente presupuestal del proyecto, en conjunto con el personal de la oficina de planeación institucional y comando logístico.

Capitán de Corbeta Gonzalo Rojas Reyes	3203300	Director del Centro de Investigación e Innovación apoya el seguimiento del gasto y supervisa la elaboración de los informes financieros, teniendo en cuenta la orden emitida por el líder de supervisión.
Jessica Chiquillo Duran	1047408629	Acompaña la gestión relacionada con el componente de contratación para la ejecución de recursos junto con la oficina jurídica y la elaboración de los informes financieros

Es importante resaltar que si bien las personas mencionadas son los líderes, dentro de toda esta gran estructura se cuenta con dependencias sólidas como lo son la Decanatura de Investigación y Doctorados, la oficina de planeación institucional, el Comando logístico, la oficina jurídica, la decanatura académica, las cuales interactúan de manera adecuada facilitando las actividades de investigación. Por esta razón el personal presentado en este componente es líderes con capacidades de mando y gestión organizacional en todos los niveles.

EQUIPO DE TRABAJO ENFOQUE DIFERENCIAL

Nombre	Grupo
Luis Fernando Payares Genes	Étnico
David Alfonso Lozano Madrid	Étnico
José Carlos Madera Sierra	Étnico

NOMBRE DE LA TECNOLOGÍA

Sistema de Soporte al Ciclo de Vida 5.0

ESTADO DE DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA / INNOVACIÓN

a. Estado de desarrollo del PSCV (Portal de Soporte al Ciclo de Vida)

El surgimiento de la Industria 5.0 y los avances en inteligencia artificial (IA) han traído cambios significativos al concepto de mantenibilidad. Para que las organizaciones sigan siendo competitivas, deben adaptar sus estrategias de mantenimiento para satisfacer las demandas de estas nuevas tecnologías. Una de esas adaptaciones se ve en la norma ISO 55000 Asset Management, que enfatiza la importancia de considerar el desempeño y la sostenibilidad de los activos a largo plazo. Esto significa que la gestión del mantenimiento ahora debe considerar no sólo los costos a corto plazo sino también los impactos a largo plazo en la vida útil de los activos y la eficiencia general. En particular, ahora la IA tiene un impacto importante en los activos al permitir que se pueden monitorear y analizar en tiempo real, lo que permite que el mantenimiento predictivo identifique problemas potenciales antes de que se agraven. Esto extiende la vida útil de estos activos y aumenta su confiabilidad, disponibilidad, reduce el tiempo de inactividad y los costos a largo plazo (Stoker, 2023).

COTECMAR comprometida con el desarrollo de la ciencia y la tecnología, desarrolló una herramienta online llamada portal de soporte al ciclo de vida (PSCV), la cual además de conservar y gestionar la información de un producto, se encarga de facilitar la gestión integral y eficiente del mantenimiento de las embarcaciones durante el ciclo de vida con el fin de servir como una base de datos que unificada y centralizada toda la información y documentación relevante durante las etapas de diseño, construcción y mantenimiento.

Actualmente, el portal se compone de cinco módulos activos, en los cuales los usuarios pueden interactuar de forma activa con la interfaz, para revisar la información allí contenida, a continuación, se proporcionará una explicación más detallada sobre cada uno de estos módulos y sus funcionalidades:

- **Informes:** Facilita la agilización, estandarización y trazabilidad de novedades durante el ciclo de vida de las embarcaciones, conservando la información de novedades/cambios durante el proceso de diseño, construcción y operación del buque.

The screenshot shows the 'INFORMES' (Reports) section of the PSCV interface. A specific report titled 'Reporte de cambios' is displayed, listing several changes made to a vessel. The columns include: 'VERIFICAR', 'TIPO DE CAMBIO', 'DETALLE', 'COMENTARIO', 'USUARIO', 'SOLICITANTE', 'FECHA SOLICITADA', and 'CAUSA'. The changes listed are: 1. Revisión de producto (Review of product), 2. Revisión de maquinaria (Machine review), 3. Revisión de estructura (Structure review), 4. Revisión de maquinaria (Machine review), 5. Revisión de maquinaria (Machine review), and 6. Revisión de estructura (Structure review). Each entry includes a timestamp and a cause for the change.

Figura 2. Módulo de informes en el PSCV

- **Configuración del buque:** Permite el seguimiento de la configuración del buque, entendida como el conjunto de datos técnicos, información de diseño, información de construcción, datos de suministro y manuales asociados a cada uno de los equipos del buque.

The screenshot shows the 'CONFIGURACIÓN DEL BUQUE' (Ship Configuration) section of the PSCV interface. A configuration form for a 'VALVULA' (Valve) is displayed. The form includes fields for 'TIPO DE VALVULA', 'TIPO DE MATERIALES', 'TIPO DE CONEXIONES', 'TIPO DE MONTAJE', and 'TIPO DE MONTAJE'. It also includes sections for 'TIPOS DE MONTAJE', 'TIPOS DE CONEXIONES', and 'TIPOS DE MATERIALES'. Below the form, there is a note in Spanish: 'NOTA: Consultar con el fabricante o proveedor de la pieza para obtener la lista completa de requisitos y especificaciones para la configuración de la pieza.' (Note: Consult with the manufacturer or supplier of the part for the complete list of requirements and specifications for the part's configuration.)

Figura 3. Módulo de configuración del buque

- **Mantenimiento:** Facilita la gestión y programación de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo para la embarcación, así como el registro detallado de las tareas de mantenimiento necesarias para atender los modos y efectos de falla (FMEA) de los equipos del proyecto.

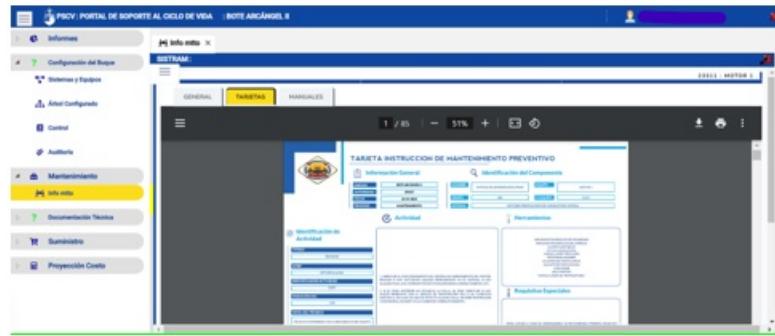


Figura 4. Tarjeta de instrucción de mantenimiento

- **Documentación técnica:** Almacena y gestiona toda la documentación técnica relevante para el proyecto, incluyendo manuales de operación, diagramas, planos y certificaciones, garantizando que la información técnica necesaria esté fácilmente accesible y actualizada para todos los miembros del equipo.

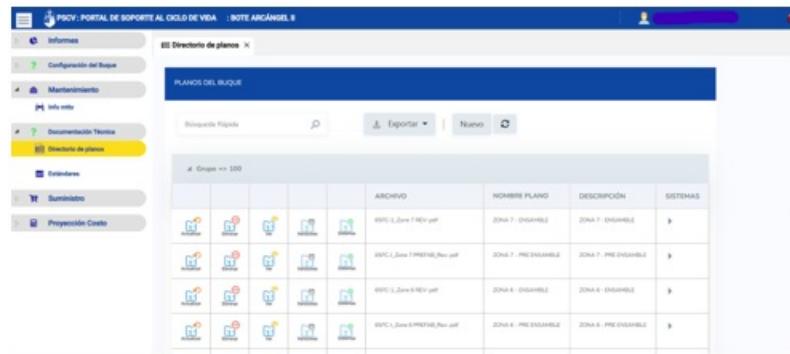


Figura 5. Módulo documentación técnica

- **Suministro:** Se encarga de gestionar, estandarizar y realizar trazabilidad de los listados de materiales, repuestos e información de proveedores para realizar el aprovisionamiento de manera eficiente durante el proceso de diseño, construcción y operación del buque.

GRUPO	SAP	ID	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	MARCA	UNE	CANTIDAD	UNIDADES MÍN.	TOTAL
	00000000	E1	PIEZAS	PIEZAS	PIEZAS		U	1	100	100
	00000000	E2	DETALLE COTIZADO	DETALLE COTIZADO	DETALLE COTIZADO	DETALLE COTIZADO	U	1	10,0	10,0
	00000000	E3	DETALLE DE PORTES	DETALLE DE PORTES	DETALLE DE PORTES	DETALLE DE PORTES	U	2	300	600
	00000000	E4	DETALLE DE PORTES	DETALLE DE PORTES	DETALLE DE PORTES	DETALLE DE PORTES	U	1	200	200
	00000000	E5	DETALLE	DETALLE	DETALLE	DETALLE	U	1	200	200
	00000000	E6	DETALLE DE PORTES	DETALLE DE PORTES	DETALLE DE PORTES	DETALLE DE PORTES	U	1	200	200

Figura 6. Módulo de suministro

Adicional con el fin de cumplir con los objetivos de los módulos, el portal se compone de diferentes procesos que permiten un seguimiento detallado y eficiente de cada etapa del proyecto. Los procesos que integran el PSCV son los siguientes:

- **Gestión de cambios:** Este proceso se centra en la gestión eficaz de cualquier cambio que ocurra en el proyecto, desde pequeñas modificaciones hasta revisiones importantes. Implica la identificación, evaluación, aprobación, implementación y seguimiento de los cambios propuestos para garantizar que se realicen de manera controlada y que no afecten negativamente al proyecto en términos de costos, plazos o calidad. Esta sección posee los siguientes tipos cambios/novedades dentro de los procesos que este maneja: novedad en campo, solicitud de mejora/cambio al diseño, revisión en maqueta, requerimiento y novedad llegada de material.

NOTIFICACIONES EN PROCESO						
Pendiente						
ID	Tipo Solicitud	Comentarios	Fecha Solicitud	Estado	Bloque	Causa de la Novedad
SD-223-1201	Novedad de Maqueta	12/04/2024	100	Envueltos Reg	7340	alteración geométrica
SD-223-1202	Novedad de Maqueta	12/04/2024	100	Envueltos Reg	7340	Desplazamiento de estructuras redondeadas
SD-223-1204	Novedad de Maqueta	12/04/2024	100	Envueltos Reg	7340	Desplazamiento de estructuras redondeadas
SD-223-1205	Novedad de Maqueta	12/04/2024	100	Envueltos Reg	7340	Desplazamiento de estructuras redondeadas
SD-223-1206	Novedad de Maqueta	12/04/2024	100	Envueltos Reg	1100	Desplazamiento de estructuras redondeadas
SD-223-1207	Novedad de Maqueta	12/04/2024	100	Envueltos Reg	7340	Desplazamiento de estructuras redondeadas

Figura 7. Sección gestión de cambios

- **Gestión de configuración:** Se refiere al control y seguimiento de los elementos del proyecto, que pueden incluir descripción de los sistemas y equipos, árbol de elementos configurados, documentos anexos al buque, archivos como planos, datasheet, certificados, formatos de procedimientos y otros elementos relacionados. Este proceso garantiza la integridad, la trazabilidad y la consistencia de los elementos de configuración a lo largo del ciclo de vida del proyecto, facilitando la gestión de cambios y la coordinación entre los equipos.

The screenshot shows a table titled 'TABLA DE CONTROL DE EQUIPOS' with columns for 'ID', 'NOMBRE EQUIPO', 'GRUPO', 'DESCRIPCION', 'MARCA', 'ESTADO DEL EQUIPO', 'INICIO', 'PROCESO', 'FINAL', 'COMPONENTES', 'FECHA', 'TAREA', 'USO', and 'ESTADO'. The data includes entries for various equipment items like 'MOTOR 1', 'MOTOR 2', and 'CABINA DE CONTROL'.

ID	NOMBRE EQUIPO	GRUPO	DESCRIPCION	MARCA	ESTADO DEL EQUIPO	INICIO	PROCESO	FINAL	COMPONENTES	FECHA	TAREA	USO	ESTADO
1001	MOTOR 1	1	MOTOR DE 100 CV CON VEL. MAXIMA DE 100 KM/H	ABC	FUNCIONANDO	10/01/2023	0	100	1	10/01/2023	VERIFICACION	0	OK
1002	MOTOR 2	2	MOTOR DE 150 CV CON VEL. MAXIMA DE 120 KM/H	ABC	FUNCIONANDO	10/01/2023	0	120	2	10/01/2023	VERIFICACION	0	OK
1003	CABINA DE CONTROL	3	CABINA DE CONTROL DE LA MÁQUINA CON VEL. MAXIMA DE 80 KM/H	ABC	FUNCIONANDO	10/01/2023	0	80	3	10/01/2023	VERIFICACION	0	OK
1004	CLAVIQUETAS	4	CLAVIQUETAS DE ALTA RESISTENCIA PARA MANTENIMIENTO	ABC	FUNCIONANDO	10/01/2023	0	100	4	10/01/2023	VERIFICACION	0	OK

Figura 8. Sección seguimiento de control

- **Documentos técnicos:** Este proceso implica la creación, actualización y gestión de la documentación técnica asociada con el proyecto. Esto puede incluir manuales de usuario, especificaciones técnicas, diagramas de diseño, informes de pruebas y cualquier otra documentación relevante para el desarrollo, implementación y mantenimiento de los equipos o sistemas.

The screenshot shows a table titled 'LISTA DOCUMENTOS' with columns for 'TIPO DOCUMENTO' and 'NOMBRE DEL DOCUMENTO'. The types listed include 'OTROS OT', 'INSTALACIONES', 'INSTALACIONES DE COSECHA', 'MANUAL DE OPERACIONES', 'MANUAL DE MANTENIMIENTO', 'MANUAL DE INSTALACIONES', and 'MANUAL DE DESMONTAJE'. Each row contains a file icon and a 'Borrar' button.

TIPO DOCUMENTO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
OTROS OT	001-0001-000-00001.pdf
INSTALACIONES	001-0001-00-00001.pdf
INSTALACIONES DE COSECHA	001-0001-00-00002.pdf
MANUAL DE OPERACIONES	001-0001-00-00003.pdf
MANUAL DE MANTENIMIENTO	001-0001-00-00004.pdf
MANUAL DE INSTALACIONES	001-0001-00-00005.pdf
MANUAL DE DESMONTAJE	001-0001-00-00006.pdf

Figura 9. Sección documentación

- **Suministro:** El proceso de suministro se encarga de la adquisición y gestión de los recursos necesarios para la ejecución del proyecto. Esto puede incluir la compra de materiales, equipos, servicios externos y cualquier otro recurso requerido para llevar a cabo las actividades del proyecto de manera eficiente y efectiva, incluido el listado de materiales.

The screenshot shows a form titled 'FORMULARIO DE REQUISICIÓN' with sections for 'DETALLE DE REQUISICIÓN' and 'INFORMACIÓN COMERCIAL'. The 'DETALLE DE REQUISICIÓN' section includes fields for 'ARTÍCULO', 'CANTIDAD', 'UNIDAD', 'PRECIO UNITARIO', 'IMPORTE TOTAL', and 'DETALLE'. The 'INFORMACIÓN COMERCIAL' section includes fields for 'PROVEEDOR', 'ARTÍCULO REFERENCIA UNIDAD', 'CANTIDAD', 'PRECIO UNITARIO', 'IMPORTE TOTAL', and 'DETALLE'. There is also a 'DETALLE' section with fields for 'ARTÍCULO', 'CANTIDAD', 'PRECIO UNITARIO', 'IMPORTE TOTAL', and 'DETALLE'.

Figura 10. Sección suministro

- **Mantenimiento:** El proceso de mantenimiento se ocupa del soporte continuo y la mejora de los equipos o sistemas

entregados. Esto implica la identificación y resolución de problemas, la aplicación de actualizaciones, la optimización del rendimiento y la gestión de cambios posteriores a la implementación para garantizar que el equipo o sistema funcione de manera óptima a lo largo de su ciclo de vida operativo mediante las tarjetas de mantenimiento diseñadas.

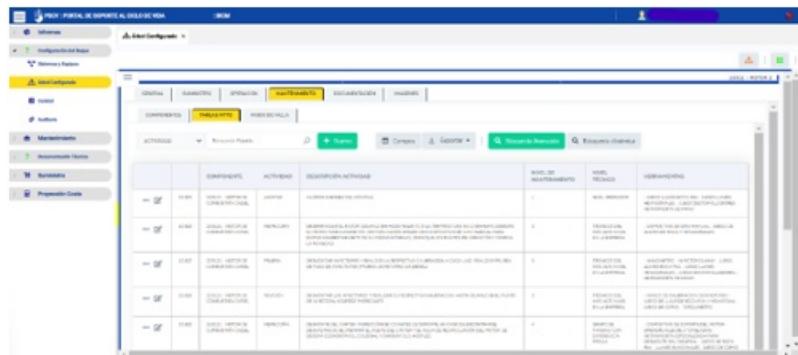


Figura 11. Sección mantenimiento

Desde la fase inicial de la creación de planes de mantenimiento en COTECMAR, se ha presenciado una evolución en los entregables de mantenimiento. Esta evolución ha sido una respuesta dinámica a las demandas cambiantes de la industria naval y a los avances tecnológicos en el campo del mantenimiento de embarcaciones. En las primeras etapas, donde los entregables se limitaban a informes básicos y documentación técnica, hasta la implementación de sistemas más avanzados y soluciones innovadoras, la trayectoria de los entregables de mantenimiento en COTECMAR ha sido marcada por la adaptabilidad y el compromiso con la excelencia en el servicio. A lo largo de este proceso evolutivo, se han introducido nuevas herramientas, procesos y metodologías que han transformado la forma en que se gestionan y entregan los servicios de mantenimiento, mejorando la eficiencia, la calidad y la fiabilidad de los resultados. En este contexto, es crucial explorar cómo ha evolucionado esta oferta de servicios a lo largo del tiempo y cómo ha contribuido al éxito continuo de los mantenimientos navales de COTECMAR:

Tabla 1. Experiencia previa y capacidades actuales

Año	Entregables	Proyecto
2018	<ul style="list-style-type: none"> Tarjetas mantenimiento (En Excel). Desglose de información hasta nivel equipo. Información básica emitida por un tercero. Entregable final al usuario, sin una copia de seguridad online. Manuales técnicos y planos entregados en físico. 	Buque de Desembarco Anfibio - Unidad de Reacción Rápida (BDA URR) 
2019	<ul style="list-style-type: none"> Tarjetas mantenimiento en formato PDF. Desglose de información hasta nivel equipo. Información básica emitida por un tercero. Entregable final al usuario, con una copia de seguridad digital. Manuales técnicos y planos entregados en formato digital. 	Buque de apoyo logístico y cabotaje (BALC-GUATEMALA) 

ARC Isla Alburquerque

- 2020
- Tarjetas mantenimiento estandarizadas según requerimiento del cliente.
 - Plan de mantenimiento con PDF interactivo.
 - Desglose de información hasta nivel sub-equipo.
 - Generación de análisis de Modos y Efectos de Falla (FMEA).
 - Gestión de configuración.



- 2021
- Tarjetas mantenimiento estandarizadas según requerimiento del cliente.
 - Plan de mantenimiento con PDF interactivo.
 - Desglose de información hasta nivel sub-equipo.
 - Generación de análisis de Modos y Efectos de Falla (FMEA).
 - Gestión de configuración.
 - Manuales técnicos y planos entregados en formato digital con copia de seguridad en el PSCV.
 - Plantillas de cargue ERP-SAP (Puestos de trabajo, ubicaciones técnicas, Equipos y Hoja de ruta)

Buque de Desembarco Anfibio (BDA)
ARC Bahía Solano.



Buque de Investigación Científico Marina (BICM)



Patrullera De Apoyo Fluvial Ligera (PAF-L)



Unidad de Reacción Rápida – URR, de alta interdicción tipo “A” (bote tipo Arcángel)



	<ul style="list-style-type: none"> • Tarjetas mantenimiento estandarizadas • Plan de mantenimiento con PDF interactivo. • Desglose hasta nivel ítem mantenible. • Ajustes en el FMEA según normativa ISO 14224. • Gestión de configuración. • Manuales técnicos y planos entregados en formato digital con copia de seguridad en el PSCV. • Plantillas de cargue ERP-SAP (Puestos de trabajo, ubicaciones técnicas, Equipos, Hoja de ruta) • Integración del módulo para garantías. • Integración del módulo de mejoras. • Creación de la sección control de cambios en el PSCV. • Capacitación a la tripulación del plan mantenimiento. • Desarrollo de diagramas para identificar fronteras de sistemas y equipos. • Tiempo Medio Entre Fallos (MTBF). • Plan de mantenimiento incluyendo actividades de desarrollo específico en las tareas de mantenimiento. • Diagrama de bloques basado en confiabilidad (RBD)- ARM. 	Bote de Combate Fluvial de Bajo Calado (BCFBC)	
2023		Unidad de Reacción Rápida – URR, de alta interdicción tipo "A" (bote tipo Arcángel No.2)	
		Bote tipo Insular	
2024	<ul style="list-style-type: none"> • Tarjetas mantenimiento estandarizadas. • Plan de mantenimiento con PDF interactivo. • Desglose hasta nivel ítem mantenible. • Ajustes en el FMEA según normativa ISO 14224. • Gestión de configuración. • Manuales técnicos y planos entregados en formato digital con copia de seguridad en el PSCV. • Plantillas de cargue ERP-SAP (Puestos de trabajo, ubicaciones técnicas, Equipos, Hoja de ruta). • Integración del módulo para garantías. • Integración del módulo de mejoras. • Creación de la sección control de cambios en el PSCV. • Capacitación a la tripulación del plan mantenimiento. • Desarrollo de diagramas para identificar fronteras de sistemas y equipos. • Tiempo Medio Entre Fallos (MTBF). • Plan de mantenimiento incluyendo actividades de desarrollo específico en las tareas de mantenimiento. • Diagrama de bloques basado en confiabilidad (RBD)- ARM. • Documentos de especificaciones técnicas. • Plan de uso y mantenimiento (UUP). • Plan de análisis de soporte logístico integrado (LSA). • Plan de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad (ARM). • Plan de entrenamiento y capacitación. • Plantilla de rondas de mantenimiento. 	Bote de Operación Fluvial de Bajo Calado (BOFBC)	
		Patrullera Colombiana Oceánica (POC)	
		Plataforma Estratégica de Superficie – PES (Fragata)	

a. Estado de desarrollo de RV (Realidad Virtual) y en desarrollo de software

COTECMAR cuenta con un laboratorio de realidad extendida (XRLAB), el cual surge de la iniciativa en la industria 4.0 como un espacio de convergencia para los diversos actores que participan en el diseño, construcción y operación de embarcaciones y artefactos navales. Este entorno, situado en la Gerencia de Diseño e Ingeniería, ofrece oportunidades a través de experiencias en realidad virtual, aumentada, mixta o en tercera persona, con el propósito de llevar a cabo experiencias inmersivas de diseño e interacción con los sistemas en fases tempranas del proceso. Este enfoque posibilita la detección de debilidades para evasión de reprocesos, lo cual permite a su vez incurrir en costos elevados y retrasos en la construcción.

Esta iniciativa se destaca por abordar aspectos determinantes que impactan directamente en la satisfacción del cliente y en la mejora de la calidad de los productos. La capacidad de detectar interferencias entre sistemas posibilita la resolución de problemas antes de la fase de construcción, contribuyendo a la entrega de productos navales más refinados y adaptados a las necesidades y expectativas del cliente.

Entre las capacidades actuales del laboratorio se encuentran:



Figura 12. Revisión de maqueta electrónica para la verificación de diseños previos a construcción



Figura 13. Simulación de situaciones operativas de los proyectos



Figura 14. Entrenamiento y Experiencias en RV, RA y Mixta



Figura 15. Gemelo digital Informativo

XRLAB representa un espacio integral que optimiza la eficiencia en el diseño y construcción de productos y servicios, contribuye significativamente a elevar los estándares de calidad y satisfacción del cliente, al tiempo que minimiza los riesgos asociados a posibles inconvenientes durante el proceso de desarrollo y construcción.

En el ámbito de la simulación, el laboratorio de realidad extendida desempeña un papel fundamental en la implementación de entrenamientos en escenarios militares e industriales, ofreciendo una serie de beneficios que van desde la optimización de procesos hasta el perfeccionamiento de habilidades individuales. Este enfoque prepara a los operarios y tripulantes para enfrentar escenarios realistas y complejos, contribuyendo a la mejora continua de capacidades y aptitudes.

Un ejemplo concreto es el proyecto del bote de combate fluvial de bajo calado (BCFBC) que se observa en la Figura 16, donde se emplea una consola Dummy que representa la consola real del bote, permitiendo a los pilotos enfrentarse a situaciones estratégicas de entrenamiento en entornos controlados. Este enfoque contribuye significativamente a mejorar la toma de decisiones bajo presión y perfeccionar habilidades de maniobrabilidad operativa. La simulación se convierte así en una herramienta crucial para la formación en el uso de tecnología sofisticada, contribuyendo a la preparación integral del personal.



Figura 16. Bote de combate de bajo calado (BCFBC)

Otro ámbito en el que las capacidades del laboratorio han dado alcance ha sido en el entrenamiento de personal orientado al mantenimiento de equipos complejos. El mantenimiento de las hélices de las embarcaciones es considerado una tarea crítica que requiere precisión y atención para garantizar el rendimiento óptimo de la unidad. Este proceso es fundamental para la seguridad y eficiencia operativa, del cual se beneficia el área de mantenimiento y reparaciones en COTECMAR mediante el uso del simulador para el armado y desarmado de las hélices de paso variable, proporcionando un enfoque avanzado, ahorrando tiempo y dinero. Además, contribuye significativamente al mejoramiento de las habilidades del personal en el mantenimiento de equipos críticos, lo que se traduce en un aumento de la seguridad y la eficiencia operativa en el ámbito naval.



Figura 17. Armado y desarmado de las hélices.

En concordancia, las capacidades mencionadas permiten en conjunto brindar un soporte significativo que aporta desde varias perspectivas a la evolución en la trascendencia del mantenimiento. Al implementarse tecnologías como IoT se permitiría complementar su alcance ofreciendo simulaciones aisladas y retroalimentación en tiempo real de la medición de parámetros esenciales, los cuales serán visibles desde el sistema de gestión de mantenimiento computarizado.

GRADO DE NOVEDAD Y DIFERENCIACIÓN

Actualmente el mercado enfocado en la industria marítima y fluvial se encuentra en un estado de competitividad alta (Acciaro & Sys, 2020). Esto es gracias a las demandas tecnológicas y ambientales que se encuentran en constante evolución y el análisis de grado de novedad y diferenciación el cual se hace necesario en cada proyecto que busca un valor agregado mayor al resto (Stavroulakis, Papadimitriou, & Tsirikou, 2021). Este análisis no solo destaca la unicidad y relevancia de las nuevas soluciones frente a las problemáticas existentes, sino que también enfatiza la capacidad del proyecto de adaptarse y responder a desafíos específicos.

A través de la incorporación de tecnologías emergentes como la Inteligencia Artificial, el Internet de las Cosas, los gemelos digitales y la realidad virtual, el proyecto propone un mantenimiento proactivo. Este enfoque permitirá la prevención de fallos y la optimización de la operatividad y extender la vida útil de los activos en cuestión. Un ejemplo específico de este valor agregado es la capacidad del sistema para realizar diagnósticos precisos en tiempo real, lo que reduce los períodos de inactividad y mejora la eficiencia operativa, dando, así como resultado un ahorro de costos para los operadores navieros.

En relación con lo anterior, la implementación de mantenimiento predictivo en la industria marítima ha demostrado ser altamente beneficiosa. Por ejemplo, en el ámbito de la navegación comercial, el uso de programas de monitoreo de condiciones ha permitido a los operadores de buques aumentar su productividad, fiabilidad operativa y seguridad, al mismo tiempo que reduce los costos y tiempos de inactividad (Merhige, 2020). Este tipo de mantenimiento utiliza sistemas de monitoreo en línea que recogen datos

provenientes de sensores como temperatura, presión y vibración, permitiendo así detectar fallas como desalineación, desgaste excesivo de engranajes o problemas de rodamientos, antes de que causen averías mayores.

Otro ejemplo es la tecnología predictiva en los sistemas de propulsión y maquinaria auxiliar en grandes buques, donde los sensores recopilan los datos en tiempo real analizados posteriormente para prever necesidades de mantenimiento. Este enfoque ha permitido a las compañías navieras optimizar las rutas de navegación y reducir el consumo de combustible, lo que no solo mejora la eficiencia operativa sino también contribuye a la sostenibilidad ambiental al disminuir las emisiones de gases nocivos (Pruftechnik, 2022).

El proyecto a su vez se destaca de otros relacionados por su enfoque en la inclusión y el empoderamiento de los trabajadores y tripulaciones navales. A través de la colaboración entre humanos e inteligencia artificial, y la capacitación mediante tecnologías inmersivas como la red virtual, se busca potenciar las habilidades y conocimientos de la fuerza laboral, fomentando su participación en la transformación digital del sector. Esto mejora la seguridad y el bienestar de los trabajadores y usuarios, e impulsa la innovación y la competitividad de la industria en su conjunto. Lo cual está muy alineado con las iniciativas de la Industria 5.0, al priorizar el bienestar de las personas, abordar desafíos que afectan a la sociedad y fomentar la capacidad de adaptación y recuperación ante disruptiones en las operaciones de la industria. El trabajador de este nuevo paradigma, con su visión, experiencia y comprensión del contexto, es clave al retroalimentar el sistema y brindar asistencia a la IA en la toma de decisiones, para gestionar los riesgos y adaptarse a los cambios.

Otro aspecto diferenciador del proyecto es su énfasis en la sostenibilidad ambiental. De acuerdo con la literatura, la implementación de sistemas de mantenimiento inteligente en embarcaciones contribuye significativamente a la sostenibilidad, dado que prolonga la vida útil de los activos y minimiza el impacto ambiental de las operaciones al reducir de manera considerable las emisiones de gases de efecto invernadero (Autsadee, Jeevan, Bin Othman, & Mohd Salleh, 2023; Lou, Lv, Dang, Su, & Li, 2023; Zhou, y otros, 2024). Esta medida representa, por tanto, un avance sustancial en el camino hacia una industria naval más responsable y respetuosa con el medio ambiente, contribuyendo así al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y a los compromisos adquiridos en el marco del Acuerdo de París (Ministerio de Ambiente de Colombia, 2021).

En este orden de ideas, se ofrecen varias ventajas claras sobre la oferta de los competidores existente en la industria marítima y fluvial, posicionando el proyecto para no solo nivelar sino también superar las soluciones actuales del mercado. Primero, la integración de las tecnologías mencionadas como Inteligencia Artificial, Internet de las Cosas, gemelos digitales y realidad virtual distinguen este proyecto de las prácticas convencionales aplicadas hoy. Mientras que muchos competidores aún dependen del mantenimiento preventivo basado en intervalos de tiempo, este proyecto implementa un enfoque predictivo y prescriptivo que se basa en el monitoreo en tiempo real y análisis de datos. Esto permite predecir las fallas antes de que lleguen a suceder. Esto como se mencionó previamente, reduce significativamente el tiempo de inactividad no planificado.

Además, el proyecto aprovecha los gemelos digitales para simular y optimizar el mantenimiento a lo largo del ciclo de vida completo de las embarcaciones, desde el diseño hasta el desmantelamiento. Esta capacidad supera a la de los competidores que no utilizan modelos tan integrados y avanzados, proporcionando una gestión de mantenimiento más eficiente y efectiva, es decir, operaciones más sostenibles y rentables. Así mismo, la capacitación del personal a través de realidad aumentada y virtual prepara a la fuerza laboral para un entorno tecnológicamente avanzado, superando a los competidores que aún se adhieren a métodos de capacitación más tradicionales (Van Oudenhoven, Van de Calseyde, Basten, & Demerouti, 2023; Wellsandt, y otros, 2022)

APLICACIONES Y USUARIOS

El proyecto establecerá una alianza estratégica que agrupará a organizaciones regionales, empresas locales, universidades y a organizaciones y comunidades vinculadas al sector marítimo. Dentro de esta colaboración, cada entidad desempeñará un rol específico y será fundamental en el proceso, asumiendo responsabilidades definidas para lograr los objetivos del proyecto.

Las instituciones educativas: Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”, CEIPA, Universidad Tecnológica de Bolívar, y la aportarán su experiencia en investigación y desarrollo, así como en la formación de profesionales y semilleros de investigación en el campo ingenieril y naval.

Por su parte, las empresas nacionales Zabud Technologies y Hub Innovation Caribe contribuirán con su experiencia en el desarrollo e implementación de soluciones de I+D+i en modelos de inteligencia artificial “IA” e internet de las cosas “IoT”.

Las entidades colaboradoras y organizaciones locales, como la Cámara de Comercio de Cartagena, el Clúster Marítimo de Cartagena, la Asociación Colombiana de Ingenieros “ACIEM” y el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos de la Sección

del Caribe Colombiano, aportarán sus conocimientos en el ámbito ingenieril, marítimo y de gestión empresarial para garantizar el cumplimiento de todos los requisitos necesarios para la constitución y posterior implementación del proyecto.

La Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval Marítima y Fluvial de Colombia como astillero especializado en diseño, construcción y mantenimiento naval, aportará su conocimiento técnico y su infraestructura para validar y aplicar las tecnologías de mantenimiento en embarcaciones a través del modelo de colaboración de cuádruple hélice como se muestra en la Figura 18.



Figura 18. Modelo de colaboración de cuádruple Hélice del Proyecto

El proyecto impactará positivamente a diversos grupos de interés, incluyendo la comunidad marítima nacional y la comunidad académica regional. La Armada Nacional de Colombia, representada por su Escuela Naval Almirante Padilla, será uno de los principales usuarios y beneficiarios del sistema, con el Buque Escuela ARC "GLORIA" como plataforma inicial para la implementación y validación del sistema de Mantenimiento 5.0.

Los astilleros y talleres de reparación naval se beneficiarán al optimizar los procesos de mantenimiento y reparación de embarcaciones. Las empresas navieras y armadores podrán mejorar la eficiencia y sostenibilidad de sus flotas al implementar el sistema, ofreciendo servicios de mayor calidad a sus clientes.

Las autoridades portuarias y terminales marítimas podrán mejorar la gestión y mantenimiento de sus instalaciones y equipos relacionados con las operaciones marítimas mediante el sistema.

Las instituciones académicas como la Escuela Naval, Universidad Tecnológica de Bolívar, CEIPA y la utilizarán la experiencia adquirida para investigar y desarrollar tecnologías de Mantenimiento 5.0, integrándolas en sus programas de formación y capacitación.

El Clúster Marítimo de Cartagena y Bolívar promoverá la adopción del sistema entre sus miembros, aumentando la competitividad y sostenibilidad de la industria marítima en la región. Organizaciones como la Cámara de Comercio de Cartagena, ACIEM Capítulo Bolívar y IEEE Colombian Caribbean Section también podrán utilizar el sistema para capacitar y transferir conocimientos a sus miembros en tecnologías de Mantenimiento 5.0.

BENEFICIOS Y VENTAJAS PARA LAS COMUNIDADES Y/U ORGANIZACIONES

La evaluación de los beneficios económicos, sociales y ambientales para las comunidades y organizaciones es esencial para comprender el valor agregado de un proyecto tecnológico avanzado como el Mantenimiento 5.0. Este análisis permite demostrar cómo el proyecto no solo mejora las operaciones marítimas, sino que también contribuye al bienestar de las comunidades y al

desarrollo sostenible de las organizaciones involucradas. La implementación de tecnologías de Inteligencia Artificial (IA) y sensores IoT en nuestro proyecto de mantenimiento predictivo ofrece una optimización significativa de recursos y una notable reducción de los tiempos de inactividad, lo que se traduce directamente en ahorros sustanciales en los costos de operación y mantenimiento. Esto se logra a través de un monitoreo continuo y en tiempo real de las condiciones operativas de las embarcaciones, permitiendo la detección temprana de anomalías o desgaste antes de que estos se conviertan en fallos mayores.

La adopción de esta tecnología no solo facilita intervenciones de mantenimiento más oportunas y menos invasivas, optimizando el uso de piezas y mano de obra y evitando reparaciones costosas de emergencia, sino que también prolonga la vida útil del equipo. El mantenimiento predictivo puede evitar hasta un 70% del tiempo de inactividad no planeado que normalmente enfrentan las industrias (Predictiva21, 2024). Estos factores juntos no solo mejoran la eficiencia operativa, sino que también promueven una gestión de costos más efectiva y predecible para las organizaciones involucradas.

Los beneficios específicos para el astillero y el Clúster Marítimo de la Región son numerosos y significativos. Para el astillero, la implementación de tecnologías de Mantenimiento 5.0 y el enfoque de soporte logístico integrado permitirán optimizar los procesos de mantenimiento y reparación de embarcaciones, reducir costos operativos y mejorar la rentabilidad. Además, el astillero fortalecerá su capacidad de innovación y desarrollo tecnológico mediante la colaboración con instituciones académicas y empresas especializadas en Inteligencia Artificial y análisis de datos. Esto se verá evidenciado en la mejora de la calidad y confiabilidad de los servicios ofrecidos, gracias a la información precisa y en tiempo real sobre el estado de los sistemas y equipos de las embarcaciones, y la aplicación de estrategias de mantenimiento predictivo y prescriptivo. Como resultado, el astillero aumentará su competitividad y posicionamiento en el mercado nacional e internacional, al ofrecer soluciones de mantenimiento y reparación de vanguardia, alineadas con los más altos estándares de la industria naval.

Por su parte, el Clúster Marítimo se beneficiará del fortalecimiento de la integración y sinergia entre sus actores, al promover la colaboración y el intercambio de conocimientos en torno a las tecnologías de Mantenimiento 5.0 y la inteligencia artificial. Esto mejorará la competitividad y productividad del clúster en su conjunto, elevando los estándares de calidad, eficiencia y sostenibilidad de las operaciones marítimas y fluviales en la región. Además, el clúster atraerá inversiones y generará nuevas oportunidades de negocio, al posicionarse como un referente nacional e internacional en la aplicación de tecnologías de vanguardia para el mantenimiento naval. El desarrollo de capital humano especializado, mediante programas de capacitación y formación en Mantenimiento 5.0 y habilidades digitales, en colaboración con instituciones educativas, será otro beneficio importante. Todo esto contribuirá al desarrollo económico y social de la región, al impulsar la creación de empleos de calidad, la transferencia de conocimiento y la innovación en el sector marítimo y fluvial.

Este proyecto también incorpora un enfoque integral para fortalecer la comunidad local a través de la educación y el desarrollo de habilidades técnicas avanzadas. Mediante programas de capacitación específicos en nuevas tecnologías y mantenimiento avanzado, el proyecto mejora la empleabilidad y la preparación profesional de los individuos, elevando su calidad de vida y ofreciendo oportunidades de crecimiento personal y profesional. Estas iniciativas educativas son diseñadas para preparar a la comunidad para enfrentar y superar los desafíos futuros en un mercado laboral cada vez más tecnológico y automatizado.

Además, la implementación de prácticas de mantenimiento predictivo mediante el uso de tecnologías avanzadas como la IA y los sensores IoT asegura un entorno de trabajo más seguro y eficiente. Esto se traduce en una reducción significativa de los riesgos de accidentes, lo que contribuye directamente a un mejor ambiente laboral y a la seguridad de los empleados. Estos avances tecnológicos mejoran la operatividad de las embarcaciones y facilitan una gestión más sostenible de los recursos.

Desde la perspectiva ambiental, la optimización en el uso de recursos y la mejora de la eficiencia operativa derivadas del proyecto tienen un impacto directo en la reducción de emisiones de CO₂ y otros contaminantes. Este enfoque alinea las operaciones marítimas con los objetivos globales de desarrollo sostenible, fomentando prácticas que respetan y protegen el medio ambiente, lo que a su vez promueve un futuro más sostenible para todos. Este proyecto no solo transforma las prácticas industriales, sino que también infunde un sentido de responsabilidad y compromiso ambiental en la comunidad, estableciendo un modelo a seguir en la industria marítima y más allá.

La justificación de la magnitud de estos beneficios y la relevancia de los impactos económicos, sociales y ambientales se basa en la capacidad del proyecto para transformar y modernizar las prácticas de mantenimiento marítimo mediante la integración de tecnologías avanzadas. Esta transformación no solo mejora directamente las operaciones, sino que también tiene un efecto multiplicador en las comunidades locales y el entorno, promoviendo un enfoque más sostenible y eficiente en la industria marítima.

RESUMEN DEL PROYECTO

La industria marítima regional enfrenta importantes desafíos en términos de eficiencia operativa, mantenimiento de embarcaciones, impacto ambiental y competitividad. Los tiempos de inactividad no planificados debido a fallas inesperadas en los equipos y sistemas, los costosos procesos de mantenimiento reactivo/preventivo y la contaminación asociada representan grandes desafíos que amenazan la sostenibilidad y rentabilidad del sector. Todo esto surge de la ausencia de enfoques predictivos de mantenimiento y la brecha de conocimientos y habilidades en tecnologías emergentes como la Inteligencia Artificial (IA) y el Internet de las Cosas (IoT).

En tal sentido, este proyecto propone una solución innovadora y disruptiva para abordar estos desafíos, aprovechando las capacidades transformadoras de la IA y otras tecnologías de vanguardia por medio de la implementación de un sistema de Mantenimiento 5.0, que buscará optimizar los procesos de mantenimiento de las embarcaciones, reduciendo significativamente los costos operativos, aumentando la disponibilidad y maximizando la eficiencia. Esto se logrará mediante la implementación de técnicas de Mantenimiento Predictivo Avanzado, que utilizarán aprendizaje automático y análisis de datos de sensores IoT para anticipar fallas y minimizar tiempos de inactividad. Además, se desarrollará un gemelo digital tipo sombra digital del Buque Escuela ARC “GLORIA”, para simular y escenarios de mantenimiento y operaciones en réplicas virtuales. Se fomentará la colaboración Humano-IA, combinando la experiencia humana con las capacidades analíticas de la IA, y se aplicarán técnicas de Realidad Virtual y Aumentada para facilitar la transferencia de conocimientos y la adopción de tecnologías emergentes en el clúster marítimo de la región y en la comunidad académica.

Para el desarrollo y puesta en marcha del proyecto se trabajará con el modelo en V de la ingeniería de sistemas, el cual es reconocido por su enfoque sistemático y estructurado que integra las fases de planificación, desarrollo y validación. Esta metodología también permitirá una gestión rigurosa de los riesgos y la supervisión del progreso del proyecto, garantizando de esta forma la calidad y la entrega oportuna de los resultados. Además, facilitará la comunicación y la colaboración entre las diferentes organizaciones involucradas, promoviendo una comprensión clara de los objetivos y requisitos en cada etapa del proyecto. Mediante el modelo en V, se establecerán hitos y se realizarán pruebas para verificar el funcionamiento adecuado de cada componente del sistema, asegurando la integración y fiabilidad antes de su implementación en el entorno operativo real.

La ejecución de este proyecto se justifica por los múltiples beneficios económicos, sociales y ambientales que generará. Se estima una reducción en los costos de mantenimiento, un aumento en la disponibilidad de los sistemas de la embarcación, disminución de las emisiones de CO₂, la generación de empleos calificados y el desarrollo de habilidades técnicas en la fuerza laboral local. En tal sentido, este proyecto representa una oportunidad para impulsar la transformación digital y la sostenibilidad de la industria marítima regional, aprovechando el poder de la Inteligencia Artificial y otras tecnologías disruptivas, en beneficio de la economía y el desarrollo sostenible de la Región Caribe Colombiana.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA, DESAFÍO U OPORTUNIDAD IDENTIFICADO EN LAS COMUNIDADES Y/ U ORGANIZACIONES.

La industria naval en la región caribe colombiana enfrenta desafíos significativos debido a la creciente complejidad de los productos, las demandas de calidad y confiabilidad de los clientes, los efectos del cambio climático y la incertidumbre en los procesos de desarrollo (Sánchez, y otros, 2015; Singh & Rambarath-Parasram, 2019). Estos desafíos exigen una adaptación constante y la implementación de estrategias innovadoras para garantizar la sostenibilidad y competitividad en el mercado.

Entre los principales retos se encuentran los altos costos de mantenimiento, el elevado número de reprocessos, los fallos en las operaciones por indisponibilidad de equipos críticos, la falta de infraestructura para la monitorización de variables de mantenimiento, el mayor consumo energético y el mayor riesgo de contaminación ambiental (Koilo, 2019; Lee, Kwon, & Ruan, 2019). Además, se evidencia una carencia de competencias en el talento humano para el uso de tecnologías de vanguardia que puedan aplicarse en el mantenimiento naval (Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones [CCIT], 2022; Asociación Nacional de Empresarios de Colombia [ANDI], 2022).

Las plataformas de gestión de mantenimiento utilizadas actualmente en la industria naval no cuentan con módulos de predicción de fallas y análisis de datos en tiempo real que integren tecnologías de Inteligencia Artificial (IA) e Internet de las Cosas (IoT), lo que implica que gran parte de las estrategias de mantenimiento sean reactivas o preventivas. Esto conlleva impactos ambientales adversos, como un mayor consumo energético, una mayor emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y un aumento en la

probabilidad de vertidos y fugas de lubricantes y aceites que contaminan los cuerpos de agua circundantes (Martínez, 2023).

En este contexto, el Mantenimiento 5.0 y la IA surgen como soluciones prometedoras para abordar estos desafíos. El Mantenimiento 5.0 se basa en la integración de tecnologías como el IoT, el Big Data y la IA para crear un enfoque proactivo y predictivo del mantenimiento. Mediante el uso de sensores y sistemas de monitoreo en tiempo real, se pueden recopilar y analizar grandes cantidades de datos sobre el estado de los equipos y componentes, permitiendo la detección temprana de fallos potenciales y la programación óptima de las tareas de mantenimiento.

Si bien existen otras soluciones que ofrecen tecnologías de mantenimiento predictivo en equipos industriales en Colombia, las condiciones operativas y ambientales del entorno marítimo son muy diferentes a las de otros sectores de la industria manufacturera, lo que evidencia una alta necesidad de soluciones específicas para el sector naval.

Los beneficios de implementar un sistema de mantenimiento 5.0 no solo permitirán disminuir costos, contribuir a la reducción del impacto ambiental y mejorar los procesos de mantenimiento de los buques, sino que también contribuirán al desarrollo de una economía descarbonizada e incluyente, donde el trabajador estará capacitado para utilizar estas nuevas tecnologías. La industria y el clúster marítimo regional tienen una alta necesidad de modernizar sus procesos y adoptar tecnologías emergentes para mantenerse competitivos en un mercado global cada vez más exigente.

PROPIUESTA DE SOLUCIÓN PARA LAS COMUNIDADES Y/U ORGANIZACIONES

El mantenimiento de embarcaciones enfrenta desafíos significativos debido a la operación en entornos variables y a menudo adversos. Las fallas en los subsistemas pueden tener impactos económicos y ambientales graves, como tiempos de inactividad prolongados y costos elevados por mantenimiento reactivo (Kimera & Nangolo, 2020). Estos problemas afectan directamente la sostenibilidad de las operaciones marítimas, impidiendo el desarrollo sostenible al incrementar la huella de carbono y los residuos generados por ineficiencias operativas.

La inteligencia artificial (IA) y tecnologías avanzadas como el aprendizaje automático y los sensores IoT representan soluciones idóneas para estos desafíos. La IA puede procesar y analizar grandes volúmenes de datos de los subsistemas de las embarcaciones para identificar patrones y predecir fallos antes de que ocurran (Samaei & Ghahfarrokhi, 2023). Esto permite realizar mantenimientos predictivos que ajustan las intervenciones a las necesidades reales del buque, optimizando recursos y reduciendo tiempos de inactividad.

El enfoque metodológico para integrar el Mantenimiento 5.0 en el Sistema de Soporte al Ciclo de Vida 5.0 se basará en el Aprendizaje Automático, que será utilizado para el análisis predictivo de fallos, adaptándose al comportamiento específico de cada embarcación para optimizar los intervalos de mantenimiento.

Para asegurar el éxito y la aceptación del proyecto de Mantenimiento 5.0, implementaremos estrategias integrales que incluirán talleres y foros a las organizaciones locales y comunidad académica, destacando los beneficios y funcionamiento del sistema. Fomentaremos la participación en las fases de prueba y ajuste, alineando las soluciones con las necesidades y capacidades locales. Además, promoveremos la creación de empleo y el desarrollo de habilidades, capacitando a operadores técnicos y especialistas en las nuevas tecnologías, para fortalecer la infraestructura de mantenimiento y mejorar la competitividad en la industria marítima.

19.2. Descripción general de la solución

Como solución a los desafíos de identificados en la industria marítima regional, esta propuesta propone el desarrollo e implementación de un sistema de Mantenimiento 5.0. Este se implementará de forma inicial en los sistemas de propulsión y generación del Buque Escuela ARC "GLORIA" de la Armada Nacional de Colombia para optimizar los procesos de mantenimiento de los equipos de estos sistemas y llevar a cabo intervenciones de manera predictiva.

Esta implementación inicial servirá como un caso de uso y proyecto base para validar y refinar el sistema de Mantenimiento 5.0 antes de aplicarlo a todos los sistemas esenciales del buque "GLORIA" y escalarlo a otras embarcaciones y flotas de la región.

El Sistema de Soporte al Ciclo de Vida 5.0 integrará las siguientes tecnologías:

- Implementación de una red de sensores IoT para monitorear en tiempo real el estado y rendimiento de los equipos de los sistemas de propulsión y generación del buque.

- Aplicación de técnicas de aprendizaje automático y análisis de datos históricos de falla para detectar patrones, anomalías y predecir potenciales fallas.
- Creación de un gemelo digital del Buque “Gloria”, una réplica virtual que permitirá simular escenarios de mantenimiento y operaciones.
- Integración de las tecnologías IoT, IA y gemelo digital al Portal de Soporte al Ciclo de Vida.
- Incorporación de la colaboración humano-IA, donde la experiencia de los expertos se complementará con la capacidad analítica de la Inteligencia Artificial.
- Implementación de la Realidad Virtual y Aumentada para capacitar a los tripulantes en procedimientos de mantenimiento complejos de manera inmersiva y segura.

La solución se fundamentará en el Sistema de Gestión de Mantenimiento Computarizado (CMMS) que actualmente está en funcionamiento en COTECMAR, denominado Portal de Soporte al Ciclo de Vida, el cual constituirá el eje central del proyecto. Este CMMS albergará una base de datos actualizada que contiene información sobre los equipos a bordo del buque, manuales de operación, especificaciones técnicas y procedimientos de mantenimiento preventivo preestablecidos.

Se procederá a la integración de dispositivos y sensores pertenecientes al Internet de las Cosas (IoT) en los sistemas esenciales seleccionados del buque "Gloria". Estos sensores IoT llevarán a cabo una monitorización en tiempo real de parámetros tales como temperatura, presión, vibraciones, consumo energético, entre otros, recopilando datos continuos sobre el desempeño y condición de los activos.

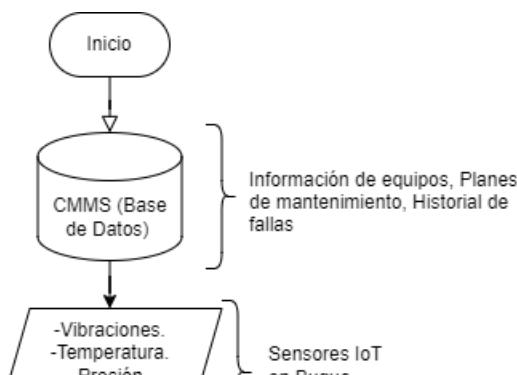
Con el propósito de asegurar una transmisión de datos fiable y constante desde los sensores IoT hasta el CMMS central, se desplegará una red de conectividad a bordo. Dicha red abarcará una infraestructura Wifi para las áreas cubiertas. Se investigará sobre la implementación de tecnologías de comunicación satelital que puedan implementarse para garantizar la conectividad cuando el buque se halle en alta mar.

Los datos recolectados por los sensores IoT, junto con el historial de mantenimiento almacenado en el CMMS, alimentarán los algoritmos de aprendizaje automático y análisis predictivo. Los cuales procesarán y examinarán los datos con el objetivo de detectar patrones de comportamiento anómalo que puedan indicar potenciales fallas inminentes en los equipos. Estas capacidades estarán integradas directamente en el Sistema de Gestión de Mantenimiento, permitiendo generar recomendaciones específicas de mantenimiento preventivo, tales como inspecciones programadas o sustitución de componentes, antes de que se produzcan fallos en los activos.

Adicionalmente, se desarrollará un gemelo digital tipo sombra digital del buque dentro del Portal de Soporte al Ciclo de Vida, creando una representación virtual en tiempo real de los activos físicos. Este gemelo digital posibilitará la simulación de diversos escenarios de mantenimiento y la evaluación del impacto de las intervenciones planificadas antes de su implementación en el entorno real. Una vez desarrollado, el gemelo digital podrá nutrirse con datos en tiempo real provenientes de los sensores IoT y los algoritmos de análisis predictivo, aprovechando al máximo estas capacidades analíticas en un entorno virtual.

Para complementar estas soluciones tecnológicas, se implementarán capacitaciones inmersivas mediadas por realidad virtual (RV) destinadas a la tripulación del buque. Estas sesiones de entrenamiento en RV permitirán a los tripulantes familiarizarse con los equipos, interpretar los datos generados por los sistemas de monitoreo y practicar los procedimientos de mantenimiento preventivo recomendados por el CMMS, todo ello en un entorno seguro y controlado antes de enfrentarse a situaciones reales. El trabajador jugará un papel muy importante, pues colaborará estrechamente con la inteligencia artificial en la toma de decisiones, detección y mitigación de riesgos en los activos físicos. Esta interacción humano-IA aportará el juicio experto y la experiencia práctica necesarios para garantizar una operación resiliente y adaptable a situaciones complejas o imprevistas. Además, el proyecto de aplicación de inteligencia artificial en la gestión del mantenimiento aportará significativamente a las comunidades académicas, profesionales del área y al clúster académico a través de la transferencia de conocimientos.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo que ilustra el proceso y el funcionamiento del sistema:



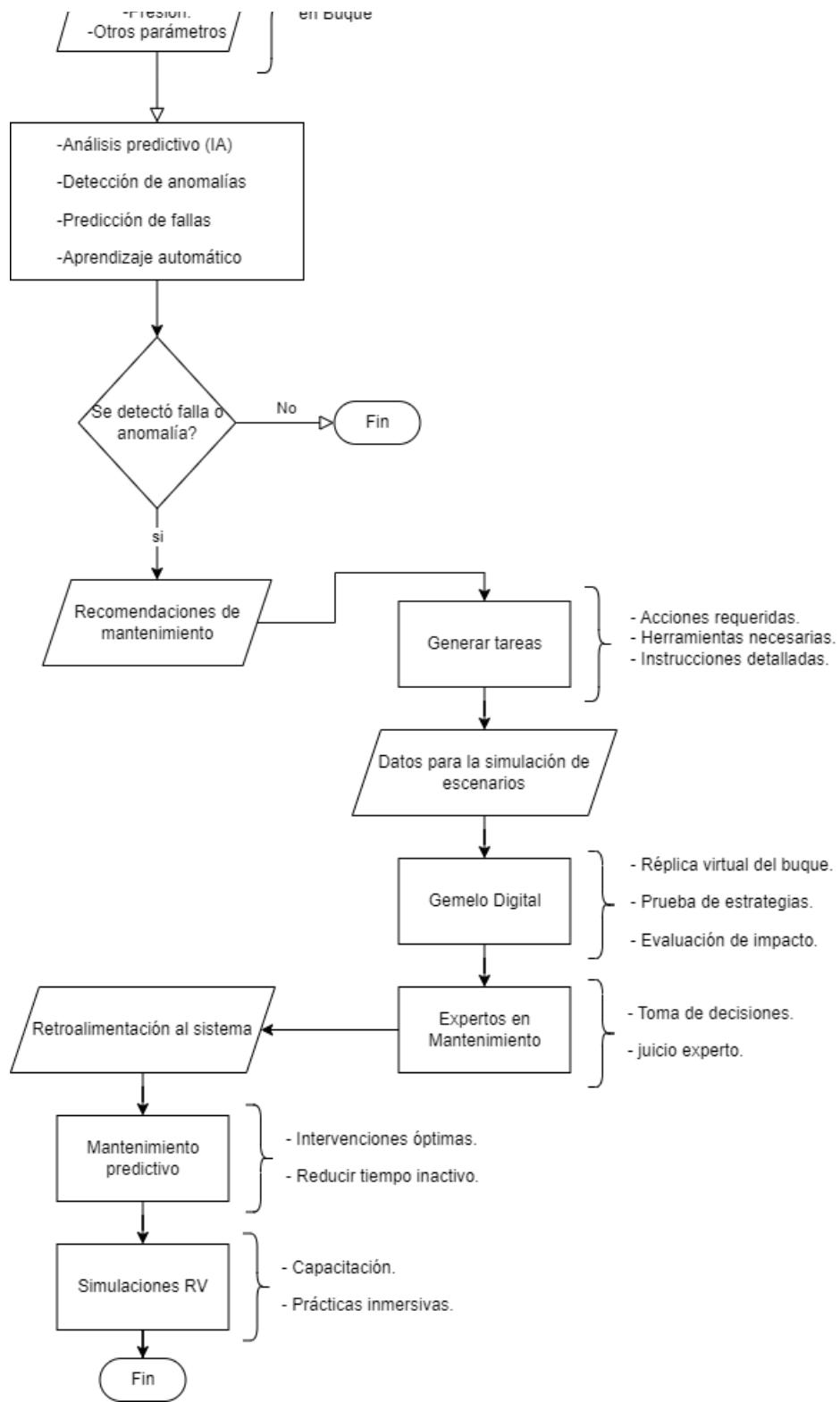


Figura 19. Diagrama de flujo del Sistema de Soporte al Ciclo de Vida 5.0

Al aprovechar el sistema de Mantenimiento 5.0 como una plataforma de aprendizaje y colaboración, las asociaciones y gremios marítimos podrán desempeñar un papel fundamental en la capacitación de sus miembros, la transferencia de conocimientos y la promoción de la innovación en la industria marítima regional. Esto, a su vez, contribuirá a mejorar la eficiencia, la seguridad y la competitividad de las operaciones marítimas en la región.

19.3. Descripción detallada del desarrollo del proyecto

La incorporación de un modelo de predicción de fallas abordado desde el ámbito de la inteligencia artificial implica, de ante mano, la determinación de los parámetros físicos medibles que son vitales para la predicción de fallas y anomalías de los sistemas. No obstante, previo a la determinación de los parámetros, es necesaria la identificación de aquellos sistemas sobre los que acarrean la capacidad del cumplimiento de las misiones básicas del Buque ARC Gloria, para esto es vital la aplicación de una metodología de determinación de esencialidad, conocida como GRES, cuyo propósito es lograr la categorización de los sistemas en una escala de menos esencialidad (MEC 1) hasta máxima esencialidad (MEC 5), esto en función de las misiones a ser cumplidas por el Buque. Al haberse identificado los sistemas, posteriormente, se debe realizar un estudio de aquellos parámetros aptos a ser medidos por sensores IoT. La identificación de dichos parámetros va desde puntos de medición de presión, hasta puntos de medición de vibraciones, incluyendo a su vez, medición de temperatura, niveles de volúmenes de tanques, niveles de carga, voltaje, entre otros. Los cuales son determinantes para la estructuración del modelo de predicción de fallas.

La elección de los parámetros, como punto inicial, permitirá realizar el estudio de mercado para identificar los sensores más adecuados, ubicar su instalación de la manera más conveniente posible, con base en la estructura de los sistemas y el alcance de estos. Lo cual permitirá construir una red que alimentará a la maqueta digital que será construida por el laboratorio de Realidad Extendida de COTECMAR y, a su vez al modelo de predicción diseñado que será incorporado en el back-end del sistema computarizado de gestión de mantenimiento, el PSCV, que permitirá notificar y lanzar alertas a los tripulantes del buque, promoviendo la acción proactiva ante vicisitudes de difícil detectabilidad.

Por otra parte, para el entrenamiento de un modelo de predicción de fallas, es requisito indispensable, la recolección de un banco de registro de fallas que permita identificar los comportamientos anómalos de las variables físicas implicadas en dichos sistemas, siendo conocido como el Dataset para este proyecto. Proveído por el ARC Gloria, este historial de conjunto de datos es una pieza fundamental para la construcción de un modelo de predicción de fallas. Será una tarea por cumplirse de parte de los aliados. La recolección y digitalización de los datos que hayan sido tomados manualmente en formatos físicos, esto conducirá a tener información compacta y veraz que alimentará la base de datos que será usada por el modelo de predicción de fallas.

La estructura por construirse para el conjunto de datos de entrenamiento irá en función de la estructura articulada previamente por el sistema de trabajo de la embarcación, es decir, con base en el funcionamiento real observado por ambos sistemas a lo largo de su período de funcionamiento, se establecerá la línea base de las fallas propensas experimentadas. El problema podría abarcarse usando herramientas directas del Machine Learning, comenzando primero por determinar el preprocesamiento de los datos en cuestión. Lo cual contribuye a la adaptación de los datos para evitar sobreajustes en los resultados pronosticados. Entre los algoritmos a usarse para realizar un correcto preprocesamiento se considera el algoritmo PCA para determinar los principales parámetros, esto se usa con el fin de evitar un sobre proceso y optimizar el cálculo realizado por el estimador a implementarse.

Para la evaluación de un modelo se debe medir el nivel de precisión obtenida usando métricas de comparación, entre los más usuales, se encuentra el error cuadrado medio (MSE), el cual será una de las métricas para comparar los modelos candidatos entre las técnicas de Machine Learning consideradas. El problema puede comprenderse desde tres técnicas diferentes y ampliamente usadas, entre esas se encuentra: el aprendizaje supervisado, no supervisado y profundo. Las consideradas a evaluarse se caracterizan por considerar, en el primer caso, el aprendizaje supervisado cuenta con la predisposición configurada de los datos de salida, es decir, se cuenta con las salidas ya conocidas, en contraste, el aprendizaje no supervisado se encarga de encontrar los patrones y de encontrar clústeres existentes. Esto con el fin de hallar patrones no visibles explícitamente. Ambas técnicas se pueden usar en conjunto para determinar la precisión y verificar el comportamiento de los datos.

Por otro lado, el aprendizaje profundo, puede ser considerado, no obstante, se (se debe verificar si la empresa es capaz de implementar algoritmos de aprendizaje profundo)

Al evaluarse el algoritmo más apto en función de la técnica seleccionada, se hace posteriormente un ajuste de hiperparámetros que dependerá fielmente de los algoritmos a usarse, entre los hiperparámetros más comunes se encuentran la cantidad de capas, las ramas de profundidad, la cantidad de clústeres, la cantidad de iteraciones, entre otros, los cuales deben ser elegidos de manera conveniente para no realizar sobreajustes en el modelo, y a su vez, de no abusar innecesariamente de la capacidad, complicando etapas posteriores relacionadas con el despliegue del modelo al ser incorporado con la red de sensores instalados en la embarcación.

Para la elección de un framework de trabajo, es necesario considerar el objetivo, la mantenibilidad, el enfoque del despliegue, esto debido a que se hace imperativo el mantener una base de datos recolectando y almacenando los datos en tiempo real que serán la columna vertebral al ser la información de referencia. Hoy en día, entre los más usados en el mercado, se deberá elegir aquel que permita manejar la confidencialidad de la información, que permita la visualización estructurada y la compilación seccionada, para evitar posibles problemas de fallas del sistema en caso de desconexión.

La implementación deberá acompañarse tanto del software como el hardware referente al modelo, esto implica la instalación de un sistema de cómputo o la configuración de uno disponible en la embarcación que cumpla con características de RAM y procesador dictaminados por lo que se programe y despliegue en el proceso anterior descrito. La salida que se propone, quedará constituida dentro del PSCV en el módulo de gestión de mantenimiento virtual que permitirá observar una maqueta digital con la capacidad de

visualización de los parámetros reales de los sistemas seleccionados, donde se incorporará el modelo de predicción que trabajará en paralelo de manera implícita para realizar alertas y notificaciones especificando los detalles acerca de las posibles anomalías presentadas o que podrán presentarse, destacando que la capacidad del modelo va enfocada al último punto, debido a que notificará a los tripulantes a través de la interfaz del PSCV de una situación que pueda presentarse, lo cual permitirá a los tripulantes y al operario tomar decisiones proactivas, colaborando a que la situación no se acrecienta y sea detectada con antelación a su probable ocurrencia.

JUSTIFICACIÓN

La industria marítima global, responsable de transportar aproximadamente el 90% de los bienes mundiales, enfrenta desafíos significativos que afectan tanto la eficiencia operativa como la sostenibilidad ambiental. Históricamente dependiente de prácticas de mantenimiento reactivas, la industria no solo incurre en altos costos operativos, sino que también contribuye al impacto ambiental por una gestión ineficaz de recursos y desechos (Close & Tideswell, 2012; IBM, 2023). Además, como uno de los principales emisores de gases de efecto invernadero, el sector marítimo se ve presionado para adoptar tecnologías más limpias y mejorar la eficiencia del combustible y la optimización de rutas (IMO, 2020). Ante estos retos, la transición hacia prácticas de mantenimiento más proactivas y predictivas se presenta como una solución estratégica esencial para asegurar la seguridad, eficiencia y viabilidad a largo plazo del sector.

El mantenimiento es fundamental en la industria marítima para asegurar la operación segura y eficiente de las embarcaciones, protegiendo tanto la integridad física de la tripulación como el medio ambiente marino. La Organización Marítima Internacional (IMO) identifica un mantenimiento inadecuado como una de las causas principales de incidentes en el mar, resaltando la necesidad de prácticas regulares y efectivas para prevenir accidentes (IMO, 2020). Además, un enfoque reactivo en el mantenimiento, que espera a que los fallos ocurran, resulta más costoso y menos eficiente que las metodologías proactivas o predictivas, que pueden reducir los costos operativos significativamente y aumentar la disponibilidad y longevidad de los activos, implementando tecnologías avanzadas como el análisis de datos y la inteligencia artificial, se mejora la programación del mantenimiento y la detección anticipada de fallas, optimizando la gestión de recursos y fomentando una operación más sostenible (Close & Tideswell, 2012).

La evolución tecnológica en la industria marítima ha culminado en el desarrollo del Mantenimiento 5.0, un enfoque revolucionario que integra el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA) y el análisis de datos. Esta innovación marca un avance significativo sobre las prácticas tradicionales, permitiendo una gestión predictiva y más eficiente de las operaciones navales. Con el uso de IoT, los datos se recopilan en tiempo real desde sensores en las embarcaciones, proporcionando una vigilancia continua que permite detectar y responder a problemas incipientes antes de que se conviertan en fallos graves. Esta detección temprana no solo agiliza las reparaciones y reduce sus costos, sino que también minimiza los tiempos de inactividad (Maritime Education, 2021). Además, la IA analiza y procesa grandes volúmenes de datos para anticipar fallos y optimizar el mantenimiento, adaptando las operaciones basadas en el aprendizaje continuo de los datos históricos (Perle, 2022). Esta integración de tecnologías refuerza la seguridad y la confiabilidad de las flotas, a la vez que promueve una mayor sostenibilidad al reducir el consumo de recursos y las emisiones, alineando la industria con normativas ambientales globales y aumentando su sostenibilidad a largo plazo.

La implementación del Mantenimiento 5.0 representa una transformación significativa en la gestión de mantenimiento dentro de la industria marítima, mediante la integración de tecnologías avanzadas como IoT y la IA. Esta innovación mejora notablemente la eficiencia operativa y la seguridad a través de la monitorización en tiempo real, lo que facilita una considerable reducción de los tiempos de inactividad no planificados y optimiza el consumo de recursos, incluyendo el combustible. Este avance tecnológico no solo reduce los costos operativos generales, sino que también fortalece la capacidad de respuesta ante fallos potenciales, aumentando así la seguridad y la confiabilidad de la flota (Maritime Education, 2021; Perle, 2022). Adicionalmente, la adopción de herramientas como la realidad virtual y la realidad aumentada enriquece la capacitación del personal, mejorando su habilidad para manejar situaciones complejas y emergencias a bordo (Yoon y otros, 2023). Este conjunto de mejoras incrementa la sostenibilidad operativa y ambiental y promueve la adopción de prácticas más eficientes y responsables, impactando positivamente en la seguridad, la rentabilidad y la responsabilidad ambiental a largo plazo.

El Mantenimiento 5.0 es clave para avanzar hacia prácticas más sostenibles en la industria marítima, mejorando la eficiencia operativa y la rentabilidad mientras reduce el impacto ambiental. La implementación de IoT y IA permite una gestión más precisa de los recursos y una optimización del rendimiento energético, lo que lleva a una reducción notable en las emisiones de gases nocivos y la generación de residuos mediante sistemas predictivos que anticipan fallos antes de que ocurran (Yoon y otros, 2023; Perle, 2022). Además, este enfoque promueve la economía circular al extender la vida útil de las embarcaciones y sus componentes,

reduciendo la demanda de nuevos recursos y piezas, lo que alivia la presión sobre los ecosistemas y alinea a las compañías marítimas con regulaciones internacionales más estrictas en materia de emisiones y gestión ambiental (IMO, 2020). Por lo tanto, adoptar el Mantenimiento 5.0 no solo es una decisión estratégica para las empresas individuales, sino un paso esencial hacia un futuro más sostenible para toda la industria marítima.

La implementación exitosa del Mantenimiento 5.0 tiene el potencial de transformar a la entidad que lo adopta y a la industria marítima, gracias nuevos estándares de mantenimiento y sostenibilidad. Este modelo de vanguardia promueve la adopción de estas tecnologías, mejorando la eficiencia y la seguridad operacional, y elevando el nivel competitivo del sector. Estas mejoras incentivan a otras empresas a seguir su ejemplo para mantenerse competitivas, demuestran cómo las prácticas de mantenimiento avanzadas pueden alinearse con objetivos de sostenibilidad y reducción de emisiones globales. Este liderazgo puede influir significativamente en las políticas y regulaciones del sector marítimo, estableciendo las bases para futuras normativas que apoyen un menor impacto ambiental (Maritime Education, 2021; Perle, 2022; International Maritime Organization (IMO), 2020). Además, la integración de estas tecnologías promueve el desarrollo profesional dentro de la industria, aumentando la demanda de habilidades técnicas avanzadas y fomentando una mayor inversión en formación y educación, lo que eleva el nivel de experticia a lo largo del sector (Yoon y otros, 2023).

La implementación del Mantenimiento 5.0 en la industria marítima está alineada con políticas gubernamentales y regulaciones sectoriales que enfatizan la innovación, la sostenibilidad y el desarrollo tecnológico. Este enfoque no solo cumple con las exigencias del Acuerdo de París y las directrices de la Organización Marítima Internacional para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la eficiencia energética, sino que también proyecta la industria hacia las prácticas de la economía circular. Además, respalda objetivos estratégicos globales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, relacionados con la innovación industrial (ODS 9), la acción climática (ODS 13) y la protección de la vida submarina (ODS 14). Este compromiso con los estándares internacionales y las metas de sostenibilidad no solo fortalece la posición de las empresas marítimas frente a futuras regulaciones, sino que también las incentiva a participar en iniciativas globales para un desarrollo responsable y sostenible.

El proyecto "Navegando hacia el Futuro: Integración del Mantenimiento 5.0 en el Ciclo de Vida de Embarcaciones para un Desarrollo Sostenible" se presenta como una iniciativa estratégica y transformadora para la industria marítima colombiana. Encarando desafíos críticos como la eficiencia operativa y la sostenibilidad ambiental, este proyecto aplica tecnologías avanzadas como el IoT, la IA, y los gemelos digitales para redefinir las prácticas de mantenimiento desde un enfoque reactivo a uno proactivo y predictivo. Al adoptar el Mantenimiento 5.0, Colombia no solo mejora la eficiencia y seguridad de sus operaciones marítimas, sino que también establece un modelo de sostenibilidad que reduce significativamente el impacto ambiental. Este enfoque alinea el sector marítimo con las regulaciones internacionales y contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente en industria e innovación, acción por el clima, y vida submarina. Además, "Navegando hacia el Futuro" promueve la innovación tecnológica y la competitividad a nivel internacional, estableciendo estándares que pueden influir en las políticas y regulaciones del sector marítimo global. La capacitación avanzada y la mejora en las condiciones laborales que propicia el proyecto, no solo elevan la calidad de vida de la comunidad marítima local, sino que también fomentan el desarrollo económico y social. Por lo que este proyecto no es solo una respuesta a los retos actuales sino una inversión en el futuro de la industria marítima, posicionando a Colombia como un líder en la adopción de tecnologías avanzadas y prácticas sostenibles en el sector. Al implementar este proyecto, Colombia no solo asegura su viabilidad en el competitivo mercado global, sino que también demuestra un compromiso firme con la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental, marcando el camino hacia un futuro más responsable y sostenible para la industria marítima mundial.

MARCO CONCEPTUAL

La Cuarta Revolución Industrial, también llamada Industria 4.0, tuvo sus inicios en 2011 como parte de un proyecto dentro de la estrategia de alta tecnología del Gobierno alemán, el cual buscaba que los sistemas de producción pudieran tomar decisiones inteligentes a través de la comunicación y la cooperación en tiempo real (Vogel-Heuser, Bauernhansl, & Hompel, 2017).

Las características de la Industria 4.0, según (Xu, Lu, Vogel-Heuser, & Wang, 2021) incluyen la integración horizontal a través de redes de valor, la ingeniería de extremo a extremo en toda la cadena de valor, la integración vertical y los sistemas de fabricación en red y nuevas infraestructuras sociales en el lugar de trabajo. En la industria 4.0 detectar, predecir y prevenir fallas son aspectos fundamentales para mejorar el mantenimiento de todos los equipos utilizados en la línea de producción. El uso de algoritmos de aprendizaje automático facilita la detección temprana y precisa de fallas, lo que reduce al mínimo el tiempo de inactividad al reconocer productos o partes dañados o defectuosos en tiempo real (Angelopoulos, y otros, 2019).

La transición hacia la Industria 4.0 plantea desafíos significativos en términos de seguridad cibernetica, protección de datos y diseño de sistemas. Estas preocupaciones, inexistentes en épocas anteriores, restringen el potencial y la implementación completa de las nuevas tecnologías (Javaid, Haleem, Singh, Rab, & Suman, 2021). Pero estas nuevas tecnologías tienen limitaciones en varias técnicas y algoritmos utilizados en la planificación de mantenimiento predictivo como lo son dificultades en la convergencia, sensibilidad a datos, necesidad de grandes conjuntos de datos, lentitud en el aprendizaje y problemas de estabilidad (Abidi, Mohammed, & Alkhalefah, 2022). Para buscar alcanzar las limitaciones actuales en la industria, nace el Mantenimiento 5.0.

El concepto de Mantenimiento 5.0 ha evolucionado significativamente. Definido por (Cortés-Leal, Cárdenas, & Del-Valle-Soto, 2022) como un sistema que aumenta la resiliencia de los activos físicos mediante una interacción ampliada entre estos y los operarios (Raad, 2021), este enfoque no solo mejora la robustez de los activos, sino que también promueve una colaboración empática entre máquinas y humanos. Se distingue por la personalización, la seguridad y la incorporación de tecnologías de vanguardia como la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas (IoT) y la computación en la nube. Se enfatiza el valor del mantenimiento predictivo y el mantenimiento basado en la condición para asegurar la confiabilidad de los equipos y mejorar la eficiencia de las operaciones industriales.

Entre los algoritmos usados como clasificadores y estimadores para la predicción de fallas, se destaca el algoritmo de Máquina de Vectores de Soporte (SVM) y el algoritmo de Red Neuronal Artificial (ANN), el primero se aloja en la línea de algoritmos que para su implementación requiere la clasificación previa de las etiquetas de salida, lo cual implica una efectiva y bien esquematizada base de datos de referencia. Éste es un algoritmo de aprendizaje supervisado planteado por Vladimir Vapnik en la década de los 90, fue originalmente pensado para problemas que requerían una clasificación binaria, sin embargo, hoy en día el algoritmo ha evolucionado a tal punto que no sólo se usa en problemas de clasificación, sino también en situaciones donde se requiere hacer uso de regresiones (Martín Guareño, 2016). Su implementación va orientada para aquellos problemas con conjuntos de datos que no son linealmente separables, su objetivo es permitir la convergencia pese a clasificaciones erróneas por medio del ajuste del hiperparámetro C, variable de holgura.

Por otra parte, desde la perspectiva del aprendizaje profundo, se destaca el algoritmo de Red Neuronal Artificial (ANN) por sus siglas en inglés, éste es un algoritmo de aprendizaje inspirado en la estructura y funcionamiento del cerebro humano, el cual consiste en un conjunto de nodos interconectados, organizados en capas, donde cada nodo realiza operaciones matemáticas simples y transmite su salida a otros nodos. Durante el proceso de entrenamiento, la ANN ajusta automáticamente los pesos de las conexiones entre nodos para minimizar la discrepancia entre las salidas predichas y las salidas reales, utilizando ejemplos de entrada junto con sus salidas correspondientes, sin embargo, la ANN puede tener dos enfoques de aprendizaje: supervisado y no supervisado. En el aprendizaje supervisado, se proporcionan ejemplos etiquetados de entrada y salida, lo que es ideal para modelar y controlar sistemas dinámicos, clasificar datos con ruido y predecir eventos futuros, mientras que, en el aprendizaje no supervisado, la red se entrena sin salidas etiquetadas, cuando se aplica este enfoque se emplea para descubrir patrones, estructuras o características inherentes en los datos de entrada (MathWorks, s.f.).

Los anteriores algoritmos juegan un rol fundamental ante la implementación de un modelo de predicción de fallas, debido a que dentro de las características del Mantenimiento 5.0, se resalta la mejora en la durabilidad y la capacidad de respuesta ante variaciones y fallos, el aumento del rol humano en la fabricación inteligente, y la búsqueda activa de un diálogo efectivo entre los activos físicos y los operarios, lo que facilita una operación más intuitiva y adaptativa (Raad, 2021). Este enfoque contrasta con la Industria 4.0, centrada en la tecnología y la productividad (Xu, Lu, Vogel-Heuser, & Wang, 2021). Sin embargo, la Industria 5.0 se distingue por su impulso hacia el valor y el enfoque en las personas, potenciando la Industria 4.0 mediante la ampliación de sus horizontes y la adaptación a los continuos cambios del mercado y la sociedad.

Para apoyar estas características mencionadas, las tecnologías emergentes del siglo XXI juegan un papel crucial. La inteligencia artificial (IA) y los sistemas avanzados de sensorización e interacción en tiempo real como el IoT, el cual implica la conexión de objetos cotidianos a Internet, permitiendo que estos objetos recopilen información, permitiéndoles observar, identificar y entender el entorno sin la intervención humana, lo cual facilita una automatización y una coordinación más eficaz a través de tecnologías de identificación por Radio Frecuencia (Ashton, 2009). Lo mencionado está enfocado en mejorar la capacidad de respuesta y la adaptabilidad frente a variaciones y fallos, permitiendo un mantenimiento más predictivo y proactivo. Asimismo, tecnologías como la realidad virtual y aumentada facilitan un diálogo más eficiente y efectivo entre los activos físicos y los operarios, haciendo la operación más intuitiva y menos sujeta a errores humanos.

Además, el gemelo digital, se define en empresas que han aplicado la inteligencia artificial en el ámbito de mantenimiento como Fracttal, como una representación virtual de un sistema o producto físico del mundo real que sirve como la contraparte digital indistinguible del mismo para fines prácticos, como simulación, integración, pruebas, monitoreo y mantenimiento del sistema (Fracttal Tech, 2023). Este concepto permite un monitoreo continuo y una simulación precisa de los sistemas físicos, lo que es esencial para anticipar problemas antes de que ocurran y optimizar el rendimiento del mantenimiento.

Cada una de estas tecnologías no solo refuerza las capacidades de la Industria 5.0, sino que también asegura que el mantenimiento evolucione para estar al frente de los desafíos contemporáneos, combinando eficiencia tecnológica con un enfoque centrado en el ser humano.

El mantenimiento 5.0 provee grandes beneficios en el ámbito industrial. Este tipo de mantenimiento no solo destaca por la optimización de la eficiencia energética y la sostenibilidad en cuestión, sino también por su enfoque centrado en la humanización de los procesos industriales que se realizan actualmente. Así mismo, la integración de IA y plataformas low-code mejora significativamente la eficiencia energética de los entornos de producción (Redchuk, Walas Mateo, Pascal, & Tornillo, 2023). Además, este enfoque de mantenimiento avanzado minimiza el tiempo de inactividad y reduce los costos a través de estrategias predictivas que anticipan las necesidades de mantenimiento, reduciendo significativamente los tiempos de inactividad no planificados y los costos relacionados a estos.

Por otro lado, este promueve una mejor gestión y monitoreo de activos al combinar diferentes tipos de sensores y herramientas de diagnósticos las cuales permiten monitorear en tiempo real y gestionar los activos industriales de manera más eficiente (Achouch, y otros, 2022) . Esto de igual modo mejora la planificación y la toma de decisiones mediante la integración de modelos predictivos los cuales ayudan a las organizaciones a planificar las actividades de mantenimiento, mejorando así la eficiencia operativa.

En este orden de ideas, también puede facilitar la transición hacia prácticas más sostenibles en la industria actual. Al integrar aspectos sostenibles directamente en el mantenimiento, las empresas no solo pueden cumplir con la actual normativa ambiental, sino que también mejora su imagen pública y su eficiencia (Lachvajderová, Kádárová, Juliá Sanchis, Rybárová, & Denisa, 2023).

La tendencia sobresaliente en el ámbito del mantenimiento 5.0 está relacionada con la personalización, que implica adaptar las estrategias de mantenimiento a las particularidades de cada instalación y equipo. Este enfoque no solo promueve un servicio más seguro y eficiente, sino que también facilita la incorporación de Tecnologías de alto rendimiento como el internet de las cosas (IoT), la computación en la nube y la automatización, esta integración impulsa enfoques predictivos y prescriptivos que mejoran la precisión y la confiabilidad operativa (Deus Aguilera, Casares Li, & García Toll, 2022).

Como se mencionó anteriormente, estas tendencias se acompañan de desafíos significativos que incluyen la seguridad, la privacidad y la confiabilidad en relación con los datos, aspectos críticos relacionados con el aumento de la interconexión y digitalización en los procesos de mantenimiento. Adicionalmente, la necesidad de una mano de obra capacitada para operar y mantener estas tecnologías representa un desafío clave para las organizaciones. Asimismo, la regulación en cuanto a la interacción humano-robot, relacionada a la protección de los derechos laborales en entorno automatizados, plantean desafíos éticos y legales que requieren una atención una atención proactiva (Deus Aguilera, Casares Li, & García Toll, 2022).

Profundizando en la importancia de la ética en la Industria 5.0, es importante tener en cuenta que este tipo de consideraciones son fundamentales para asegurar la integración responsable de tecnologías avanzadas en los entornos industriales. Un enfoque centrado en el ser humano, que prioriza el diseño sensible al valor (VSD), es importante para la mitigación de posibles daños éticos derivados del diseño inapropiado, la aplicación incorrecta o el mal uso de estas tecnologías. Este enfoque no solo ayuda a abordar los desafíos éticos ya existentes en la industria, sino que también facilita una transición eficaz hacia fábricas más sostenibles, donde la tecnología y la humanidad pueden coexistir de manera equitativa (Longo, Padovano, & Umbrello, 2020).

De esta forma, implementar un marco ético robusto dentro del mantenimiento 5.0 implica considerar a los trabajadores como operarios y elementos centrales del proceso productivo, cuyas actividades y capacidades se ven reforzadas por la tecnología, no reemplazadas. Este enfoque de diseño que significa el valor busca garantizar que las tecnologías no solo sean eficientes, sino que también promuevan la dignidad, la equidad y el bienestar de los empleados. Así, los dilemas éticos relacionados con el aumento de la automatización y la inteligencia artificial en entornos de trabajo pueden gestionarse eficazmente, avalando que la tecnología en la Industria 5.0 actúe en pro de la sociedad y respete los valores fundamentales de las personas.

ESTADO DEL ARTE

El mantenimiento industrial ha evolucionado de reactivas reparaciones post-fallo a sofisticadas estrategias predictivas y preventivas impulsadas por la Industria 4.0. Esta transformación se ha visto especialmente potenciada por tecnologías emergentes como IoT, IA, big data y la computación en la nube, marcando el paso hacia el Mantenimiento 5.0, que integra robótica colaborativa, impresión 3D y realidades aumentada y virtual. Este estado del arte busca examinar la literatura científica sobre la implementación de modelos predictivos en el mantenimiento naval, identificando los retos, tendencias y avances. El objetivo es comprender las contribuciones académicas y tecnológicas recientes, documentando los enfoques y resultados clave para establecer una base sólida que diferencie y oriente el desarrollo futuro del proyecto de Mantenimiento 5.0 en el sector marítimo.

a. Antecedentes y relevancia del problema.

La evolución del mantenimiento industrial ha transcurrido desde las reparaciones reactivas en el siglo XIX, pasando por el surgimiento del Mantenimiento Preventivo en el siglo XX, que intentaba prevenir fallas mediante inspecciones regulares, aunque a veces inefficientes. Con la llegada de la Industria 4.0, se desarrolló el Mantenimiento Predictivo, que utiliza análisis de datos para anticipar fallos y optimizar la eficiencia del mantenimiento. Actualmente, la industria marítima ha integrado estas innovaciones, logrando reducir los tiempos de inactividad no planificados y mejorar la seguridad y la toma de decisiones estratégicas. La transición hacia el Mantenimiento 5.0 busca promover un entorno de mantenimiento aún más conectado y eficiente. Sin embargo, su implementación enfrenta desafíos relacionados con la calidad de los datos y la interoperabilidad entre sistemas.

Un estudio realizado por ServiceMax en 2020 revela que el 82% de las empresas han experimentado al menos un incidente de tiempo de inactividad no planificado en los últimos tres años, con un costo promedio de aproximadamente 2 millones de dólares por incidente (Zachacki y otros, 2024). Además, según McKinsey & Company, implementar estrategias de mantenimiento predictivo puede reducir los costos de mantenimiento entre un 10% y un 40%, aumentar la disponibilidad de equipos entre un 10% y un 20%, y extender la vida útil de la maquinaria entre un 20% y un 40% (Cortes y otros, 2021). Estos datos subrayan la importancia económica de adoptar enfoques avanzados en la gestión de mantenimiento para mitigar los riesgos y costos asociados con el mantenimiento reactivo y los tiempos de inactividad no planificados.

En este contexto, es importante analizar la literatura existente sobre la implementación de modelos predictivos en la industria marítima, enfocándose en el tipo y la evolución de las publicaciones y las tendencias de investigación. Dado esto, se hace necesario analizar y comprender cómo se ha construido la literatura alrededor de este concepto. Para tal objetivo, se tiene como propósito responder las siguientes preguntas de investigación:

- PI1 ¿Cuáles son las tecnologías que han dado mayor impacto al ser usadas en las empresas y como han medido esa calidad de impacto?
- PI2 ¿Cuáles han sido las causas que promovieron la transición a la industria 4.0 y 5.0?
- PI3 ¿Cuáles son los principales enfoques y tendencias de investigación en la implementación de modelos predictivos para el mantenimiento predictivo en el sector marítimo?

a. Revisión de la literatura

En una primera aproximación al respecto se desarrolló la consulta previa a las diferentes revisiones de literatura relacionadas a estos conceptos. En esta revisión preliminar se encontraron los siguientes aspectos: (1) conceptos de la industria 4.0 y 5.0 (2) El mantenimiento 5.0 y sus Tecnologías Clave (3) los modelos empleados para teorías del mantenimiento predictivo en embarcaciones del sector marítimo.

a. La transición y conceptos de la industria 4.0 y la industria 5.0

La Industria 4.0, como destacan Mantilla Avendaño (2019) y Arévalo (2020), representa una era definida por la digitalización y la implementación de dispositivos interconectados y redes. Esta fase se caracteriza por el análisis de datos a gran escala y la introducción de inteligencia artificial (AI), que permite automatizar procesos en masa y crear fábricas inteligentes impulsadas por datos y conectadas en red. Esta evolución ha transformado radicalmente los métodos de producción, marcando un desplazamiento significativo desde las operaciones manuales hacia la automatización sofisticada.

Sin embargo, la transición hacia la Industria 5.0, busca ir más allá de la eficiencia y la automatización. Esta nueva era pone un énfasis renovado en la "rehumanización" de la industria, fomentando una colaboración más estrecha entre humanos y máquinas (Martynov y otros, 2019; Advanced Factories, 2022). La Industria 5.0 no solo se centra en mejorar la productividad y la personalización en la fabricación mediante la integración de avances tecnológicos con la creatividad humana, sino que también incorpora elementos de biología, nanotecnología y redes neuronales artificiales (TOTVS LATAM, 2021; Sothis, 2021). Esto conduce a un modelo de producción que pone la inteligencia artificial al servicio de las necesidades humanas y sociales (Electronica Edimarc, 2022; Fondo Europeo de Desarrollo Regional, 2022).

En este contexto de cambio, la colaboración entre las capacidades humanas y las tecnologías emergentes como los COBOTS, que liberan a los humanos de tareas repetitivas y físicamente exigentes, resalta la dualidad de esta transición. Según (De Val Pardo, 2021), estos avances no solo aumentan la productividad, sino que también permiten una mayor implicación humana en actividades de mayor valor agregado, como la innovación y la resolución creativa de problemas. Así, la transición de la Industria 4.0 a la 5.0, según expertos como Villafranco (2017) y Mantilla (2019) no solo es una evolución tecnológica, sino también un cambio profundo en la organización de la sociedad y la tecnología, promoviendo un entorno donde la personalización y la cooperación entre el esfuerzo humano y la computación cognitiva definen el nuevo paradigma de la producción industrial.

a. El mantenimiento 5.0 y sus Tecnologías Clave

El Mantenimiento 5.0, se puede definir como la transición hacia tecnologías que fomentan un enfoque más preciso y resiliente, en

línea con las demandas de la Industria 5.0. Este paradigma se centra en la armonía entre el ser humano y la tecnología, ofreciendo soluciones personalizables y seguras que optimizan las operaciones diarias sin interrupciones. Las plataformas integradas facilitan la gestión centralizada de tareas y mejoran la interacción entre gestores, técnicos y dispositivos inteligentes, esenciales para un ambiente de trabajo conectado (Infraspeak, 2022).

El mantenimiento predictivo se ve reforzado por el Internet de las cosas (IoT) y la computación en nube, permitiendo no solo la anticipación de fallos sino también la propuesta de acciones correctivas a través de un análisis de datos avanzado, convirtiendo el mantenimiento en un proceso tanto prescriptivo como cognitivo.

En este sentido, Toapanta (2018) describe cómo la fabricación aditiva y los sistemas ciberfísicos pueden mejorar la toma de decisiones y la resiliencia operativa. Por su parte, las Plataformas Inteligentes de Mantenimiento (PIM) utilizan inteligencia artificial para dinamizar y conectar la gestión del mantenimiento.

señala cómo la tecnología vestible y la realidad aumentada emergen como herramientas de soporte esenciales para los técnicos, facilitando la interacción con los equipos y proporcionando asistencia tanto local como remota. Además, los cobots colaboran estrechamente con los humanos en tareas repetitivas, liberando capacidad humana para tareas más complejas y creativas, lo que ejemplifica la integración de la inteligencia humana con la automatización avanzada en un enfoque de mantenimiento proactivo y personalizado (Infraspeak, 2022).

a. Modelos empleados para el mantenimiento 5.0

En la revisión bibliográfica sobre modelos empleados para el Mantenimiento 5.0, se destacan varias investigaciones que utilizan técnicas avanzadas de inteligencia artificial para diagnosticar y predecir fallos en sistemas marinos, con un enfoque en el análisis de datos y el aprendizaje automático.

Jang y otros (2022) proponen un método basado en inteligencia artificial para el diagnóstico de fallos en motores eléctricos mediante la extracción de características de datos de vibración, empleando un enfoque novedoso, usando un codificador automático con eliminación del ruido electrónico, para el preprocesamiento de datos y un modelo de máquina de soporte vectorial de una clase para el diagnóstico.

Por otro lado, Pajak, Kluczyk, Muslewski, Lisjak, & Kolar (2023) desarrollaron un sistema de diagnóstico de fallos en motores diésel de barcos utilizando ciencia de datos y aprendizaje automático, específicamente la ampliación de datos y un clasificador SVM, para identificar estados de fiabilidad en motores marinos.

Elmdoost-gashti, Shafiee, & Bozorgi-Amiri (2023), proponen el mejoramiento la resiliencia en los sistemas de propulsión marinos mediante la adopción de tecnología de aprendizaje automático para predecir el tiempo medio entre fallos y priorizar actividades de mantenimiento basado en la condición, utilizando una red neuronal de alimentación directa para la estimación y un algoritmo de búsqueda codiciosa para identificar atributos significativos que influyen en la fiabilidad del sistema.

Adicionalmente, Yigin & Celik (2024) introducen un modelo prescriptivo para el análisis de fallos en la maquinaria de barcos utilizando redes generativas antagónicas integradas con análisis de modos de fallo y efectos, lo cual facilita la detección y mejora en la eficiencia operativa a través de la intervención oportuna en el mantenimiento.

Estos estudios reflejan un avance significativo en la aplicación de modelos complejos de inteligencia artificial y aprendizaje automático para el mantenimiento predictivo y prescriptivo en la industria naval, marcando una tendencia hacia sistemas de mantenimiento más inteligentes y eficientes.

a. Estudios de Caso y Aplicaciones en el Mantenimiento Naval

En el ámbito del mantenimiento naval, diversos estudios de caso han demostrado la eficacia de las tecnologías avanzadas para resolver problemas operativos significativos. Estos estudios, abarcando desde la inteligencia artificial hasta el aprendizaje automático y las técnicas de análisis de datos, resaltan la adaptación y mejora continua en la seguridad y eficiencia de las operaciones marítimas a nivel global.

Dentro de los casos de aplicación a la industria naval se observa en primer lugar, el estudio "Application of Artificial Intelligence in Marine Corrosion Prediction and Detection" que aborda el impacto negativo de la corrosión en estructuras marinas, Utilizando técnicas como machine learning, Deep learning y visión por computadora, lo cual refleja notables avances en la detección y evaluación de la corrosión, sugiriendo, además, la integración de tecnologías emergentes de la Industria 4.0 para futuros avances (Imran y otros, 2023).

En segundo lugar, se idéntica el estudio denominado "Machine learning and data-driven fault detection for ship systems operations", que combina modelos de comportamiento esperado y promedios móviles para mejorar la fiabilidad y eficiencia energética de los barcos. Este enfoque no solo incrementa la precisión en la detección de fallos, sino que también optimiza el mantenimiento predictivo (Cheliotis, 2020).

Otro desarrollo significativo es RADIS, un sistema de detección de anomalías en tiempo real para diagnóstico de fallos en maquinaria marina, el cual Implementa tecnologías como LSTM-VAE, RADIS mostró una eficacia del 92.5% en la detección de anomalías, lo que representa un apoyo sustancial para el mantenimiento inteligente en la industria marítima (Velasco-Gallego, 2022).

Por otro lado, Jaramillo (2020) presenta un modelo de mantenimiento predictivo para maquinaria de buques, utilizando datos de sensores en tiempo real y AI para prever fallos, este modelo no solo identifica fallos incipientes, sino que también ayuda a mejorar la planificación del mantenimiento.

Finalmente, el estudio "Creating Value for Reliability Centered Maintenance (RCM) in Ship Machinery Maintenance from BIG Data and Artificial Intelligence" explora cómo el Big Data y la AI pueden mejorar significativamente la gestión del mantenimiento, demostrando cómo las tecnologías avanzadas pueden influir positivamente en la toma de decisiones rápidas y eficaces en el mantenimiento de buques (Kalghatgi, 2022).

a. Avances en la Implementación del Mantenimiento 5.0: Casos de Empresa y Progresos Regionales

Empresas como NAVANTIA en España, es un ejemplo notable de cómo las organizaciones están adoptando el Mantenimiento 5.0 en la industria naval. En primer lugar, NAVANTIA ha emprendido un proceso integral de transformación, centrado en la innovación tecnológica y la digitalización, con el objetivo de establecer un Astillero 5.0 que se posiciona como referencia tanto en la construcción naval como en otras industrias.

Por otro lado, Fracttal está avanzando hacia el Mantenimiento 5.0, promoviendo una colaboración entre software, robots y humanos. Este enfoque se centra en el mantenimiento predictivo, utilizando tecnologías como el IoT para prever fallos y planificar acciones correctivas de manera proactiva, mejorando así la eficiencia operativa y la personalización de los servicios al cliente.

En cuanto a Colombia, aunque el país ha mostrado un interés creciente hacia la Industria 4.0 y 5.0, particularmente en el contexto de la pandemia, aún no se observan implementaciones concretas del Mantenimiento 5.0 específicamente en la industria naval. Sin embargo, empresas colombianas están integrando tecnologías avanzadas como la robótica en otros sectores, como el automotriz y el textil, mostrando un progreso notable hacia la transformación digital con un enfoque en la sostenibilidad y el bienestar del trabajador.

OBJETIVOS GENERAL

Implementar un sistema de mantenimiento inteligente 5.0 en el ciclo de vida de embarcaciones, fusionando IA, IoT y medición avanzada para potenciar la eficiencia operativa, reducir costos y minimizar el impacto ambiental, en apoyo al desarrollo sostenible de las regiones fluviales y marítimas del Caribe.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar una red de sensores IoT para el monitoreo de las condiciones operativas de las embarcaciones, permitiendo la detección de anomalías y la predicción de mantenimientos, a partir del grado de esencialidad de equipos de las embarcaciones.
- Implementar algoritmos de aprendizaje automático para mejorar continuamente la precisión de las predicciones de mantenimiento, basándose en el historial de datos operativos y de mantenimiento de las embarcaciones.
- Integrar sistemas de análisis de datos avanzados basados en inteligencia artificial para procesar y analizar la información recogida por los sensores IoT, optimizando así las decisiones de mantenimiento predictivo y preventivo.
- Integrar las tecnologías IoT e IA al sistema de gestión de mantenimiento base de COTECMAR para que este pueda ser escalado de TRL5 a TRL8 y transferida.

- Promover la apropiación social del conocimiento sobre el uso y aprovechamiento de la gestión de mantenimiento 5.0 con los actores relevantes del sector naval.

METODOLOGÍA PROPUESTA

La propuesta metodológica para el desarrollo del proyecto se fundamenta en el modelo en "V" de la ingeniería de sistemas, el cual representa un enfoque secuencial para la gestión y desarrollo de sistemas complejos. Este modelo resulta especialmente apropiado para proyectos que requieren la coordinación de múltiples equipos de diversas organizaciones, dado que proporciona una estructura disciplinada para los procesos y actividades a lo largo del diseño, desarrollo e implementación.

El modelo en "V" se originó a finales de la década de 1980 y desde entonces se ha aplicado con éxito en una amplia variedad de ámbitos, incluyendo el desarrollo de software, la optimización de las operaciones logísticas, el diseño y construcción de buques y estructuras marinas, el desarrollo de sistemas de transporte inteligentes, el diseño y fabricación de productos mecánicos, la integración de diferentes componentes de hardware dentro de sistemas electrónicos, entre otros. En todos estos ejemplos, los principales beneficios del modelo V están en el pensamiento jerárquico y el diseño estructurado y el enfoque de validación que impulsa, en el que los problemas complejos se dividen en problemas más pequeños y manejables en diferentes niveles de abstracción.

La Figura 20 muestra el diagrama en "V" de la ingeniería de sistemas, adaptado específicamente para este proyecto:

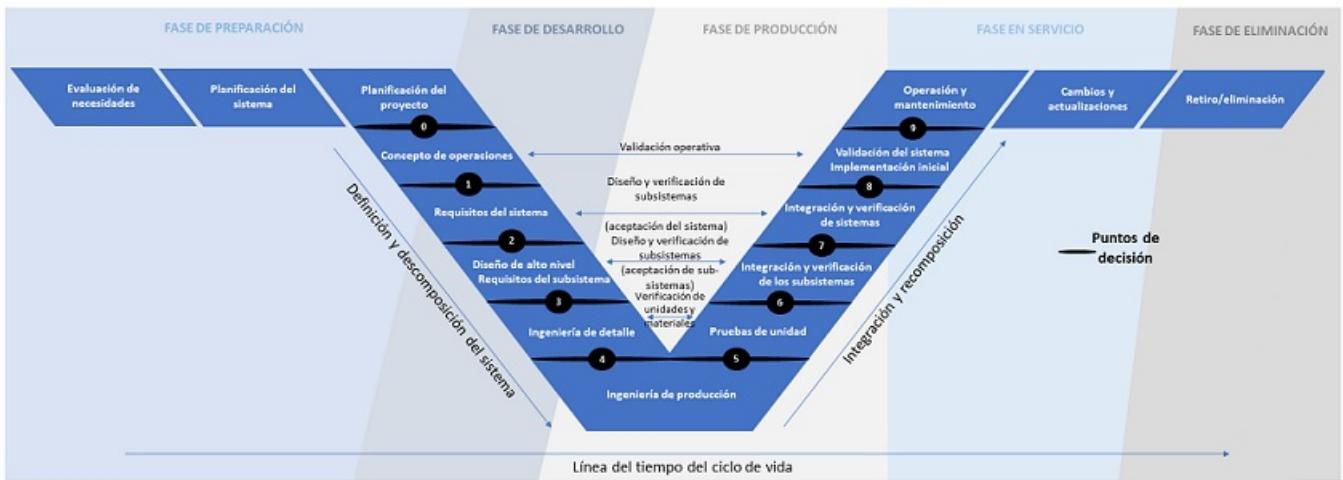


Figura 20. Modelo en V para la gestión y desarrollo del proyecto.

El ala izquierda de la "V" representa la fase de preparación del proyecto y exploración del concepto, donde se recopilará y analizará la información existente y la literatura sobre sistemas de mantenimiento 5.0, IoT, IA y su aplicación en el sector naval. Esta fase sentará las bases para la definición de los requisitos del sistema.

El núcleo central de la "V" muestra los procesos de definición, diseño, desarrollo e implementación del sistema. En esta etapa, se establecen los requisitos funcionales, de desempeño y de calidad, se diseña la arquitectura del sistema y se implementan los módulos de monitoreo, detección de anomalías y predicción de mantenimiento. La integración de los algoritmos de aprendizaje automático también se lleva a cabo en esta fase.

Por otro lado, el ala derecha de la "V" representa las etapas de despliegue, operación y transferencia de conocimiento. En esta fase, el sistema se implementa en la embarcación seleccionada, se capacita a los usuarios finales y se desarrollan estrategias para promover la apropiación social del conocimiento sobre la gestión de mantenimiento 5.0.

Las conexiones entre el lado derecho y el lado izquierdo de la "V" permitirán realizar seguimiento y validación a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto para constatar que el sistema final cumpla con los requisitos y con las necesidades iniciales. Además,

entre cada bloque de actividades del diagrama en “V” se encuentran una serie de puntos identificados con números del 0 al 9, estos son hitos a lo largo del ciclo de vida del proyecto que marcan el progreso y la transición entre las diferentes fases. En cada etapa alcanzada, se revisa el desempeño de la fase previa, y el equipo de trabajo analiza si se cumplen las condiciones necesarias para pasar al siguiente paso. El avance del proyecto solo ocurre si se satisfacen los estándares establecidos para cada hito.

1. Etapas del modelo en V

El modelo en V adaptado para este proyecto consta de 5 fases y 15 etapas. Cada etapa representa distintos pasos o estadios intermedios que conformarán una fase específica. Cada fase está definida por objetivos concretos y delimitados que deben alcanzarse para progresar a la siguiente fase.

En la tabla a continuación, se detallan los objetivos que se pretende abordar en cada fase del modelo en V.

Tabla 2. Relación entre las fases de la metodología en V de la Ingeniería de sistemas y los objetivos específicos del proyecto

Fases de la Ingeniería de sistemas	Hitos relacionados	Objetivos del proyecto
<i>Fase de preparación</i>	0 – 4	Objetivo 1 y Objetivo 2
<i>Fase de desarrollo</i>		
<i>Fase de producción</i>	5 - 9	Objetivo 3 y Objetivo 4
<i>Fase en servicio</i>	Después de 9	Objetivo 4
<i>Fase de sensibilización</i>	Después de 9	Objetivo 5

RESULTADOS ESPERADOS

Como resultado de las actividades a desarrollar para el cumplimiento de los objetivos se espera la generación de los siguientes productos:

Objetivo	Actividad	Producto
	Desarrollo de metodología para la determinación de esencialidad de sistemas y equipos de las embarcaciones.	Registro de Software.
	Determinación de variables a medir en la embarcación de acuerdo con la esencialidad de sistemas y equipos de las embarcaciones.	Informe técnico.
<i>Desarrollar una red de sensores IoT para el monitoreo de las condiciones operativas de las embarcaciones, permitiendo la detección de</i>		

anomalías y la predicción de mantenimientos, a partir del grado de esencialidad de equipos de las embarcaciones.

Selección de sensores: Investigar y seleccionar sensores IoT adecuados para medir variables críticas como la presión, temperatura, vibración y corrosión en diferentes partes de la embarcación

Listado de materiales.

Registro fotográfico en documento sobre la instalación de los sensores.

Implementación de la Red de Sensores: Diseñar e instalar la red de sensores en las embarcaciones asegurando una cobertura óptima para el monitoreo en tiempo real.

Registro de Software.

Identificación de KPI operacionales relevantes para el proceso de gestión de mantenimiento en embarcaciones

Base de datos

Implementar algoritmos de aprendizaje automático para mejorar continuamente la precisión de las predicciones de mantenimiento, basándose en el historial de datos operativos y de mantenimiento de las embarcaciones.

Recolección de datos históricos: Agrupar y analizar datos históricos de mantenimiento y operación para entrenar los modelos de aprendizaje automático.

Informe técnico sobre el desarrollo de modelo predictivo.

Entrenamiento de Modelos: Usar los datos históricos para entrenar modelos predictivos, enfocándose en la identificación temprana de necesidades de mantenimiento.

Validación y Optimización: Continuamente validar y optimizar los modelos con nuevos datos para mejorar su precisión y eficacia.

Modelo listo para simulación.

Informe que muestra la arquitectura de la plataforma.

Implementar una plataforma tecnológica para captura de datos accesible para los equipos de personal de mantenimiento.

Backend del algoritmo.

Integrar sistemas de análisis de datos avanzados basados en inteligencia artificial para procesar y analizar la información recogida por los sensores IoT, optimizando así las decisiones de mantenimiento predictivo y preventivo.

Desarrollo de Algoritmos: diseñar, modelar y adaptar algoritmos de IA para el análisis de los datos recolectados, capaces de identificar patrones y predecir posibles fallos o necesidades de mantenimiento.

Secreto empresarial del algoritmo

Prueba y Ajustes: Realizar pruebas piloto para validar la precisión de los algoritmos de IA y ajustarlos según sea necesario.

Generación de maqueta digital de la embarcación para la integración de la data en el mismo.

Modelo 3D y visualización de la data.

	Simulación con sombras digitales a través del laboratorio de realidad virtual.	Simulación de sombra digital
	Diseño de la Plataforma: Especificar las características y funcionalidades de la plataforma, incluyendo dashboards, alertas tempranas y programación de mantenimiento en el PSCV.	Informe técnico de la arquitectura del sistema.
	Desarrollo e Integración: Construir la plataforma y asegurar su integración con la red de sensores y los sistemas de análisis de datos	Informe técnico sobre la integración del sistema
<i>Integrar con la Plataforma de gestión de mantenimiento de las corporaciones que integre las tecnologías de IoT e IA, que pueda ser escalada de TRL5 A TRL 8 y transferida.</i>	Desarrollo se lleva a prueba: Pruebas del sistema para proyecto.	Informe de Pruebas y Testing, escalamiento de este a TRL-8
	Capacitación de Usuarios: Organizar sesiones de capacitación para los equipos de mantenimiento y operaciones, asegurando el uso efectivo de la plataforma.	Acta de asistencia sobre capacitación y norma técnica que aporte al mantenimiento naval.

BENEFICIOS O PRODUCTOS ESPERADOS

Los resultados y productos esperados del proyecto de Mantenimiento 5.0 traerán beneficios significativos a las partes interesadas. Los artículos de investigación publicados en diversas categorías contribuirán a enriquecer el conocimiento académico y a su vez fomentarán un entendimiento más profundo de la aplicación de la inteligencia artificial y los gemelos digitales en la industria naval, posicionando a la región caribe como un referente en la investigación aplicada en estos campos emergentes. Por otro lado, los desarrollos tecnológicos, como los softwares para mantenimiento predictivo y la determinación de esencialidad de sistemas en embarcaciones, no solo mejoran las operaciones marítimas, sino que a su vez promueven prácticas más eficientes y seguras, beneficiando directamente al sector marítimo y a los clústeres astilleros.

Así, los esfuerzos de apropiación social del conocimiento, mediante talleres, cursos y ponencias, asegurarán que la comunidad empresarial y la académica estén bien informadas y capacitadas en las últimas innovaciones y prácticas de mantenimiento. De este mismo modo, la formación de recurso humano a través de la vinculación de jóvenes investigadores y la realización de trabajos de grado asegura el desarrollo de una nueva generación de profesionales equipados para enfrentar problemáticas en la industria naval.

IMPACTO AMBIENTAL

Dentro de los impactos positivos del proyecto, se destaca la mitigación de emisiones y la optimización de los procesos de mantenimiento mediante tecnologías avanzadas como el análisis de datos en tiempo real y la inteligencia artificial. Según (Rebolledo, 2021), los sistemas dotados con inteligencia artificial permiten disminuir los tiempos en el análisis de altos volúmenes

de datos y apoyar el proceso de toma de decisiones en distintos ámbitos. Esto permite el desarrollo de capacidades como asistentes inteligentes que contribuyen a la toma de decisiones, gestión de flotas o mejoras en los sistemas de navegación autónoma (Martínez, 2023).

No solo conducirá a una mayor eficiencia energética y a la reducción del consumo de combustible en los buques, sino que también contribuirá a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos (Muñoz & Fernández, 2019). Al implementar estas mejoras, se espera optimizar procesos clave en la industria naval, como la monitorización y el mantenimiento preventivo de motores y sistemas, la gestión de residuos y vertidos, y la eficiencia en la utilización de recursos como el agua y la energía. Esto no solo mejorará la eficiencia operativa en el sector naval, sino que también contribuirá significativamente a la reducción de la huella ambiental y a la optimización de recursos energéticos, beneficiando tanto al sector como al medio ambiente.

En cuanto a la actualización tecnológica propuesta, la utilización de estas tecnologías, como los sensores IoT para identificar problemas de manera proactiva y el uso de inteligencia artificial, ofrece la oportunidad de renovar o sustituir equipos obsoletos por modelos más actualizados y energéticamente eficientes. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la implementación de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial puede dejar una huella de carbono significativa. Aunque no se requiere un permiso específico para utilizar estas tecnologías, se usarán mitigaciones como el uso de algoritmos eficientes y prácticas sostenibles en su implementación.

IMPACTOS DE LOS RESULTADOS EN LAS COMUNIDADES Y/U ORGANIZACIONES

Se espera que este proyecto genere un impacto significativo en la industria marítima y fluvial colombiana, así como en las comunidades y organizaciones involucradas (clúster marítimo y comunidad académica). Los beneficios se manifestarán en múltiples dimensiones, incluyendo el conocimiento, la productividad, la competitividad, el desarrollo regional y en la sostenibilidad (Psarommatis, May, & Azamfirei, 2023; Foresti, Rossi, Magnani, Bianco, & Delmonte, 2020).

En términos de generación de nuevo conocimiento en el campo del estudio, este proyecto impulsará la investigación y el desarrollo de tecnologías de vanguardia aplicadas al mantenimiento y al soporte logístico naval. Se aplicarán enfoques y metodologías basadas en Inteligencia Artificial, Internet de las Cosas y gemelos digitales, que enriquecerán el acervo de conocimientos en esta área lo cual buscará impactar en la transformación regional, el desarrollo científico colombiano y en la construcción de capacidades para CT+I. Los indicadores verificables incluyen las publicaciones científicas, la trasferencia de conocimiento a través de talleres y las colaboraciones académico-industriales derivadas del proyecto.

La productividad y competitividad del astillero de soporte se verán significativamente mejoradas gracias a la implementación de estrategias de Mantenimiento 5.0. Se espera una reducción en los costos de mantenimiento y un aumento en la disponibilidad de las embarcaciones, lo que se reflejara en una mayor eficiencia operativa y rentabilidad. Además, la optimización de la cadena de suministro y la creación de productos y servicios de alta calidad fortalecerán la posición competitiva de COTECMAR en el mercado.

A nivel regional, el proyecto tendrá un impacto notable en el desarrollo económico y social de las zonas costeras y ribereñas de Colombia. La adopción de tecnologías de Mantenimiento 5.0 generará nuevas oportunidades de empleo calificado, estimulando la formación y capacitación de profesionales en áreas técnicas y digitales. Además, el fortalecimiento de la industria marítima y fluvial impulsará el crecimiento de sectores relacionados, como el turismo, la pesca y el comercio, contribuyendo a la diversificación y dinamización de las economías regionales.

En cuanto a la calidad de vida de la población, el proyecto tendrá un impacto positivo en las comunidades locales. La implementación de tecnologías de Mantenimiento 5.0 contribuirá a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la mitigación del cambio climático, beneficiando la salud y el bienestar de la población a largo plazo.

El proyecto también tiene el potencial de influir en las políticas públicas relacionadas con el desarrollo marítimo y fluvial sostenible. Los resultados y lecciones aprendidas pueden servir como base para la formulación de estrategias, normativas y políticas públicas que promuevan la adopción de tecnologías de Mantenimiento 5.0.

ESTRATEGIA DE SOSTENIBILIDAD

La visión del proyecto está enfocada en generar herramientas para mejorar la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad de las embarcaciones, contribuyendo así al progreso económico y social de la región. Esto permitirá generar nuevos conocimientos y empleos mediante el desarrollo de investigaciones y artículos científicos, contratación de personal capacitado y alianzas empresariales. Además, se comprometerá a trabajar en colaboración con todas las partes interesadas para abordar los desafíos relacionados con el impulso de la innovación tecnológica. Este compromiso se alinea con los objetivos de desarrollo sostenible descritos en el Plan Nacional de Desarrollo, especialmente con el objetivo nueve, que busca construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2023).

Las operaciones de mantenimiento preventivo tienen como consecuencia trabajos innecesarios que elevan los costes de mantenimiento y aumentan el riesgo de averías (Villa Caro, 2017). Es por ello por lo que, los objetivos del proyecto están enfocados a la creación de un modelo de mantenimiento basado en inteligencia artificial (IA) e Internet de las cosas (IoT) para la visualización, monitoreo y análisis de datos. Este sistema se diseñará con el propósito de desarrollar planes predictivos que retroalimenten, optimicen y mejoren continuamente los procesos de mantenimiento de las embarcaciones a lo largo de su ciclo de vida.

En este contexto, el proyecto usará el potencial de tecnologías 5.0 como los gemelos digitales, Machine Learning y redes neuronales. Estas herramientas permitirán crear modelos virtuales de las embarcaciones, que replicarán su comportamiento y características en tiempo real, lo que posibilitará la simulación y análisis de escenarios, facilitando así la toma de decisiones y la optimización de los planes de mantenimiento.

Además, el Machine Learning y el Deep Learning analizarán los volúmenes de datos generados por los sensores en tiempo real. Estas técnicas permitirán identificar patrones y anomalías en el rendimiento de las embarcaciones, lo que facilitará la predicción de posibles fallas y la implementación de un mantenimiento predictivo. Las redes neuronales, por su parte, serán utilizadas para mejorar la precisión de los modelos predictivos, ajustándose a los cambios en las condiciones operativas.

Los usuarios podrán interactuar con estas tecnologías a través de interfaces de usuario intuitivas, de manera que puedan acceder y comprender fácilmente los datos recopilados, así como recibir recomendaciones y alertas en tiempo real. Además, se realizará una capacitación para el manejo de estas tecnologías, garantizando una adopción efectiva y una colaboración estrecha entre humanos y sistemas inteligentes para mejorar la eficiencia y la seguridad en la operación de las embarcaciones.

a. Planificación de los recursos y sostenibilidad económica:

El proyecto será financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación en las fases de preparación, desarrollo y sensibilización, a través de nuestra participación en la convocatoria 950. Para las fases posteriores de producción y puesta en servicio, los recursos provendrán de las actividades comerciales derivadas de la implementación del software y los sistemas desarrollados, mediante las cuales se ofrecerá a los clientes un plan de soporte logístico integrado (ILS; por sus siglas en inglés) adaptado a sus necesidades. Este plan incluirá opciones de mantenimiento predictivo para sus sistemas y equipos, en donde se les instalará el software y los sensores necesarios. Esta estrategia asegurará una estrecha relación con el cliente y proporcionará datos clave para el análisis y toma de decisiones tempranas, garantizando la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de las embarcaciones. Todo ello con el propósito de alcanzar una mayor eficiencia económica mediante la modernización tecnológica y la innovación, centrándonos en los sectores que generen un alto valor agregado y requieran una importante participación de la mano de obra, adaptándose así con la meta 8.2 de los objetivos de desarrollo sostenible del plan nacional de desarrollo (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2023).

La Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval Marítima y Fluvial, en línea con su plan estratégico de apoyo a proveedores y como empresa ancla del sector y líder del clúster marítimo y astillero, cuenta con un plan de construcción y repotenciación de las embarcaciones estratégicas de Colombia. En este plan estarán incluidas diferentes técnicas de mantenimiento 5.0 e inteligencia artificial. La estrategia de sostenibilidad de la presente iniciativa se sustentará a través del siguiente plan estratégico de construcción naval:



Figura 21. Plan estratégico de construcción naval.

a. Impacto ambiental:

Para abordar el impacto ambiental, se desarrollará un sistema de monitoreo que optimizará el consumo de recursos como el combustible y lubricantes, reduciendo sustancialmente las emisiones de gases y residuos. Es importante destacar que la mejora de la eficiencia energética de los buques y la optimización inteligente dependen en gran medida del mantenimiento predictivo del rendimiento de los motores diésel marinos (Yumei y otros, 2024). Además, como parte de la estrategia, se establecerán criterios de selección de proveedores que prioricen la sostenibilidad ambiental y social en sus operaciones. Esta medida busca fomentar prácticas responsables entre todas las partes interesadas.

Así mismo, con el fin de contribuir al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible 12 y 14 (ODS 12: Producción y consumo responsables; ODS 14: Vida submarina), el proyecto busca generar una reducción significativa del impacto ambiental asociado con los mantenimientos programados, teniendo en cuenta que los mantenimientos rutinarios generan el 19% de las consecuencias contaminantes (Junta de Andalucía, 2002). Esta reducción promoverá modalidades de consumo y producción sostenibles, y además tendrá un impacto positivo en la conservación y uso sostenible de los océanos, mares y recursos marítimos. De esta manera, se generará un compromiso con la preservación de los ecosistemas marinos y el desarrollo sostenible a largo plazo.

a. Impacto social e institucional:

Se establecerá un diálogo continuo con las comunidades relevantes para identificar sus necesidades y preocupaciones. Se diseñarán programas de capacitación y desarrollo para promover la participación de la comunidad académica y del clúster marítimo en todas las etapas del proyecto. Además, se explorarán alianzas con instituciones académicas, empresas del sector privado y organizaciones pertenecientes al clúster marítimo para obtener apoyo técnico, financiero y logístico, asegurando así la continuidad y el escalado del proyecto más allá del período de ejecución inicial (ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos).

BENEFICIOS O PRODUCTOS ESPERADOS, ENTREGABLES PARA LAS COMUNIDADES Y/O ORGANIZACIONES

La implementación del Mantenimiento 5.0 en el sector marítimo de la Región Caribe y su aplicación en el Buque Escuela ARC "GLORIA" está diseñada para generar beneficios significativos tanto para las comunidades locales como para las organizaciones involucradas en el proyecto. Con un enfoque directo en la optimización de los procesos de mantenimiento a través del uso de sensores IoT, análisis de datos, inteligencia artificial (IA), y la creación de un gemelo digital, se espera mejorar la eficiencia operativa y la seguridad en las operaciones marítimas.

Los resultados de la estrategia de apropiación social del conocimiento a través de los planes de capacitación en la aplicación de la inteligencia artificial en la gestión del mantenimiento beneficiarán a las asociaciones IEEE Colombian Caribbean Section y ACIEM

capítulo Bolívar. Estas organizaciones podrán fortalecer sus programas de formación y actualización profesional, brindando a sus miembros la oportunidad de adquirir conocimientos y habilidades en el campo de la inteligencia artificial aplicada al mantenimiento. La participación en este proyecto les permitirá mantenerse a la vanguardia de las tendencias tecnológicas y contribuir al desarrollo de la industria y la academia en el ámbito de la inteligencia artificial y la gestión del mantenimiento.

Por otra parte, COTECMAR, como empresa representante del clúster astillero y marítimo, y empresa ancla de la región, se verá beneficiado a través de la transferencia de tecnología y conocimiento, lo que resultará en una mejora de sus procesos de mantenimiento. COTECMAR podrá liderar la implementación de nuevas tecnologías y prácticas de mantenimiento basadas en inteligencia artificial, fortaleciendo así la competitividad del sector. La adopción de estas tecnologías permitirá a Cotecmar optimizar sus operaciones, reducir costos y mejorar la calidad de sus servicios, consolidando su posición como referente en la industria naval y marítima.

Zabud y Hub Innovation Caribe se beneficiarán del desarrollo de nuevas tecnologías emergentes y la incursión en un nuevo sector para la implementación de nuevas capacidades de infraestructura tecnológica correspondientes al área de la inteligencia artificial. Estas organizaciones podrán expandir su portafolio de servicios y soluciones, ofreciendo a sus clientes herramientas innovadoras basadas en inteligencia artificial para la gestión del mantenimiento. Además, Zabud y Hub Innovation Caribe participarán en los procesos de transferencia de conocimientos de estas capacidades a contribuyendo así al fortalecimiento del ecosistema de innovación y al desarrollo económico de la región.

La Universidad Tecnológica de Bolívar (UTB), la Fundación Universitaria CEIPA y la Escuela Naval Almirante Padilla se beneficiarán con el desarrollo y fortalecimiento de sus capacidades de investigación en el campo de la inteligencia artificial aplicada a la gestión del mantenimiento. Estas instituciones podrán generar nuevo conocimiento a través de la participación en proyectos de investigación y desarrollo relacionados con esta temática, lo que les permitirá mantenerse al día de las tendencias científicas y tecnológicas. Además, la colaboración con empresas y organizaciones del sector productivo les brindará la oportunidad de establecer alianzas estratégicas y fortalecer sus programas académicos, garantizando la formación de profesionales altamente capacitados y alineados con las necesidades de la industria.

Por su parte, la Cámara de Comercio se beneficiará al fortalecer su rol como entidad promotora del desarrollo empresarial y la competitividad regional, al impulsar la adopción de tecnologías en sectores clave como el marítimo y astillero. La participación en este proyecto le permitirá a la Cámara de Comercio estrechar sus vínculos con empresas, instituciones y organizaciones del ecosistema de innovación, fomentando la colaboración y el intercambio de conocimientos.

El Clúster Marítimo se beneficiará al consolidar su posición como un hub de innovación y tecnología en el sector naval y marítimo, gracias a la implementación de soluciones de inteligencia artificial para la gestión del mantenimiento en las empresas que lo conforman. La adopción de estas tecnologías permitirá a las empresas del clúster optimizar sus procesos, reducir costos operativos y mejorar la calidad de sus servicios, aumentando así su competitividad en el mercado nacional e internacional. Además, el clúster podrá fortalecer la colaboración entre sus miembros, promoviendo el intercambio de conocimientos y mejores prácticas en la aplicación de la inteligencia artificial en la gestión del mantenimiento, lo que contribuirá al crecimiento y la sostenibilidad del sector en su conjunto. La participación en este proyecto también brindará al Clúster Marítimo la oportunidad de atraer inversiones y establecer alianzas estratégicas con actores clave de la industria, la academia y el gobierno, fortaleciendo así su ecosistema de innovación y su papel como motor de desarrollo económico en la región.

Para las comunidades locales, el proyecto contribuirá al fortalecimiento de capacidades y la generación de empleo mediante la capacitación en nuevas tecnologías y procedimientos de mantenimiento avanzado. Con este enfoque se busca aumentar las oportunidades laborales y fortalecer el talento humano de la región en habilidades digitales y mantenimiento 5.0. Además, al aplicar este sistema también se busca mejorar la calidad de vida del trabajador y de las tripulaciones al asegurar embarcaciones más seguras y eficientes, lo que se traduce en servicios marítimos más confiables y frecuentes.

ESTRATEGIA DE APROPIACIÓN Y USO DE LA TECNOLOGÍA DESARROLLADA EN LAS COMUNIDADES Y/ U ORGANIZACIONES

La estrategia que se implementará para la apropiación y uso de la tecnología consta de los siguientes ítems:

- a. *Estrategias para vincular las comunidades y organizaciones:*

Desde las etapas iniciales del proyecto, se establecerá un proceso de codesarrollo y participación de las comunidades académicas (Universidad Tecnológica de Bolívar, CEIPA, Escuela Naval), las organizaciones (Cámara de Comercio a través del clúster marítimo, COTECMAR), empresas de innovación tecnológica (Zabud, Hub Innovation Caribe) y asociaciones de profesionales (IEEE Colombian Caribbean Section, ACIEM capítulo Bolívar) en el diseño, ejecución y validación del Sistema de Soporte al Ciclo de Vida 5.0. Con eso, se conformarán los grupos de trabajo que desarrollarán las actividades que marcarán la línea de base para los posteriores procesos.

Además, se conformará un comité asesor con representantes de estas comunidades y organizaciones para asegurar que las necesidades, contextos y expectativas de cada una se incorporen de manera transversal en el proyecto. Se generarán planes de seguimiento, en aras de focalizar los grupos de trabajo con metas y pasos claros.

a. *Estrategia de capacitación y transferencia de conocimiento:*

En el marco del cumplimiento del objetivo 5, que busca promover la apropiación social de las tecnologías de mantenimiento 5.0, se diseñará un programa de capacitación y transferencia de conocimiento para la comunidad académica y el clúster marítimo de la región, que incluirá: talleres de sensibilización sobre las tecnologías de Mantenimiento 5.0 y sus beneficios para el sector marítimo; cursos de formación técnica sobre el uso y administración del sistema desarrollado, prácticas y pasantías en las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Bolívar (UTB) y COTECMAR para que los participantes puedan tener una experiencia hands-on, material de apoyo como manuales, guías y videos tutoriales en español. Se establecerán alianzas con las instituciones académicas (UTB, CEIPA, Escuela Naval) para dictar un curso a la comunidad académica de cada institución sobre los principios fundamentales y las aplicaciones prácticas del Mantenimiento 5.0 y la IA, con el fin de asegurar la sostenibilidad del conocimiento a largo plazo.

a. *Estrategia de accesibilidad y aceptabilidad cultural:*

Como estrategia, se llevará a cabo un análisis de las barreras potenciales para la adopción del sistema de Mantenimiento 5.0, considerando aspectos como la accesibilidad, la aceptabilidad cultural y los factores socioeconómicos antes de iniciar las actividades del Objetivo 5. A partir de este análisis, se diseñarán soluciones y mecanismos específicos para superar estas barreras las cuales se varan reflejadas en la estrategia de difusión de la tecnología y transferencia de conocimiento. Entre estas soluciones, además, se buscará asegurar la compatibilidad del sistema con los equipos y procesos existentes en la industria marítima local, así como adaptar la interfaz y la documentación a los contextos y necesidades particulares de las comunidades. Además, se involucrará a líderes y referentes de las comunidades en la socialización y promoción del sistema para garantizar una mayor aceptación y adopción por parte de los usuarios finales. Por último, se proporcionará asistencia técnica y soporte a los usuarios durante la implementación y uso de este.

a. *Estrategia de apropiación y sostenibilidad:*

Se desarrollará un plan de apropiación social y uso de la tecnología, en el cual se definirán los roles y responsabilidades de las organizaciones participantes. En este sentido, COTECMAR, como propietario y administrador del sistema, será responsable de la implementación, mantenimiento y mejora de este, mientras que la Cámara de Comercio y las asociaciones de profesionales (ACIEM Capítulo Bolívar, IEEE Colombian Caribbean Section) apoyarán en la promoción, difusión y adopción del sistema entre sus miembros y el clúster marítimo. Asimismo, las instituciones académicas (UTB, CEIPA, Escuela Naval) se encargarán de la formación de nuevos talentos capacitados en tecnologías y mantenimiento 5.0. Además, se establecerán mecanismos de seguimiento y retroalimentación para monitorear el uso y la apropiación del sistema, y realizar ajustes según sea necesario. Finalmente, se diseñarán planes de sostenibilidad financiera y de negocio para asegurar la continuidad y sostenibilidad a largo plazo del sistema.

PROPIEDAD INTELECTUAL

De acuerdo con los Términos de Referencia de la “CONVOCATORIA COLOMBIA INTELIGENTE: DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE SOLUCIONES MEDIANTE INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y CIENCIAS DEL ESPACIO PARA LOS TERRITORIOS”, las partes acuerdan definir la titularidad en favor de COTECMAR como beneficiario exclusivo de los productos obtenidos en el marco del presente proyecto, sin perjuicio de las consideraciones estipuladas en el artículo 170 de la Ley 2294 de 2023.

Por lo anterior, las partes que conforman la alianza procurarán con el mayor grado de diligencia, informar, documentar y trasladar en favor de COTECMAR, la información y documentación necesaria que permita asegurar y sanear la titularidad mediante la

transferencia de derechos patrimoniales por parte de funcionarios o contratistas que participen en la creación y desarrollo de los resultados obtenidos en el marco del presente proyecto.

En ese sentido, el ejecutante y la entidad financiadora declararán en el instrumento jurídico-negocial, convenio o contrato, el reconocimiento de la titularidad de la propiedad intelectual sobre los resultados obtenidos en el marco del proyecto, en favor de COTECMAR.

RIESGOS DEL PROYECTO

El desarrollo de un sistema de mantenimiento inteligente para embarcaciones navales que permita codificar el conocimiento y la experiencia en mantenimiento de la tripulación y el astillero presenta varios desafíos y riesgos potenciales. Estos riesgos pueden afectar el éxito de la implementación del Sistema de Soporte al Ciclo de Vida 5.0.

Por tal razón, se ha optado por utilizar una matriz de riesgos de 3x3 como herramienta principal para evaluar y priorizar los riesgos identificados, la cual ofrece muchas ventajas para proyectos que involucran la participación de múltiples organizaciones y comunidades. Esto es especialmente importante dado que los actores de este proyecto poseen diferentes niveles de experiencia y conocimientos técnicos.

La matriz se compone de dos escalas: una de probabilidad y otra de impacto, cada una con tres niveles.

En la escala de probabilidad, los niveles se definen de la siguiente manera:

1. **(Baja probabilidad):** Existe una probabilidad baja de que este riesgo se materialice.
2. **(Probabilidad Media):** Existe una probabilidad moderada de que este riesgo ocurra.
3. **(Alta probabilidad):** Es probable que este riesgo ocurra en algún momento.

Por otro lado, la escala de impacto clasifica los riesgos según las consecuencias que tendrían en el proyecto si se materializaran:

1. **(Bajo impacto):** Este riesgo tendría un impacto mínimo en el proyecto.
2. **(Impacto moderado):** El impacto de este riesgo requeriría cierto esfuerzo para ser mitigado.
3. **(Alto impacto):** El impacto de este riesgo podría tener consecuencias graves y potencialmente irreversibles para el proyecto.

Los riesgos identificados asociados con el inicio y desarrollo del sistema que podrían impactar el éxito del proyecto se presentan en la Tabla 3, donde se incluyen los riesgos asociados al proyecto, una descripción detallada de cada riesgo, así como su nivel de probabilidad y de impacto conforme a la escala de una matriz 3x3. Además, se presenta la calificación del riesgo, obtenida a partir del producto entre la escala de probabilidad y la escala de impacto. Por último, se enumeran las acciones planificadas para mitigar cada riesgo identificado.

Tabla 3. Tabla de Evaluación de Riesgos

Nombre del riesgo	Descripción	Probabilidad	Nivel de Impacto	Calificación de riesgo	Actividades de Mitigación
No disponibilidad de las tecnologías requeridas	La tecnología requerida para implementar el sistema de mantenimiento mediado por IA puede no estar disponible o ser inadecuada para los requisitos del proyecto.	Media	Alto	6	<p>1. Llevar a cabo una revisión detallada de las tecnologías disponibles y su idoneidad para el proyecto.</p> <p>2. Establecer planes de contingencia para posibles cambios de componentes, materiales y tecnologías.</p>

Cambios en la regulación marítima y normatividad.	Los cambios en las regulaciones marítimas pueden afectar los requisitos del proyecto, causando retrasos o cambios significativos en la implementación.	Media	Alto	6	<p>1. Revisar periódicamente las regulaciones marítimas aplicables al proyecto y establecer una comunicación continua con las autoridades reguladoras.</p>
Fallas en la infraestructura IoT	La precisión del monitoreo se podría ver afectado por problemas técnicos en la infraestructura IoT, como interrupciones en la conectividad o mal funcionamiento de los sensores.	Medio	Alto	6	<p>1. Realizar pruebas rigurosas de la infraestructura IoT antes de la implementación definitiva del sistema.</p> <p>2. Establecer un plan de contingencia para abordar rápidamente cualquier fallo o interrupción.</p> <p>3. Mantener un monitoreo constante del rendimiento de la infraestructura.</p>
Falta de integración con el portal de soporte al ciclo de vida	La falta de integración del sistema con el PSCV puede afectar la escalabilidad y transferibilidad del proyecto.	Media	Alto	6	<p>1. Realizar pruebas de integración durante el desarrollo para garantizar la compatibilidad del sistema.</p>
Escasez de datos históricos para el aprendizaje automático	La falta de datos históricos puede limitar la capacidad de los algoritmos de aprendizaje automático para realizar predicciones precisas de mantenimiento.	Media	Alto	6	<p>1. Explorar fuentes alternativas de datos históricos, como registros de mantenimiento, información proporcionada por los fabricantes, manuales técnicos y bases de datos de fallas para complementar los datos disponibles.</p> <p>2. Desarrollar técnicas de interpolación para llenar posibles lagunas en los datos.</p>
Problemas de ciberseguridad	Las vulnerabilidades en la seguridad de los sistemas IoT y de IA pueden exponer el proyecto a riesgos de interrupción o pérdida de datos de gran importancia.	Media	Alto	6	<p>1. Implementar medidas de seguridad robustas, como encriptación de datos, autenticación de usuarios y monitoreo de amenazas.</p> <p>2. Realizar auditorías de seguridad periódicas y capacitación del personal en buenas prácticas de seguridad.</p>

Limitaciones de recursos humanos	La falta de personal capacitado en tecnologías de IA e IoT puede retrasar la implementación y afectar la calidad del proyecto.	Media	Alto	6	<p>1. Identificar las habilidades y recursos necesarios desde el inicio del proyecto y desarrollar un plan de adquisición y capacitación de personal si es necesario.</p> <p>2. Explorar opciones de colaboración con especialistas externos o consultores si es necesario.</p>
Dependencia de proveedores externos	La dependencia de proveedores externos para adquirir componentes que son sumamente necesarios para el proyecto puede aumentar el riesgo de retrasos si hay problemas de suministro o calidad.	Alta	Alto	9	<p>1. Evaluar a los proveedores potenciales y establecer acuerdos contractuales claros que definan los plazos de entrega, los estándares de calidad y los mecanismos de resolución de conflictos.</p> <p>2. Identificar diversas fuentes de suministro siempre que sea posible para reducir la dependencia de un solo proveedor.</p>
Falla en la gestión de alcance	La falta de una gestión efectiva del alcance del proyecto puede llevar a la implementación de características no deseadas o a la exclusión de funcionalidades importantes.	Alta	Medio	6	<p>1. Desarrollar una declaración de alcance clara y detallada, junto con un proceso formal de control de cambios para gestionar las solicitudes de modificación del alcance.</p> <p>2. Realizar revisiones periódicas del alcance para garantizar su alineación con los objetivos del proyecto.</p>
Incertidumbre en el presupuesto	La incertidumbre en el presupuesto puede llevar a desviaciones significativas en los costos, afectando la viabilidad financiera del proyecto.	Media	Medio	4	<p>1. Realizar una estimación de costos detallada y contemplar un margen de contingencia para imprevistos.</p> <p>2. Implementar un sistema de seguimiento y control de costos para identificar desviaciones de forma temprana y tomar medidas correctivas según sea necesario.</p>

Interrupciones en el suministro de datos IoT	<p>Las interrupciones en el suministro de datos de los sensores IoT pueden afectar la capacidad del sistema para realizar un monitoreo continuo y preciso.</p>	Media	Medio	4	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementar redundancia en los sistemas de recolección y transmisión de datos para mitigar el impacto de posibles interrupciones. 2. Establecer protocolos de respuesta para abordar rápidamente los problemas de conectividad y recuperar los datos perdidos.
Deficiencias en la calidad de los datos	<p>La calidad deficiente de los datos recopilados por los sensores IoT puede afectar negativamente la precisión de las predicciones de mantenimiento.</p>	Media	Medio	4	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementar controles de calidad de datos para detectar y corregir errores o inconsistencias en los datos recopilados. 2. Desarrollar algoritmos de limpieza de datos para eliminar datos incorrectos o irrelevantes antes del análisis.
Desviaciones en el cronograma	<p>Las desviaciones en el cronograma del proyecto pueden provocar retrasos en la implementación y afectar la entrega oportuna de los beneficios esperados.</p>	Media	Medio	4	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseñar un plan de gestión de cronograma donde se identifiquen las actividades y las dependencias entre tareas. 2. Realizar seguimiento regular del progreso y tomar medidas correctivas para abordar posibles desviaciones en el alcance.
Problemas de interoperabilidad entre subsistemas	<p>Los problemas de interoperabilidad entre los subsistemas pueden surgir durante la integración de tecnologías de IoT, IA con la PSCV, lo cual puede afectar el éxito del proyecto.</p>	Media	Medio	4	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar pruebas de integración entre los diferentes subsistemas durante el desarrollo e implementación del sistema. 2. Establecer estándares y protocolos de comunicación claros entre los diferentes sistemas involucrados.

Problemas de calidad en la implementación	Los problemas de calidad en la implementación del sistema de mantenimiento pueden resultar en fallas operativas y costos adicionales para correcciones y reparaciones.	Media	Bajo	2	<p>1. Implementar un plan de control de calidad que incluya revisiones regulares del código, pruebas de funcionalidad y evaluaciones de desempeño del sistema.</p> <p>2. Realizar pruebas piloto antes de la implementación final para identificar y corregir posibles problemas.</p>
Interrupciones en la cadena de suministro de tecnología	Las interrupciones en la cadena de suministro de tecnología AI y dispositivos IoT podrían causar retrasos en la adquisición de equipos y componentes necesarios para el proyecto.	Bajo	Alto	3	<p>1. Identificar y diversificar la lista de proveedores de tecnología AI y dispositivos IoT para reducir la vulnerabilidad a interrupciones en la cadena de suministro.</p> <p>3. Establecer planes de contingencia para gestionar situaciones de retraso en el suministro de tecnología.</p>

1. Matriz de riesgos

Considerando la matriz de 3x3, los valores de calificación de riesgo variarán entre 1 y 9, como se presenta en la columna “calificación del riesgo” de la Tabla 3, donde se ha asignado a cada riesgo una de las nueve categorías resultantes de la combinación de probabilidad e impacto. Esto permitirá que el equipo puede identificar rápidamente aquellos riesgos que requieren atención inmediata. La definición de los rangos se detalla a continuación:

- **1 - 3 (Bajo):** Es poco probable que los riesgos de baja calificación se materialicen. En caso de que lo hagan, no representarán una amenaza significativa para el proyecto.
- **4 - 6 (Medio):** Algunos riesgos de calificación media podrían surgir en ciertas circunstancias. No requieren prioridad extrema, pero tampoco deben ser ignorados por completo.
- **7 - 9 (Alto):** Los riesgos de alta calificación son amenazas significativas y es probable que ocurran. Tienen el potencial de desviar el proyecto, por lo que deben ser considerados cuidadosamente durante la planificación.

La Tabla 3 muestra la matriz de riesgos desarrollada a partir de la Tabla de Evaluación de Riesgos del proyecto:

Tabla 4. Matriz de riesgos del proyecto

		Impacto		
		Bajo	Medio	Alto
Probabilidad	Baja	1	2	3
	Media	2	4	6

Alta	3	6	9
------	---	---	---

Los riesgos ubicados en la categoría de alta probabilidad y alto impacto (esquina inferior derecha de la matriz) serán monitoreados durante el transcurso del desarrollo del proyecto. Se implementarán estrategias de mitigación y planes de contingencia para minimizar su impacto potencial. Por otro lado, los riesgos de baja probabilidad y bajo impacto (esquina superior izquierda) pueden ser monitoreados con menor intensidad. Se establecerá un equipo dedicado a la gestión de riesgos, que será responsable de realizar evaluaciones periódicas, identificar nuevos riesgos emergentes y ajustar las medidas de mitigación según sea necesario.

Con este enfoque de gestión de riesgos se busca promover una cultura de aprendizaje continuo, en la que las lecciones aprendidas de la gestión de riesgos se incorporarán en las prácticas y procesos del proyecto, con el fin de mejorar la resiliencia y capacidad para enfrentar futuras situaciones de incertidumbre.

La participación de todas las partes interesadas, incluyendo a las organizaciones colaboradoras, las comunidades académicas y a los especialistas en el área, será de gran importancia para la gestión de los riesgos. Por tal motivo, se fomentarán espacios de diálogo, donde se puedan compartir preocupaciones, ideas y soluciones innovadoras para abordar los desafíos que surjan durante el desarrollo del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Fondo Europeo de Desarrollo Regional. (Febrero de 2022). *Estudio de Necesidades de la Industria 5.0 en Andalucía*. Obtenido de studocu.com: <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-tecmilenio/analisis-de-la-informacion-financiera/estudio-necesidades-industria-5/41646802>
- Abidi, M. H., Mohammed, M. K., & Alkhalefah, H. (2022). Predictive Maintenance Planning for Industry 4.0 Using Machine Learning for Sustainable Manufacturing. *MDPI*, 27.
- Acciaro, M., & Sys, C. (2020). Innovation in the maritime sector: aligning strategy with outcomes. *Maritime Policy & Management*, 47(8), 1045–1063. [https://doi.org/https://doi.org/10.1080/03088839.2020.1737335](https://doi.org/10.1080/03088839.2020.1737335)
- Achouch, M., Dimitrova, M., Ziane, K., Sattarpanah Karganroudi, S., Dhouib, R., Ibrahim, H., & Adda, M. (2022). On Predictive Maintenance in Industry 4.0: Overview, Models, and Challenges. *Appl. Sci.*, 22.
- Advanced Factories. (24 de Noviembre de 2022). *Advanced Factories*. Obtenido de ¿Qué es la industria 5.0 y cuáles son sus 3 principales características?: <https://www.advancedfactories.com/industria-5-0-caracteristicas/#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20de%20E2%80%9CIndustria%205.0,impacto%20positivo%20en%20la%>
- Angelopoulos, A., Michailidis, E., Nomikos, N., Trakadas, P., Hatziefremidis, A., Voliotis, S., & Zahariadis, T. (2019). Tackling Faults in the Industry 4.0 Era—A Survey of Machine-Learning Solutions and Key Aspects. *MDPI*, 34.
- Arévalo, J. A. (2020). Industria 4.0 y espacios creativos. *Universo Abierto*.
- Ashton, K. (2009). That 'internet of things' thing. *RFID journal*.
- Asociación Nacional de Empresarios de Colombia [ANDI]. (2022). Habilidades Digitales en Colombia: ¿el futuro digital es de todos? Asociación Nacional de Empresarios de Colombia. Obtenido de https://www.andi.com.co/Uploads/GAN_HabilidadesDigitales_COL_V8.pdf
- Autsadee, Y., Jeevan, J., Bin Othman, M. R., & Mohd Salleh, N. H. (2023). Maritime Society 5.0: a global transition on human economy and civilisation for maritime sustainability. *Australian Journal of Maritime & Ocean Affairs* 1–26.
- Cámara Colombiana de Informática y Telecomunicaciones [CCIT]. (17 de Febrero de 2022). *CCIT*. Obtenido de Colombia necesita talento con habilidades digitales: <https://www.ccit.org.co/articulos-tictac-colombia-necesita-talento-con-habilidades-dig>

digitales/

- Cheliotis, M. (2020). Machine learning and data-driven fault detection for ship systems operations. *Ocean Engineering*.
- Close, T., & Tideswell, S. J. (1 de septiembre de 2012). *Planning to fix: improving maintenance efficiency*. Obtenido de McKinsey & Company: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/planning-to-fix-improving-maintenance-efficiency>
- Cortes, T., Hansmann, T., Khoon, T., & Yi, Z. (22 de Julio de 2021) *Predicción a escala: Cómo extraer más valor del mantenimiento en la industria*. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/prediction-at-scale-how-industry-can-get-more-value-out-of-maintenance/es-CL>
- Cortés-Leal, A., Cárdenas, C., & Del-Valle-Soto, C. (2022). Maintenance 5.0: Towards a Worker-in-the-Loop Framework for Resilient Smart Manufacturing. *Applied Sciences*, 12(22), 11330. <https://doi.org/10.3390/app122211330>
- De Val Pardo, I. (2021). Más allá de la industria 5.0: Realidad y deseo. *Encuentros multidisciplinares*, 23-68.
- Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2023). *Plan Nacional de Desarrollo*. Bogotá D.C: Gobierno de Colombia.
- Deus Aguilera, C. A., Casares Li, R., & García Toll, A. (2022). Maintenance 5.0: Trends and Challenges / Mantenimiento 5.0, tendencias y desafíos. *Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura*, (pág. 8). La Habana.
- EARTO. (30 de Abril de 2014). *The TRL Scale as a Research & Innovation Policy Tool, EARTO Recommendations*. Obtenido de The TRL Scale as a Research & Innovation Policy Tool, EARTO RECOMENDATIONS: https://www.earto.eu/wp-content/uploads/The_TRL_Scale_as_a_R_I_Policy_Tool_-_EARTO_Recommendations_-_Final.pdf
- Electronica Edimar. (24 de Febrero de 2022). *Industria 5.0 ¿Qué es?* Obtenido de Edimar: <https://edimar.com/industria-5-0-que-es/>
- Elmdoost-gashti, M., Shafiee, M., & Bozorgi-Amiri, A. (2023). Enhancing resilience in marine propulsion systems by adopting machine learning technology for predicting failures and prioritising maintenance activities. *Systems Science & Control Engineering*, 11(1), 224-237. *Journal of Marine Engineering & Technology*, 18-32.
- Foresti, R., Rossi, S., Magnani, M., Bianco, C. G., & Delmonte, N. (2020). Smart society and artificial intelligence: big data scheduling and the global standard method applied to smart maintenance. *Engineering*, 6(7), 835--846. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2019.11.014>
- Fracttal Tech. (22 de 04 de 2023). *El mantenimiento en la era de la industria 5.0*. Obtenido de fracttal.com/es/: <https://www.fracttal.com/hubfs/Fracttal%20Website%202021/documentos/ebook/industria-5-0/el-mantenimiento-en-la-era-de-la-industria-5-0-esp.pdf>
- IBM. (8 de Mayo de 2023). *What is Reactive Maintenance?* Obtenido de ibm.com: <https://www.ibm.com/topics/reactive-maintenance>
- Imran, M., Jamaludin, S., Ayob, A., Ali, A., Ahmad, S., Akhbar, M., . . . Mohamed, S. (2023). Application of Artificial Intelligence in Marine Corrosion Prediction and Detection. *Journal of Marine Science and Engineering*, 25.
- Infraspeak. (22 de 04 de 2022). *Infraspeak/es/bliblioteca-de-contenido*. Obtenido de Infraspeak: https://2767973.fs1.hubspotusercontent-na1.net/hubfs/2767973/Files%20to%20Download/ES/Mantenimiento_5_0_Infraspeak.pdf
- International Maritime Organization (IMO). (2020). Fourth IMO GHG Study 2020. *International Maritime Organization (IMO)*. Obtenido de https://greenvoyage2050.imo.org/wp-content/uploads/2021/07/Fourth-IMO-GHG-Study-2020-Full-report-and-annexes_compressed.pdf
- Jang, J.-G., Noh, C.-M., Kim, S.-S., Shin, S.-C., Lee, S.-S., & Lee, J.-C. (2022). Vibration data feature extraction and deep learning-based preprocessing method for highly accurate motor fault diagnosis. *Journal of Computational Design and Engineering*. *Oxford Academic*, 204-220.
- Jaramillo, V. (2020). Developing a predictive maintenance model for vessel machinery. *Journal of Ocean Engineering and Science*, 358-386.
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Rab, S., & Suman, R. (2021). Significance of sensors for industry 4.0: Roles, capabilities, and applications. *ScienceDirect*, 12.

- Junta de Andalucía. (2002). *La contaminación marina producida por buques*. Medio Ambiente en Andalucía.
- Kalghatgi, U. S. (2022). Creating Value for Reliability Centered Maintenance (RCM). *Journal of the Institution of Engineers (India): Series C*, 449-453.
- Kimmel, W., Beauchamp, P., Frerking, M., Kline, T., Koorosh, K. W., Johnson, M., & Trenkle, T. (30 de Junio de 2020). *Technology Readiness Assessment Best Practices Guide*. National Aeronautics and Space Administration [NASA]. Obtenido de <https://ntrs.nasa.gov/citations/20205003605>
- Koil, V. (2019). Sustainability issues in maritime transport and main challenges of the shipping industry. *Environmental Economics*, 10(1), 48 - 65.
- Lachvajderová, L., Kádárová, J., Juliá Sanchis, E., Rybárová, & Denisa. (2023). Industry 5.0 - A Sustainable Human-Centric Solution. 6.
- Lee, P. T.-W., Kwon, O. K., & Ruan, X. (2019). Sustainability challenges in maritime transport and logistics industry and its way ahead. *Sustainability*, 11(5), 1331. <https://doi.org/10.3390/su11051331>
- Longo, F., Padovano, A., & Umbrello, S. (2020). Value-Oriented and Ethical Technology Engineering in Industry 5.0: A Human-Centric Perspective for the Design of the Factory of the Future. *Appl. Sci*, 25.
- Lou, R., Lv, Z., Dang, S., Su, T., & Li, X. (2023). Application of machine learning in ocean data. *Multimedia Systems*, 29(3), 1815--1824.
- Mankins, J. (enero de 1995). *Technology Readiness Level – A White Paper*. Obtenido de Technology Readiness Level – A White Paper: http://www.researchgate.net/publication/247705707_Technology_Readiness_Level_-_A_White_Paper
- Mantilla, L. T. (2019). *Industria 5.0: ¿Vuelve el hombre al centro de los procesos de producción?* Universidad EAFIT.
- Maritime Education. (2021). *IoT in the Maritime Industry*. Obtenido de Maritime Education: <https://maritimeducation.com/iot-in-the-maritime-industry/>
- Martín Guareño, J. J. (2016). Support Vector Regression: propiedades y aplicaciones. *Universidad de sevilla*, 9.
- Martínez, A. (11 de Julio de 2023). *La Inteligencia Artificial 'revoluciona' la industria naval: gestiona flotas y toma decisiones*. Obtenido de Atlanticohoy: https://www.atlanticohoy.com/sociedad/inteligencia-artificial-revoluciona-industria-naval-gestiona-flotas-toma-decisiones_1519140_102.html
- Martynov, V., Shavaleeva, D., & Zaytseva, A. (2019). Information Technology as the Basis for Transformation into a Digital Society and Industry 5.0. Proceedings of the 2019 IEEE International Conference Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies IT and QM and IS 2019. *IEEE*, 539-543. <https://doi.org/10.1109/ITQMIS.2019.8928305>
- MathWorks. (s.f.). *¿Qué es una red neuronal? Tres cosas que es necesario saber*. Obtenido de MathWorks : <https://la.mathworks.com/discovery/neural-network.html>
- Merhige, R. (27 de Diciembre de 2020). *Predictive Maintenance*. Obtenido de The Maritime Executive: <https://maritime-executive.com/magazine/predictive-maintenance>
- Ministerio de Ambiente de Colombia. (1 de Mayo de 2021). *Estrategia 2050*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Modelacion_Adaptacion_Riesgo_Colombia.pdf
- Muñoz, J. Á., & Fernández, R. P. (2019). La integración de la Inteligencia Artificial en los procesos y metodologías de diseño naval. *Ingeniería naval*(978), 74--84.
- Murison, M. (2016). Maersk and Ericsson collaborate for IoT success story. *Internet of Business*.
- Pajak, M., Kluczyk, M., Muslewski, L., Lisjak, D., & Kolar, D. (2023). Ship Diesel Engine Fault Diagnosis Using Data Science and Machine Learning. *Electronics*, 18.
- Perle. (4 de febrero de 2022). *"IoT at sea: how the internet of things powers the maritime industry"*. Obtenido de Perle: <https://www.perle.com/articles/iot-at-sea-how-the-internet-of-things-powers-the-maritime-industry-40193572.shtml>
- Predictiva21. (s.f.). *Mantenimiento Predictivo*. Obtenido de Predictiva21: <https://predictiva21.com/mantenimiento-predictivo-ventajas-desventajas/>

- Pruftechnik. (23 de Mayo de 2022). *Five Examples of Predictive Maintenance in Action*. Obtenido de Pruftechnik: <https://blog.pruftechnik.com/examples-of-predictive-maintenance/>
- Psaromatis, F., May, G., & Azamfirei, V. (2023). Envisioning maintenance 5.0: Insights from a systematic literature review of Industry 4.0 and a proposed framework. *Journal of Manufacturing Systems*, 68, 376–399. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2023.04.009>
- Raad, H. (2021). *Fundamentals of IoT and Wearable Technology Design*. NJ, USA: Hoboken.
- Rebolledo, C. (2021). ¿Producirá efectos relevantes en las operaciones navales de la Armada de Chile la incorporación de la inteligencia artificial? *Revista de Marina Año CXXXVI*, 138(982).
- Redchuk, A., Walas Mateo, F., Pascal, G., & Tornillo, J. E. (2023). Adoption Case of IIoT and Machine Learning to Improve Energy Consumption at a Process Manufacturing Firm, under Industry 5.0 Model. *Big dat and cognitive computing*, 10.
- Sánchez, R., Jaimurzina, A., Wilmsmeier, G., Pérez, G., Doerr, O., & Pinto, F. (2015). *Transporte marítimo y puertos: desafíos y oportunidades en busca de un desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*. CEPAL. Obtenido de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/39708-transporte-maritimo-puertos-desafios-oportunidades-busca-un-desarrollo>
- Singh, S., & Rambarath-Parasram, V. (2019). Considerations for the Latin American and Caribbean region in light of the global move towards low carbon shipping. *Best Practices in Manufacturing Processes: Experiences from Latin America* 53-73.
- Sothis. (27 de June de 2021). *La industria 5.0: Digitalización del sector de la alimentación y las bebidas*. Obtenido de sothis: <https://www.sothis.tech/la-industria-5-0-digitalizacion-del-sector-de-la-alimentacion-y-las-bebidas/>
- Stavroulakis, P. J., Papadimitriou, S., & Tsirikou, F. (2021). Perceptions of competitiveness for maritime clusters. *Ocean & Coastal Management*, 205. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cstp.2019.10.008>
- Stoker, J. (22 de Septiembre de 2023). *Maintenance Mnagement 5.0: Deepening the subject*. Obtenido de SSAMM Education: <https://ssammeducation.com/maintenance-management-5-0-deepening-the-subject/>
- The World Bank. (21 de Enero de 2021). *Digitalizing the Maritime Sector Set To Boost the Competitiveness and Sustainability*. Obtenido de <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2021/01/21/digitalizing-the-maritime-sector-set-to-boost-the-competitiveness-and-resilience-of-global-trade>
- Toapanta, A. P. (15 de 10 de 2018). *Archivo digital UPM*. Obtenido de Universidad Politécnica de Madrid: <https://oa.upm.es/52623/>
- TOTVS LATAM. (27 de Diciembre de 2021). *Industria 5.0: ¿Qué hay de nuevo y cuáles son sus impactos?* Obtenido de TOTVS: <https://es.totvs.com/blog/industria-4-0/industria-5-0-que-hay-de-nuevo-cuales-son-sus-impactos/>
- Van Oudenhoven, B., Van de Calseyde, P., Basten, R., & Demerouti, E. (2023). Predictive maintenance for industry 5.0: Behavioural inquiries from a work system perspective. *International Journal of Production Research*, 7846–7865.
- Velasco-Gallego, C. (2022). RADIS: A real-time anomaly detection intelligent system for fault diagnosis of marine machinery. *ScienceDirect*, 13.
- Villa Caro, R. (28 de 02 de 2017). *Exponav*. Obtenido de EL Mantenimiento predictivo en los Buques: <https://exponav.org/blog/puertos-y-buques/el-mantenimiento-predictivo-en-los-buques/>
- Villafranco, G. (24 de Diciembre de 2017). *Éstos son los empleos que se perderán por la cuarta revolución industrial*. Obtenido de Forbes México: <https://www.forbes.com.mx/estos-losemploos-se-perderan-la-cuarta-revolucion-industrial/>
- Vogel-Heuser, B., Bauernhansl, T., & Hompel, M. (2017). *Handbuch Industrie 4.0*. Berlin: Springer Vieweg Berlin, Heidelberg.
- Wellsandt, S., Klein, K., Hribernik, K., Lewandowski, M., Bousdekis, A., Mentzas, G., & Thoben, K.-D. (2022). Hybrid-augmented intelligence in predictive maintenance with digital intelligent assistants. *Annual Reviews in Control*, 382–390.
- Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser, B., & Wang, L. (2021). Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception. *Journal of Manufacturing Systems*, 530-535.
- Yigin, B., & Celik, M. (2024). A Prescriptive Model for Failure Analysis in Ship Machinery Monitoring Using Generative Adversarial Networks. *Journal of Marine Science and Engineering*, 12(3), 493, 22.

Yoon, J., Yeon, J., Kim, S., & Eom, J. (2023). Port Digital Twin Development for Decarbonization: A Case Study Using the Pusan Newport International Terminal. *Journal of Marine Science and Engineering*.

Yumei, C., Sun, B., Xie, X., Li, X., Li, Y., & Zhao, Y. (2024). Short-term forecasting for ship fuel consumption based on deep learning. *Ocean Engineering*, 301, 1. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2024.117398>

Zachacki, D., Varley, P., & Fu, D. (2024). *El tiempo de inactividad es muy costoso.* Obtenido de Mitsubishi Electric Corporation: <https://mx.mitsubishielectric.com/fa/es/resources/blog/assets/downtime/>

Zhou, F., Yu, K., Xie, W., Lyu, J., Zheng, Z., & Zhou, S. (2024). Digital Twin-Enabled Smart Maritime Logistics Management in the Context of Industry 5.0. *IEEE Access*, 12.

Productos

Generación de nuevo conocimiento

Subtipo Producto	Producto	Descripción	Cantidad	Beneficiario
Artículo de investigación	Artículos categoría C	Artículo sometido sobre la determinación de esencialidad de sistemas para equipos de embarcaciones Artículo sometido sobre la implementación de gemelos digitales en la industria naval	2	Comunidad académica
Artículo de investigación	Artículos categoría B	Artículo sometido correspondiente a la aplicación de modelos de Inteligencia Artificial para la gestión de mantenimiento naval.	1	Comunidad académica

Desarrollo Tecnológico e innovación

Subtipo Producto	Producto	Descripción	Cantidad	Beneficiario
Producto empresarial	Secretos empresariales	Desarrollo de Algoritmos: diseñar y adaptar algoritmos de IA para el análisis de los datos recogidos, capaces de identificar patrones y predecir posibles fallos o necesidades de mantenimiento.	1	Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial
Producto empresarial	Innovaciones en procesos y servicios	Certificación de una Innovación en proceso de mantenimiento naval	1	Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial
Regulación, norma, reglamento o legislación	Normas técnicas	01 norma técnica adoptada para que aporten al mantenimiento naval	1	Comunidad general

Consultorías e informes técnicos finales	Informes técnicos realizados en el marco del proyecto	Informe técnico sobre el desarrollo de metodología para la determinación de esencialidad de sistemas y equipos de las embarcaciones. Informe técnico sobre la determinación de variables a medir en la embarcación de acuerdo a la esencialidad de equipos. Informe técnico sobre Pruebas y Ajustes: Realizar pruebas piloto para validar la precisión de los algoritmos de IA y ajustarlos según sea necesario. Informe técnico sobre la selección de Sensores: Investigar y seleccionar sensores IoT adecuados para medir variables críticas como la presión, temperatura, vibración, y corrosión en diferentes partes de la embarcación.	4	Sector marítimo, clúster astillero y comunidad académica
Producto tecnológico certificado o validado	Software	Software para la determinación de esencialidad de sistemas y equipos de embarcaciones. Software para el mantenimiento predictivo utilizando inteligencia artificial para la gestión de mantenimiento	2	Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial

Apropiación Social del Conocimiento

Subtipo Producto	Resultado	Descripción	Cantidad	Beneficiario
Productos de apropiación social del conocimiento	REALIZACIÓN DE CURSOS DE CAPACITACIÓN, SEMINARIOS Y TALLERES	Elaboración y dictado de cursos de capacitaciones para el mantenimiento en embarcaciones y de inteligencia artificial.	2	Organizaciones locales regionales, comunidad académica y empresarial
Circulación de conocimiento especializado	Participaciones u organizaciones de eventos científicos, tecnológicos y de innovación (congresos, seminarios, foros, conversatorios, talleres, entre otros)	Talleres para la divulgación de conocimiento con actores del sector marítimo y astillero	3	Comunidad empresarial
Ponencias	Ponencias	Ponencias nacionales alusivas a la gestión de mantenimiento naval con inteligencia artificial	4	Comunidad académica y empresarial
Productos de apropiación social del conocimiento	CARTILLA o FOLLETO	Cartillas y folletos alusivos al mantenimiento naval con inteligencia artificial	2	Comunidad académica y empresarial

Formación Recurso Humano

Subtipo Producto	Formación	Descripción	Numero Personas	Beneficiario
Joven investigador	Vinculación de jóvenes investigadores mediante becas-pasantías a las actividades de CTel	Jóvenes investigadores en el desarrollo de los objetivos 1 al 5	2	Los jóvenes investigadores en formación del recurso humano Trabajo

Estudiante de maestría	Formación de estudiantes de maestría	Estudiantes de maestría que participan en las actividades del proyecto	2	Estudiantes de programas relacionados con la inteligencia artificial para el desarrollo de los objetivos del proyecto
------------------------	--------------------------------------	--	---	---

Personal

Tipo Personal

Tipo Personal	Cantidad
PERSONAL DE APOYO	37
DOCTOR	1
ESTUDIANTE MAESTRIA	2
INVESTIGADOR PRINCIPAL	1
JOVEN INVESTIGADOR	2

Personal

Entidad:	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	73579137
Nombres:	Alcides Augusto		
Primer Apellido:	Ramos	Segundo Apellido:	Zambrano
Fecha de Nacimiento:	1976-10-17	País:	Colombia
Email:	sdfin@enap.edu.co	Categoría:	Integrante Vinculado con Pregrado
Género:	Masculino	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Grupo Etario:	Aduldez (27- 59 años)
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
¿Registrado en CvLAC?:	Sí	Función en el Proyecto:	Coinvestigador ENAP - Coinvestigador actividades de IoT
Duración Horas Semanales:	10	Número de Meses:	18

Entidad:	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE EXTRANJERIA	Número Documento:	31396310E
Nombres:	Benito		

Primer Apellido:	Mayol	Segundo Apellido:	Carbonell
Fecha de Nacimiento:	1956-04-29	País:	España
Email:	bmcar2904@gmail.com	Categoría:	
Género:	Masculino	Población en Situación de Discapacidad:	
Población Víctima del Conflicto Armado:		Grupo Etario:	
Grupo Étnico:		Documento Adjunto Hoja de Vida:	CV_ES_BENITO_MAYOL_15042024.pdf
¿Registrado en CvLAC?:	No		
Función en el Proyecto: Asesor internacional			
Duración Horas Semanales: 2		Número de Meses:	18

Entidad:	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1047469672
Nombres:	Gisselle	Segundo Apellido:	Peralta
Primer Apellido:	Barros	País:	Colombia
Fecha de Nacimiento:	1994-04-25	Categoría:	
Email:	gbarros@cotecmar.com	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Género:	Femenino	Grupo Etario:	Aduldez (27- 59 años)
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico		
¿Registrado en CvLAC?:	Si		
Función en el Proyecto: Coinvestigadora encargada del modelo digital			
Duración Horas Semanales: 4		Número de Meses:	18

Entidad:	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1007964798
Nombres:	alexander david	Segundo Apellido:	salguedo
Primer Apellido:	gelis	País:	Colombia
Fecha de Nacimiento:	2003-02-02	Categoría:	
Email:	alexander.gelis@misena.edu.co		
Género:	Masculino		

Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Juventud (14 - 26 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto: Coinvestigador encargado del modelo digital			
Duración Horas Semanales:	4	Número de Meses:	18

Entidad:	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1143386740
Nombres:	Julián Alberto		
Primer Apellido:	Salazar	Segundo Apellido:	Barrios
Fecha de Nacimiento:	1995-07-16	País:	Colombia
Email:	jsalazar@cotecmar.com	Categoría:	
Género:	Masculino	Población en Situación de Discapacidad:	
Población Víctima del Conflicto Armado:	Si	Ninguna	
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Aduldez (27- 59 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto: Coinvestigador en temas de PI			
Duración Horas Semanales:	6	Número de Meses:	13

Entidad:	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1110466590
Nombres:	NESTOR CAMILO		
Primer Apellido:	ORTIZ	Segundo Apellido:	MOLINA
Fecha de Nacimiento:	1987-11-11	País:	Colombia
Email:	loger@enap.edu.co	Categoría:	
Género:	Masculino	Población en Situación de Discapacidad:	
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Ninguna	
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Aduldez (27- 59 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A

Función en el Proyecto:	Lidera la gestión del componente presupuestal del proyecto, en conjunto con el personal de la oficina de planeación institucional y comando logístico.		
Duración Horas Semanales:	20	Número de Meses:	18

Entidad:	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	43108430
Nombres:	Yamileth	Segundo Apellido:	Restrepo
Primer Apellido:	Aguirre	País:	Colombia
Fecha de Nacimiento:	1979-05-28	Categoría:	Estudiante de Doctorado
Email:	yaguire528@hotmail.com	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Género:	Femenino	Grupo Etario:	Adultez (27- 59 años)
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	¿Registrado en CvLAC?:	Si
Función en el Proyecto:	Coinvestigador encargado de verificación de requisitos ambientales		
Duración Horas Semanales:	20	Número de Meses:	18

Entidad:	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	3203300
Nombres:	GONZALO	Segundo Apellido:	REYES
Primer Apellido:	ROJAS	País:	Colombia
Fecha de Nacimiento:	1981-02-03	Categoría:	Investigador Junior
Email:	cidiham@enap.edu.co	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Género:	Masculino	Grupo Etario:	Adultez (27- 59 años)
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	¿Registrado en CvLAC?:	Si
Función en el Proyecto:	Coinvestigador ENAP- Apoya actividades relacionadas con el desarrollo de los gemelos digitales y actividades desarrolladas en el simulador. Administrativas: Director del Centro de Investigación e Innovación apoya el seguimiento del gasto y supervisa la elaboración de los informes financieros, teniendo en cuenta la orden emitida por el líder de supervisión.		
Duración Horas Semanales:	20	Número de Meses:	18

Entidad:	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1098656457
Nombres:	Eliana Patricia		
Primer Apellido:	Toloza	Segundo Apellido:	Rincón
Fecha de Nacimiento:	1988-01-15	País:	Colombia
Email:	eliana.toloza@armada.mil.co		
Género:	Femenino	Categoría:	
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Aduldez (27- 59 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto:	Líder de supervisión - Lidera la ejecución interinstitucional de la gestión de los diferentes componentes del proyecto (administrativo, financiero y técnico). Actividades em conjunto con las oficinas de planeación, institucional, jurídica y comando logístico.		
Duración Horas Semanales:	20	Número de Meses:	18

Entidad:	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1047408629
Nombres:	JESSICA		
Primer Apellido:	CHIQUILLO	Segundo Apellido:	DURÁN
Fecha de Nacimiento:	1989-03-16	País:	Colombia
Email:	jessica.chiquillo@armada.mil.co		
Género:	Femenino	Categoría:	Integrante Vinculado con Maestría o Especialización Médica
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Población negra / Afrocolombiano /Afrodesciente	Grupo Etario:	Aduldez (27- 59 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto:	Administrativo: Acompaña la gestión relacionada con el componente de contratación para la ejecución de recursos junto con la oficina jurídica y la elaboración de los informes financieros. Co-investigador: Apoya actividades relacionadas con el desarrollo de productos de investigación.		
Duración Horas Semanales:	10	Número de Meses:	18

Entidad:	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"		
-----------------	--	--	--

Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1003073895
Nombres:	Luis Fernando		
Primer Apellido:	Payares	Segundo Apellido:	Genes
Fecha de Nacimiento:	1999-08-23	País:	Colombia
Email:	lgenes@utb.edu.co		
Género:	Masculino		
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Indígena	Grupo Etario:	Juventud (14 - 26 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto:	Contribución a generación de conceptos de prototipos, realización de investigaciones, revisión de literatura, redacción de documentos de soporte e informes técnicos. (Colaborador externo)		
Duración Horas Semanales:	15	Número de Meses:	18

Entidad:	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	PASAPORTE COLOMBIANO OFICIAL	Número Documento:	1037582971
Nombres:	Daniel		
Primer Apellido:	Gonzalez	Segundo Apellido:	Montoya
Fecha de Nacimiento:	1987-08-08	País:	Colombia
Email:	danielgonzalez@itm.edu.co		
Género:	Masculino		
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Categoría:	Investigador Sénior
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Grupo Etario:	Aduldez (27- 59 años)
Función en el Proyecto:	Coinvestigador encargado de verificación de alternativas de IA		
Duración Horas Semanales:	7	Número de Meses:	13

Entidad:	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	18011489
Nombres:	Manuel Alejandro		

Primer Apellido:	Ariza	Segundo Apellido:	Zuluaga
Fecha de Nacimiento:	1984-08-01	País:	Colombia
Email:	maariza@cotecmar.com	Categoría:	Investigador Junior
Género:	Masculino	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Grupo Etario:	Aduldez (27- 59 años)
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Función en el Proyecto: Coinvestigador en apoyo de los objetivos 1,2 y 3 en los temas de gestión de mantenimiento.	
Duración Horas Semanales:	2	Número de Meses:	18

Entidad:	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	80134041
Nombres:	David Ignacio	Categoría:	Integrante Vinculado con Maestría o Especialización Médica
Primer Apellido:	Fuentes	Segundo Apellido:	Montaña
Fecha de Nacimiento:	1982-04-01	País:	Colombia
Email:	dfuentes@cotecmar.com	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Género:	Masculino	Grupo Etario:	Aduldez (27- 59 años)
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Función en el Proyecto: Coinvestigador en apoyo de los objetivos 1,2 y 3 en los temas de gestión de mantenimiento.	
Duración Horas Semanales:	2	Número de Meses:	18

Entidad:	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	45507013
Nombres:	Sandra Patricia	Categoría:	Integrante Vinculado con Maestría o Especialización Médica
Primer Apellido:	Carrillo	Segundo Apellido:	Castellanos
Fecha de Nacimiento:	1975-03-11	País:	Colombia
Email:	spcarrillo@enap.edu.co	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Género:	Femenino	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A

Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Aduldez (27- 59 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto:		Coinvestigador ENAP - Apoya actividades relacionada con los sistemas navales	
Duración Horas Semanales:	10	Número de Meses:	18

Entidad:	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"		
Vinculación Proyecto:	DOCTOR		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	15488758
Nombres:		Conrado Augusto	
Primer Apellido:	Serna	Segundo Apellido:	Urán
Fecha de Nacimiento:	1977-09-28	País:	Colombia
Email:	conradoserna@itm.edu.co		
Género:	Masculino	Categoría:	Investigador Sénior
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Aduldez (27- 59 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto:		Realización de estancia postdoctoral en apoyo al cumplimiento de los objetivos del proyecto	
Duración Horas Semanales:	40	Número de Meses:	18

Entidad:	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"		
Vinculación Proyecto:	INVESTIGADOR PRINCIPAL		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1052389279
Nombres:		Edwin Giovanny Paipa Sanabria	
Primer Apellido:	Paipa	Segundo Apellido:	Sanabria
Fecha de Nacimiento:	1989-02-11	País:	Colombia
Email:	edwin.paipa@armada.mil.co		
Género:	Masculino	Categoría:	Investigador Junior
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Aduldez (27- 59 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto:		Investigador líder- encargado del funcionamiento técnico y administrativo del proyecto	

Duración Horas Semanales: 12

Número de Meses:

18

Entidad:	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"		
Vinculación Proyecto:	JOVEN INVESTIGADOR		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1001974180
Nombres:	Anderson	Segundo Apellido:	Diaz
Primer Apellido:	Morillo	País:	Colombia
Fecha de Nacimiento:	2001-10-31	Categoría:	
Email:	amorillo@utb.edu.co	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Género:	Masculino	Grupo Etario:	Juventud (14 - 26 años)
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Función en el Proyecto:	Apoyar las investigaciones en la revisión y construcción de algoritmos y modelos predictivos de IA
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Duración Horas Semanales:	40
		Número de Meses:	18

Entidad:	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE EXTRANJERIA	Número Documento:	13715230
Nombres:	Juan Carlos	Segundo Apellido:	Santos
Primer Apellido:	Martínez	País:	Colombia
Fecha de Nacimiento:	1978-02-15	Categoría:	Investigador Asociado
Email:	jcmartinezs@utb.edu.co	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Género:	Masculino	Grupo Etario:	Aduldez (27- 59 años)
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Función en el Proyecto:	Coinvestigador encargado de ejecución de actividades a lo largo del proyecto con los estudiantes de maestría
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Duración Horas Semanales:	4
		Número de Meses:	18

Entidad:	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR		
-----------------	---	--	--

Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1221724454
Nombres:	Jhonattan de Jesus		
Primer Apellido:	Llamas	Segundo Apellido:	Reinoso
Fecha de Nacimiento:	1999-09-12	País:	Colombia
Email:	llamasj@utb.edu.co		
Género:	Masculino	Categoría:	
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Juventud (14 - 26 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto: Coinvestigador en apoyo de los objetivos 1,2,3 y 5 en las teas de gestión de mantenimiento.			
Duración Horas Semanales:	10	Número de Meses:	18

Entidad:	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1022424819
Nombres:	Kelly Johana		
Primer Apellido:	Rojas	Segundo Apellido:	Gomez
Fecha de Nacimiento:	1997-02-28	País:	Colombia
Email:	kelly.rojas@usantotomas.edu.co		
Género:	Femenino	Categoría:	
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Aduldez (27- 59 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto: Coinvestigador en apoyo de los objetivos 1,2, 3 en las teas de gestión de mantenimiento en la definición del algoritmo de inteligencia artificial.			
Duración Horas Semanales:	10	Número de Meses:	18

Entidad:	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1002247526
Nombres:	Joan Martin		

Primer Apellido:	Suarez	Segundo Apellido:	Loaiza
Fecha de Nacimiento:	2000-09-16	País:	Colombia
Email:	jmsuarez@cotecmar.com	Categoría:	
Género:	Masculino	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Grupo Etario:	Juventud (14 - 26 años)
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Función en el Proyecto: Coinvestigador en apoyo de los objetivos 1,2 y 3 en la definición de algoritmos de inteligencia artificial.	
Duración Horas Semanales:	17	Número de Meses:	18

Entidad:	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1102850636
Nombres:	Adriana Lucia		
Primer Apellido:	Salgado	Segundo Apellido:	Martinez
Fecha de Nacimiento:	1992-11-17	País:	Colombia
Email:	asalgado@cotecmar.com		
Género:	Femenino	Categoría:	Investigador Junior
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Aduldez (27- 59 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto:	Coinvestigador en temas de PI		
Duración Horas Semanales:	4	Número de Meses:	13

Entidad:	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1022369963
Nombres:	Juan Manuel		
Primer Apellido:	Arias	Segundo Apellido:	Gomez
Fecha de Nacimiento:	1991-08-08	País:	Colombia
Email:	jmarias@cotecmar.com		
Género:	Masculino	Categoría:	

Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Adulterz (27- 59 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto:		Coinvestigador que aporta en el proceso de instalación de sensores y adecuación de plataforma de recolección de datos.	
Duración Horas Semanales:	6	Número de Meses:	13

Entidad:	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1047477345
Nombres:	Marcos Michel		
Primer Apellido:	Molinares	Segundo Apellido:	Becerra
Fecha de Nacimiento:	1994-11-16	País:	Colombia
Email:	mmolinaresb@tecnocomfenalco.edu.co		
Género:	Masculino	Categoría:	
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Adulterz (27- 59 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto:		Coinvestigador que aporta en el proceso de instalación de sensores y adecuación de plataforma de recolección de datos.	
Duración Horas Semanales:	12	Número de Meses:	13

Entidad:	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1010091516
Nombres:	jair jose		
Primer Apellido:	reyes	Segundo Apellido:	valdes
Fecha de Nacimiento:	1997-04-23	País:	Colombia
Email:	jair.reyes5@soy.sena.edu.co		
Género:	Masculino	Categoría:	
Población Víctima del Conflicto Armado:	Si	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Adulterz (27- 59 años)

¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto:	Coinvestigador encarga del modelo digital		
Duración Horas Semanales:	4	Número de Meses:	18

Entidad:	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1128059572
Nombres:	Adel Mauricio		
Primer Apellido:	Carrillo		
Fecha de Nacimiento:	1988-05-11	Segundo Apellido:	Morales
Email:	amcarrillo@cotecmar.com		
Género:	Masculino	Categoría:	
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico		
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto:	Coinvestigador que aporta en el proceso de instalación de sensores y adecuación de plataforma de recolección de datos.		
Duración Horas Semanales:	6	Número de Meses:	13

Entidad:	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1065572156
Nombres:	victor		
Primer Apellido:	bacca		
Fecha de Nacimiento:	1986-05-28	Segundo Apellido:	rodriguez
Email:	victor.bacca@armada.mil.co		
Género:	Masculino	Categoría:	
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico		
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto:	Coinvestigador en apoyo de los objetivos 1,2 y 3 en las tareas de gestión de mantenimiento.		
Duración Horas Semanales:	4	Número de Meses:	18

Entidad:	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	11111113
Nombres:	NN2	Segundo Apellido:	
Primer Apellido:	NN2	País:	Colombia
Fecha de Nacimiento:	2001-01-11	Categoría:	
Email:	paolaandrearuizfranco@gmail.com	Población en Situación de Discapacidad:	
Género:	Femenino	Grupo Etario:	
Población Víctima del Conflicto Armado:		Documento Adjunto Hoja de Vida:	Membrete Word HIC.pdf
Grupo Étnico:		Función en el Proyecto:	xxxxxx
¿Registrado en CvLAC?:	No	Duración Horas Semanales:	10
		Número de Meses:	13

Entidad:	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	11111111
Nombres:	NN6	Segundo Apellido:	
Primer Apellido:	NN6	País:	Colombia
Fecha de Nacimiento:	2000-01-18	Categoría:	
Email:	paolaandrearuizfranco@gmail.com	Población en Situación de Discapacidad:	
Género:	Femenino	Grupo Etario:	
Población Víctima del Conflicto Armado:		Documento Adjunto Hoja de Vida:	Membrete Word HIC.pdf
Grupo Étnico:		Función en el Proyecto:	Coinvestigador que aporta en el proeso de instalacion de sensores y adecuación de plataforma de recolección de datos.
¿Registrado en CvLAC?:	No	Duración Horas Semanales:	6
		Número de Meses:	13

Entidad:	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1235041885

Nombres:	Linda Sofia	Segundo Apellido:	Ortiz
Primer Apellido:	Atencio	País:	Colombia
Fecha de Nacimiento:	1998-10-18	Categoría:	
Email:	latencioo@unicartagena.edu.co	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Género:	Femenino	Grupo Etario:	Juventud (14 - 26 años)
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Función en el Proyecto:	Cionvestigador en apoyo de los objetivos 1 al 5
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Duración Horas Semanales:	17
		Número de Meses:	18

Entidad:	FUNDACIÓN UNIVERSITARIA CEIPA		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	71366786
Nombres:	Julian andres	Segundo Apellido:	Cortes
Primer Apellido:	Zapata	País:	Colombia
Fecha de Nacimiento:	1983-08-17	Categoría:	Investigador Asociado
Email:	jazapat1@unal.edu.co	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Género:	Masculino	Grupo Etario:	Aduldez (27- 59 años)
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Función en el Proyecto:	Coinvestigador. Experto en logistica y gestión de inventarios.
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Duración Horas Semanales:	10
		Número de Meses:	18

Entidad:	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1063183045
Nombres:	Clara Paola	Segundo Apellido:	Díaz
Primer Apellido:	Camargo	País:	Colombia
Fecha de Nacimiento:	1999-10-04	Categoría:	
Email:	cpcamargo@cotecmar.com		
Género:	Femenino		

Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Juventud (14 - 26 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto: Coinvestigador en apoyo de los objetivos 1,2, 3 en las tareas de gestión de mantenimiento en la definición del algoritmo de inteligencia artificial.			
Duración Horas Semanales:	5	Número de Meses:	18

Entidad:	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR		
Vinculación Proyecto:	JOVEN INVESTIGADOR		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1047510443
Nombres: Said Elias			
Primer Apellido:	Cueter	Segundo Apellido:	Rosales
Fecha de Nacimiento:	1999-10-11	País:	Colombia
Email:	ecueterr@unicartagena.edu.co		
Género:	Masculino	Categoría:	
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Juventud (14 - 26 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto: Apoyar las investigaciones en la revisión y diseño de algoritmos y modelos predictivos de IA			
Duración Horas Semanales:	40	Número de Meses:	18

Entidad:	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1007323785
Nombres: Mateo De Jesus			
Primer Apellido:	Torres	Segundo Apellido:	Gonzalez
Fecha de Nacimiento:	1999-08-10	País:	Colombia
Email:	matew1099@gmail.com		
Género:	Masculino	Categoría:	
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Juventud (14 - 26 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A

Función en el Proyecto: Convestigador en apoyo de los objetivos 1 y 5

Duración Horas Semanales: 17

Número de Meses: 18

Entidad:	ASOCIACIÓN PROFESIONAL IEEE CARIBE COLOMBIANO		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	11111112
Nombres:	NN1	Segundo Apellido:	
Primer Apellido:	NN1	País:	Colombia
Fecha de Nacimiento:	1999-10-21	Categoría:	
Email:	paolaandrearuizfranco@gmail.com	Población en Situación de Discapacidad:	
Género:	Femenino	Grupo Etario:	
Población Víctima del Conflicto Armado:		Documento Adjunto Hoja de Vida:	Membrete Word HIC.pdf
Grupo Étnico:			
¿Registrado en CvLAC?:	No		

Función en el Proyecto: xxxxxx

Duración Horas Semanales: 2

Número de Meses: 13

Entidad:	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1111111114
Nombres:	NN3	Segundo Apellido:	
Primer Apellido:	NN3	País:	Colombia
Fecha de Nacimiento:	2002-01-10	Categoría:	
Email:	paolaandrearuizfranco@gmail.com	Población en Situación de Discapacidad:	
Género:	Femenino	Grupo Etario:	
Población Víctima del Conflicto Armado:		Documento Adjunto Hoja de Vida:	Membrete Word HIC.pdf
Grupo Étnico:			
¿Registrado en CvLAC?:	No		

Función en el Proyecto: xxxxxx

Duración Horas Semanales: 20

Número de Meses: 18

Entidad:	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		

Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	735777376
Nombres:	EDWIN ALEXANDER	Segundo Apellido:	DEL CASTILLO
Primer Apellido:	PUERTAS	País:	Colombia
Fecha de Nacimiento:	1978-02-16	Categoría:	
Email:	epuerta@utb.edu.co	Población en Situación de Discapacidad:	
Género:	Masculino	Grupo Etario:	
Población Víctima del Conflicto Armado:		Documento Adjunto Hoja de Vida:	CvLACRGEdwinPuerta.pdf
Grupo Étnico:		Duración Horas Semanales:	4
¿Registrado en CvLAC?:	No	Número de Meses:	18
Función en el Proyecto:	Coinvestigador encargado de ejecución de actividades a lo largo del proyecto con el semillero de investigación, y joven investigador		

Entidad:	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1007675594
Nombres:	David Alfonso	Segundo Apellido:	Madrid
Primer Apellido:	Lozano	País:	Colombia
Fecha de Nacimiento:	2000-04-09	Categoría:	
Email:	Dlozanomadrid94@correo.unicordoba.co	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Género:	Masculino	Grupo Etario:	Juventud (14 - 26 años)
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Grupo Étnico:	Indígena	Duración Horas Semanales:	15
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Número de Meses:	18
Función en el Proyecto:	Contribución a generación de conceptos de prototipos, realización de investigaciones, revisión de literatura, redacción de documentos de soporte e informes técnicos. (Colaborador externo)		

Entidad:	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1069506262
Nombres:	Jose Carlos	Segundo Apellido:	Sierra
Primer Apellido:	Madera	Duración Horas Semanales:	15

Fecha de Nacimiento:	1999-08-07	País:	Colombia
Email:	josemadera@unisinu.edu.co		
Género:	Masculino	Categoría:	
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Indígena	Grupo Etario:	Juventud (14 - 26 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto:	Contribución a generación de conceptos de prototipos, realización de investigaciones, revisión de literatura, redacción de documentos de soporte e informes técnicos. (Colaborador externo)		
Duración Horas Semanales:	15	Número de Meses:	18

Entidad:	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR		
Vinculación Proyecto:	PERSONAL DE APOYO		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1212121212
Nombres:	NN7		
Primer Apellido:	NN7	Segundo Apellido:	
Fecha de Nacimiento:	2000-05-17	País:	Colombia
Email:	paolaandrearuizfranco@gmail.com		
Género:	Femenino	Categoría:	
Población Víctima del Conflicto Armado:	PERSONAL DE APOYO		
Grupo Étnico:			
¿Registrado en CvLAC?:	No	Documento Adjunto Hoja de Vida:	Membrete Word HIC.pdf
Función en el Proyecto:	Coinvestigador encargado de simulación de gemelos digitales		
Duración Horas Semanales:	3	Número de Meses:	18

Entidad:	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"		
Vinculación Proyecto:	ESTUDIANTE MAESTRIA		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1098789053
Nombres:	Elizabeth Juliana		
Primer Apellido:	Martinez	Segundo Apellido:	Ayala
Fecha de Nacimiento:	1996-08-15	País:	Colombia
Email:	elizabeth.martinez3@saber UIS.edu.co		
Género:	Femenino	Categoría:	Estudiante de Pregrado

Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Aduldez (27- 59 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto: Apoyo en las actividades de investigación para el cumplimiento de los objetivos del proyecto			
Duración Horas Semanales:	20	Número de Meses:	18

Entidad:	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"		
Vinculación Proyecto:	ESTUDIANTE MAESTRIA		
Tipo Documento:	CEDULA DE CIUDADANIA	Número Documento:	1098814304
Nombres: Juan Pablo			
Primer Apellido:	Cuadrado	Segundo Apellido:	Flechas
Fecha de Nacimiento:	1998-12-12	País:	Colombia
Email:	juan2170496@correo.uis.edu.co		
Género:	Masculino	Categoría:	Estudiante de Pregrado
Población Víctima del Conflicto Armado:	No	Población en Situación de Discapacidad:	Ninguna
Grupo Étnico:	Ningún grupo étnico	Grupo Etario:	Juventud (14 - 26 años)
¿Registrado en CvLAC?:	Si	Documento Adjunto Hoja de Vida:	N/A
Función en el Proyecto: Apoyo en las actividades de investigación para el cumplimiento de los objetivos			
Duración Horas Semanales:	20	Número de Meses:	18

Cronograma

Número	Actividad	Inicio	Final	Tiempo
1	Desarrollo de metodología para la determinación de esencialidad de sistemas y equipos de las embarcaciones.	1	1	Meses
2	Determinación de variables a medir en la embarcación de acuerdo con la esencialidad de sistemas y equipos de las embarcaciones.	1	2	Meses
3	Selección de Sensores: Investigar y seleccionar sensores IoT adecuados para medir variables críticas como la presión, temperatura, vibración, y corrosión en diferentes partes de la embarcación.	3	3	Meses
4	Implementación de la Red de Sensores: Diseñar e instalar la red de sensores en las embarcaciones, asegurando una cobertura óptima para el monitoreo en tiempo real.	4	6	Meses
5	Identificación de KPI operacionales relevantes para el proceso de gestión de mantenimiento en embarcaciones.	7	12	Meses
6	Recolección de Datos Históricos: Agrupar y analizar datos históricos (Minutas de mantenimiento, datos placa, planos y comisionamiento de mantenimiento y operación para entrenar los modelos de aprendizaje automático).	1	6	Meses
7	Entrenamiento de Modelos: Usar los datos históricos para entrenar modelos predictivos, enfocándose en la identificación temprana de necesidades de mantenimiento.	7	13	Meses
8	Validación y Optimización: Continuamente validar y optimizar los modelos con nuevos datos para mejorar su precisión y eficacia	14	16	Meses

9	Implementar una plataforma tecnológica para captura de datos accesible para los equipos de personal de mantenimiento	3	8	Meses
10	Desarrollo de Algoritmos: diseñar y adaptar algoritmos de IA para el análisis de los datos recogidos, capaces de identificar patrones y predecir posibles fallos o necesidades de mantenimiento	7	10	Meses
11	Pruebas y Ajustes: Realizar pruebas piloto para validar la precisión de los algoritmos de IA y ajustarlos según sea necesario	9	11	Meses
12	Generación de gemelo digital de la embarcación para la integración de la data en el mismo	1	18	Meses
13	Simulación con gemelos digitales a través del laboratorio de realidad virtual	1	18	Meses
14	Diseño de la Plataforma: Especificar las características y funcionalidades de la plataforma, incluyendo dashboards, alertas tempranas y programación de mantenimientos en el PSCV.	6	9	Meses
15	Desarrollo e Integración: Construir la plataforma y asegurar su integración con la red de sensores y los sistemas de análisis de datos	8	16	Meses
16	Prueba del sistema de la Plataforma	15	17	Meses
17	Capacitación de Usuarios: Organizar sesiones de capacitación para los equipos de mantenimiento y operaciones, asegurando el uso efectivo de la plataforma	17	18	Meses
18	Socialización de resultados ante las autoridades y partes interesadas del transporte marítimo.	1	18	Meses
19	Redacción de artículos científicos	1	18	Meses
20	Elaboración y dictado de cursos de capacitaciones para el mantenimiento en embarcaciones y de inteligencia artificial	6	18	Meses
21	Desarrollo de nuevos procesos en actores de la alianza	1	18	Meses

Rubros

Rubro	Financiado	Contrapartida en Efectivo	Contrapartida en Especie	Valor Total
ASESORÍA ESPECIALIZADA	\$60.000.000	\$0	\$0	\$60.000.000
BIBLIOGRAFÍA	\$0	\$0	\$70.000.000	\$70.000.000
EQUIPOS	\$160.174.000	\$0	\$110.000.000	\$270.174.000
ESTANCIA POSDOCTORAL	\$248.000.000	\$0	\$0	\$248.000.000
ESTRATEGIA DE APROPIACIÓN Y USO DE LA TECNOLOGÍA	\$135.594.000	\$0	\$0	\$135.594.000
ESTUDIOS DE MAESTRÍA	\$133.200.000	\$0	\$0	\$133.200.000
GASTOS DE DESPLAZAMIENTO	\$10.857.144	\$0	\$0	\$10.857.144
GASTOS DE OPERACIÓN	\$94.915.800	\$0	\$0	\$94.915.800
GASTOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL	\$7.200.000	\$0	\$0	\$7.200.000
JÓVENES INVESTIGADORES E INNOVADORES	\$64.800.000	\$0	\$0	\$64.800.000
MATERIALES E INSUMOS	\$9.109.892	\$0	\$0	\$9.109.892
PERSONAL	\$675.930.192	\$0	\$318.483.974	\$994.414.166

SALIDAS DE CAMPO	\$10.000.000	\$0	\$0	\$10.000.000
SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN	\$50.000.000	\$0	\$0	\$50.000.000
SERVICIOS TECNOLÓGICOS	\$192.158.972	\$0	\$0	\$192.158.972
TOTAL	\$1.851.940.000	\$0	\$498.483.974	\$2.350.423.974

Rubros Entidad

Entidad: ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIEROS ACIEM CAPITULO BOLIVAR

Rubro	Descripción	Justificación	Entidad Financiadora	Financiado	%	Efectivo	%	Especie	%	Valor Total
ESTRATEGIA DE APROPIACIÓN Y USO DE LA TECNOLOGÍA	Estrategia de apropiación social	Requerido para el cumplimiento del alcance del proyecto	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$30.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$30.000.000
TOTAL				\$30.000.000		\$0		\$0		\$30.000.000

Entidad: ASOCIACIÓN PROFESIONAL IEEE CARIBE COLOMBIANO

Rubro	Descripción	Justificación	Entidad Financiadora	Financiado	%	Efectivo	%	Especie	%	Valor Total
ESTRATEGIA DE APROPIACIÓN Y USO DE LA TECNOLOGÍA	Estrategia de divulgación del conocimiento a la comunidad en general afín el área de estudio	Workshop sobre la gestión de mantenimiento en embarcaciones utilizando IA	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$30.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$30.000.000
PERSONAL	NN1 NN1	xxxxxx	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$6.240.000	100	\$6.240.000
TOTAL				\$30.000.000		\$0		\$6.240.000		\$36.240.000

Entidad: CÁMARA DE COMERCIO DE CARTAGENA

Rubro	Descripción	Justificación	Entidad Financiadora	Financiado	%	Efectivo	%	Especie	%	Valor Total
ESTRATEGIA DE APROPIACIÓN Y USO DE LA TECNOLOGÍA	Estrategia de divulgación de conocimiento con curso de mantenimiento e inteligencia artificial	Logistica para los cursos de inteligencia artificial y mantenimiento con actores del sector marítimo	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$30.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$30.000.000
TOTAL				\$30.000.000		\$0		\$0		\$30.000.000

Entidad: CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL

Rubro	Descripción	Justificación	Entidad Financiadora	Financiado	%	Efectivo	%	Especie	%	Valor Total
EQUIPOS	50 MM LASER STAINLESS STEEL TRACKBALL UNIT	Equipos para la implementacion de la red se sensores, actividad 1.4	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$2.800.000	100	\$0	0	\$0	0	\$2.800.000
EQUIPOS	TRACK BALL + TECLADO	Equipos para la implementacion de la red se sensores, actividad 1.4	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$4.200.000	100	\$0	0	\$0	0	\$4.200.000
EQUIPOS	PLC redundante 750-8210 WAGO	Equipos para la implementacion de la red se sensores, actividad 1.4	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$10.450.000	100	\$0	0	\$0	0	\$10.450.000
EQUIPOS	WinCC system software V8.0, RT 200 (200 PowerTags), runtime software, single license, software including documentation and license key download, class A, 5 languages	Equipos para la implementacion de la red se sensores, actividad 1.4	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$17.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$17.000.000
EQUIPOS	CPU INDUSTRIALPARA SERVIDOR DE GESTIÓN 6AG412-7JJ20-2AA0 SIEMENS	Equipos para la implementacion de la red se sensores, actividad 1.4	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$19.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$19.000.000
EQUIPOS	Monitor / pantalla táctil industrial de 21,5 " ref MON6021APHEB	Equipos para la implementación de la red se sensores, actividad 1.4	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$21.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$21.000.000
EQUIPOS	MONITOREO Y VIBRACIONES	Equipos para la implementacion de la red se sensores, actividad 1.4	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$40.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$40.000.000
EQUIPOS	MINIPC BEELINK SER5 AMD WIN 11	Equipos para la implementacion de la red se sensores, actividad 1.4	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$2.800.000	100	\$0	0	\$0	0	\$2.800.000
EQUIPOS	WAGO MODULE POWER SOURCE 750610	Equipos para la implementacion de la red se sensores, actividad 1.4	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$540.000	100	\$0	0	\$0	0	\$540.000
EQUIPOS	MODULO FILTRO PASIVO 750-626/020-000 WAGO	Equipos para la implementacion de la red se sensores, actividad 1.4	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1.240.000	100	\$0	0	\$0	0	\$1.240.000

EQUIPOS	MOD FIN COMUNICACION 750-600 WAGO	Equipos para la implementacion de la red se sensores, actividad 1.4	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$230.000	100	\$0	0	\$0	0	\$230.000
EQUIPOS	Sirena multitonal EM 8 tonos 24 VAC-DC BK	Equipos para la implementacion de la red se sensores, actividad 1.4	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$280.000	100	\$0	0	\$0	0	\$280.000
EQUIPOS	SIMATIC WinCC/DataMonitor, 1 client license (countable)6AV6362-3AB00-0AH0	Equipos para la implementacion de la red se sensores, actividad 1.4	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$10.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$10.000.000
EQUIPOS	SIMATIC WinCC/Web Navigator	Equipos para la implementacion de la red se sensores, actividad 1.4	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$15.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$15.000.000
EQUIPOS	Convertidores bipolares y acondicionadores de señal	preparación de variables para la integración con sistemas de control	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$7.500.000	100	\$0	0	\$0	0	\$7.500.000
EQUIPOS	SW ADMIN 5P T Ring/Chain EDS-405A MOXA	Equipos para la implementacion de la red se sensores, actividad 1.4	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$5.514.000	100	\$0	0	\$0	0	\$5.514.000
EQUIPOS	DC/DC 10A 2910120 PHOENIX CONTACT	Equipos para la implementacion de la red se sensores, actividad 1.4	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$2.620.000	100	\$0	0	\$0	0	\$2.620.000
GASTOS DE DESPLAZAMIENTO	Viaje	Transporte nacional y viáticos para eventos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$10.857.144	100	\$0	0	\$0	0	\$10.857.144
GASTOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL	Asesoría en propiedad intelectual	Requerido para el alcance del proyecto	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$7.200.000	100	\$0	0	\$0	0	\$7.200.000
MATERIALES E INSUMOS	CANAleta PLASTICA RAN. 40MM X 60MM X 2MT	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$65.000	100	\$0	0	\$0	0	\$65.000
MATERIALES E INSUMOS	MINI BREAKER RIEL 2X10 A 5SY6210-7	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$431.400	100	\$0	0	\$0	0	\$431.400
MATERIALES E INSUMOS	CINTA DE MARCACIÓN 2009-110	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$200.000	100	\$0	0	\$0	0	\$200.000
MATERIALES E INSUMOS	CANAleta PLASTICA RAN. 25MM X 60MM X 2MT	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$45.000	100	\$0	0	\$0	0	\$45.000
MATERIALES E INSUMOS	BORNERA VTS PARA SECCIONAMIENTO DE VOLTAJE 2007-8811	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$86.800	100	\$0	0	\$0	0	\$86.800
MATERIALES E INSUMOS	peine puentes 2002-403	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$88.600	100	\$0	0	\$0	0	\$88.600
MATERIALES E INSUMOS	Maletas de herramientas stanley	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$300.000	100	\$0	0	\$0	0	\$300.000
MATERIALES E INSUMOS	Saca bocados 10TN	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$797.300	100	\$0	0	\$0	0	\$797.300
MATERIALES E INSUMOS	CABLE VEHICULO NO 20 NEGRO	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$120.000	100	\$0	0	\$0	0	\$120.000
MATERIALES E INSUMOS	CABLE VEHICULO NO 18 NEGRO	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$195.000	100	\$0	0	\$0	0	\$195.000
MATERIALES E INSUMOS	CABLE FTP CATEGORIA 5	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$220.780	100	\$0	0	\$0	0	\$220.780
MATERIALES E INSUMOS	Industrial Ethernet FastConnect RJ45 Plug 180 2x2, Conector RJ45 (10/100 Mbits/s)	Requerido para el cumplimiento de las actividades	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1.170.000	100	\$0	0	\$0	0	\$1.170.000
MATERIALES E INSUMOS	REMACHE POP ALUMINIO 5/32" X 3/8"	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1.000	100	\$0	0	\$0	0	\$1.000
MATERIALES E INSUMOS	REMACHE POP ALUMINIO 1/8" X 3/8"	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1.000	100	\$0	0	\$0	0	\$1.000
MATERIALES E INSUMOS	TERMOENCOGIBLE PARA MARQUILLAS PHZ2003BN9	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$480.000	100	\$0	0	\$0	0	\$480.000
MATERIALES E INSUMOS	FRENO RIEL OMEGA 249-116	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$55.992	100	\$0	0	\$0	0	\$55.992
MATERIALES E INSUMOS	TAPA BORNERA VTS 2009-8892	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$4.000	100	\$0	0	\$0	0	\$4.000
MATERIALES E INSUMOS	tapa borna 1x3 2002-1492	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$2.423	100	\$0	0	\$0	0	\$2.423

MATERIALES E INSUMOS	Borna tierra 2202-1401/000-001	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$17.434	100	\$0	0	\$0	0	\$17.434
MATERIALES E INSUMOS	BORNERA 1X3 PUSH-IN 2202-1401	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$80.490	100	\$0	0	\$0	0	\$80.490
MATERIALES E INSUMOS	PINZA PINAR MANUAL 23-10AWG	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1.900.000	100	\$0	0	\$0	0	\$1.900.000
MATERIALES E INSUMOS	PELACABLE WAGO	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$918.173	100	\$0	0	\$0	0	\$918.173
MATERIALES E INSUMOS	CINTA ADHESIVA T800-PL090CN9	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$180.000	100	\$0	0	\$0	0	\$180.000
MATERIALES E INSUMOS	CABLE DE VIDEO HDMI DE 7 MTS	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$140.000	100	\$0	0	\$0	0	\$140.000
MATERIALES E INSUMOS	FUSIBLES 5X20 1A	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$2.000	100	\$0	0	\$0	0	\$2.000
MATERIALES E INSUMOS	Industrial Ethernet FastConnect RJ45 Plug 180 2x2, Conector RJ45 (10/100 Mbits/s)	Requerido para el cumplimiento de las actividades	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1.170.000	100	\$0	0	\$0	0	\$1.170.000
MATERIALES E INSUMOS	TOPES DE RIEL 209-109	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$27.500	100	\$0	0	\$0	0	\$27.500
MATERIALES E INSUMOS	MINI BREAKER RIEL 2X06 AMP 5SY6206-7	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$360.000	100	\$0	0	\$0	0	\$360.000
MATERIALES E INSUMOS	RIEL OMEGA X 2MTS	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$50.000	100	\$0	0	\$0	0	\$50.000
PERSONAL	David Ignacio Fuentes Montaña	Coinvestigador en apoyo de los objetivos 1,2 y 3 en los temas de gestión de mantenimiento.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$1	100	\$1
PERSONAL	jair jose reyes valdes	Coinvestigador encarga del modelo digital	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$15.771.456	100	\$0	0	\$0	0	\$15.771.456
PERSONAL	Adel Mauricio Carrillo Morales	Coinvestigador que aporta en el proceso de instalación de sensores y adecuación de plataforma de recolección de datos.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$18.096.000	100	\$0	0	\$0	0	\$18.096.000
PERSONAL	NN6 NN6	Coinvestigador que aporta en el proceso de instalación de sensores y adecuación de plataforma de recolección de datos.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$20.280.000	100	\$0	0	\$0	0	\$20.280.000
PERSONAL	NN7 NN7	Coinvestigador encargado de simulación de gemelos digitales	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$11.828.591	100	\$0	0	\$0	0	\$11.828.591
PERSONAL	Clara Paola Camargo Diaz	Coinvestigador en apoyo de los objetivos 1,2, 3 en los teas de gestión de mantenimiento en la definición del algoritmo de inteligencia artificial.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$14.044.320	100	\$0	0	\$0	0	\$14.044.320
PERSONAL	Adriana Lucia Salgado Martinez	Coinvestigador en temas de PI	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$16.016.000	100	\$0	0	\$0	0	\$16.016.000
PERSONAL	Gisselle Barros Peralta	Coinvestigadora encargada del modelo digital	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$9.908.928	100	\$0	0	\$0	0	\$9.908.928
PERSONAL	victor bacca rodriguez	Coinvestigador en apoyo de los objetivos 1,2 y 3 en los teas de gestión de mantenimiento.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$1	100	\$1
PERSONAL	Linda Sofia Atencio Ortiz	Cionvestigador en apoyo de los objetivos 1 al 5	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$29.949.257	100	\$29.949.257
PERSONAL	Joan Martin Suarez Loaiza	Coinvestigador en apoyo de los objetivos 1,2 y 3 en la definición de algoritmos de inteligencia artificial.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$28.088.640	100	\$0	0	\$0	0	\$28.088.640
PERSONAL	Kelly Johana Rojas Gomez	Coinvestigador en apoyo de los objetivos 1,2, 3 en los teas de gestión de mantenimiento en la definición del algoritmo de inteligencia artificial.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$28.088.640	100	\$0	0	\$0	0	\$28.088.640
PERSONAL	Jhonattan de Jesus Llamas Reinoso	Coinvestigador en apoyo de los objetivos 1,2,3 y 5 en los teas de gestión de mantenimiento.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$28.088.640	100	\$0	0	\$0	0	\$28.088.640
PERSONAL	Marcos Michel Molinares Becerra	Coinvestigador que aporta en el proceso de instalación de sensores y adecuación de plataforma de recolección de datos.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$29.640.000	100	\$0	0	\$0	0	\$29.640.000
PERSONAL	Juan Manuel Arias Gomez	Coinvestigador que aporta en el proceso de instalación de sensores y adecuación de plataforma de recolección de datos.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$16.224.000	100	\$0	0	\$0	0	\$16.224.000
PERSONAL	Julián Alberto Salazar Barrios	Coinvestigador en temas de PI	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$15.600.000	100	\$0	0	\$0	0	\$15.600.000

PERSONAL	alexander david gelis salgado	Coinvestigador encargado del modelo digital	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$15.771.456	100	\$0	0	\$0	0	\$15.771.456
PERSONAL	Mateo De Jesus Torres Gonzalez	Convestigador en apoyo de los objetivos 1 y 5	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$29.949.260	100	\$29.949.260
PERSONAL	Manuel Alejandro Ariza Zuluaga	Coinvestigador en apoyo de los objetivos 1,2 y 3 en los temas de gestión de mantenimiento.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$1	100	\$1
SERVICIOS TECNOLÓGICOS	Escalamiento del portal de soporte al ciclo de vida en donde se integren módulos desarrollados con inteligencia artificial	Requerido para el cumplimiento de los objetivos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$12.158.972	100	\$0	0	\$0	0	\$12.158.972
SERVICIOS TECNOLÓGICOS	Levantamiento de nube de puntos r	Requerido para el cumplimiento de los objetivos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$10.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$10.000.000
TOTAL				\$476.946.679		\$0		\$59.898.520		\$536.845.199

Entidad: ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"

Rubro	Descripción	Justificación	Entidad Financiadora	Financiado	%	Efectivo	%	Especie	%	Valor Total
BIBLIOGRAFÍA	Material bibliográfico	Revisión bibliográfico	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$10.000.000	100	\$10.000.000
EQUIPOS	xxxxx	xxxxx	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$80.000.000	100	\$80.000.000
ESTANCIA POSDOCTORAL	Conrado Augusto Serna Urán	Realización de estancia postdoctoral en apoyo al cumplimiento de los objetivos del proyecto	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$248.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$248.000.000
ESTRATEGIA DE APROPIACIÓN Y USO DE LA TECNOLOGÍA	Estrategia de apropiación	Organización de congreso para presentación de resultados del proyecto.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$45.594.000	100	\$0	0	\$0	0	\$45.594.000
ESTUDIOS DE MAESTRÍA	Elizabeth Juliana Martínez Ayala	Apoyo en las actividades de investigación para el cumplimiento de los objetivos del proyecto	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$66.600.000	100	\$0	0	\$0	0	\$66.600.000
ESTUDIOS DE MAESTRÍA	Juan Pablo Cuadrado Flechas	Apoyo en las actividades de investigación para el cumplimiento de los objetivos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$66.600.000	100	\$0	0	\$0	0	\$66.600.000
GASTOS DE OPERACIÓN	Administración	Requerido para la operación y correcta ejecución del proyecto	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$94.915.800	100	\$0	0	\$0	0	\$94.915.800
JÓVENES INVESTIGADORES E INNOVADORES	Anderson Morillo Diaz	Apoyar las investigaciones en la revisión y construcción de algoritmos y modelos predictivos de IA	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$32.400.000	100	\$0	0	\$0	0	\$32.400.000
PERSONAL	Benito Mayol Carbonell	Asesor internacional	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$1	100	\$0	0	\$0	0	\$1
PERSONAL	Sandra Patricia Carrillo Castellanos	Coinvestigador ENAP - Apoya actividades relacionada con los sistemas navales	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$17.699.963	100	\$17.699.963
PERSONAL	Alcides Augusto Ramos Zambrano	Coinvestigador ENAP - Coinvestigador actividades de IoT	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$16.200.000	100	\$16.200.000
PERSONAL	Eliana Patricia Toloza Rincon	Líder de supervisión - Lidera la ejecución interinstitucional de la gestión de los diferentes componentes del proyecto (administrativo, financiero y técnico). Actividades em conjunto con las oficinas de planeación, institucional, jurídica y comando logístico.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$35.444.404	100	\$35.444.404
PERSONAL	Jose Carlos Madera Sierra	Contribución a generación de conceptos de prototipos, realización de investigaciones, revisión de literatura, redacción de documentos de soporte e informes técnicos. (Colaborador externo)	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$16.897.082	100	\$16.897.082
PERSONAL	Yamileth Aguirre Restrepo	Coinvestigador encargado de verificación de requisitos ambientales	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$56.177.280	100	\$0	0	\$0	0	\$56.177.280
PERSONAL	Daniel Gonzalez Montoya	Coinvestigador encargado de verificación de alternativas de IA	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$125.398.000	100	\$0	0	\$0	0	\$125.398.000
PERSONAL	GONZALO ROJAS REYES	Coinvestigador ENAP- Apoya actividades relacionadas con el desarrollo de los gemelos digitales y actividades desarrolladas en el simulador. Administrativas: Director del Centro de Investigación e Innovación apoya el seguimiento del gasto y supervisa la elaboración de los informes financieros, teniendo en cuenta la orden emitida por el líder de supervisión.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$35.444.404	100	\$35.444.404

PERSONAL	Edwin Giovanni Paipa Sanabria Paipa Sanabria	Investigador líder- encargado del funcionamiento técnico y administrativo del proyecto	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$21.268.675	100	\$21.268.675
PERSONAL	David Alfonso Lozano Madrid	Contribución a generación de conceptos de prototipos, realización de investigaciones, revisión de literatura, redacción de documentos de soporte e informes técnicos. (Colaborador externo)	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$16.897.083	100	\$16.897.083
PERSONAL	NN2 NN2	xxxxxx	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$28.476.240	100	\$0	0	\$0	0	\$28.476.240
PERSONAL	NESTOR CAMILO ORTIZ MOLINA	Lidera la gestión del componente presupuestal del proyecto, en conjunto con el personal de la oficina de planeación institucional y comando logístico.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$16.992.000	100	\$16.992.000
PERSONAL	Luis Fernando Payares Genes	Contribución a generación de conceptos de prototipos, realización de investigaciones, revisión de literatura, redacción de documentos de soporte e informes técnicos. (Colaborador externo)	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$16.897.083	100	\$16.897.083
PERSONAL	JESSICA CHIQUILLO DURÁN	Administrativo: Acompaña la gestión relacionada con el componente de contratación para la ejecución de recursos junto con la oficina jurídica y la elaboración de los informes financieros. Co-investigador: Apoya actividades relacionadas con el desarrollo de productos de investigación.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$13.005.000	100	\$13.005.000
SALIDAS DE CAMPO	Salidas de campo	Requerido para el cumplimiento de la estrategia de apropiación	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$10.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$10.000.000
TOTAL				\$774.161.321		\$0		\$296.745.694		\$1.070.907.015

Entidad: FUNDACIÓN UNIVERSITARIA CEIPA

Rubro	Descripción	Justificación	Entidad Financiadora	Financiado	%	Efectivo	%	Especie	%	Valor Total
ASESORÍA ESPECIALIZADA	Asesoría para el diseño del sistema de abastecimiento y gestión de inventarios que responde a los actividades de mantenimiento predictivo. - CEIPA	Requerido para el alcance de los objetivos del proyecto	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$60.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$60.000.000
PERSONAL	Julian andres Zapata Cortes	Coinvestigador. Experto en logística y gestión de inventarios.	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$45.599.760	100	\$45.599.760
TOTAL				\$60.000.000		\$0		\$45.599.760		\$105.599.760

Entidad: HUB INNOVATION CARIBE S.A.S

Rubro	Descripción	Justificación	Entidad Financiadora	Financiado	%	Efectivo	%	Especie	%	Valor Total
SERVICIOS TECNOLÓGICOS	Servicio tecnológico	Requerido para el cumplimiento de los objetivos del proyecto	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$20.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$20.000.000
TOTAL				\$20.000.000		\$0		\$0		\$20.000.000

Entidad: UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR

Rubro	Descripción	Justificación	Entidad Financiadora	Financiado	%	Efectivo	%	Especie	%	Valor Total
BIBLIOGRAFÍA	Material bibliográfico	Revisión bibliográfica	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$60.000.000	100	\$60.000.000
EQUIPOS	xxxxx	xxxxx	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$0	0	\$0	0	\$30.000.000	100	\$30.000.000
JÓVENES INVESTIGADORES E INNOVADORES	Said Elias Cueter Rosales	Apoyar las investigaciones en la revisión y diseño de algoritmos y modelos predictivos de IA	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$32.400.000	100	\$0	0	\$0	0	\$32.400.000
PERSONAL	EDWIN ALEXANDER PUERTAS DEL CASTILLO	Coinvestigador encargado de ejecución de de actividades a lo largo del proyecto con el semillero de investigación, y joven investigador	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$99.216.000	100	\$0	0	\$0	0	\$99.216.000
PERSONAL	Juan Carlos Martínez Santos	Coinvestigador encargado de ejecución de de actividades a lo largo del proyecto con los estudiantes de maestría	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$99.216.000	100	\$0	0	\$0	0	\$99.216.000
SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN	Semillero de investigación	Fomentar la vocación científica y capacidades investigativas, tecnológicas y de innovación de los estudiantes de pregrado	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$50.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$50.000.000
TOTAL				\$280.832.000		\$0		\$90.000.000		\$370.832.000

Entidad: ZABUD TECHNOLOGIES S.A.S.

Rubro	Descripción	Justificación	Entidad Financiadora	Financiado	%	Efectivo	%	Especie	%	Valor Total
SERVICIOS TECNOLÓGICOS	Generación de algoritmo de Inteligencia Artificial y modelos predictivos para el análisis de datos para identificar patrones y predecir posibles fallas	Requerido para el cumplimiento de los objetivos	MINISTERIO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN	\$150.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$150.000.000
TOTAL				\$150.000.000		\$0		\$0		\$150.000.000

Detalles Rubros

Cuadro: ASESORÍA ESPECIALIZADA

Descripción		Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Asesoria para el diseño del sistema de abastecimiento y gestión de inventarios que responde a los actividades de mantenimiento predictivo. -CEIPA		Requerido para el alcance de los objetivos del proyecto		FUNDACIÓN UNIVERSITARIA CEIPA	\$60.000.000	\$0	\$0	\$60.000.000
	TOTAL				\$60.000.000	\$0	\$0	\$60.000.000

Cuadro: BIBLIOGRAFÍA

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Material bibliográfico	Revisión bibliográfica		UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR	\$0	\$0	\$60.000.000	\$60.000.000
Material bibliográfico	Revisión bibliográfico		ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$0	\$0	\$10.000.000	\$10.000.000
	TOTAL			\$0	\$0	\$70.000.000	\$70.000.000

Cuadro: EQUIPOS

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
xxxxx	xxxxx	nn	UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR	\$0	\$0	\$30.000.000	\$30.000.000
xxxxx	xxxxx	nn	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$0	\$0	\$80.000.000	\$80.000.000
SW ADMIN 5P T Ring/Chain EDS-405A MOXA	Equipos para la implementación de la red se sensores, actividad 1.4	BEELINK	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$5.514.000	\$0	\$0	\$5.514.000
PLC redundante 750-8210 WAGO	Equipos para la implementación de la red se sensores, actividad 1.4	WAGO	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$10.450.000	\$0	\$0	\$10.450.000
WinCC system software V8.0, RT 200 (200 PowerTags), runtime software, single license, software including documentation and license key download, class A, 5 languages	Equipos para la implementación de la red se sensores, actividad 1.4	SIEMENS	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$17.000.000	\$0	\$0	\$17.000.000
CPU INDUSTRIALPARA SERVIDOR DE GESTIÓN 6AG4142-7JJ20-2AA0 SIEMENS	Equipos para la implementación de la red se sensores, actividad 1.4	SIEMENS	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$19.000.000	\$0	\$0	\$19.000.000
Monitor / pantalla táctil industrial de 21,5 " ref MON6021APHEB	Equipos para la implementación de la red se sensores, actividad 1.4	WEINTEK	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$21.000.000	\$0	\$0	\$21.000.000
50 MM LASER STAINLESS STEEL TRACKBALL UNIT	Equipos para la implementación de la red se sensores, actividad 1.4	NSI	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$2.800.000	\$0	\$0	\$2.800.000
TRACK BALL + TECLADO	Equipos para la implementación de la red se sensores, actividad 1.4	NSI	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$4.200.000	\$0	\$0	\$4.200.000
DC/DC 10A 2910120 PHOENIX CONTACT	Equipos para la implementación de la red se sensores, actividad 1.4	PHOENIX CONTACT	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$2.620.000	\$0	\$0	\$2.620.000
Convertidores bipolares y acondicionadores de señal	preparación de variables para la integración con sistemas de control	SIEMENS	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$7.500.000	\$0	\$0	\$7.500.000
SIMATIC WinCC/Web Navigator	Equipos para la implementación de la red se sensores, actividad 1.4	SIEMENS	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$15.000.000	\$0	\$0	\$15.000.000
SIMATIC WinCC/DataMonitor, 1 client license (countable)6AV6362-3AB00-0AH0	Equipos para la implementación de la red se sensores, actividad 1.4	SIEMENS	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$10.000.000	\$0	\$0	\$10.000.000
Sirena multitonal EM 8 tonos 24 VAC-DC BK	Equipos para la implementación de la red se sensores, actividad 1.4	SIEMENS	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$280.000	\$0	\$0	\$280.000
MOD FIN COMUNICACION 750-600 WAGO	Equipos para la implementación de la red se sensores, actividad 1.4	WAGO	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$230.000	\$0	\$0	\$230.000
MODULO FILTRO PASIVO 750-626/020-000 WAGO	Equipos para la implementación de la red se sensores, actividad 1.4	WAGO	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$1.240.000	\$0	\$0	\$1.240.000
MONITOREO Y VIBRACIONES	Equipos para la implementación de la red se sensores, actividad 1.4	SIEMENS	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$40.000.000	\$0	\$0	\$40.000.000
MINIPC BEELINK SER5 AMD WIN 11	Equipos para la implementación de la red se sensores, actividad 1.4	BEELINK	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$2.800.000	\$0	\$0	\$2.800.000
WAGO MODULE POWER SOURCE 750610	Equipos para la implementación de la red se sensores, actividad 1.4	WAGO	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$540.000	\$0	\$0	\$540.000
	TOTAL			\$160.174.000	\$0	\$110.000.000	\$270.174.000

Cuadro: ESTANCIA POSDOCTORAL

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Conrado Augusto Serna Urán	Realización de estancia postdoctoral en apoyo al cumplimiento de los objetivos del proyecto		ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$248.000.000	\$0	\$0	\$248.000.000
TOTAL				\$248.000.000	\$0	\$0	\$248.000.000

Cuadro: ESTRATEGIA DE APROPIACIÓN Y USO DE LA TECNOLOGÍA

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Estrategia de apropiación	Organización de congreso para presentación de resultados del proyecto.	nn	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$45.594.000	\$0	\$0	\$45.594.000
Estargetia de divulgación de conocimiento con curso de mantenimiento e inteligencia artificial	Logística para los cursos de inteligencia artificial y mantenimiento con actores del sector marítimo	nn	CÁMARA DE COMERCIO DE CARTAGENA	\$30.000.000	\$0	\$0	\$30.000.000
Estrategia de divulgación del conocimiento a la comunidad en general afín el área de estudio	Workshop sobre la gestión de mantenimiento en embarcaciones utilizando IA	nn	ASOCIACIÓN PROFESIONAL IEEE CARIBE COLOMBIANO	\$30.000.000	\$0	\$0	\$30.000.000
Estrategia de apropiación social	Requerido para el cumplimiento del alcance del proyecto	nn	ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIEROS ACIEM CAPITULO BOLIVAR	\$30.000.000	\$0	\$0	\$30.000.000
TOTAL				\$135.594.000	\$0	\$0	\$135.594.000

Cuadro: ESTUDIOS DE MAESTRÍA

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Juan Pablo Cuadrado Flechas	Apoyo en las actividades de investigación para el cumplimiento de los objetivos		ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$66.600.000	\$0	\$0	\$66.600.000
Elizabeth Juliana Martinez Ayala	Apoyo en las actividades de investigación para el cumplimiento de los objetivos del proyecto		ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$66.600.000	\$0	\$0	\$66.600.000
TOTAL				\$133.200.000	\$0	\$0	\$133.200.000

Cuadro: GASTOS DE DESPLAZAMIENTO

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Viaje	Transporte nacional y viáticos para eventos	nn	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$10.857.144	\$0	\$0	\$10.857.144
TOTAL				\$10.857.144	\$0	\$0	\$10.857.144

Cuadro: GASTOS DE OPERACIÓN

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Administración	Requerido para la operación y correcta ejecución del proyecto	nn	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$94.915.800	\$0	\$0	\$94.915.800
TOTAL				\$94.915.800	\$0	\$0	\$94.915.800

Cuadro: GASTOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Asesoría en propiedad intelectual	Requerido para el alcance del proyecto	nn	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$7.200.000	\$0	\$0	\$7.200.000
TOTAL				\$7.200.000	\$0	\$0	\$7.200.000

Cuadro: JÓVENES INVESTIGADORES E INNOVADORES

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Said Elias Cueter Rosales	Apoyar las investigaciones en la revisión y diseño de algoritmos y modelos predictivos de IA		UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR	\$32.400.000	\$0	\$0	\$32.400.000
Anderson Morillo Diaz	Apoyar las investigaciones en la revisión y construcción de algoritmos y modelos predictivos de IA		ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$32.400.000	\$0	\$0	\$32.400.000
TOTAL				\$64.800.000	\$0	\$0	\$64.800.000

Cuadro: MATERIALES E INSUMOS

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
MINI BREAKER RIEL 2X06 AMP 5SY6206-7	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	NN	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$360.000	\$0	\$0	\$360.000

Industrial Ethernet FastConnect RJ45 Plug 180 2x2, Conector RJ45 (10/100 Mbits/s)	Requerido para el cumplimiento de las actividades	SIEMENS	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$1.170.000	\$0	\$0	\$1.170.000
MINI BREAKER RIEL 2X10 A 5SY6210-7	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	NN	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$431.400	\$0	\$0	\$431.400
CANAleta PLASTICA RAN. 40MM X 60MM X 2MT	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	NN	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$65.000	\$0	\$0	\$65.000
RIEL OMEGA X 2MTS	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	NN	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$50.000	\$0	\$0	\$50.000
CINTA DE MARCACIÓN 2009-110	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	NN	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$200.000	\$0	\$0	\$200.000
CANAleta PLASTICA RAN. 25MM X 60MM X 2MT	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	NN	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$45.000	\$0	\$0	\$45.000
BORNERA VTS PARA SECCIONAMIENTO DE VOLTAJE 2007-8811	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	NN	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$86.800	\$0	\$0	\$86.800
peine puentes 2002-403	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	NN	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$88.600	\$0	\$0	\$88.600
Maletas de herramientas stanley	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	NN	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$300.000	\$0	\$0	\$300.000
Saca bocados 10TN	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	NN	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$797.300	\$0	\$0	\$797.300
CABLE VEHICULO NO 20 NEGRO	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	CENTELSA	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$120.000	\$0	\$0	\$120.000
CABLE VEHICULO NO 18 NEGRO	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	CENTELSA	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$195.000	\$0	\$0	\$195.000
CABLE FTP CATEGORIA 5	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	TELDOR	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$220.780	\$0	\$0	\$220.780
Industrial Ethernet FastConnect RJ45 Plug 180 2x2, Conector RJ45 (10/100 Mbits/s)	Requerido para el cumplimiento de las actividades	SIEMENS	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$1.170.000	\$0	\$0	\$1.170.000
REMACHE POP ALUMINIO 5/32" X 3/8"	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	NN	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$1.000	\$0	\$0	\$1.000
REMACHE POP ALUMINIO 1/8" X 3/8"	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	NN	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$1.000	\$0	\$0	\$1.000
TERMOENCOGIBLE PARA MARQUILLAS PHZ20032BN9	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	PARTEX	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$480.000	\$0	\$0	\$480.000
FRENTO RIEL OMEGA 249-116	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	NN	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$55.992	\$0	\$0	\$55.992
TAPA BORNERA VTS 2009-8892	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	NN	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$4.000	\$0	\$0	\$4.000
tapa borna 1x3 2002-1492	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	NN	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$2.423	\$0	\$0	\$2.423
Borna tierra 2202-1401/000-001	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	NN	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$17.434	\$0	\$0	\$17.434
BORNERA 1X3 PUSH-IN 2202-1401	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	NN	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$80.490	\$0	\$0	\$80.490
PINZA PINAR MANUAL 23-10AWG	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	NN	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$1.900.000	\$0	\$0	\$1.900.000
PELACABLE WAGO	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	NN	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$918.173	\$0	\$0	\$918.173
CINTA ADHESIVA T800-PL090CN9	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	PARTEX	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$180.000	\$0	\$0	\$180.000
CABLE DE VIDEO HDMI DE 7 MTS	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	GENERICo	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$140.000	\$0	\$0	\$140.000
FUSIBLES 5X20 1A	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	GENERICo	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$2.000	\$0	\$0	\$2.000
TOPES DE RIEL 209-109	REQUERIDO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES	NN	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$27.500	\$0	\$0	\$27.500

TOTAL					\$9.109.892	\$0	\$0	\$9.109.892
-------	--	--	--	--	-------------	-----	-----	-------------

Cuadro: PERSONAL

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Juan Carlos Martínez Santos	Coinvestigador encargado de ejecución de actividades a lo largo del proyecto con los estudiantes de maestría		UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR	\$99.216.000	\$0	\$0	\$99.216.000
EDWIN ALEXANDER PUERTAS DEL CASTILLO	Coinvestigador encargado de ejecución de actividades a lo largo del proyecto con el semillero de investigación, y joven investigador		UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR	\$99.216.000	\$0	\$0	\$99.216.000
Julian andres Zapata Cortes	Coinvestigador. Experto en logística y gestión de inventarios.		FUNDACIÓN UNIVERSITARIA CEIPA	\$0	\$0	\$45.599.760	\$45.599.760
Luis Fernando Payares Genes	Contribución a generación de conceptos de prototipos, realización de investigaciones, revisión de literatura, redacción de documentos de soporte e informes técnicos. (Colaborador externo)		ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$0	\$0	\$16.897.083	\$16.897.083
JESSICA CHIQUILLO DURÁN	Administrativo: Acompaña la gestión relacionada con el componente de contratación para la ejecución de recursos junto con la oficina jurídica y la elaboración de los informes financieros. Co-investigador: Apoya actividades relacionadas con el desarrollo de productos de investigación.		ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$0	\$0	\$13.005.000	\$13.005.000
NESTOR CAMILO ORTIZ MOLINA	Lidera la gestión del componente presupuestal del proyecto, en conjunto con el personal de la oficina de planeación institucional y comando logístico.		ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$0	\$0	\$16.992.000	\$16.992.000
GONZALO ROJAS REYES	Coinvestigador ENAP- Apoya actividades relacionadas con el desarrollo de los gemelos digitales y actividades desarrolladas en el simulador. Administrativas: Director del Centro de Investigación e Innovación apoya el seguimiento del gasto y supervisa la elaboración de los informes financieros, teniendo en cuenta la orden emitida por el líder de supervisión.		ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$0	\$0	\$35.444.404	\$35.444.404
Yamileth Aguirre Restrepo	Coinvestigador encargado de verificación de requisitos ambientales		ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$56.177.280	\$0	\$0	\$56.177.280
Jose Carlos Madera Sierra	Contribución a generación de conceptos de prototipos, realización de investigaciones, revisión de literatura, redacción de documentos de soporte e informes técnicos. (Colaborador externo)		ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$0	\$0	\$16.897.082	\$16.897.082
Benito Mayol Carbonell	Asesor internacional		ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$1	\$0	\$0	\$1
Sandra Patricia Carrillo Castellanos	Coinvestigador ENAP - Apoya actividades relacionada con los sistemas navales		ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$0	\$0	\$17.699.963	\$17.699.963
Alcides Augusto Ramos Zambrano	Coinvestigador ENAP - Coinvestigador actividades de IoT		ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$0	\$0	\$16.200.000	\$16.200.000
Eliana Patricia Tolosa Rincón	Líder de supervisión - Lidera la ejecución interinstitucional de la gestión de los diferentes componentes del proyecto (administrativo, financiero y técnico). Actividades en conjunto con las oficinas de planeación, Institucional, jurídica y comando logístico.		ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$0	\$0	\$35.444.404	\$35.444.404
Daniel Gonzalez Montoya	Coinvestigador encargado de verificación de alternativas de IA		ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$125.398.000	\$0	\$0	\$125.398.000
NN2 NN2	xxxxxx		ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$28.476.240	\$0	\$0	\$28.476.240
Edwin Giovanny Paipa Sanabria Paipa Sanabria	Investigador líder- encargado del funcionamiento técnico y administrativo del proyecto		ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$0	\$0	\$21.268.675	\$21.268.675
David Alfonso Lozano Madrid	Contribución a generación de conceptos de prototipos, realización de investigaciones, revisión de literatura, redacción de documentos de soporte e informes técnicos. (Colaborador externo)		ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$0	\$0	\$16.897.083	\$16.897.083
David Ignacio Fuentes Montaña	Coinvestigador en apoyo de los objetivos 1,2 y 3 en los temas de gestión de mantenimiento.		CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$0	\$0	\$1	\$1
jair jose reyes valdes	Coinvestigador encarga del modelo digital		CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$15.771.456	\$0	\$0	\$15.771.456
Adel Mauricio Carrillo Morales	Coinvestigador que aporta en el proceso de instalación de sensores y adecuación de plataforma de recolección de datos.		CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$18.096.000	\$0	\$0	\$18.096.000
NN6 NN6	Coinvestigador que aporta en el proceso de instalacion de sensores y adecuación de plataforma de recolección de datos.		CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$20.280.000	\$0	\$0	\$20.280.000
NN7 NN7	Coinvestigador encargado de simulación de gemelos digitales		CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$11.828.591	\$0	\$0	\$11.828.591
Clara Paola Camargo Diaz	Coinvestigador en apoyo de los objetivos 1,2, 3 en las tareas de gestión de mantenimiento en la definición del algoritmo de inteligencia artificial.		CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$14.044.320	\$0	\$0	\$14.044.320

Adriana Lucia Salgado Martinez	Coinvestigador en temas de PI		CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$16.016.000	\$0	\$0	\$16.016.000
Gisselle Barros Peralta	Coinvestigadora encargada del modelo digital		CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$9.908.928	\$0	\$0	\$9.908.928
victor bacca rodriguez	Coinvestigador en apoyo de los objetivos 1,2 y 3 en los teas de gestión de mantenimiento.		CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$0	\$0	\$1	\$1
Linda Sofia Atencio Ortiz	Cionvestigador en apoyo de los objetivos 1 al 5		CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$0	\$0	\$29.949.257	\$29.949.257
Joan Martin Suarez Loaiza	Coinvestigador en apoyo de los objetivos 1,2 y 3 en la definición de algoritmos de inteligencia artificial.		CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$28.088.640	\$0	\$0	\$28.088.640
Kelly Johana Rojas Gomez	Coinvestigador en apoyo de los objetivos 1,2, 3 en los teas de gestión de mantenimiento en la definición del algoritmo de inteligencia artificial.		CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$28.088.640	\$0	\$0	\$28.088.640
Jhonattan de Jesus Llamas Reinoso	Coinvestigador en apoyo de los objetivos 1,2,3 y 5 en los teas de gestión de mantenimiento.		CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$28.088.640	\$0	\$0	\$28.088.640
Marcos Michel Molinares Becerra	Coinvestigador que aporta en el proceso de instalación de sensores y adecuación de plataforma de recolección de datos.		CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$29.640.000	\$0	\$0	\$29.640.000
Juan Manuel Arias Gomez	Coinvestigador que aporta en el proceso de instalación de sensores y adecuación de plataforma de recolección de datos.		CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$16.224.000	\$0	\$0	\$16.224.000
Julián Alberto Salazar Barrios	Coinvestigador en temas de PI		CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$15.600.000	\$0	\$0	\$15.600.000
alexander david gelis salguedo	Coinvestigador encargado del modelo digital		CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$15.771.456	\$0	\$0	\$15.771.456
Mateo De Jesus Torres Gonzalez	Convestigador en apoyo de los objetivos 1 y 5		CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$0	\$0	\$29.949.260	\$29.949.260
Manuel Alejandro Ariza Zuluaga	Coinvestigador en apoyo de los objetivos 1,2 y 3 en los temas de gestión de mantenimiento.		CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$0	\$0	\$1	\$1
NN1 NN1	xxxxxx		ASOCIACIÓN PROFESIONAL IEEE CARIBE COLOMBIANO	\$0	\$0	\$6.240.000	\$6.240.000
TOTAL				\$675.930.192	\$0	\$318.483.974	\$994.414.166

Cuadro: SALIDAS DE CAMPO

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Salidas de campo	Requerido para el cumplimiento de la estrategia de apropiación	nn	ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$10.000.000	\$0	\$0	\$10.000.000
TOTAL				\$10.000.000	\$0	\$0	\$10.000.000

Cuadro: SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Semillero de investigación	Fomentar la vocación científica y capacidades investigativas, tecnológicas y de innovación de los estudiantes de pregrado	UTB	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR	\$50.000.000	\$0	\$0	\$50.000.000
TOTAL				\$50.000.000	\$0	\$0	\$50.000.000

Cuadro: SERVICIOS TECNOLÓGICOS

Descripción	Justificación	Proveedor	Entidad	Financiado	Efectivo	Especie	Valor Total
Generación de algoritmo de Inteligencia Artificial y modelos predictivos para el análisis de datos para identificar patrones y predecir posibles fallas	Requerido para el cumplimiento de los objetivos	nn	ZABUD TECHNOLOGIES S.A.S.	\$150.000.000	\$0	\$0	\$150.000.000
Servicio tecnológico	Requerido para el cumplimiento de los objetivos del proyecto	nn	HUB INNOVATION CARIBE S.A.S	\$20.000.000	\$0	\$0	\$20.000.000
Escalamiento del portal de soporte al ciclo de vida en donde se integren módulos desarrollados con inteligencia artificial	Requerido para el cumplimiento de los objetivos	nn	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$12.158.972	\$0	\$0	\$12.158.972
Levantamiento de nube de puntos r	Requerido para el cumplimiento de los objetivos	nn	CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$10.000.000	\$0	\$0	\$10.000.000
TOTAL				\$192.158.972	\$0	\$0	\$192.158.972

Global Total

Entidad	Financiado	%	Especie	%	Efectivo	%	Valor Total
ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$774.161.321	72,29	\$296.745.694	27,71	\$0	0	\$1.070.907.015
HUB INNOVATION CARIBE S.A.S	\$20.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$20.000.000
CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$476.946.679	88,84	\$59.898.520	11,16	\$0	0	\$536.845.199
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA CEIPA	\$60.000.000	56,82	\$45.599.760	43,18	\$0	0	\$105.599.760
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR	\$280.832.000	75,73	\$90.000.000	24,27	\$0	0	\$370.832.000
ASOCIACIÓN PROFESIONAL IEEE CARIBE COLOMBIANO	\$30.000.000	82,78	\$6.240.000	17,22	\$0	0	\$36.240.000
ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIEROS ACIEM CAPITULO BOLIVAR	\$30.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$30.000.000
ZABUD TECHNOLOGIES S.A.S.	\$150.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$150.000.000
CÁMARA DE COMERCIO DE CARTAGENA	\$30.000.000	100	\$0	0	\$0	0	\$30.000.000
TOTAL	\$1.851.940.000		\$498.483.974		\$0		\$2.350.423.974

Contrapartida

Entidad	Especie	%	Efectivo	%	Valor Total
ESCUELA NAVAL DE CADETES "ALMIRANTE PADILLA"	\$296.745.694	100	\$0	0	\$296.745.694
HUB INNOVATION CARIBE S.A.S	\$0	0	\$0	0	\$0
CORPORACIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y FLUVIAL - COTECMAR	\$59.898.520	100	\$0	0	\$59.898.520
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA CEIPA	\$45.599.760	100	\$0	0	\$45.599.760
UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR	\$90.000.000	100	\$0	0	\$90.000.000
ASOCIACIÓN PROFESIONAL IEEE CARIBE COLOMBIANO	\$6.240.000	100	\$0	0	\$6.240.000
ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIEROS ACIEM CAPITULO BOLIVAR	\$0	0	\$0	0	\$0

ZABUD TECHNOLOGIES S.A.S.	\$0	0	\$0	0	\$0
CÁMARA DE COMERCIO DE CARTAGENA	\$0	0	\$0	0	\$0
TOTAL	\$498.483.974		\$0		\$498.483.974

Ciudad: _____

Dia: _____

Mes: _____

Año: _____

Firma representante legal.