



**“Diseño de una propuesta de Inteligencia Artificial Generativa
privada para procedimientos técnicos del Mercado de Tráfico
Aéreo de Indra en Colombia”**

**Modalidad:
Innovación Organizacional
“Business Case”**

Cindy Yohana Sierra Aponte, Juan Diego Caviedes Betancourt y Sara Isabel Pérez Restrepo

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Magister en Gerencia de Proyectos
Magister en Gerencia de Sistemas de Información y Proyectos Tecnológicos

Director (a):
César Rincón González

Estudiantes:

Cindy Yohana Sierra Aponte
Juan Diego Caviedes Betancourt
Sara Isabel Pérez Restrepo

Modalidad:
Innovación organizacional
"Business case"

Universidad EAN
Facultad de Ingeniería
Programa de Innovación Organizacional
Bogotá, Colombia
05/11/2024

Agradecimientos

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a toda mi familia por su incondicional apoyo a lo largo de mi Maestría. Su aliento y comprensión han sido fundamentales para alcanzar esta meta.

Asimismo, quiero agradecer a mis compañeros de trabajo de grado, Cindy Yohana Sierra Aponte y Juan Diego Caviedes Betancourt, por su valiosa colaboración. Sus ideas innovadoras y conocimientos especializados enriquecieron significativamente esta investigación.

De manera especial, agradezco a José Nelson Suárez Rojas, Program Manager del Mercado de ATM de Indra en Colombia, por su invaluable guía y apoyo. Su liderazgo y visión estratégica fueron esenciales para la realización de este trabajo de grado. Gracias a su confianza y respaldo, pudimos proponer una solución que optimiza los procesos internos y mejora la eficiencia de nuestro equipo. La oportunidad de compaginar mi trabajo en Indra con mis estudios de Maestría, gracias a su comprensión y apoyo, fue un factor determinante para el éxito de este proyecto.

Sara Isabel Pérez Restrepo.

Resumen ejecutivo

El presente trabajo propone la implementación de una inteligencia artificial generativa privada para optimizar los procesos técnicos internos del Mercado de Tráfico Aéreo de Indra en Colombia. Dicha propuesta busca integrar tecnologías avanzadas e innovadoras a la vez que se alinea con los objetivos estratégicos de la organización, buscando de esta manera mantener su liderazgo como buen empleador y consolidarse cada vez más en el tiempo en los Mercados en los cuales desarrolla su propuesta de valor. Esta propuesta de diseño plantea la implementación de una inteligencia artificial generativa que automatice y optimice procesos internos en las fases de garantía y postventa, permitiendo a los profesionales del mercado mejorar su productividad y calidad del servicio ofrecido hacia su Cliente. La propuesta es validada por medio de un enfoque cualitativo y cuantitativo implementando entrevistas con expertos y usuarios finales, para evaluar la efectividad de la solución propuesta y proyectando el ahorro sobre el costo operativo de dichas actividades específicas en las etapas del estudio. Así, es posible identificar y posteriormente concluir que, la implementación de una herramienta como la propuesta en este documento, permite reducir significativamente los tiempos de respuesta y aumentar la colaboración entre equipos, mejorando así, la capacidad para adaptarse a adversidades en el entorno operativo.

Palabras clave: Air Traffic Management (ATM), Inteligencia Artificial (IA) Generativa, gestión del conocimiento.

Tabla de Contenido

1.	Contexto y desafío de Innovación.....	13
1.1.	Análisis del ecosistema de innovación del sector y de la solución propuesta.....	13
1.2.	Entendimiento de las necesidades del área y/o unidad de negocio.....	17
1.3.	Mapa de empatía del Cliente/Usuario.....	21
1.4.	Definición del problema, “ <i>How Might We (HMW)</i> ”.....	23
2.	Solución Innovadora	25
2.1.	Descripción de la solución	25
2.2.	Storyboard.....	31
2.3.	Prototipo conceptual	32
3.	Análisis de Mercado y Competencia.....	39
3.1.	Análisis de competidores y entorno de mercado.....	39
3.2.	Evaluación de la solución.....	42
4.1.	Canvas del modelo de negocio.....	44
4.2.	Canvas de la propuesta de valor	46
5.	Plan de implementación bajo metodologías ágiles.....	49
5.1.	Roadmap de innovación y metodología de desarrollo.....	49
5.2.	Equipo y recursos necesarios	53
6.	Análisis financiero y de impacto.....	55
6.1.	Proyecciones financieras y ROI de innovación.....	55
6.2.	Impacto social y ambiental.....	58
7.	Gestión de riesgos y oportunidades	60
7.1.	Matriz de riesgos y estrategias de mitigación	60
8.	Métricas de éxito y KPIs de Innovación	67
8.1.	OKRs (Objectives and Key Results) del Proyecto	67

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA PRIVADA PARA
PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS DEL MERCADO DE TRÁFICO AÉREO DE INDRA EN COLOMBIA

8.2. Métricas de innovación	68
Conclusiones y recomendaciones	74
Referencias	75
Anexo A. Marco general de la Compañía y Mercado ATM en Colombia	78
Anexo B. Aplicaciones de Inteligencia Artificial exitosas en otras industrias o competidores.....	84
Anexo C. Mercado objetivo del trabajo investigativo	85
Anexo D. Business Model Platform	87
Anexo E. Proyecciones Financieras	90
Anexo F. Análisis de escenarios	96
Anexo G. Análisis de encuestas	99

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Matriz FODA	18
Figura 2. Mapa de empatía, Mercado de Tráfico Aéreo en Indra en Colombia	22
Figura 3. How Might We.....	24
Figura 4. Idea Innovadora	31
Figura 5. Interfaz de inicio de sesión	33
Figura 6. Interfaz de perfil profesional	33
Figura 7. Interfaz de creación de procedimientos	34
Figura 8. Interfaz de chat con IA	34
Figura 9. Interfaz solicitud de informes	35
Figura 10. Propuesta de experiencia del usuario	38
Figura 11. Mapa del ecosistema competitivo.....	40
Figura 12. Matriz de innovación	41
Figura 13. Modelo de negocio	45
Figura 14. Canvas de la propuesta de valor	47
Figura 15. Ruta de acción innovadora	50
Figura 16. Marco Trabajo INARGEN	52
Figura 17. Team de innovación	53
Figura 18. Recursos.....	54
Figura 19. Plan de contingencia	65
Figura 20. Matriz de Ansoff - Escalabilidad de la Propuesta	66
Figura 21. Métricas de Innovación de la Herramienta IA.....	69
Figura 22. Plan de Gestión del Cambio	71
Figura 23. Cultura innovación y plan de resistencia al cambio.....	73
Figura 24. Estructura organizacional del área	78
Figura 25. Mapa de actores claves en el sector	79
Figura 26. Mapa de posicionamiento en el ecosistema.....	81
Figura 27. Validación preliminar	103

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Análisis de tecnologías emergentes y disruptivas	26
Tabla 2. IA Generativa, características y beneficios	29
Tabla 3. Proyecciones Financieras	56
Tabla 4. Porcentajes de rendimiento	56
Tabla 5. Análisis de escenarios	57
Tabla 6. Matriz CONESA	58
Tabla 7. Matriz de Probabilidad	61
Tabla 8. Matriz de Riesgo	63
Tabla 9. Objetivos, resultados clave e indicadores	67
Tabla 10. OKRs y la alineación interna con la Compañía	68
Tabla 11. Proyectos actuales de ATM	82
Tabla 12. Costo Inversión Inicial	90
Tabla 13. Costo Mantenimiento herramienta Año 1	90
Tabla 14. Costo Mantenimiento herramienta Año 2	91
Tabla 15. Costo Mantenimiento herramienta Año 3	92
Tabla 16. Costo hora hombre año a año	92
Tabla 17. Inversión de tiempo de operación actual	93
Tabla 18. Inversión de tiempo de operación proyectada	93
Tabla 19. Proyección costos operativos año a año sin optimización de tiempo	93
Tabla 20. Proyección costos operativos año a año con optimización de tiempo	94
Tabla 21. Proyección Ahorros operativos año a año	94
Tabla 22. Proyección costos de sostenimiento año a año de la herramienta	95
Tabla 23. Duraciones en la operación actual.....	97
Tabla 24. Duración de operación con Payback objetivo de 1 año	97
Tabla 25. Duraciones de operación con análisis de escenarios.....	98
Tabla 26. Encuesta, primera parte.....	99
Tabla 27. Encuesta, segunda parte	100
Tabla 28. Encuesta, tercera parte	100
Tabla 29. Encuesta, cuarta parte	101

Objetivos y alineación estratégica

Objetivo general

Diseñar una propuesta de Inteligencia Artificial Generativa privada para procedimientos técnicos propios del Mercado de Tráfico Aéreo, que optimice la gestión del conocimiento en etapa de garantía y posventa de Indra en Colombia.

Objetivos específicos

- Identificar experiencias de gestión durante la fase de garantía y posventa en los proyectos ejecutados por el Mercado de Tráfico Aéreo, determinando categorías comunes y necesidades relevantes.
- Analizar los resultados obtenidos para determinar los tipos de informes y procedimientos a almacenar.
- Diseñar una propuesta de solución de tipo Inteligencia Artificial Generativa, para la gestión del conocimiento.
- Validar la propuesta con los interesados para la obtención de resultados y conclusiones.

1. Contexto y desafío de Innovación

1.1. Análisis del ecosistema de innovación del sector y de la solución propuesta

Descripción del sector o industria relevante

Indra como Compañía española líder en tecnología y consultoría, tiene presencia global en más de 140 países. Su modelo de negocio está basado en productos propios de alto valor y con un elevado componente tecnológico, cuyas principales y más importantes soluciones se encuentran en los Mercados de transporte, tráfico aéreo y defensa, contando con instalaciones de sus equipos en más de 160 países (Indra Company, 2022). Durante el año 2022 y de acuerdo con el informe de sostenibilidad de la empresa, Indra ha conseguido establecerse por segundo año consecutivo como la compañía más sostenible de su sector y entre el 1% de las más sostenibles del mundo (Indra Company, 2022); lo que lleva a la empresa a situarse como un referente tecnológico en los sectores donde se desempeña.

En su modelo de creación de valor, resaltan como principales activos el capital humano y tecnológico y, el alcance geográfico de la compañía; creando así una propuesta de valor con alto grado de especialización e innovación tecnológica. Actualmente, Indra desarrolla sus productos y servicios de acuerdo con un modelo de negocio sectorizado en dos grandes grupos: Transporte y Defensa (T&D) y, Transformación Digital y TI (Minsait), ubicando al Mercado de ATM (Air Traffic Management) dentro del grupo de transporte.

Es así, como a nivel organizativo, ATM en Colombia se encuentra bajo la dirección operativa de ATM Internacional y todo el equipo de trabajo desarrolla sus actividades entorno a los proyectos llevados a cabo en el sector aeronáutico.

El Mercado de tráfico aéreo es uno de los más relevantes en Indra, siendo proveedores a nivel mundial de sistemas y equipos para la gestión de tráfico.

Adicionalmente, lidera la transformación del sector con desarrollos innovadores, alineados con las iniciativas mundiales de sostenibilidad.

En el año 2022, la distribución de ingresos de acuerdo con el Informe de Accionistas deja ver que el Mercado de Transporte & Tráfico aportó el 17% de los ingresos totales y a su vez, el 19% de estos ingresos fueron aportados por contratos desarrollados en el continente americano (Indra Company, 2022).

Más del 85% de los pasajeros del mundo viajan utilizando la tecnología de Indra en algún momento de su vuelo, lo que hace al Mercado de tráfico aéreo uno de los más representativos de la Compañía.

Desafío específico de innovación e impacto esperado

El desafío de innovación específico para esta investigación radica en estar a la par con los objetivos estratégicos de la compañía, los cuales orientan todo su ecosistema tecnológico hacia la industria 4.0, siendo esta, la integración entre las tecnologías de la información y la fabricación, las cuales se unen en una sinergia para optimizar los procesos, lograr una eficiencia mayor en estos y aumentar la propuesta de valor hacia los clientes (Ynzunza Cortés, Izar Landeta, Bocarando Chacón, Aguilar Pereyra, & Larios Osorio, 2017).

Adicionalmente, lograr implementar satisfactoriamente una inteligencia artificial generativa en procesos básicos internos de un área de trabajo propia de la compañía que, es integrada por una población pequeña de profesionales pero a su vez, ejecuta grandes proyectos en Indra; se convierte en un avance tecnológico importante, en tanto que, logra trascender en los procedimientos comunes de ejecución de actividades y convertirlos en

procesos simplificados que de una manera más avanzada y tecnológica puedan aportar positivamente a la optimización de los procesos.

ATM en Colombia es un Mercado de gran valor dentro de la compañía, el cual cuenta con ingenieros altamente capacitados y hábiles en sistemas de gestión del tráfico aéreo. Esta investigación ayudará a los profesionales que integran el Mercado, a unificar las fuentes de información, generar procedimientos efectivos y eficaces para la prestación de los servicios y generar documentación propia del equipo en cuanto a procedimientos de solución de fallos, los cuales sólo surgen a partir de la operación.

Identificación de tecnologías relevantes

De unos años para atrás la era de la industria 4.0 ha traído consigo nuevas tecnologías disruptivas que están transformando los procesos de aprendizaje por medio de la implementación de Inteligencia Artificial, Machine Learning, Learning Analytics y procesamiento de lenguaje de tipo natural (Rivero & Beltran, 2024). Aunque esta tecnología parece compleja y que tiene consciencia o autonomía propia, según Guillermo Levine en su artículo “¿Qué es la inteligencia artificial?”, indica que la IA es un programa complejo que está diseñado para simular procesos mentales con el fin de obtener conocimiento a partir de hechos específicos. En un lenguaje más técnico, es un código de programación nutrido con una gran cantidad de datos y diseñado para que sus respuestas se asemejen a una conversación entre dos seres humanos. (Levine, 2023) Otra definición de este amplio concepto implica que la IA es un desarrollo tecnológico que analiza y clasifica datos sin organizar y por lo general sin relación entre sí, identificando patrones para obtener y brindar contenido original en diferentes formatos (imágenes, texto, audio o código).

Como método de clasificación y limpieza de datos, la inteligencia implementa el machine learning, la cual es una metodología que utiliza los modelos matemáticos de agrupación de datos para reconocer los patrones presentes, logrando aprender de dicha información (Sancocho & Ivorra, 2024). Las fuentes de obtención de datos pueden ser diversas; sin embargo, la metodología en tendencia es el uso del Big Data. Esta metodología se emplea para recopilar, almacenar y analizar grandes volúmenes de datos, lo que le permite contribuir en los procesos de toma de decisiones en varios niveles organizacionales como la gerencia, en tanto que, transforma el procedimiento de desarrollo de procesos, pasando de decisiones tradicionales e intuitivas a decisiones basadas en datos (Shafique, Hamzah, Abdallah, Abdallah, & Raid, 2024).

Soluciones existentes y emergentes

Un caso de éxito alrededor de la inteligencia artificial generativa es Chat Generativo Transformador Pre-entrenado o por sus siglas en inglés, ChatGPT, de la empresa OpenAI. Esta herramienta es una IA con la capacidad de generar textos naturales a partir de una densa cantidad de datos obtenidos de internet, “*aprendidos*” por medio de un modelo matemático basado en las redes neuronales. El éxito de esta IA radica en su versatilidad y facilidad de acceso (Sancocho & Ivorra, 2024).

Es importante resaltar que esta tecnología no es aún una ciencia exacta, según los mismos autores, ChatGPT aún no es 100% fiable en tanto que, al no tener una conciencia real, las redes neuronales y su programación, le permiten hacer aproximaciones conceptuales en sus respuestas e incluso con su metodología de aprendizaje de ensayo-error, puede reescribir un texto completamente para hacerlo más preciso. Ejemplo de lo anterior es el estudio realizado por Franz E Babl y Maximilian P Babl en su publicación

“Generative artificial intelligence: Can ChatGPT write a quality abstract?”, donde ChatGPT logró crear un texto que incluía título, resumen, introducción, metodología, resultados y discusión con solo un prompt indicando las instrucciones para desarrollar el texto, no obstante, aunque el resultado fue sobresaliente, la IA introdujo una referencia para el documento que realmente no existe (Babl, 2023).

1.2. Entendimiento de las necesidades del área y/o unidad de negocio

Para llevar a cabo el análisis y entendimiento de las necesidades del área de negocio, es necesario acudir a una matriz FODA, la cual permite enfocar los recursos de esta investigación en un análisis estratégico y de nivel gerencial, para posteriormente, estructurar de mejor manera la solución a partir del componente técnico. Esta matriz se realiza a partir de la investigación realizada durante el desarrollo de este documento. Para mayor profundización ver Anexo A. Marco general de la Compañía y Mercado ATM en Colombia.

Figura 1. Matriz FODA



Así, a nivel más explicativo, se puede concluir que:

- El tamaño del equipo de trabajo donde se implementa la propuesta es pequeño, lo que se traduce en una fortaleza frente a la implementación y aplicación de la herramienta de IA. También, se establece un buen recurso tecnológico por cada uno de los profesionales, teniendo en cuenta que, cada uno de ellos tiene un computador portátil personal y un celular corporativo, a los cuáles se les podría instalar la aplicación sin incurrir en dispositivos de uso personal.
- En cuanto a las debilidades del área de negocio, estas permiten descubrir aspectos de mejora que se deben considerar si la implementación de la herramienta se lleva a cabo, como la disposición del personal a alimentar a INARGEN y el tiempo dedicado a la herramienta.

- Respecto a las amenazas y oportunidades, las amenazas presentadas son factores que la empresa tiene en sus matrices de riesgos trazadas de una manea clara, las cuales no son de fácil materialización cuando se gestionan adecuadamente los riesgos. Las oportunidades por su parte pueden no representar un avance grande frente a los clientes al inicio de la implementación, pero su visualización se acrecentará con el tiempo.

Recursos disponibles

Para la implementación de la propuesta, el área de negocio cuenta con un stock de suministro local que se encuentra parcialmente disponible. Esto, en tanto que, una vez finalizados los proyectos, los repuestos que han sido adquiridos como “repuestos internos” para los diferentes contratos, quedan a disposición del área para la gestión de los demás proyectos en las diferentes etapas de ejecución. A partir de este suministro, es posible disponer de un servidor de instalación local para el área de ATM de tipo rack o Workstation, decisión que dependerá de la capacidad técnica requerida.

Por otra parte, y teniendo en cuenta que la gestión de recursos abarca tanto el equipamiento, como los fondos económicos y disposición de personal para la implementación (Martins, 2024), es necesario para el área de negocio presentar una propuesta económica junto con la propuesta técnica, que permita evaluar la posibilidad de incluir los costos de esta implementación dentro del presupuesto de alguno de los proyectos que se encuentre en ejecución, siempre que los resultados de la implementación beneficien al proyecto o proyectos que dispondrán del dinero.

Cultura de innovación existente

En Indra, la innovación es un punto muy importante de su ecosistema competitivo. Actualmente, la Compañía cuenta con un Modelo de Innovación, el cual, de acuerdo con su propia definición, es *“abierto, ágil y flexible, orientado a ampliar y acelerar de forma estratégica la capacidad de generación y captación de ideas potencialmente atractivas (Indra Company, 2024)”* para ampliar su oferta de futuro.

Es así, como desde dentro de la Compañía se tienen diferentes medios de captación de estas ideas que permiten fomentar los puntos clave en su modelo de innovación, implementando y apoyando la financiación de proyectos de I+D+i y la incubación de programas propios como Indradventures.

Alineación de la solución esperada con la estrategia general de la empresa

Indra, en 2024, ha presentado su nuevo plan estratégico “Leading The Future”, el cual, de acuerdo con el apartado 1.1 busca fortalecer sus soluciones y Mercados mediante la consolidación de sus productos en cada uno de los países donde tiene presencia. En este caso y para el presente trabajo de investigación, la alineación de la propuesta se orienta con la estrategia general de la empresa cuando se busca fortalecer la innovación para los procesos internos dentro del área de negocio intervenida, así como en los beneficios de optimización en tiempos y resolución de problemas con la generación de procedimientos locales y propios. Esta propuesta, permite además convertir a ATM en un área de referencia dentro de la Compañía, aumentando su relevancia en la implementación de soluciones innovadoras que ayuden a los profesionales en la gestión del conocimiento. Finalmente, para Indra es de gran importancia el sentir de los profesionales hacia la empresa como un empleador preferido por el talento tecnológico (Carballal, 2024) y, la

implementación de soluciones de tipo IA Generativa pueden aportar positivamente a la captación de talento y a mantener los altos niveles de sentido de pertenencia.

1.3. Mapa de empatía del Cliente/Usuario

Para el desarrollo del mapa de empatía orientado hacia esta investigación, es importante entender inicialmente ¿qué es empatía? *“designa la capacidad de un negociador para ponerse en el lugar del otro y comprender (lo que no significa aceptar) su punto de vista”* (Alain, Aurélien, & Ricardo, 2022). Es así, como la empatía, es la capacidad para identificar y comprender las necesidades de la audiencia de manera eficiente a través de una herramienta gráfica (mapa de empatía).

Un mapa de empatía permite descubrir las motivaciones de las partes interesadas y definir claramente los resultados que estos desean, incorporando la solución requerida en el producto o servicio a proponer.

El siguiente análisis se realiza con el fin de resolver el problema objeto de este informe, de acuerdo con la frase *“lo que necesitan”* y orientado directamente al *target* de la investigación, mediante la propuesta de implementación de una herramienta informática de Inteligencia Artificial (IA) con una HMI (human-machine interface) amigable con los profesionales, que permita construir procedimientos propios a los eventos específicos que se generan durante las actividades de garantía y posventa, permitiendo el acceso posterior por parte de todos los profesionales del área. De esta manera, cada uno de los ingenieros podrá acceder a la información cuando va a un sitio a prestar un servicio o cuando requiera acceder a un procedimiento que alguien más creó. Una herramienta de IA generativa que permita alimentarse del conocimiento propio de cada persona, creando repositorios completos de soluciones que sólo se encuentran durante la operación.

Figura 2. Mapa de empatía, Mercado de Tráfico Aéreo en Indra en Colombia



Fuente: *Elaboración propia basado en Blog de (Palomares Bustos, 2018)*

1.4. Definición del problema, “*How Might We (HMW)*”

El “*How Might We (HMW)*” es una técnica que se usa desde el año 1970, esta, consiste en replantear preguntas con la intención de convertir esos desafíos en oportunidades de diseño. La forma de hacer o diseñar estas preguntas nos sugiere que una solución es posible y que un problema se puede solucionar de varias maneras. Cada palabra de esa pregunta está pensada para que psicológicamente las personas no se bloqueen, no sientan miedo de proponer cosas y puedan estimular la resolución creativa de problemas (ILAB, 2024).

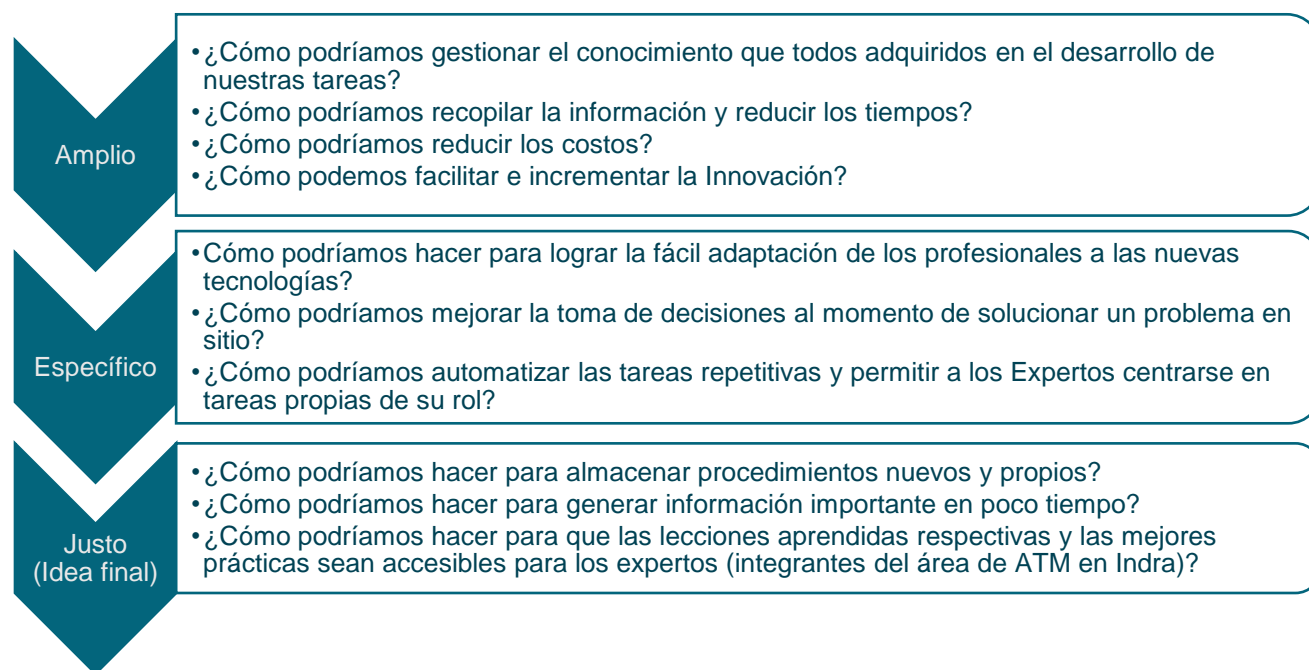
En el contenido a continuación, se plantea el problema inicial encontrado en el área de negocio de Tráfico Aéreo en Colombia de la Compañía Indra, el cual será analizado durante el desarrollo de esta investigación para la creación de la propuesta de valor.

Problema inicial: *La dificultad para gestionar adecuadamente el conocimiento de los profesionales que integran el área de negocio, específicamente el Mercado de ATM de Indra en Colombia.*

Es así, como buscar una solución que permita gestionar el conocimiento mediante el almacenamiento ordenado de las lecciones aprendidas respectivas a cada caso en particular, generadas de manera individual por cada uno de los integrantes del mercado de Tráfico Aéreo en Colombia de la empresa Indra, permite que, en mantenimientos y atenciones posteriores, llevar a cabo un mantenimiento óptimo y lograr alinear así, las mejores prácticas establecidas por la Compañía.

Del mismo modo y, tomando en cuenta lo anterior, se determinan las posibles preguntas para la resolución del problema, en un ámbito amplio, específico y justo, ajustado a la búsqueda efectiva de un resultado final.

Figura 3. *How Might We*



Fuente: Elaboración propia con fuente de apoyo (Design Thinking, 2024)

La idea final nos lleva a encontrar soluciones creativas para la resolución de nuestro problema, como:

- Crear una herramienta de IA Generativa privada que permita a los expertos obtener y consolidar la información, documentándola como mejores prácticas.
- Aprovechar el uso de la herramienta para facilitar la creación de informes reduciendo los tiempos de elaboración de estos.
- Adaptarse a nuevas tecnologías que permitan al equipo mayor agilidad, productividad y efectividad a la hora de atender un servicio.
- Aprovechar al máximo las nuevas tecnologías para generar ideas y crear un ambiente colaborativo, que permita ser eficiente en la superación de obstáculos.

2. Solución Innovadora

2.1. Descripción de la solución

Descripción general del problema

Gracias al HMW desarrollado en el capítulo anterior, es posible determinar que el problema general a desarrollar y resolver se define así: “la dificultad para almacenar ordenadamente las lecciones aprendidas respectivas a cada caso en particular, generados de manera individual por cada uno de los integrantes del mercado de Tráfico Aéreo en Colombia de la empresa Indra, para poder acceder a las mejores prácticas establecidas”.

Teniendo en cuenta esto y para dar solución efectiva al planteamiento del problema, es necesario analizar las tendencias emergentes y tecnologías disruptivas que existen en la actualidad (ver Anexo B), con el fin de encontrar y ajustar la idea final a proponer en este documento. Esto permitirá, crear un marco teórico que sirva como base de la investigación y así mismo, tener la información necesaria para la toma de decisiones respecto a la idea propuesta.

De esta manera, se comenzará a desarrollar un análisis general de las tecnologías existentes, las cuales pueden ser o no aplicables en su totalidad al área de negocio de la investigación, siempre orientados al cumplimiento de los objetivos y a la confidencialidad de la información.

Adicionalmente, dentro del análisis del mercado, es posible encontrar aplicaciones tecnológicas de tipo disruptivo que tienen éxito a nivel comercial, las cuáles, aunque se desarrollan con otros objetivos y dentro de diferentes sectores económicos al del objeto de esta investigación, cumplen con haber podido modificar drásticamente el entorno y convertirse en un referente tecnológico (ver Anexo B).

Análisis de tendencias emergentes y tecnologías disruptivas

Tabla 1. Análisis de tecnologías emergentes y disruptivas

TIPO DE TECNOLOGÍA	CONCEPTO	AMENAZAS	OPORTUNIDADES	EJEMPLOS DE IMPACTO EN LA INDUSTRIA
INTELIGENCIA ARTIFICIAL	Inteligencia artificial, o de forma abreviada IA, es un término genérico que indica la capacidad de una máquina de imitar comportamiento humano a través de la automatización de varios tipos de tareas con máquinas inteligentes. (Percipio, 2024)	<ul style="list-style-type: none"> • Privacidad y seguridad • Falta de información • Pérdida de empleos • Incertidumbre • Negación al Cambio 	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia Empresarial • Reduce costos • Aumento en la productividad • Desarrollo de nuevos productos y servicios 	<ul style="list-style-type: none"> • Freenome • Uber • Johnson & Johnson
BIG DATA	Es la tecnología capaz de identificar, extraer (de fuentes diversas y dispersas), almacenar, ordenar, gestionar y analizar cantidades masivas de datos que con las aplicaciones tradicionales no se podrían procesar. (Leal M., 2015)	<ul style="list-style-type: none"> • Sesgo de datos • Seguridad de la información • Falta de transparencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora en la toma de decisiones • Atención al servicio al cliente • Aumento de Eficiencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Spotify • Walmart • Netflix
CLOUD COMPUTING	Es un modelo de entrega donde el almacenamiento, las aplicaciones hardware de TI, software, servicios informáticos y otros elementos están alojados en la Internet (Hewlett Packard Enterprise, 2024).	<ul style="list-style-type: none"> • Dependencia del Proveedor • Seguridad • Interrupción del servicio • Privacidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso Remoto • Innovación continua • Reducción de costos • Recuperación de datos 	<ul style="list-style-type: none"> • Amazon • Airbnb

Diseño de una propuesta de inteligencia artificial generativa privada para procedimientos técnicos del Mercado de Tráfico Aéreo de Indra en Colombia

			<ul style="list-style-type: none"> Flexibilidad del servicio 	
INTERNET DE LAS COSAS	Es la tecnología capaz de convertir cualquier objeto inerte en inteligente (el famoso Smart, en inglés), dotándole una identidad (virtual) propia y la capacidad de empatizar, comunicarse e interactuar con otros objetos y, por supuesto, con nosotros (Leal M., 2015)	<ul style="list-style-type: none"> Dependencia tecnológica Complejidad de la herramienta (IoT) 	<ul style="list-style-type: none"> Eficiencia Operativa Innovación de nuevos productos y/o servicios Mejora en la toma de decisiones Mejora en la calidad de vida 	<ul style="list-style-type: none"> Philips Siemens
CIBERSEGURIDAD	Es la práctica de proteger equipos, redes, aplicaciones de software, sistemas críticos y datos de posibles amenazas digitales. Las empresas utilizan medidas y herramientas de ciberseguridad para proteger los datos confidenciales del acceso no autorizado, así como para evitar interrupciones en las operaciones empresariales debido a una actividad de red no deseada. (Leal M., 2015)	<ul style="list-style-type: none"> Ciberataques Costos Elevados Vulnerabilidades en la nube 	<ul style="list-style-type: none"> Protección de datos Confianza en los clientes Cumplimiento normativo Continuidad del negocio 	<ul style="list-style-type: none"> Cisco Microsoft

En resumen, podemos decir que recurrir a la IA ayudará a optimizar la eficiencia de la organización, efectividad del personal y fomentar la innovación.

Cómo la solución aborda el problema de manera única

La profundización en la tecnología de inteligencia artificial permite identificar que, mediante el uso de algoritmos avanzados, la IA Generativa puede analizar, organizar e identificar patrones en un bloque de información, lo que permite generar tendencias e “*insights*” que pueden ser utilizados para mejorar procesos al interior del Mercado de ATM, con el objetivo de optimizar la gestión de los recursos y los servicios durante las etapas de posventa y garantía de los proyectos. Así mismo, se busca generar beneficios adicionales al interior del equipo, a través del mejoramiento en el flujo de trabajo y alineado al alcance del proyecto: la optimización de la gestión de la información y las comunicaciones.

Esta investigación aborda a la inteligencia artificial como un medio y herramienta tecnológica innovadora que permitirá ayudar a los profesionales que integran el Mercado ATM, a unificar las fuentes de información, generar procedimientos efectivos y eficaces para la prestación de los servicios y generar documentación propia del equipo en cuanto a procedimientos de solución de fallos, mejorando así la experiencia del profesional como cliente de la herramienta.

Más adelante, en el apartado 2.3. *Prototipo conceptual*, es posible ver cómo las interfaces conservan una sinergia entre todas las bondades de la herramienta, sin embargo, en pro de tener claridad sobre el objeto de este proyecto, es importante enfatizar en que la gestión del conocimiento se realizará específicamente mediante el almacenamiento de los procedimientos propios generados por el equipo de trabajo durante los mantenimientos (ver

Figura 7. **Interfaz de creación de procedimientos**) y su valor agregado es la elaboración de informes de mantenimiento (ver Figura 9. **Interfaz solicitud de informes**) como una manera de buscar que los profesionales cuenten con más tiempo para enfocarse en las tareas realmente importantes. Ambos funcionan por separado, pero generan mayor valor al Cliente como un todo.

Principales características y beneficios de la solución

Aunque los beneficios de la solución han sido mencionados a lo largo de este documento como un aporte importante a la optimización de los flujos de trabajo y la correcta gestión del conocimiento, es de gran importancia mencionar las características mínimas que se deben tener en la herramienta, para mantener la información dentro de las políticas de la compañía. Esto incluirá de forma general los ítems de confidencialidad, calidad y seguridad de la información.

A continuación, se presenta un cuadro resumen con las características y beneficios del diseño propuesto, dentro del campo gerencial de desarrollo de este proyecto:

Tabla 2. IA Generativa, características y beneficios

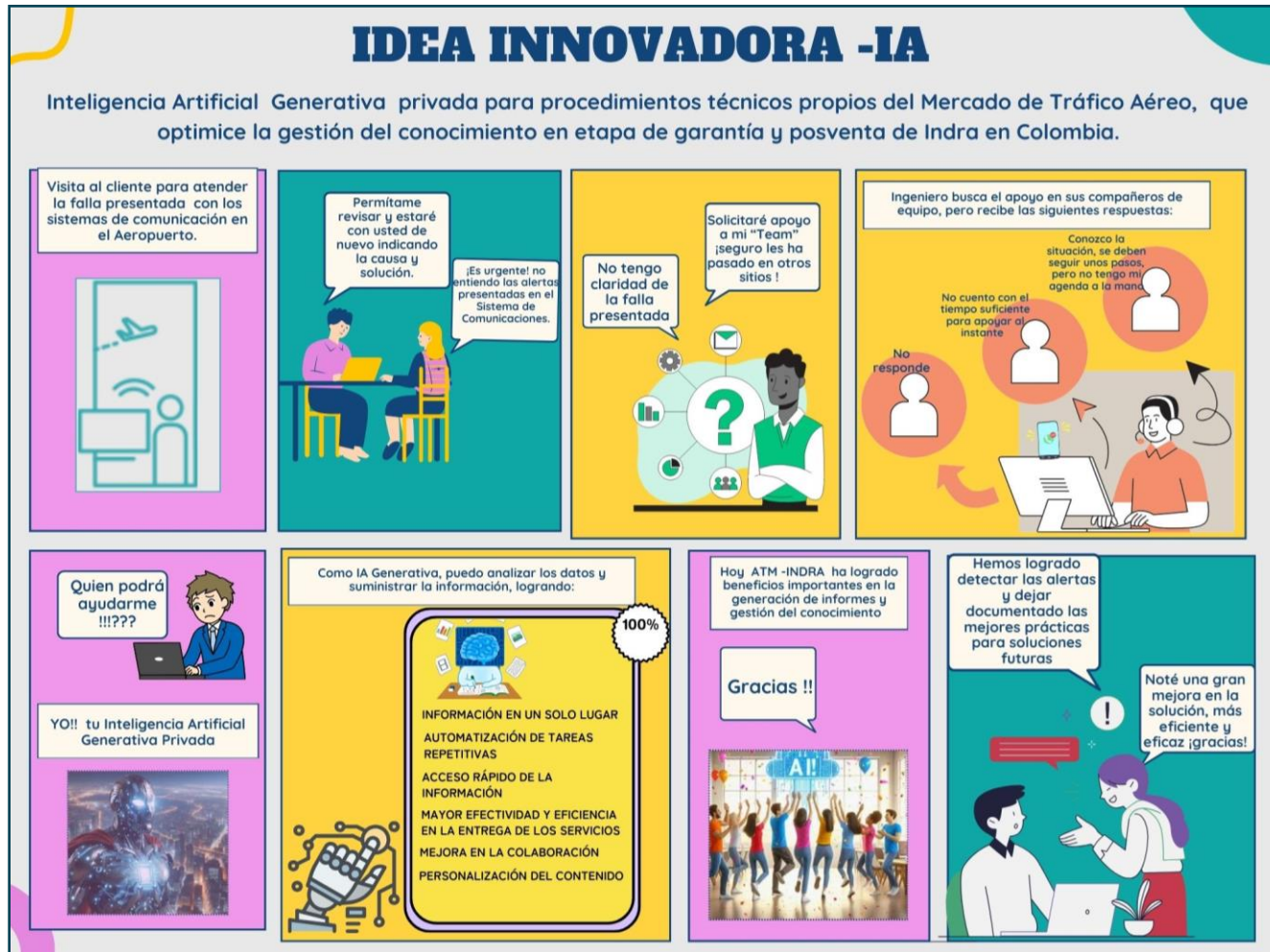
CARACTERÍSTICAS	BENEFICIOS
<p>GENERALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de generar contenido: informes de mantenimiento y procedimientos de atención • Aprendizaje autónomo y adaptabilidad de la aplicación INARGEN • Análisis de grandes cantidades de datos y generación de informes históricos • Clasificación y organización de documentos, en informes de mantenimiento preventivo y correctivo de manera correspondiente • Acceso sin internet en sitios remotos donde se desarrollan comúnmente los Proyectos de 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora en la toma de decisiones durante la ejecución de atenciones de postventa y garantía • Mayor eficiencia y efectividad en los tiempos de ejecución de las atenciones • Innovación en la aplicación de tecnología de punta con vistas al Cliente • Aumento en la productividad de los profesionales por optimización del 54% en los tiempos de búsqueda de información • Mejora en la colaboración entre equipos de trabajo

<p>ATM, utilizando la información almacenada por la herramienta</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Permite el acceso rápido a la información en sitios con señal de internet deficiente • Formatos estructurados, de acuerdo con las políticas de calidad de Indra para la elaboración de documentación • Gestión del conocimiento propio del área de negocio • Administrable localmente • Seguridad de la información, al ser una herramienta privada y alineada a las políticas internas de la Compañía
<p>TÉCNICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso de la herramienta Azure AI Studio para el afinamiento, adaptación y entrenamiento de la IA • Servidor físico (incluye GPU) para el almacenamiento local de la información • Conexión a red local dedicada (VPN) para sincronización coordinada 	

Por otra parte, según el foro institucional, la IA generativa está clasificada como una de las tecnologías emergentes más disruptivas del año 2023, convirtiéndose rápidamente en parte de la vida cotidiana. Estos modelos utilizan algoritmos complejos para reconocer y utilizar patrones en los datos que, si se utilizan adecuadamente, pueden aumentar la productividad y el rendimiento creativo. (Word Economic Forum, 2023).

2.2. Storyboard

Figura 4. Idea Innovadora



El storyboard presentado anteriormente, refleja las necesidades de los profesionales encuestados en la actualidad; su gestión interna para la resolución de alguna incidencia técnica se traduce en procesos y coordinaciones largas, informes recurrentes de elaboración tediosa y procedimientos técnicos guardados en los dispositivos de cada profesional. También, la propuesta presentada a cada uno de ellos da una impresión positiva y se visualiza como una estrategia para optimizar tareas, estrategia que según sus propias apreciaciones puede ser vista muy positivamente por el Cliente.

2.3. Prototipo conceptual

El desarrollo del prototipo conceptual de la propuesta aborda dos aspectos principales: la mejora de los informes de mantenimiento conforme a las mejores prácticas y la optimización de procedimientos internos basados en lecciones aprendidas. Para ello, se llevó a cabo un análisis de los formatos empleados por el Mercado de Tráfico Aéreo, los cuáles se encuentran alineados con los estándares de calidad de la Empresa. Este análisis también permite identificar los datos que el usuario podrá proporcionar a la IA, los cuales serán clave para su respectivo entrenamiento y obtener así, resultados precisos. El prototipo consta de 5 interfaces clave, descritas en las posteriores figuras.

El diseño del prototipo considera requisitos técnicos en cuanto a seguridad y protección de la información, implementando protocolos de inicio de sesión y perfiles de usuario personalizados y cada una de las interfaces diseñadas como parte del modelo prototipo para la HMI (Human Machine Interface) aportan o sustraen información de acuerdo con los requerimientos específicos.

Figura 5. *Interfaz de inicio de sesión*



Figura 6. *Interfaz de perfil profesional*



- La interfaz de creación de procedimientos permite al usuario alimentar la IA con datos estructurados, facilitando su entrenamiento.

Figura 7. Interfaz de creación de procedimientos

CREAR NUEVO PROCEDIMIENTO

*TIPO DE SISTEMA

*TÍTULO DEL PROCEDIMIENTO

*VERSIÓN DE SOFTWARE *SISTEMA OPERATIVO

*CONDICIONES INICIALES

*DESCRIBA EL PROCEDIMIENTO

*CONDICIONES FINALES

POR FAVOR ADJUNTE FOTOS, FORMULARIOS O ARCHIVOS ADICIONALES DEL PROCEDIMIENTO

AGREGAR ARCHIVOS

AÑADIR PROCEDIMIENTO

indra

- A través de la pantalla de chat, los usuarios pueden interactuar con la IA para recibir soluciones basadas en los procedimientos almacenados para asistir en los procesos de garantía y postventa.

Figura 8. Interfaz de chat con IA

PROMPT DEL USUARIO

RESPUESTA DE LA IA GENERATIVA

PASO 1
Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam.

PASO 2
Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam.

PASO 3
Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam.

DESCRIBE TU CASO (INCLUIR SISTEMA Y VERSIÓN DEL SISTEMA OPERATIVO)...

indra

- Por último, la interfaz de solicitud de informes está diseñada para contribuir en la generación de reportes de mantenimiento, empleando un formato estructurado para una adecuada construcción del documento.

Figura 9. *Interfaz solicitud de informes*

The image shows a user interface for requesting a report. It features a central form with several input fields and a sidebar with action buttons. The form fields are: 'SOLICITUD DE INFORME' (header), '*CÓDIGO(S) DE EMPLEADO (SEPARADOS POR COMAS)', '*CÓDIGO DEL PROYECTO', 'NÚMERO DE CASO', '*FECHA DE LA VISITA (DD/MM/AAAA - DD/MM/AAAA)', and '*DIAGNÓSTICO'. Below these are four text areas: '*COMENTARIOS MANTENIMIENTO PREVENTIVO', '*COMENTARIOS MANTENIMIENTO CORRECTIVO', '*ACTIVIDADES PENDIENTES', and '*OBSERVACIONES ADICIONALES'. At the bottom of the form, there is a note: 'POR FAVOR ADJUNTE FOTOS, FORMULARIOS O ARCHIVOS ADICIONALES DEL CASO' and two buttons: 'AGREGAR ARCHIVOS' and 'GENERAR INFORME'. The sidebar on the right contains a user profile icon and three buttons: 'AÑADIR PROCEDIMIENTO', 'SOLICITAR PROCEDIMIENTO', and 'SOLICITAR INFORME'. The Indra logo is visible in the bottom right corner.

Por otra parte, la herramienta propuesta en este prototipo conceptual, además de aportar a los profesionales del equipo en el ámbito técnico, también aporta a la estrategia empresarial en su apartado de sostenibilidad.

Para Indra, es muy importante que sus soluciones tecnológicas se encuentren alineadas en materia social y ambiental, es por ello por lo que, buscando que la propuesta también aporte en estos campos, se desarrolla para que su implementación y uso se encuentren alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas (ONU).

Es así, como puede conectarse la propuesta y prototipo mostrado, con los objetivos de innovación tecnológica y los compromisos de sostenibilidad de la Compañía, mediante los siguientes objetivos:

- Educación de calidad: generando dentro del plan de implementación un plan de capacitación alineado con las políticas de calidad de la Compañía, donde los usuarios puedan capacitarse en el manejo de la herramienta y sacar así, todo el provecho posible mediante su aplicación y uso.
- Industria, Innovación e Infraestructura: generando una herramienta tecnológica innovadora que brinde mejoramiento en los procesos internos de la Compañía.
- Acción por el clima: creando una solución que aporte al ahorro de papel y fomente el uso de medios electrónicos para la generación de manuales.

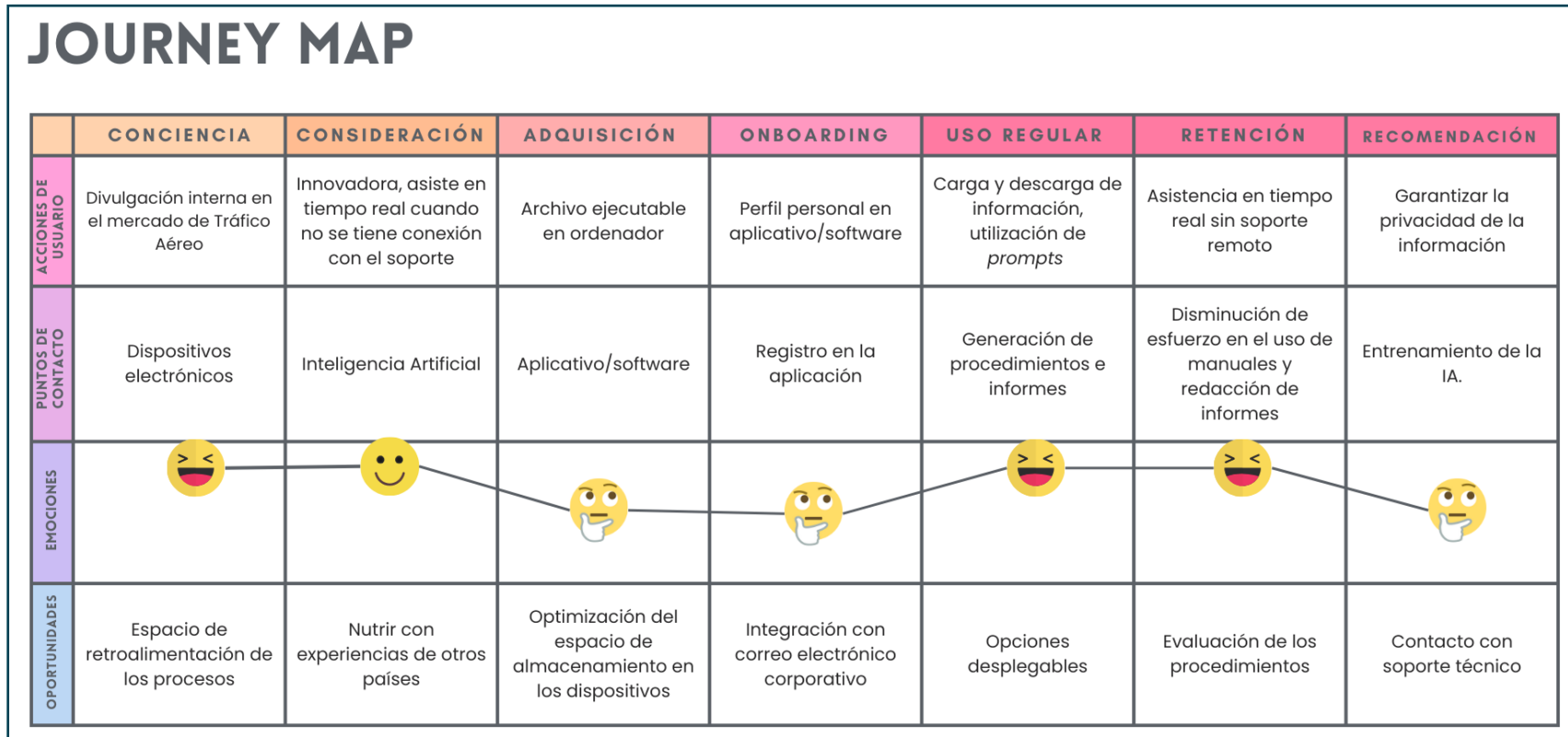
De esta manera, Indra y el proyecto actual, brindan un aporte adicional a la transformación digital sostenible, creando una herramienta que permita digitalizar un proceso clave en el área de negocio, lo que genera valor añadido a cada uno de los proyectos que allí se desarrollan, en una etapa específica de su ciclo de vida. Con un futuro de expansión a otras etapas o incluso, a otros mercados de la Compañía.

2.4. Experiencia del usuario – Journey Map

Así, la propuesta de interfaz presentada en el capítulo 0 se evalúa a través de la herramienta Customer Journey Map, permitiendo al equipo de desarrollo analizar la experiencia del usuario mientras interactúa con el prototipo a través del tiempo y en diversas etapas. Según UXTips (2019), el Customer Journey Map ayuda a prever posibles reacciones futuras del usuario y se convierte en una herramienta fundamental, en tanto que, contribuye al entendimiento de la perspectiva del usuario, lo que facilita identificar

deficiencias, áreas de mejora y actividades prioritarias. En la Figura 10. *Propuesta de experiencia del usuario* se representan cinco etapas de interacción: conciencia, consideración, adquisición, on-boarding, uso regular, retención y recomendación. En cada etapa se detallan las acciones del usuario, los puntos de contacto con la interfaz, las emociones generadas y las oportunidades de mejora, con el fin de optimizar la experiencia del usuario y fomentar la retención y recomendación de la solución propuesta.

Figura 10. Propuesta de experiencia del usuario



Fuente: Elaboración propia a partir del video de UXTips (2019) “¿Cómo crear un Customer Journey Map?”

3. Análisis de Mercado y Competencia

3.1. Análisis de competidores y entorno de mercado

Para el análisis de competidores en el entorno de mercado, el grupo de profesionales que desarrolla esta investigación ha implementado un mapa del ecosistema competitivo. Este, permite acotar el entorno donde se desarrolla la propuesta en un ámbito interno y externo.

De igual forma, el mapa de entorno competitivo permite tener una visualización completa de los “*skateholders*”, los cuáles dependiendo de las medidas de implementación que se tomen dentro del plan del mismo nombre, pueden ser competidores durante el desarrollo del prototipo o convertirse en socios potenciales de la propuesta.

Es bien conocido que, en todo entorno económico existen competidores directos o indirectos, en el caso de esta propuesta, se toman como competidores directos todos los proyectos en curso dentro del área de negocio, los cuales pueden obtener la totalidad del presupuesto del área dependiendo de los riesgos materializados de la ejecución.

En cuanto a los precios actuales de las soluciones existentes de IA, es difícil definir exactamente una comparación directa sobre el mercado, en tanto que, la IA generativa es una solución relativamente nueva y la característica privada de la propuesta actual, hace que esta sea especial en su desarrollo e implementación.

A continuación, se presenta el mapa del ecosistema competitivo aplicado a la propuesta de diseño:

Figura 11. Mapa del ecosistema competitivo



Posteriormente, se diseñó una Matriz de Innovación para identificar ideas que puedan ayudar a resolver los desafíos del mercado de Tráfico Aéreo en cuanto a la gestión del conocimiento y la toma de decisiones. Según (MIRO, 2024), las ideas se pueden clasificar en varias categorías: la innovación rompedora agrega nuevas funciones a productos ya existentes; la innovación de mantenimiento busca crear productos nuevos que llenen vacíos en el mercado; la investigación básica se centra en pequeñas mejoras rápidas; y la innovación disruptiva introduce productos que cambian completamente la industria. En este caso, la matriz destaca una idea rompedora que propone el uso de una IA Generativa como herramienta clave para solucionar los problemas identificados.

Figura 12. Matriz de innovación



3.2. Evaluación de la solución

La evaluación de la solución se ejecuta mediante la aplicación del diseño metodológico seleccionado para este trabajo de investigación, el cual es aplicado a la muestra que, para este caso específico se determinó como la misma población.

Inicialmente, una vez determinados los clientes e interesados directos para la propuesta, se recolecta información de análisis a través de la Identificación de experiencias de gestión del conocimiento durante la fase de garantía y posventa en los proyectos ejecutados por el Mercado de Tráfico Aéreo, determinando categorías comunes y necesidades relevantes. Estos datos han sido recolectados mediante la aplicación de un formulario de libre acceso, el cual, utilizando la escala de Likert y el enfoque de la evaluación, permite obtener resultados de fácil análisis y recopilación.

Las categorías comunes determinadas para la aplicación del formulario son:

- **Categoría demográfica:** para la ubicación de los profesionales dentro de una edad y cargo correspondiente
- **Categoría general:** para la evaluación de los sentimientos de los profesionales respecto a la gestión actual del conocimiento
- **Categoría especializada:** para la evaluación de la propuesta de IA generativa dentro de las expectativas de los profesionales

En resumen, general de los resultados obtenidos en el formulario sobre la satisfacción y el interés en una nueva herramienta es el siguiente:

- **Satisfacción con herramientas actuales:** Los participantes mostraron una variedad de niveles de satisfacción con las herramientas actuales, con respuestas que van desde

"indiferente" hasta "insatisfecho" e "ineficaz". Esto indica que muchos consideran que las herramientas no cumplen completamente con sus necesidades.

- **Interés en una nueva herramienta:** Hay un notable interés en la implementación de una nueva herramienta. Muchos participantes respondieron afirmativamente a la posibilidad de ver nuevas soluciones, con respuestas como "Definitivamente sí" y "Tal vez" con relación a la adopción de una nueva herramienta. Esto sugiere que están abiertos a explorar opciones que puedan mejorar su experiencia y eficiencia.
- **Percepción de competitividad:** Aunque algunos participantes consideran que las herramientas actuales son "algo competitivas" o "muy competitivas", también expresan la necesidad de mejoras, lo que indica que hay un deseo de contar con herramientas más efectivas y adaptadas a sus necesidades.

En conclusión, se puede determinar que los participantes están bastante interesados en formar parte de una nueva herramienta, mostrando disposición para adoptar soluciones que ofrezcan mejoras significativas en comparación con las herramientas que actualmente cuenta el Mercado de tráfico ATM de Indra Colombia.

4. Modelo de negocio innovador

4.1. Canvas del modelo de negocio

El Modelo Canvas, es una metodología desarrollada por Alexander Osterwalder y Yves Pigneur, que permite desarrollar, visualizar, evaluar y alterar modelos de negocios nuevos o existentes. Sus componentes generales se mencionan a continuación:

- **Business model:** modelo de negocios que permite crear valor y, por tanto, beneficios económicos o financieros.
- **Business plan:** proyección económica con cifras.
- **Canvas:** lienzo estructurado que recoge un conjunto de elementos generales y diferenciadores.

Así, mediante el Business Model Canvas se logran detectar las palancas de crecimiento del modelo de negocio, visualizar las ideas, los socios clave para el negocio, y las acciones a llevar a cabo. Todo esto en una plantilla o matriz con 9 casillas en las que integrar las actividades clave y componentes básicos de un plan de negocios para una empresa. (Alonso, 2024).

A continuación, se presenta el modelo de negocio Canvas para la propuesta de esta investigación, en la cual, es posible visualizar a modo general, las nueve (9) actividades clave para el caso de negocio.

Cabe anotar que, durante el desarrollo de la investigación en los capítulos posteriores, se profundizará en cada uno de los puntos del modelo de negocio presentado, haciendo de este, un resumen de la generalidad propuesta.

Figura 13. Modelo de negocio



Fuente: Elaboración propia basada en (Aprendiz Financiero, 2019)

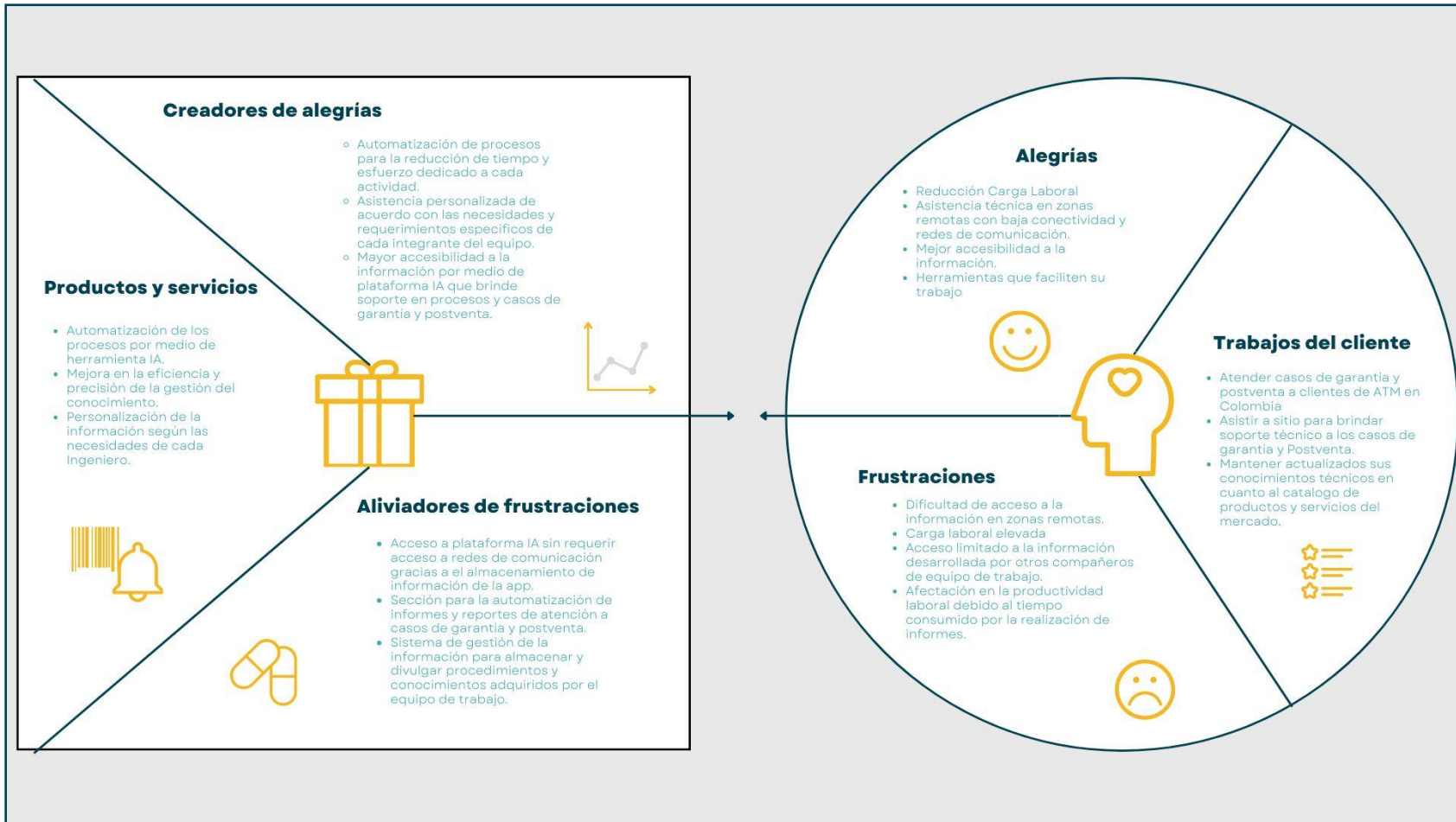
4.2. Canvas de la propuesta de valor

La **propuesta de valor** de este proyecto, como se detalla en el capítulo 4.1, se centra en optimizar el tiempo de los profesionales involucrados en la gestión de proyectos durante las fases de garantía y postventa. Al reducir el tiempo dedicado a la elaboración de informes y la resolución de incidencias mediante procedimientos basados en experiencias previas, se logra minimizar el esfuerzo que los ingenieros deben invertir en tareas secundarias, lo que supone un valor significativo para la empresa. Este valor no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también se traduce en beneficios financieros. La propuesta de valor se detalla en el lienzo mostrado a continuación, donde se destacan los beneficios del producto propuesto y las expectativas del cliente interno.

Para introducir la figura a continuación, es pertinente indicar que, el lado derecho de la imagen, en su parte circular, se hace referencia las necesidades del Cliente de la aplicación, es decir, al Mercado de ATM, Ellos, dan a conocer sus labores actuales durante la etapa de garantía y postventa de los proyectos, así como las frustraciones o debilidades que se presentan al momento de ejecutar sus tareas.

Por otra parte, el lado izquierdo de la imagen, en el cuadrado, se presentan las ideas y soluciones planteadas para dar solución al problema de gestión, generando un valor para el equipo de trabajo, el área de negocio y la Compañía.

Figura 14. Canvas de la propuesta de valor



Estrategia de plataforma o ecosistema

La presente propuesta se apoya en una Business Model Platform (BMP), la cual plantea, como se ha venido explicando anteriormente, la implementación de una Inteligencia Artificial Generativa para mejorar la eficiencia en las operaciones. Esta plataforma permite evidenciar las conexiones entre Indra con sus proveedores, socios estratégicos y usuarios finales, creando un ecosistema colaborativo que facilita la creación y mantenimiento de la IA, además de asegurar un soporte técnico eficiente y la capacitación adecuada para su uso.

La matriz BMP se centra en identificar oportunidades de mejora, el aumento de la productividad, la mejora en la satisfacción de los clientes y un mayor posicionamiento en el mercado. Sin embargo, es posible identificar que dicha propuesta enfrenta algunos desafíos, como la resistencia al cambio y las limitaciones en infraestructura, lo que exige una gestión flexible y un enfoque colaborativo para garantizar su éxito.

La matriz de Business Model Platform, se puede evidenciar en el Anexo D, este ofrece una visión clara de cómo cada actor contribuye al proyecto, desde el desarrollo de la IA hasta su integración con los sistemas de Indra, asegurando que todos trabajen hacia un objetivo común: hacer del tráfico aéreo en Colombia un sistema más seguro, eficiente y moderno.

5. Plan de implementación bajo metodologías ágiles

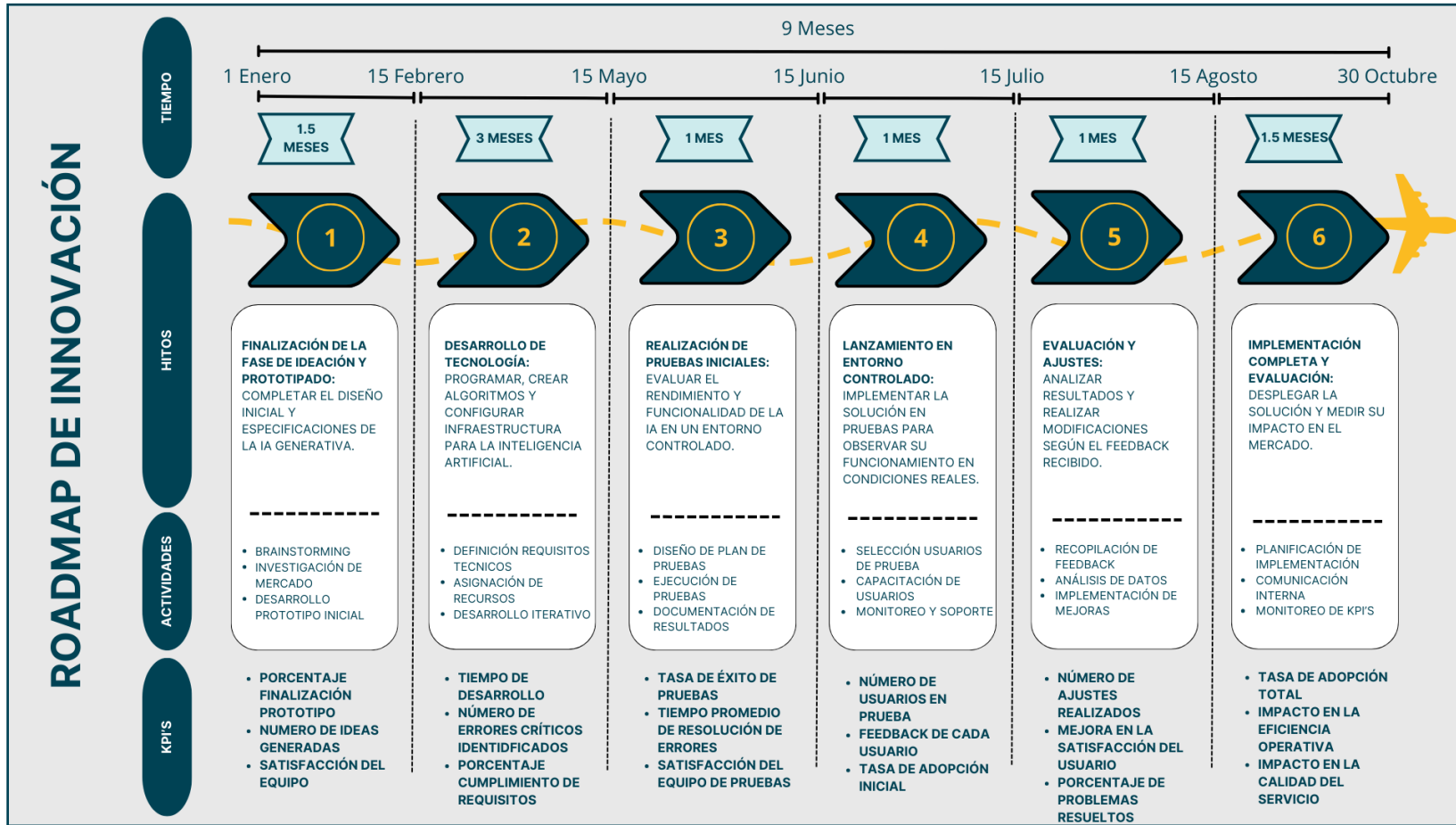
5.1. Roadmap de innovación y metodología de desarrollo

A continuación, en la ruta de acción innovadora, se trazan los hitos y actividades correspondientes al proyecto, los cuales, se determinan teniendo en cuenta los KPIs y se plantean con el fin de dar seguimiento y asegurar el éxito de la propuesta.

De acuerdo con la investigación técnica realizada, es necesario un tiempo de 9 meses para llevar a cabo la implementación de la herramienta en el área de negocio a intervenir, en tanto que, se debe tener en cuenta el tiempo de prototipado y evaluación de la propuesta teórica, así como un tiempo inicial de desarrollo que permitirá la implementación con una información básica inicialmente almacenada. Posterior a la implementación, se hace necesario como en todo proyecto de ingeniería, un tiempo de estabilización que, permitirá realizar ajustes de acuerdo con las mejoras propuestas por cada uno de los integrantes del área de negocio y el *“team”* implementador.

El *“Roadmap”* de innovación estará compuesto por 6 etapas, las cuáles son descritas a continuación y evaluadas independientemente mediante los KPIs asignados.

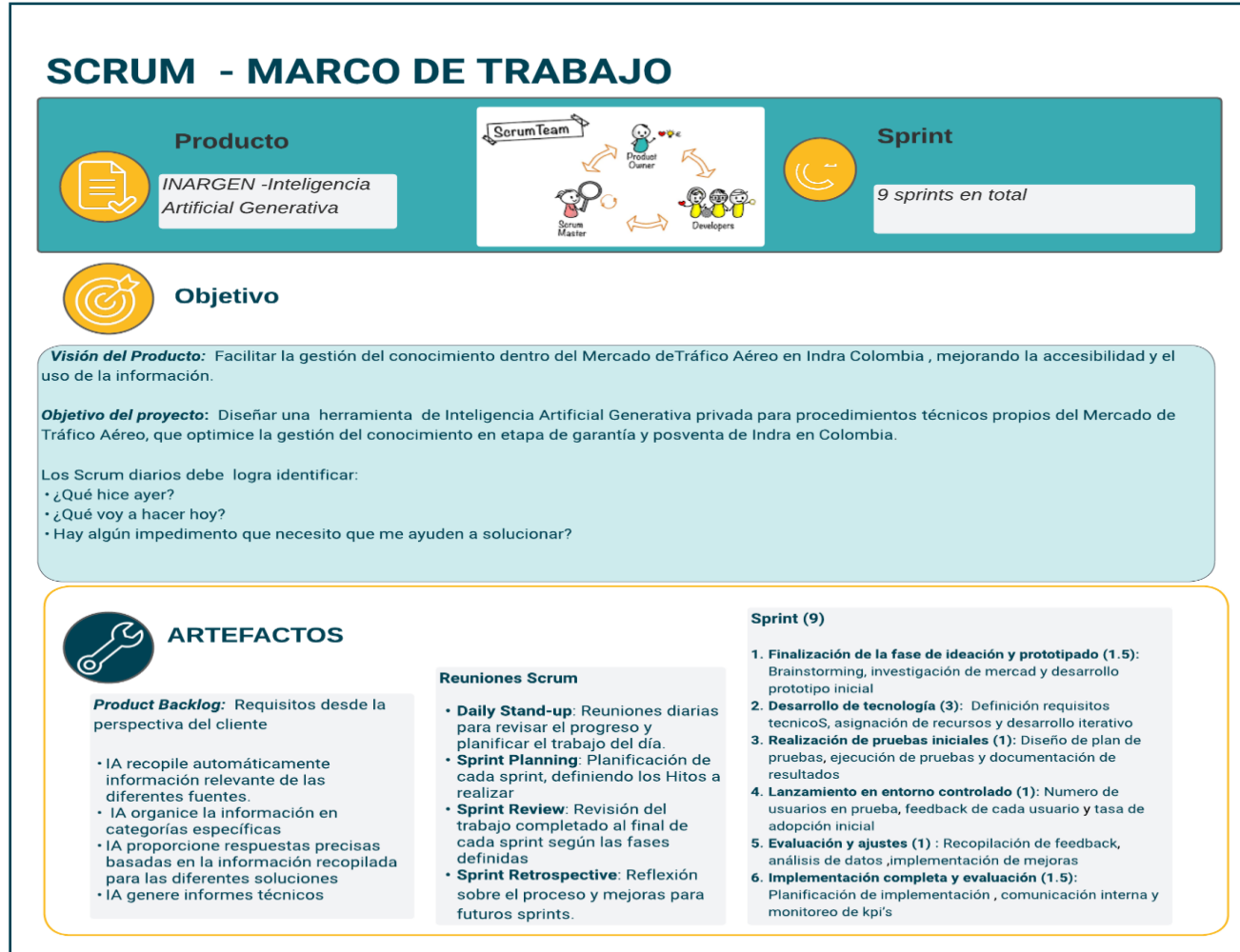
Figura 15. Ruta de acción innovadora



Por otra parte, las dependencias entre las diferentes etapas y componentes se visualizan mediante la implementación del marco de trabajo “Scrum” (ver Figura 16. **Marco Trabajo INARGEN**), el cual, una vez más, concluye que la inteligencia artificial generativa puede transformar significativamente la gestión del conocimiento en el Mercado de Tráfico Aéreo, en tanto que, facilita la generación de informes y el almacenamiento de procedimientos propios generados al interior del grupo.

Nota: en adelante, la herramienta diseñada en esta investigación se conocerá como INARGEN, nombre propio para el producto y que es acrónimo de la Inteligencia Artificial Generativa propuesta.

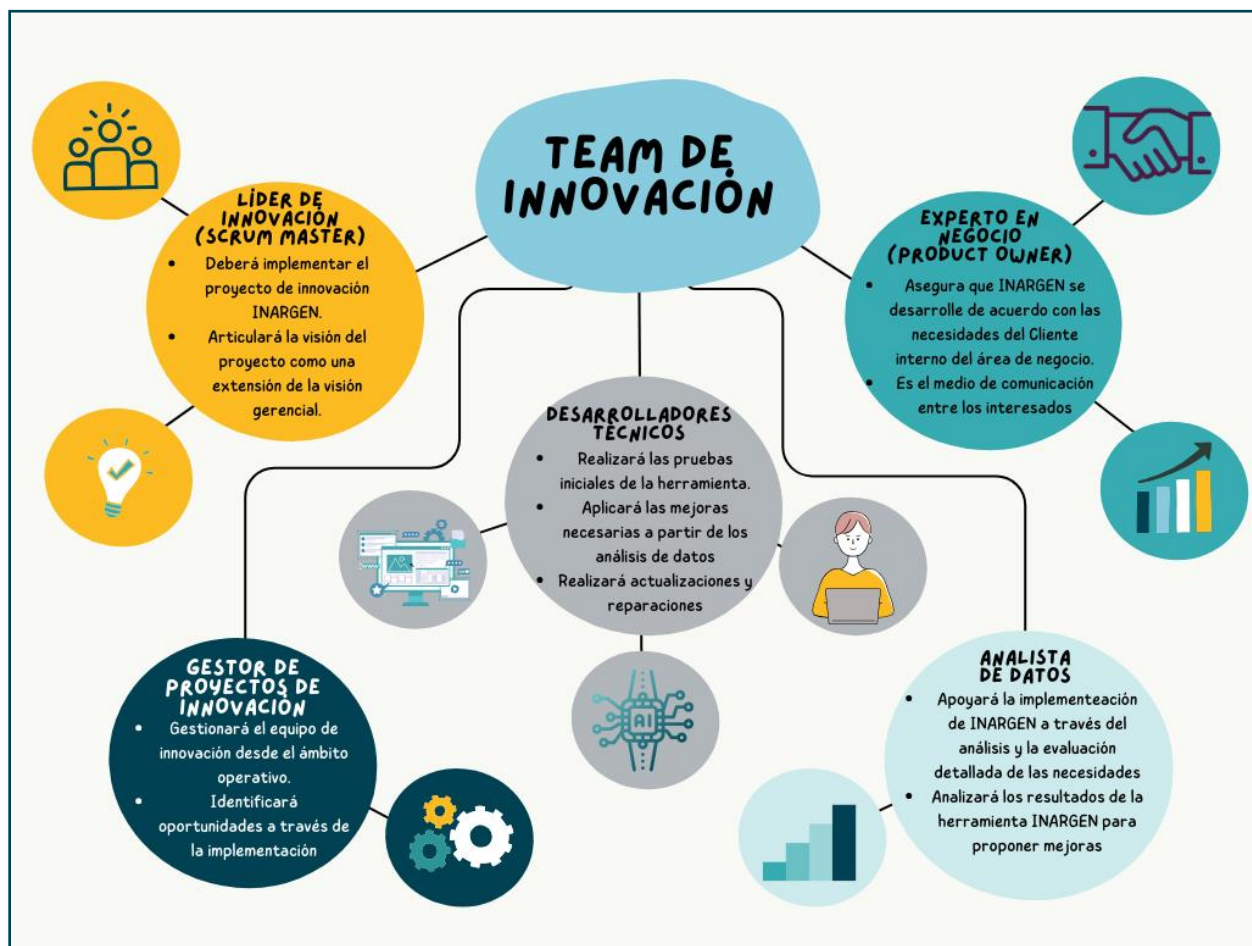
Figura 16. Marco Trabajo INARGEN



5.2 Equipo y recursos necesarios

La estructura del equipo de innovación se encuentra compuesto por un grupo interdisciplinar de profesionales, quienes, al tener diferentes habilidades y capacidades, llegan a crear una sinergia que permite la generación de nuevas ideas para la solución del problema desarrollado en esta investigación, así como la mejora continua mediante los ajustes en la herramienta. A continuación, se presenta el “*Team de innovación*” que se encargará de implementar y mantener la herramienta INARGEN, cuidando los perfiles de cada integrante de acuerdo con las funciones técnicas y administrativas requeridas:

Figura 17. *Team de innovación*



Es de anotar que, en este proyecto de innovación, los recursos financieros y humanos tienen una relación estrecha y continua a lo largo de toda la implementación, dado que, la gestión eficiente de los recursos en concordancia con los objetivos establecidos, permiten obtener mejores resultados. Es así, como en la siguiente imagen, se crea una línea de relacionamiento entre los factores más importantes para tener en cuenta para la gestión efectiva de los recursos, iniciando desde los objetivos del proyecto hasta el plan de comunicaciones necesario una vez se dé la implementación.

Figura 18. Recursos



6 Análisis financiero y de impacto

6.1 Proyecciones financieras y ROI de innovación

La siguiente tabla, resume de manera objetiva la proyección de costos de la propuesta a partir de la información recolectada (ver *Anexo E. Proyecciones Financieras*). Aquí, se evidencia la implementación de un ecosistema tecnológico de *Microsoft Azure* y su *AI Studio*, los cuales, en conjunto, permiten dar forma al proyecto.

De acuerdo con las evidencias presentadas en la Tabla 3. *Proyecciones Financieras*, los egresos son representados por el costo de la inversión inicial y el de la manutención anual del proyecto en los tres años consecutivos, de forma correspondiente. El ahorro, por su parte, es el generado en el Mercado al traducir el tiempo invertido en las tareas específicas por cada uno de los profesionales del equipo, en costos de operación del área de negocio, especialmente orientado a los recursos.

Por lo anterior, es posible evidenciar que, la implementación del proyecto de esta investigación permite recuperar la inversión inicial en aproximadamente 1,14 años. Por otra parte, es posible determinar que, los índices financieros como el ROI (Return on Investment), la TIR (Tasa interna de retorno) y el VPN (valor presente Neto), todos positivos, proyectan una inversión beneficiosa para el Mercado de tráfico aéreo en Indra Colombia y su equipo de trabajo.

Tabla 3. *Proyecciones Financieras*

ÍTEM	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Total
Egresos	-USD 32,366.50	-USD 21,189.60	-USD 24,368.04	-USD 28,023.25	-USD 105,947.39
Ahorro Proyectado	0	USD 58,944.38	USD 62,775.94	USD 66,856.32	USD 188,576.64
Flujo de efectivo	-USD 32,366.50	USD 37,754.78	USD 38,407.90	USD 38,833.07	USD 82,629.25
Payback	-USD 32,366.50	USD 5,388.28	USD 43,796.18	USD 82,629.25	1.14 Años

Tabla 4. *Porcentajes de rendimiento*

ROI	TIR	VPN	Tasa de descuento
78%	103.78%	USD 60,402.19	12%

Análisis de escenarios

El análisis de escenarios se realiza con el fin de identificar alertas tempranas para la implementación o vida útil de un proyecto. Así mismo, permite “evaluar los riesgos de cada curso de acción a partir de las incertidumbres identificadas (Delgado, 2024)”.

De esta manera, una vez realizado el análisis respectivo y teniendo en cuenta un mínimo de tres escenarios posibles, donde el escenario modesto es el proyectado en la evaluación financiera de esta investigación, se obtiene como resultado que, con un incremento del 6% en la operación proyectada respecto al escenario original, es posible conseguir un Payback objetivo para el Mercado de 1 año calendario, donde el costo total de la implementación del proyecto se vería solventado por medio de la utilización de la herramienta IA.

Así mismo, es posible determinar que, en un escenario pesimista, el mínimo de optimización en tiempo para lograr resultados positivos es del 40% de ahorro en tiempo respecto a los tiempos de ejecución actual.

Tabla 5. Análisis de escenarios

Resumen del escenario	Objetivo	Escenario modesto	Escenario optimista	Escenario pesimista
Operación proyectada	46%	40%	10%	60%
Payback	1,01 años	1,14 años	1,5 años	1,82 años
ROI	61%	78%	167%	19%
TIR	83,81%	103,78%	203,14%	28,74%
VPN	USD 46.098,63	USD 60.402,19	USD 136.196,89	USD 9.872,38
Tasa de descuento	12%	12%	12%	12%

Para ver los datos en valores de tiempo y proyecciones financieras en cada uno de los escenarios presentados, remitirse al *Anexo F. Análisis de escenarios*.

6.2 Impacto social y ambiental

La Matriz CONESA, busca identificar y evaluar los impactos negativos y positivos en un proyecto, es por esto por lo que, al implementarla para la herramienta diseñada en este trabajo, mediante el análisis en un nivel social y ambiental, es posible verificar los diferentes posibles impactos generados en caso de la materialización de algunos riesgos, a causa de las actividades propias del desarrollo y la implementación de software. Esta herramienta, que a través de la IA generativa promueve la gestión del conocimiento, se desarrolla a través de 4 hitos, cada uno con sus respectivas actividades.

Tabla 6. Matriz CONESA

Desarrollo de la herramienta IA Generativa para la Gestión del conocimiento					
NOMENCLATURA	ACTIVIDAD	IMPACTOS AL MEDIO	COMPONENTE AFECTADO	IMPORTANCIA	IMPACTO
1	Legislación Ambiental y Marco Normativo				
1.1	Investigación sobre legislación ambiental relevante	Emisiones de carbono	Aire	31	Moderado
1.2	Diseño de la herramienta	Consumo de energía	AGUA (Energía hidráulica)	40	Moderado
1.3	Desarrollo del contenido	Uso de servicios de conectividad digital	Sociedad - aspectos culturales	53	Severo
1.4	Pruebas y depuración	Redes de servicio	Sociedad - facilidades y actividades humanas	50	Moderado
2	Tecnología				
2.1	Elegir los algoritmos de aprendizaje automático y utilizar datos para entrenar el modelo de la IA	Emisiones de carbono	Aire	34	Moderado

Diseño de una propuesta de inteligencia artificial generativa privada para procedimientos técnicos del Mercado de Tráfico Aéreo de Indra en Colombia

Desarrollo de la herramienta IA Generativa para la Gestión del conocimiento					
NOMENCLATURA	ACTIVIDAD	IMPACTOS AL MEDIO	COMPONENTE AFECTADO	IMPORTANCIA	IMPACTO
2.2	El uso de componentes electrónicos	Consumo de energía	AGUA (Energía hidráulica)	48	<i>Moderado</i>
2.3	Mejora en la eficiencia de la gestión del conocimiento	Estilo de vida	Población	20	<i>Compatible</i>
3	Matriz de seguimiento y control impacto ambiental				
3.1	El uso de fuentes de energía renovable para alimentar los centros de datos	Consumo de energía	AGUA (Energía hidráulica)	48	<i>Moderado</i>
3.2	Reducción del uso de papel	Deterioro de la calidad del suelo	Suelos	19	<i>Compatible</i>
3.3	Implementar prácticas adecuadas de reciclaje para los componentes electrónicos	Manejo de residuos	Aire	19	<i>Compatible</i>
3.4	Adopción de políticas responsables para el desarrollo y uso de la IA	Medio ambiente	Gases de efecto invernadero	19	<i>Compatible</i>
4	Sociedad - Economía y Seguridad				
4.1	Aumento de la satisfacción de los empleados	Empleo	Sociedad - facilidades y actividades humanas	30	<i>Moderado</i>
4.2	Reducción de costos operativos	Ingresos económicos	Sociedad - facilidades y actividades humanas	19	<i>Compatible</i>
4.3	Riesgo de brechas de seguridad	Redes de servicio	Vulnerabilidad de la información	42	<i>Moderado</i>

Fuente: Elaboración propia basado en el libro Gestión Ambiental en la empresa (Innovación y Cualificación, 2014)

7. Gestión de riesgos y oportunidades

7.1. Matriz de riesgos y estrategias de mitigación

En Indra, una de las metodologías utilizadas para la identificación de los riesgos en los proyectos es la propuesta por PRINCE2 y el método MOR. Allí, a partir del entendimiento del proyecto, es posible la identificación de los riesgos, con el fin de evaluarlos uno por uno y planificar un plan de contingencia en el caso de materializarse.

Es por lo anterior que, para la gestión de riesgos de este proyecto, se toma como plantilla la matriz de riesgos utilizada normalmente en los proyectos de ATM, de esta manera se puede mantener una homogeneidad con la forma en que la Compañía realiza su gestión de proyectos.

Para dicha evaluación, se utiliza la matriz de impacto – probabilidad visualizada en la Tabla 7. **Matriz de Probabilidad**, la cual, permite asignar un valor numérico que permita a los usuarios una mejor comprensión de la atención que requiere cada riesgo. Esto teniendo en cuenta la línea de tolerancia establecida.

A continuación, se presenta la matriz de riesgos para el proyecto “Diseño de una propuesta de Inteligencia Artificial Generativa privada para procedimientos técnicos del Mercado de Tráfico Aéreo de Indra en Colombia”, la cual ha sido evaluada teniendo en cuenta la probabilidad de materialización del riesgo y gravedad en caso de que este ocurra. Así, mediante la determinación del impacto y el cálculo de severidad de cada uno de los riesgos aquí planteados, es posible llevar a cabo una gestión efectiva del proyecto.

Para ello y, posterior a la matriz de riesgos, se presenta en la Es debido *afirmar nuevamente que*, en caso de la materialización de alguno de los riesgos anteriores, es

necesario tener un plan de contingencia que tenga en cuenta la recuperación del recurso de acuerdo con cada uno de los impactos establecidos, es decir, tiempo si el riesgo se materializa con un impacto en el calendario, un porcentaje de dinero para imprevistos en caso de un impacto económico y, un equipo altamente capacitado y habilitado para la toma de decisiones a nivel de gestión, en caso de un impacto en el alcance. Para cualquiera de los casos, es importante, establecer por escrito qué hacer en cada caso:

Figura 19. *Plan de contingencia*, un plan detallado de los pasos a ejecutar en caso de materialización de riesgos.

Tabla 7. Matriz de Probabilidad

		Gravedad				
		Insignificante	Menor	Moderada	Importante	Catastrófica
Probabilidad	Muy probable	5	10	15	20	25
	Probable	4	8	12	16	20
	Posible	3	6	9	12	15
	No es probable	2	4	6	8	10
	Muy improbable	1	2	3	4	5

Teniendo en cuenta la tabla anterior, se determina dentro del plan de contingencia para los riesgos establecidos, una estrategia general de respuesta de acuerdo con el nivel de severidad, la cual se especifica a continuación:

- Evitar (riesgos altos >15): el plan de contingencia para los riesgos de severidad altos deben incluir la eliminación del riesgo, actuando y documentando con anticipación, todas las acciones necesarias evitar una materialización de las amenazas.
- Mitigar (riesgos moderados 10-15): cuando el riesgo es moderado, como casi todos los encontrados y establecidos para este proyecto, es necesario tomar medidas para reducir la probabilidad de ocurrencia o impacto de los riesgos una vez materializados. Estas acciones

deberán quedar documentadas en el plan de contingencia o plan de mitigación del riesgo del proyecto.

- Aceptar o transferir (riesgo bajo <9): en riesgos de severidad baja, es importante tener en cuenta que en caso de materialización estos deben aceptarse y, en ese caso, el proyecto deberá contar con los recursos económicos, humanos o de tiempo para llegar a solventarlos.

Tabla 8. Matriz de Riesgo

Categoría	Tipo de Riesgo	Descripción	Efecto	Riesgo Residual			Severidad	Estrategia	
				Probabilidad	Impacto				
					Calendario	Costo			Alcance
Riesgo Recursos	Disponibilidad	Riesgo por dificultad de asignación de los recursos técnicos requeridos en el plazo necesario (recurso humano)	Retraso en la implementación del proyecto	Probable	MEDIO	BAJO	MEDIO	8	Transferir
Riesgo Financiero	Seguridad de la información	Riesgo de ciberseguridad en los sistemas de IA ya que pueden ser vulnerables a ataques cibernéticos.	Inversión significativa en sistemas de seguridad de la información que pueda afectar el costo del proyecto	Probable	MEDIO	ALTO	BAJO	12	Mitigar
Riesgos Cliente	Usuarios y receptores	Riesgo por indisponibilidad de información y espacios físicos que deben ser proporcionados por el Cliente	Retraso en la implementación del proyecto y retraso en el cronograma de actividades e hitos contractuales	Posible	BAJO	MEDIO	BAJO	6	Aceptar
Riesgos Tesorería	Tesorería	Riesgo por incremento de cambio de moneda considerado en el momento de la oferta respecto al vigente en la apertura del contrato	Incremento en los costos de implementación	No es probable	BAJO	BAJO	BAJO	6	Aceptar
Riesgo Operacional	Recursos	Dependencia de proveedores externos	Demora en la entrega por fallas o escasez del producto	Posible	MEDIO	ALTO	BAJO	15	Evitar

Diseño de una propuesta de inteligencia artificial generativa privada para procedimientos técnicos del Mercado de Tráfico Aéreo de Indra en Colombia

	Cliente	Los usuarios pueden cambiar el alcance y los costos	Demora en la entrega del producto final	Posible	MEDIO	MEDIO	MEDIO	12	Mitigar
Riesgo Legal	Sancionatorio	Cumplimiento de regulaciones y normativas	Sanciones	Muy improbable	ALTO	ALTO	BAJO	5	Transferir
Riesgo Técnico	Requisitos	Especificaciones poco precisas sobre el requerimiento inicial de la herramienta	Retraso en la implementación del proyecto	Muy probable	ALTO	BAJO	ALTO	20	Evitar
	Complejidad	Identificar cómo interactuará con otras interfaces	Integración con sistemas existentes y retraso en la implementación del proyecto	No es probable	BAJO	BAJO	BAJO	6	Transferir
	Diseño	Fallos en el Algoritmo de IA	Demora en el entrenamiento y afinamiento de la IA según cronograma	Posible	ALTO	MEDIO	BAJO	12	Mitigar
	Rendimiento y fiabilidad	Por ser un nuevo desarrollo, no es posible estimar su velocidad y fiabilidad	Retraso en la implementación e incurrencias en costos para estabilización	Muy probable	ALTO	BAJO	ALTO	20	Evitar
Riesgo Social	Clima Organizacional	Resistencia al cambio por parte de los profesionales	Afectación del clima organizacional del área y no utilización de la aplicación	Muy improbable	MEDIO	BAJO	MEDIO	4	Aceptar
Riesgo Ambiental	Ambiental	Impacto ambiental de la infraestructura tecnológica	Consumo de Energía	Posible	BAJO	MEDIO	BAJO	6	Aceptar
Riesgo Estratégico	Organizacional	Falta de alineación con los objetivos estratégicos de la Compañía	Cambios a nivel OPM	No es probable	BAJO	BAJO	ALTO	10	Mitigar

Es debido afirmar nuevamente que, en caso de la materialización de alguno de los riesgos anteriores, es necesario tener un plan de contingencia que tenga en cuenta la recuperación del recurso de acuerdo con cada uno de los impactos establecidos, es decir, tiempo si el riesgo se materializa con un impacto en el calendario, un porcentaje de dinero para imprevistos en caso de un impacto económico y, un equipo altamente capacitado y habilitado para la toma de decisiones a nivel de gestión, en caso de un impacto en el alcance. Para cualquiera de los casos, es importante, establecer por escrito qué hacer en cada caso:

Figura 19. Plan de contingencia

PLAN DE CONTINGENCIA			
 Estrategia de Mitigación	 Descripción	 Tiempo	 Responsable
Estrategia 1 Recursos y Operacional	<ul style="list-style-type: none"> Implementar programas de capacitación continua y proporcionar soporte técnico. Fomentar una cultura de aprendizaje y desarrollo profesional. Diversificar los proveedores y establecer contratos claros con cláusulas de contingencia. Mantener relaciones sólidas con múltiples proveedores. 	8 meses	Cargo Recursos Humanos Area Legal, Compras y Program Manager
Estrategia 2 Regulaciones y Normatividad	Consultar con expertos legales y mantenerse actualizado con las regulaciones aplicables. Implementar políticas internas para asegurar el cumplimiento.	6 meses	Cargo Area Legal y Program Manager
Estrategia 3 Financiero	<ul style="list-style-type: none"> Establecer un presupuesto detallado y monitorear los gastos regularmente Buscar fuentes de financiamiento alternativas y tener una alta comunicación con la Gerencia Directiva 	6 meses	Cargo Project Leaders
Estrategia 4 Técnicos	<ul style="list-style-type: none"> Realizar pruebas exhaustivas y validaciones continuas Implementar protocolos de seguridad robustos, como cifrado de datos y autenticación multifactor. Realizar auditorías de seguridad periódicas. Colaborar estrechamente con los equipos de TI para asegurar una integración fluida. 	1 año	Cargo Project Leaders - Equipo IT
Estrategia 5 Social y Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> Implementar programas de gestión del cambio y comunicación efectiva. Involucrar a los empleados en el proceso de cambio y proporcionar apoyo. Adoptar prácticas sostenibles y tecnologías verdes 	6 meses	Cargo RH & MercadoTráfico ATM Project Leaders

Por otra parte, entre las oportunidades de escalabilidad del proyecto, es posible encontrar las estrategias de desarrollo de mercado, diversificación, penetración de mercado y desarrollo de producto, las cuales se profundizan en la matriz de Ansoff presentada a continuación. Allí, es posible identificar que, la propuesta de diseño planteada en esta investigación es apenas una estrategia de penetración del mercado y que, el potencial de escalabilidad de esta propuesta puede llegar a beneficiar incluso los mercados de tráfico aéreo en otros países en los que se encuentra presente Indra o demás proyectos de otros sectores económicos de la Compañía.

Figura 20. Matriz de Ansoff - Escalabilidad de la Propuesta



8. Métricas de éxito y KPIs de Innovación

8.1. OKRs (Objectives and Key Results) del Proyecto

En la siguiente tabla, se hace posible visualizar los principales objetivos clave para el proyecto de innovación. Cada uno de ellos, enfocado en las ventajas obtenidas como resultado de la implementación de la herramienta de IA Generativa INARGEN para la mejora continua de los procesos internos del área de negocio.

Allí, se podrán visualizar los indicadores y métricas para cada objetivo, así como los resultados y responsables clave en cada una de las etapas de cumplimiento.

Tabla 9. *Objetivos, resultados clave e indicadores*

Objetivos (O)	Resultados Clave (KR)	Indicador
Aumentar la eficiencia de los integrantes del Mercado de ATM en la etapa de postventa y garantía de los proyectos	Reducir los tiempos de solución de incidencias en un 30%	$\frac{\text{Duración promedio de atención del servicio}}{\text{Duración esperada por la Compañía}} \times 100$
	Reducir en 20% el tiempo de elaboración de informes de mantenimiento	$\frac{\text{Duración promedio de elaboración de informes}}{\text{Duración esperada por la Compañía}} \times 100$
Aumentar la cantidad de experiencias exitosas de los integrantes Mercado de ATM mediante el uso de la herramienta INARGEN	Añadir 2 procedimientos propios a la IA durante el periodo de evaluación	$\text{Total de procedimientos alcanzados} - \text{Cantidad de procedimientos del periodo anterior}$
	Reducir en 30% los fallos presentados sobre la herramienta de IA por los usuarios	$\frac{\text{Cantidad de fallos reportadas en el periodo actual}}{\text{Cantidad de fallos reportadas en el periodo anterior}} \times 100$
Incrementar el nivel de utilización de la herramienta INARGEN en los proyectos del Mercado de ATM	Incrementar en un 70% el uso de la herramienta	$\frac{\text{Cantidad total de consultas realizadas}}{\text{Cantidad total esperada por la Compañía}} \times 100$
	Mantener la experiencia del cliente por encima del 70% de satisfacción	$NPS = \% \text{ Promotores} - \% \text{ Detractores}$

Tabla 10. OKRs y la alineación interna con la Compañía

Objetivos (O)	Tiempo	Alineación con la estrategia de la Compañía	Responsable de ejecución	Responsable de revisión y actualización
Aumentar la eficiencia de los integrantes del Mercado de ATM en la etapa de postventa y garantía de los proyectos	3 meses	"Transformación de las operaciones para conseguir mayores eficiencias (...), digitalización de los modelos de ingeniería y producción"	Project Leaders Gerentes	Program Manager
	3 meses		Project Leaders Gerentes	Program Manager
Aumentar la cantidad de experiencias exitosas de los integrantes Mercado de ATM mediante el uso de la herramienta INARGEN	6 meses	"Refuerzo de las marcas Indra para mantener a la Compañía como empleador preferido por el talento tecnológico"	Ingenieros de Proyecto Especialista IT	Program Manager
	1 mes		Project Leaders Gerentes Ingenieros de Proyecto	Program Manager
Incrementar el nivel de utilización de la herramienta INARGEN en los proyectos del Mercado de ATM	3 meses	"Desarrollo del talento de innovación con proyección a 2030" de acuerdo con la estrategia "Leading the Future"	Project Leaders Gerentes Ingenieros de Proyecto	Program Manager
	1 mes		Todos los profesionales del Mercado	Program Manager

8.2. Métricas de innovación

Las métricas de innovación del proyecto planteadas se pueden evidenciar en la figura a continuación. Estas métricas permiten medir a partir de la experiencia de los clientes internos y externos, el éxito, asertividad, innovación y desempeño de las herramientas propuestas en el presente trabajo.

Diseño de una propuesta de inteligencia artificial generativa privada para procedimientos técnicos del Mercado de Tráfico Aéreo de Indra en Colombia

Figura 21. Métricas de Innovación de la Herramienta IA

MÉTRICA DE INNOVACIÓN	DEFINICIÓN DE LA MÉTRICA DE INNOVACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR DE ÉXITO	FÓRMULA
DESEMPEÑO DEL PROYECTO	Porcentaje de avance del proyecto en función del Valor Ganado, es decir, el Valor del Trabajo completado Vs. El valor Planeado al final de cada Hito.	PORCENTAJE	Porcentaje de Hitos completados	$EV = \% \text{ de Avance Real del Trabajo} \times \text{Presupuesto Total Ejecutado (BAC)}$
NUEVOS PRODUCTOS Y SERVICIOS	Medida de aceptación de las funciones (creación de informes y soporte a procesos de garantía y postventa) de la herramienta con respecto a su efectividad, adopción y relevancia para usuarios finales. Se Califica cada herramienta dentro de una escala de 1 a 5, donde la mayor calificación es 5 y la menor 1.	PORCENTAJE	+ 75% de Impacto positivo por funcion de herramienta	$NPS = \frac{\sum \text{Puntos Obtenidos}}{\text{Total de Encuestas Realizadas} \times \text{Máxima cantidad de Puntos posibles}}$
PORCENTAJE DE PERSONAS INVOLUCRADAS EN CADA HITO	Cumplimiento con la cantidad de personas requeridas para cada uno de los hitos planteados	PORCENTAJE	EN HITO 3: 80% (3 PERSONAS EN TOTAL) EN HITO 4: 80% (6 PERSONAS EN TOTAL) EN HITO 6: 80% (10 PERSONAS EN TOTAL)	$\% \text{ Involucrados} = \frac{\# \text{ de Personas Involucradas en el Hito}}{\text{Cantidad de Personas Requeridas en cada Hito}}$
SATISFACCIÓN DE USUARIOS	Valoración con respecto a la satisfacción global de la IA implementada, incluyendo interfaz, herramienta de generación de informes y chat de soluciones. Se califica entre 1 y 10, donde la Mayor calificación es 10 y la menor es 1	PUNTUACIÓN	Puntuación global > 8	$\text{Puntuación} = \frac{\sum \text{Puntos Obtenidos}}{\text{Total de Encuestas Realizadas}}$

9. Plan de gestión del cambio y adopción

La estrategia para lograr gestionar el cambio tanto en clientes internos como externos se puede evidenciar en la figura a continuación, esta ha sido estructurada como una infografía, lo que permite una visualización más amigable con los futuros responsables de su implementación.

Aquí, el plan de gestión del cambio permite ver y preparar, cómo será la comunicación hacia el Cliente, es decir, hacia el usuario de la herramienta tecnológica a implementar. En cada una de las etapas se determina un hit clave a conseguir en gestión de las comunicaciones durante la implementación de la propuesta, se destaca la importancia de mantener una comunicación constante con los futuros clientes y se planifica una estrategia adecuada teniendo en cuenta la naturaleza propia del proyecto.

Es de alta importancia resaltar, además, lo valioso que hace que, todo el recurso humano esté involucrado, en especial, los líderes del área de negocio a intervenir. Esto genera confianza en los empleados y una gestión del cambio más fácil y cercana para todos.

Figura 22. Plan de Gestión del Cambio



10. Cultura de innovación y mejora continua

La cultura de la innovación está conformada por una serie de actividades que incentivan la creatividad en una empresa fomentando la aparición de ideas novedosas en los empleados para crear nuevas formas de trabajo. Esto, facilita poder cambiar las estrategias del negocio y optimizar los resultados, también permite el establecimiento de estrategias para desarrollar ideas originales y efectivas (Estratek, 2024). Es así, como desde el interior de la Compañía objeto de este estudio, se tienen diferentes medios de captación de ideas que permiten fomentar los puntos clave en su modelo de innovación, implementando y apoyando la financiación de proyectos de I+D+i y la incubación de programas propios como Indradventures.

De acuerdo con la Figura 23. **Cultura innovación y plan de resistencia al cambio**, y lo mencionado anteriormente, es necesario entonces, enfocarse en fortalecer la cultura de innovación existente de forma constante, de esta manera, se hace posible disminuir continuamente la resistencia al cambio en todos los empleados de la Compañía

Figura 23. Cultura innovación y plan de resistencia al cambio



Fuente: Elaboración propia basado en (Slusher, 2015)

Conclusiones y recomendaciones

La propuesta de inteligencia artificial generativa privada (INARGEN), para los procesos técnicos internos del Mercado de Tráfico Aéreo de Indra en Colombia representa un avance significativo hacia la optimización y mejora en la gestión del conocimiento. Es así, como a través de un diseño metodológico riguroso, se desarrolla una investigación compleja, a partir de la cual se generan las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Se identifican experiencias clave en el área de negocio, identificando necesidades específicas en la elaboración de informes recurrentes y, almacenamiento y consulta de procedimientos propios generados a partir de las atenciones de postventa y garantía del Mercado de ATM.
- Tras el análisis de los resultados obtenidos a partir de la investigación al interior del área de negocio, se establece un alto porcentaje de disposición positiva por parte de los profesionales para la generación de informes de mantenimientos recurrentes y creación de procedimientos que aporten información al profesional durante sus atenciones de servicio postventa.
- Se diseña una propuesta de herramienta tecnológica a partir de la Inteligencia Artificial Generativa que, permita gestionar y aprender sobre el conocimiento propio del recurso humano del equipo de trabajo mediante el almacenamiento de información valiosa generada en las etapas de postventa y garantía de los proyectos.
- Se validan las interfaces gráficas (HMI) hacia el usuario, obteniendo resultados positivos en el equipo de trabajo y se genera una recomendación general de los profesionales de mantener una versión amigable para la alimentación de información de la IA.

Referencias

- Alain, L., Aurélien, C., & Ricardo, P. (2022). *Método de Negociación* (1 ed.). Argentina: Ediciones Granica S.A.
- Alonso, M. (2024). *Modelo Canvas: ¿Qué es, para qué sirve y cómo hacerlo con ejemplos?* Recuperado de Asana: <https://asana.com/es/resources/business-model-canvas>
- Aprendiz Financiero. (2019). *Modelo de negocio Canvas*. Recuperado de Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=ZQgXyiozmYY>
- Carballal, T. G. (2024). El Plan Estratégico Leading the Future permitirá a Indra pasar a otra Dimensión. Madrid, España.
- Delgado, L. (2024). *¿Cómo hacer análisis de escenarios para la planeación estratégica?* Recuperado de Pensemos: <https://gestion.pensemos.com/como-hacer-analisis-de-escenarios-para-la-planeacion-estrategica#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20de%20escenarios%20consiste,y%20a%20nuestra%20empresa%20en%20particular.>
- Design Thinking. (2024). *¿Cómo Podríamos?* Recuperado de <https://designthinking.es/como-podriamos/>
- Esteban, K. (2024). *¿Qué es Gemini, la nueva IA de Google?* Recuperado de Titular.com: <https://www.titular.com/blog/que-es-gemini-la-nueva-ia-de-google>
- Estratek. (2024). *Cultura de la innovación: cómo fomentarla en tu organización*. Recuperado de <https://estratek.com.co/corporativo/cultura-de-la-innovacion/>
- Fowler, J. (2024). *¿Qué es el posicionamiento de un producto? Definición, estrategias y ejemplos*. Recuperado de Delighted by qualtrics: <https://delighted.com/es/blog/what-is-product-positioning#:~:text=El%20posicionamiento%20del%20producto%20es%20una%20actividad%20estrat%C3%A9gica%20que%20explica,los%20problemas%20de%20los%20clientes.>
- Hewlett Packard Enterprise. (2024). *¿Qué es la computación en la nube?* Recuperado de Computación en la nube: <https://www.hpe.com/lamerica/es/what-is/cloud-computing.html>
- ILAB. (2024). *Herramienta de Innovación How Might We?* Recuperado de <https://ilab.net/herramientas-innovacion/how-might-we/>
- Indra Air Communication. (2024). *Indra Company*. Recuperado de <https://www.indracompany.com/es/gestion-integral-traffic-aereo-aeropuerto-dorado>
- Indra Company. (2022). *INDRA*. Recuperado de <https://www.indracompany.com/es/indra>
- Indra Company. (2022). *Informe de Sostenibilidad 2022*.
- Indra Company. (2023). Recuperado de <https://www.indracompany.com/es/indra-air-navigation>
- Indra Company. (2024). *Modelo de Innovación*. Madrid, España.
- Indra Company. (2024). *Tráfico Aéreo*. Recuperado de <https://www.indracompany.com/es/traffic-aereo-0>
- Innovación y Cualificación. (2014). *Gestión Ambiental en la Empresa* (Primera ed.). Ediciones de la U.
- Leal M., S. (2015). *e-Renovarse o morir: 7 tendencias tecnológicas para convertirte en un líder digital*. Empresarial, S.L.

- Levine, G. (2023). ¿Qué es la inteligencia artificial? *CE Noticias Financieras*.
- Manaut, S. (2024). El Plan Estratégico de Indra prevé alcanzar un volumen de negocio de 10.000 millones de euros en 2030. *El Cronista*. Recuperado de <https://www.cronista.com/espana/economia-finanzas/el-plan-estrategico-de-indra-preve-alcanzar-un-volumen-de-negocio-de-10-000-millones-de-euros-en-2030/>
- Martins, J. (2024). *Tu guía para comenzar con la gestión de recursos*. Recuperado de Asana: <https://asana.com/es/resources/resource-management-plan>
- Ministerio de Transporte. (2015). *Alcaldía de Bogotá*. Recuperado de <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=62514&dt=S>
- MIRO. (2024). *MIRO*. Recuperado de <https://miro.com/es/plantillas/matriz-de-innovacion/>
- Montoya, I., Hernandez, J., & Montoya, L. (2020). *Estrategias deliberadas y emergentes y su relación con el proceso de duelo psicológico*. doi:<https://doi.org/10.35575/rvucn.n61a16>
- Nova, E. (2024). *El margen de error y nivel de confianza en las encuestas*. Recuperado de StratBranding: <https://strat-branding.com/el-margen-de-error-y-nivel-de-confianza-en-las-encuestas/>
- Palomares Bustos, D. (2018). *Lienzo de Mapa de Empatía actualizado*. Recuperado de IMAGINERIA: <https://diegopalomares.es/lienzo-mapa-empatia-actualizado-la-herramienta-indispensable-comprender-clientes-usuarios-producto-servicio>
- Percipio. (2024). ¿Qué es la inteligencia artificial (IA)? Recuperado de <https://hpe.percipio.com/videos/5a025f3d-e9c3-41c6-871e-351da2eba4b9>
- Reátegui Chujutalli, M., & Chung Camus, H. (2023). Impactos ambientales de la actividad petrolera en una región Amazónica del Perú.
- Rivero, C., & Beltran, C. (2024). La inteligencia artificial en la educación del siglo XXI: avances, desafíos y oportunidades Presentación. *Monográfico*, 5-7. doi:<https://doi.org/10.18800/educacion.202401P001>
- Sancocho, J., & Ivorra, A. (2024). La irrupción de la Inteligencia artificial (IA) en los dominios científico y social. *Sociología & Tecnociencia*, 113-136.
- Shafique, R., Hamzah, E., Abdallah, T., Abdallah, A., & Raid, A.-A. (2024). Antecedents and consequences of big data knowledge management. *International Journal of Information Management Data Insights*, 4(2). doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijime.2024.100265>.
- Silvia, L. (2015). *e-Renovarse o morir: 7 tendencias tecnológicas para convertirte en un líder digital*.
- Slusher, J. (2015). *Conductas que promueven la innovación*. Recuperado de Great Place To Work: <https://www.greatplacetowork.cl/conductas-que-promueven-la-innovacion/>
- Sutherland, K., & Sutherland, J. (2020). *A guide to the scrum body of knowledge – SBOK*. Recuperado de ScrumStudy: <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-US.pdf>
- UXTips. (2019). ¿Cómo crear un Customer Journey Map? Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=g1Uptpdaz2o>
- Word Economic Forum. (2023). *Estas son las 10 tecnologías emergentes más importantes de 2023 y cómo impactarán al mundo*. Recuperado de <https://es.weforum.org/agenda/2023/06/estas-son-las-10-tecnologias-emergentes-mas-importantes-de-2023-asi-pueden-impactar-al-mundo/>
- Ynzunza Cortés, C. B., Izar Landeta, J. M., Bocarando Chacón, J. G., Aguilar Pereyra, F., & Larios Osorio, M. (2017). El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas

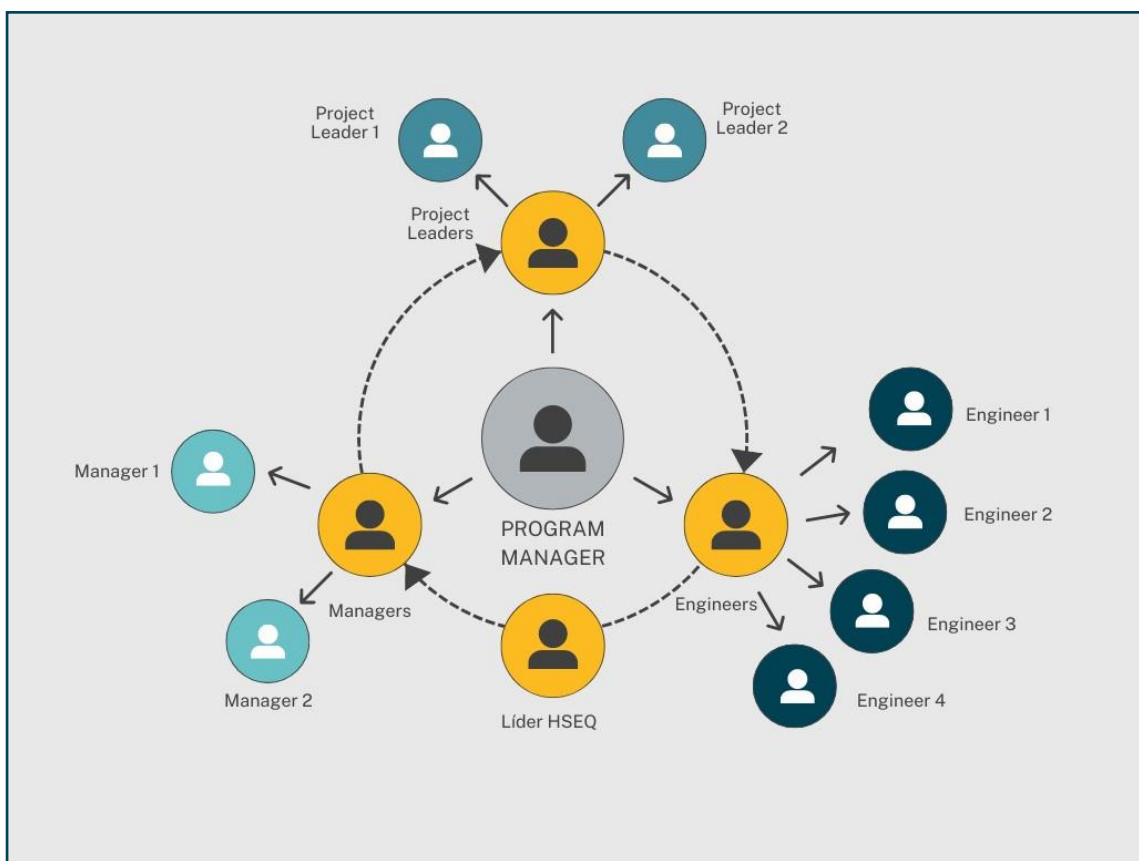
Futuras. *ConCiencia Tecnológica*. Recuperado de
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94454631006>

Anexo A. Marco general de la Compañía y Mercado ATM en Colombia

Estructura Organizacional del Mercado

La estructura organizacional del área de tráfico aéreo de Indra en Colombia se encuentra encabezada por un Program Manager, quien posee la visión global del Programa y supervisa el avance de los distintos proyectos que integran el área. A partir de allí, se ubican los diferentes integrantes del equipo que, en diferentes roles y grados de madurez, aportan bajo su liderazgo un valor específico al equipo de trabajo. El organigrama de este equipo está determinado de acuerdo con el siguiente organigrama:

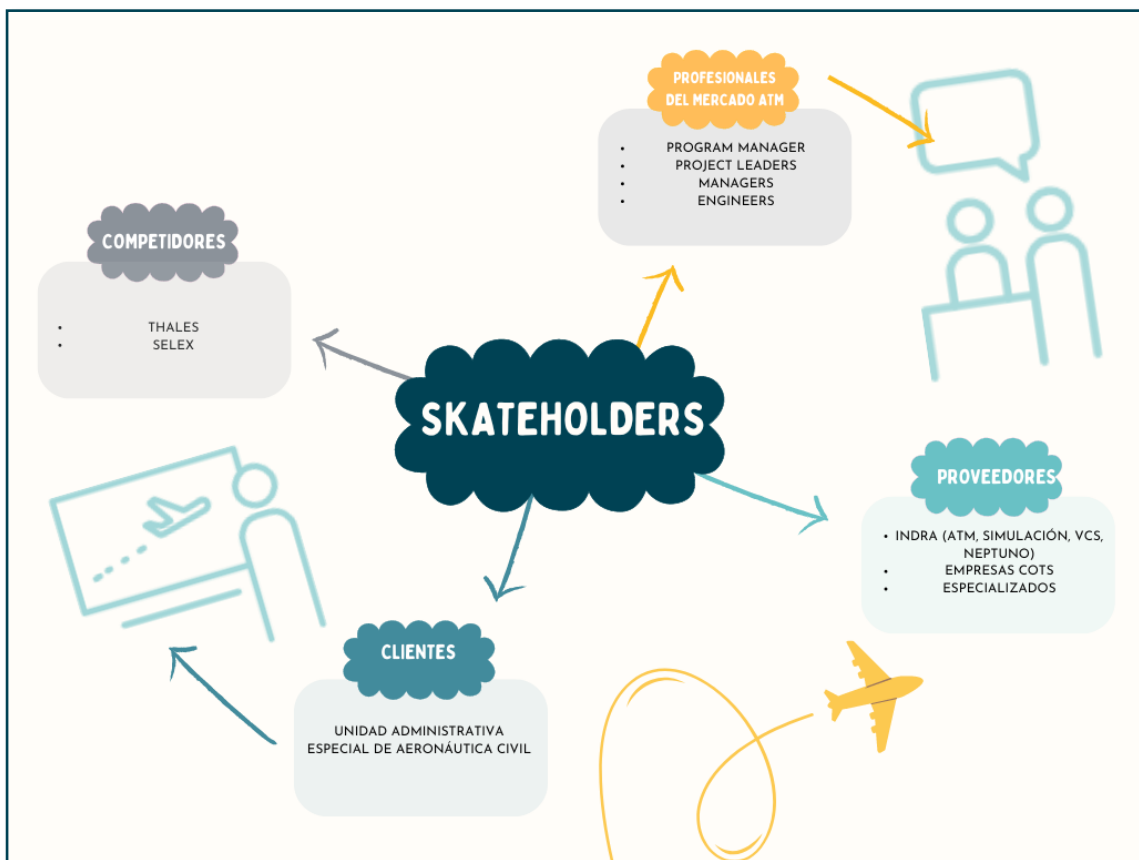
Figura 24. Estructura organizacional del área



Fuente: elaboración propia a partir de investigación dentro del área de negocio

Mapa de actores clave en el sector

Figura 25. Mapa de actores claves en el sector



Objetivos estratégicos de la Organización

En el transcurso del año 2024, Indra ha presentado su nuevo plan estratégico al 2030, el cual tiene por nombre “Leading the future (Carballal, 2024)” y cuyos objetivos principales se enfocan en posicionarse como líder en el mercado de Defensa, Tráfico Aéreo y Espacio.

Actualmente, Indra se encuentra en un proceso de evolución de sus mercados, donde a los tres anteriores se suma el Mercado de Minsait, el cual se integrará con Mobility.

De esta manera, buscará reforzar sus programas de Defensa y su ecosistema tecnológico, convirtiéndose en uno de los principales actores europeos en los sectores económicos correspondientes (Manaut, 2024).

Otro de los objetivos estratégicos de Indra importantes en esta evolución, será la integración de las soluciones de defensa con las soluciones civiles, pudiendo llegar así a un cliente objetivo mayor y reforzar sus productos propios. Adicionalmente, esto le permitirá, de acuerdo con lo informado por el señor Toñi García en su comunicado de prensa “*EL PLAN ESTRATÉGICO LEADING THE FUTURE PERMITIRÁ A INDRA PASAR A OTRA DIMENSIÓN (2024)*”, transformar las operaciones para lograr mayores eficiencias y evolucionar la capacidad de integración de los sistemas mediante la “estandarización y digitalización de los modelos de ingeniería y producción”.

Objetivos del Mercado

El Mercado de tráfico aéreo tiene 3 objetivos generales principales a nivel mundial sobre los que basa sus desarrollos y aplicaciones, estos se encuentran publicados en su página web y en forma asertiva resaltan la importancia de garantizar que los vuelos sean seguros y eficientes mientras crece el tráfico aéreo en el mundo. Así mismo, se impulsan soluciones innovadoras y se busca continuamente la mejora de la capacidad mientras el mundo y la empresa se enfocan en la reducción de los impactos ambientales (Indra Company, 2024).

Posicionamiento de la solución propuesta en el ecosistema

Teniendo en cuenta que el posicionamiento de la propuesta en el ecosistema objeto de esta investigación, viene dado por el interés particular de optimizar la gestión del

conocimiento dentro un equipo de trabajo multidisciplinar, se determinan de manera rápida y precisa los siguientes ítems. Los cuáles establecen el público objetivo dentro del ecosistema y sus necesidades, así como la propuesta de posicionamiento para la solución del problema (Fowler, 2024).

Figura 26. Mapa de posicionamiento en el ecosistema



Procesos actuales y áreas de mejora

El Mercado de tráfico aéreo en Colombia se caracteriza por mantener un equipo de trabajo multidisciplinar que ejecuta los diferentes proyectos de la Compañía que se adjudican por licitación pública o contratación directa para el área de ATM/CNS (Air Traffic

Management/Communication/Navigation/Surveillance). Todos estos proyectos dentro del sector público y con único cliente, La Unidad Administrativa de Aeronáutica Civil.

Actualmente, esta área de negocio cuenta con tres proyectos en vigencia de ejecución, los cuáles se describen brevemente a continuación:

Tabla 11. *Proyectos actuales de ATM*

PROYECTO	OBJETO DEL CONTRATO	TIPO DEL CONTRATO	SITIO DE INSTALACIÓN
PROYECTO #1	“Realizar el mantenimiento preventivo/correctivo y soporte técnico de todos los sistemas, subsistemas e instalaciones del simulador Indra del CEA vigencias futuras”	Adjudicación directa	Centro de Estudios Aeronáuticos CEA - Bogotá
PROYECTO #2	Actualización y conservación de once sistemas de radioayudas tipo DVOR de la marca Indra a nivel nacional	Adjudicación directa	DVOR Zipaquirá / DVOR Mitú / DVOR San Andrés Isla / DVOR Ipiales / DVOR Florencia / DVOR Neiva / DVOR Arauca / DVOR Yopal / DVOR Piedecuesta / DVOR Ibagué / DVOR Villavicencio
PROYECTO #3	“Adquirir, instalar, comisionar y poner en funcionamiento sistemas de vigilancia PSR/MSSR - Modo S y ADS-B enhanced integrado redundante de última tecnología- lote 2: “Cali Puerto, Leticia, TMA Bogotá, Mitú” “Adquirir, instalar, comisionar y poner en funcionamiento sistemas de vigilancia PSR/MSSR - Modo S y ADS-B enhanced integrado redundante de última tecnología- lote 1: Tubará, Carepa, Cerro Maco”	Adjudicación pública	Cali Puerto / Leticia / TMA Bogotá / Mitú / Tubará / Carepa / Cerro Maco

Para todos los proyectos, los procesos que se llevan a cabo pueden ubicarse dentro de la metodología del PMI, es decir, se cuenta con una iniciación, planificación, ejecución, seguimiento y control y, cierre. Estos procesos se realizan desde la presentación de oferta para cada uno de los proyectos, la gestión de estos y la ejecución de todas las actividades técnicas requeridas para las instalaciones y puestas a punto. Así mismo, se incluye dentro de los periodos contractuales la garantía y mantenimientos preventivos/correctivos, los cuales, llevados a cabo a satisfacción, resultan en el cierre y liquidación del proyecto.

En cuanto a las áreas de mejora específicas, el enfoque de este trabajo busca mejorar los procesos que se llevan a cabo durante la etapa de garantía y postventa, donde se vuelve imprescindible la correcta gestión del conocimiento con el fin de mantener dentro de la Compañía, el conocimiento e información propia generada por cada uno de los profesionales. Lo anterior para la generación de nuevos procedimientos propios efectivos para la resolución de problemas y como medida de trazabilidad de cada uno de los proyectos.

Anexo B. Aplicaciones de Inteligencia Artificial exitosas en otras industrias o competidores

- **Netflix:** un servicio de transmisión de video que brinda entretenimiento a decenas de millones de suscriptores. Creció rápidamente gracias a su avanzado motor de recomendaciones. Su motor de recomendaciones de Netflix, o NRE, filtra miles de títulos en función de las preferencias del usuario. Se estima que el 80% de la actividad de sus espectadores está impulsada por sus recomendaciones personalizadas (Silvia, 2015).
- **Google:** es el motor de búsqueda más utilizado del mundo y realiza más de 3.5 mil millones de búsquedas por día, adicionalmente está lanzando el nuevo modelo de inteligencia artificial llamado *Gemini*, entrenado con grandes cantidades de información para comprender lo que un usuario quiere ordenar y poder dar respuesta a su consulta de forma natural. (Esteban, 2024).
- **Siri:** el asistente de voz de iPhone, y **Alexa**, el asistente de voz de Amazon, pueden digitalizar y analizar el habla y, luego identificar lo que el usuario necesita en función de grandes cantidades de datos de entrenamiento auditivo. Los algoritmos utilizados incluyen el procesamiento del lenguaje natural, que permite a estos asistentes comprender variaciones de las mismas preguntas (Silvia, 2015).

Anexo C. Mercado objetivo del trabajo investigativo

Para el diseño metodológico de la presente investigación, es necesario determinar la población y muestra del proyecto, lo que, a su vez, se reflejará en el desarrollo del documento, como el mercado objetivo.

La determinación de la población y la muestra, se realizan con el fin de establecer un número finito de personas o elementos a los cuáles se les realizará el análisis correspondiente durante la investigación, individuos sobre los cuáles se desarrollarán las actividades y serán el conjunto representativo para el establecimiento de las necesidades y factores típicos encontrados. Para ello, se tendrán en cuenta parámetros como el tiempo disponible para el desarrollo de la investigación y la capacidad de obtención de información a partir de la muestra determinada.

Así, la población de este proyecto se establece una vez es ajustado y definitivo el alcance de la investigación, refiriéndose específicamente a los integrantes totales del Mercado de ATM en Colombia. Para efectos de este trabajo y basados en la realidad, la población examinada consta de un total de 10 profesionales.

En cuanto al tamaño de la muestra, es preciso indicar que los parámetros de nivel de confianza y margen de error se establecen en 95% y 5% respectivamente, teniendo en cuenta los valores típicos para este tipo de investigaciones. Sin embargo, al afirmar que el equipo de trabajo investigado está conformado por un grupo heterogéneo, con personas de características distintas como la edad y nivel de ingreso (Nova, 2024) y, dado que la población es pequeña y se han tomado los porcentajes mencionados anteriormente, la muestra poblacional será de 10 individuos, valor que reduce en gran medida los riesgos de errores en la obtención de la información. Lo anterior, teniendo en cuenta, además, el

marco de referencia de la investigación, la forma de recolección de la información y el alcance de este proyecto (Nova, 2024).

Es de anotar que, todos los integrantes del mercado objetivo son ingenieros altamente capacitados y hábiles en sistemas de gestión del tráfico aéreo.

Por otra parte, puede determinarse que el impacto de seleccionar como muestra de la investigación a toda la población del área de negocio es ventajoso respecto a otras investigaciones, dado que se tendrá el abanico completo de apreciaciones respecto al diseño de la propuesta, así como la referencia de necesidades de todos los profesionales integrantes del equipo, discriminadas de acuerdo con el rol que cada uno cumple dentro del área de negocio.

Anexo D. Business Model Platform

MEJORA EN LA EFICIENCIA OPERATIVA			
PROPIETARIO	PROVEEDOR	SOCIOS	USUARIO FINAL
Indra	Equipo de desarrollo	Clientes y otros interesados	Equipo de trabajo de ATM Colombia
Trabajo			
Proveer las herramientas para acceder a la IA	Desarrollar, implementar y mantener la solución de IA Generativa	Supervisar y regular la IA cumpliendo normativas y estándares de seguridad	Utilizar la solución de IA generativa
Frustraciones			
Cambios frecuentes en los requisitos del producto	Integración de la IA con los sistemas propios de Indra	Mantenerse al día con las tecnologías innovadoras	Falta de herramientas que integren la información
Limitación de recursos económicos y de infraestructura	Capacitación del personal	Colaboración efectiva con empresas privadas	Procesos manuales que consumen tiempo.
	Resistencia al cambio	Limitación para realizar auditorías y supervisiones	Dificultad para acceder a mejores prácticas y lecciones aprendidas
Ganancias			
Oportunidades para innovar	Mejora en la satisfacción del cliente	Mejora en la seguridad y eficiencia del Tráfico Aéreo	Acceso a información consolidada y actualizada
Mejora en la productividad y eficiencia del equipo de trabajo	Nuevas oportunidades de negocio en el mercado de ATM	Fortalecimiento sector público-privado	Mejora en la calidad de la toma de decisiones
	Mejora en el posicionamiento en el mercado	Mejora en las atenciones a casos de garantía y postventa	Aumento de la eficiencia y reducción de tiempos en la redacción de informes

MEJORA EN LA EFICIENCIA OPERATIVA			
PROPIETARIO	PROVEEDOR	SOCIOS	USUARIO FINAL
Indra	Equipo de desarrollo	Clientes y otros interesados	Equipo de trabajo de ATM Colombia
Transacción			
Creación, mantenimiento y entrenamiento de la IA	Provisión de Soporte técnico a usuarios de la IA	Colaboración y comunicación con Indra para asegurar cumplimiento del contrato	Interacción con la herramienta IA Generativa para entrenar y obtener información y generar informes
Gobernanza	Filtros		
Gestión de interesados	Requisitos de seguridad y protocolo de calidad	Normativas y regulaciones para cumplir	Requisitos de capacitación para el uso de la herramienta
Uso de metodologías ágiles			
Definición de roles claros			
Canales de promoción			
Informes de progreso	Comunicación interna	Reuniones e informes de cumplimiento	Plataforma digital de Indra
Presentación y demostración del producto	Reuniones con el equipo del mercado de ATM	Plataforma de comunicación con Indra	Intranet
			Aplicativo específico desarrollado para la IA
Actividades			
Definición y priorización del producto	Capacitación de usuarios	Evaluación de proyectos.	Análisis de datos

MEJORA EN LA EFICIENCIA OPERATIVA			
PROPIETARIO	PROVEEDOR	SOCIOS	USUARIO FINAL
Indra	Equipo de desarrollo	Clientes y otros interesados	Equipo de trabajo de ATM Colombia
Reuniones con el equipo de desarrollo	Desarrollo de software	Evaluación de servicio	Introducción de datos
Revisión y aceptación de entregas	Pruebas de solución	Auditorias	Generación de informes
Seguimiento y control de la evolución del proyecto	Soporte técnico	Formulación de políticas	Colaboración con compañeros de trabajo
Recursos			
Herramientas de gestión de proyectos y productos	Equipo de desarrollo	Personal especializado en regulación	Conocimientos técnicos del mercado de ATM en Colombia
Datos del mercado de ATM	Infraestructura tecnológica	Acceso a datos del sector	Acceso a la IA
Personal altamente capacitado en Tráfico aéreo y tecnología	Conocimientos en IA Generativa	Herramientas de evaluación	Soporte técnico

Anexo E. Proyecciones Financieras

Tabla 12. Costo Inversión Inicial

COSTOS			
Periodo	Descripción	Tipo de Recurso	Valor
COSTO INVERSIÓN INICIAL HERRAMIENTA			
INICIAL	Entrenamiento del Modelo	Tecnológico	USD 100.00
INICIAL	Almacenamiento de Datos	Tecnológico	USD 10.00
INICIAL	Implementación en dispositivo	Tecnológico	USD 200.00
INICIAL	Desarrollo de API y Funciones Serverless	Tecnológico	USD 50.00
INICIAL	MS Purview Info Protection	Tecnológico	USD 40.00
INICIAL	Azure Info Protection Premium	Tecnológico	USD 40.00
INICIAL	Azure Security Center	Tecnológico	USD 15.00
INICIAL	Azure Key Vault	Tecnológico	USD 3.00
INICIAL	Programador Senior- Ingeniero Senior I	Humano	USD 18,495.00
INICIAL	Programador Junior - Ingeniero I	Humano	USD 9,733.50
INICIAL	Servidor HPE DL380 Gen 10 8SFF CTO	Tecnológico	USD 3,680.00
Total			USD 32,366.50

Tabla 13. Costo Manutención herramienta Año 1

COSTO MANUTENCIÓN MENSUAL HERRAMIENTA AÑO 1			
MENSUAL	Entrenamiento del Modelo	Tecnológico	USD 100.00
MENSUAL	Almacenamiento de Datos	Tecnológico	USD 10.00
MENSUAL	Pipelines de Datos	Tecnológico	USD 5.00
MENSUAL	Servicios de Lenguaje Natural	Tecnológico	USD 20.00

COSTO MANUTENCIÓN MENSUAL HERRAMIENTA AÑO 1			
MENSUAL	Funciones Serverless	Tecnológico	USD 10.00
MENSUAL	Gestión de APIs	Tecnológico	USD 150.00
MENSUAL	Búsqueda y Minería de Datos	Tecnológico	USD 75.00
MENSUAL	Microsoft Purview Information Protection	Tecnológico	USD 40.00
MENSUAL	Azure Information Protection Premium P2	Tecnológico	USD 40.00
MENSUAL	Azure Security Center	Tecnológico	USD 15.00
MENSUAL	Azure Key Vault	Tecnológico	USD 3.00
MENSUAL	Programador Junior - Ingeniero I	Humano	USD 1,297.80
			Total USD 1,765.80

Tabla 14. Costo Manutención herramienta Año 2

COSTO MANUTENCIÓN MENSUAL HERRAMIENTA AÑO 2			
MENSUAL	Entrenamiento del Modelo	Tecnológico	USD 115.00
MENSUAL	Almacenamiento de Datos	Tecnológico	USD 11.50
MENSUAL	Pipelines de Datos	Tecnológico	USD 5.75
MENSUAL	Servicios de Lenguaje Natural	Tecnológico	USD 23.00
MENSUAL	Funciones Serverless	Tecnológico	USD 11.50
MENSUAL	Gestión de APIs	Tecnológico	USD 172.50
MENSUAL	Búsqueda y Minería de Datos	Tecnológico	USD 86.25
MENSUAL	Microsoft Purview Information Protection	Tecnológico	USD 46.00
MENSUAL	Azure Information Protection Premium P2	Tecnológico	USD 46.00
MENSUAL	Azure Security Center	Tecnológico	USD 17.25
MENSUAL	Azure Key Vault	Tecnológico	USD 3.45
MENSUAL	Programador Junior - Ingeniero I	Humano	USD 1,492.47
			Total USD 2,030.67

Tabla 15. Costo Manutención herramienta Año 3

COSTO MANUTENCIÓN MENSUAL HERRAMIENTA AÑO 3				
MENSUAL	Entrenamiento del Modelo	Tecnológico	USD 132.25	
MENSUAL	Almacenamiento de Datos	Tecnológico	USD 13.23	
MENSUAL	Pipelines de Datos	Tecnológico	USD 6.61	
MENSUAL	Servicios de Lenguaje Natural	Tecnológico	USD 26.45	
MENSUAL	Funciones Serverless	Tecnológico	USD 13.23	
MENSUAL	Gestión de APIs	Tecnológico	USD 198.38	
MENSUAL	Búsqueda y Minería de Datos	Tecnológico	USD 99.19	
MENSUAL	Microsoft Purview Information Protection	Tecnológico	USD 52.90	
MENSUAL	Azure Information Protection Premium P2	Tecnológico	USD 52.90	
MENSUAL	Azure Security Center	Tecnológico	USD 19.84	
MENSUAL	Azure Key Vault	Tecnológico	USD 3.97	
MENSUAL	Programador Junior - Ingeniero I	Humano	USD 1,716.34	
			Total	USD 2,335.27

Tabla 16. Costo hora hombre año a año

AÑO	1	2	3	4	5
	2024	2025	2026	2027	2028
COSTO HM COP	COP 51,167.00	COP 54,493.00	COP 58,035.00	COP 61,807.00	COP 65,825.00
COSTO HM USD	USD 10.23	USD 10.90	USD 11.61	USD 12.36	USD 13.17
TRM	COP 5,000.00				

Tabla 17. *Inversión de tiempo de operación actual*

OPERACIÓN ACTUAL			
Actividad	Tiempo implementado por ocasión (Hr)	Iteraciones Mensuales	Cantidad de Ingenieros
Redacción de informes	6	10	10
Búsqueda de información en manuales	1	20	

Tabla 18. *Inversión de tiempo de operación proyectada*

OPERACIÓN PROYECTADA			60%
Actividad	Tiempo implementado por ocasión (Hr)	Iteraciones Mensuales	Cantidad de Ingenieros
Redacción de informes	2.4	10	10
Búsqueda de información en manuales	0.4	20	

Tabla 19. *Proyección costos operativos año a año sin optimización de tiempo*

PROYECCIÓN COSTOS OPERATIVOS AÑO A AÑO SIN OPTIMIZACION DE TIEMPO						
AÑO	0	1	2	3	4	5
COSTO MENSUAL REDACCION INFORMES	USD 614.00	USD 614.00	USD 653.92	USD 696.42	USD 741.68	USD 789.90
COSTO MENSUAL BUSQUEDA INFORMACION	USD 204.67	USD 204.67	USD 217.97	USD 232.14	USD 247.23	USD 263.30
COSTO ANUAL REDACCION INFORMES	USD 73,680.48	USD 73,680.48	USD 78,469.92	USD 83,570.40	USD 89,002.08	USD 94,788.00

PROYECCIÓN COSTOS OPERATIVOS AÑO A AÑO SIN OPTIMIZACION DE TIEMPO						
AÑO	0	1	2	3	4	5
COSTO ANUAL BUSQUEDA INFORMACIÓN	USD 24,560.16	USD 24,560.16	USD 26,156.64	USD 27,856.80	USD 29,667.36	USD 31,596.00
COSTO TOTAL ANUAL	USD 98,240.64	USD 98,240.64	USD 104,626.56	USD 111,427.20	USD 118,669.44	USD 126,384.00

Tabla 20. Proyección costos operativos año a año con optimización de tiempo

PROYECCIÓN COSTOS OPERATIVOS AÑO A AÑO CON OPTIMIZACION DE TIEMPO						
AÑO	0	1	2	3	4	5
COSTO MENSUAL REDACCION INFORMES	USD 245.60	USD 245.60	USD 261.57	USD 278.57	USD 296.67	USD 315.96
COSTO MENSUAL BUSQUEDA INFORMACION	USD 81.87	USD 81.87	USD 87.19	USD 92.86	USD 98.89	USD 105.32
COSTO ANUAL REDACCION INFORMES	USD 29,472.19	USD 29,472.19	USD 31,387.97	USD 33,428.16	USD 35,600.83	USD 37,915.20
COSTO ANUAL BUSQUEDA INFORMACION	USD 9,824.06	USD 9,824.06	USD 10,462.66	USD 11,142.72	USD 11,866.94	USD 12,638.40
COSTO TOTAL ANUAL	USD 39,296.26	USD 39,296.26	USD 41,850.62	USD 44,570.88	USD 47,467.78	USD 50,553.60

Tabla 21. Proyección Ahorros operativos año a año

PROYECCIÓN AHORROS OPERATIVOS AÑO A AÑO					
AÑO	1	2	3	4	5
AHORRO ANUAL	USD 58,944.38	USD 62,775.94	USD 66,856.32	USD 71,201.66	USD 75,830.40

Tabla 22. *Proyección costos de sostenimiento año a año de la herramienta*

PROYECCIÓN COSTOS SOSTENIMIENTO AÑO A AÑO DE LA INVERSIÓN					
AÑO	1	2	3	4	5
COSTO	USD 21,189.60	USD 24,368.04	USD 28,023.25	USD 32,226.73	USD 37,060.74

Anexo F. Análisis de escenarios

Para el presente análisis, se tendrán en cuenta tres (3) escenarios diferentes con certezas que varían en función del impacto y nivel de incertidumbre, los cuales, permitirán indagar en las posibilidades de cambio a nivel de los recursos del proyecto, de acuerdo con el porcentaje de optimización obtenido en función del tiempo promedio gastado por los profesionales en la redacción de informes y búsqueda de información para resolución de incidencias, teniendo en cuenta el análisis de costos y la proyección financiera estructurada en este documento.

De esta forma, se tienen en cuenta 3 situaciones específicas para la etapa de consolidación del proyecto e implementación de este, las cuáles se determinan a continuación:

- **Escenario #1.** Porcentaje de optimización esperado, escenario modesto (Operación proyectada del 40% con una optimización del 60%).
- **Escenario #2.** Porcentaje de optimización superior al esperado, escenario optimista (Operación proyectada del 10% con una optimización del 90%).
- **Escenario #3.** Porcentaje de optimización bajo, escenario pesimista (Operación proyectada del 60% con una optimización del 10%).

El análisis de escenarios aquí ejecutado, se realiza utilizando la herramienta de Microsoft Excel ® llamada “Administrador de escenarios”, la cual permitió modificar la celda de operación proyectada y encontrar los resultados que han sido mostrados en el apartado 6.1 de proyecciones financieras.

Del análisis realizado podemos obtener los siguientes resultados en unidades de tiempo para cada uno de los escenarios:

Tabla 23. Duraciones en la operación actual

OPERACIÓN ACTUAL			
Actividad	Tiempo implementado por ocasión (Hr)	Iteraciones Mensuales	Cantidad de Ingenieros
Redacción de informes	6	10	10
Búsqueda de información en manuales	1	20	

Tabla 24. Duración de operación con Payback objetivo de 1 año

OBJETIVO DE PAYBACK A 1 AÑO			
OPERACIÓN PROYECTADA			46%
Actividad	Tiempo implementado por ocasión (Hr)	Iteraciones Mensuales	Cantidad de Ingenieros
Redacción de informes	2,7	10	10
Búsqueda de información en manuales	0,5	20	

Tabla 25. Duraciones de operación con análisis de escenarios

ESCENARIO #1			
OPERACIÓN PROYECTADA			40%
Actividad	Tiempo implementado por ocasión (Hr)	Iteraciones Mensuales	Cantidad de Ingenieros
Redacción de informes	2,4	10	10
Búsqueda de información en manuales	0,4	20	
ESCENARIO #2			
OPERACIÓN PROYECTADA			10%
Actividad	Tiempo implementado por ocasión (Hr)	Iteraciones Mensuales	Cantidad de Ingenieros
Redacción de informes	0,6	10	10
Búsqueda de información en manuales	0,1	20	
ESCENARIO #3			
OPERACIÓN PROYECTADA			60%
Actividad	Tiempo implementado por ocasión (Hr)	Iteraciones Mensuales	Cantidad de Ingenieros
Redacción de informes	3,6	10	10
Búsqueda de información en manuales	0,6	20	

Anexo G. Análisis de encuestas

A continuación, se presenta el listado de respuestas a una de las encuestas realizadas al interior del equipo de trabajo. Estas respuestas son exclusivamente educativas y fueron analizadas e incluidas para el desarrollo de la investigación.

Tabla 26. Encuesta, primera parte

Id	¿Cuántos años tiene?	¿Cuál es su cargo actual en la organización?	¿Cuál es su nivel de dominio de la tecnología y los sistemas de información en general?	¿Considera que el flujo de las comunicaciones al interior del equipo ATM es?	¿Qué tan satisfecho se siente con la forma en que le comunican al interior del equipo de trabajo las actividades de posventa o garantía que debe apoyar?
1	18 - 25	Junior Engineer	Intermedio	Indiferente	Indiferente
2	18 - 25	Ingeniero Junior	Intermedio	Indiferente	Satisfecho
3	26 - 35	LIDER HSE	Intermedio	Ineficaz	Indiferente
4	26 - 35	Project Leader	Avanzado	Ineficaz	Indiferente
5	46 - 55	Junior Engineer	Intermedio	Indiferente	Indiferente
6	36 - 45	MANAGER	Avanzado	Ineficaz	Insatisfecho

Tabla 27. Encuesta, segunda parte

Id	Actualmente, ¿le es fácil tener acceso a la documentación que se genera de los informes o procedimientos sobre los sistemas intervenidos en las etapas de posventa y garantía en ATM?	¿Considera que las herramientas tecnológicas mejoran la eficiencia en la gestión de las labores diarias y la gestión de las comunicaciones?	¿Considera que el área de ATM en Colombia cuenta con una herramienta específica de gestión del conocimiento y la información para la etapa de garantía y postventa?	Si existe una herramienta de gestión del conocimiento y la información para estas dos etapas, ¿cree que es eficiente internamente para el equipo de trabajo y de cara al Cliente?	Una herramienta IA generativa ¿qué tan competitiva la considera? en comparación con otras soluciones similares (share point, One Drive, entre otros), en los siguientes aspectos: Seguridad de la información
1	Indiferente	Si	Si	Tal vez	Neutral
2	Difícil	Si	Si	Definitivamente si	Muy competitivo
3	Indiferente	Si	No	No aplica (no existe la herramienta)	Algo competitivo
4	Difícil	Si	No	No aplica (no existe la herramienta)	Algo competitivo
5	Difícil	Si	No	No creo	Algo competitivo
6	Indiferente	Si	No	No aplica (no existe la herramienta)	Algo competitivo

Tabla 28. Encuesta, tercera parte

Id	¿Considera que la herramienta actual de gestión del conocimiento y la información debe ser ajustada para suplir las necesidades actuales del equipo de trabajo?	¿Te gustaría ver una herramienta tecnológica que te permita tener acceso a la gestión del conocimiento?	¿En qué medida considera que la IA proporcionaría una solución en la Gestión del Conocimiento dentro del Área ATM?	¿Qué tan importante es para ti que la herramienta de IA se adapte a las necesidades específicas de tu equipo?	¿Está de acuerdo con una herramienta IA Generativa que le permita al equipo de ATM realizar informes de manera fácil y rápida?
1	Tal vez	Definitivamente si	Definitivamente si	Definitivamente si	Definitivamente si
2	Tal vez	Definitivamente si	Definitivamente si	Tal vez	Definitivamente si
3	No aplica (no existe la herramienta)	Definitivamente si	Tal vez	Definitivamente si	Definitivamente si
4	Definitivamente si	Definitivamente si	Definitivamente si	Definitivamente si	Definitivamente si

Diseño de una propuesta de inteligencia artificial generativa privada para procedimientos técnicos del Mercado de Tráfico Aéreo de Indra en Colombia

Id	¿Considera que la herramienta actual de gestión del conocimiento y la información debe ser ajustada para suplir las necesidades actuales del equipo de trabajo?	¿Te gustaría ver una herramienta tecnológica que te permita tener acceso a la gestión del conocimiento?	¿En qué medida considera que la IA proporcionaría una solución en la Gestión del Conocimiento dentro del Área ATM?	¿Qué tan importante es para ti que la herramienta de IA se adapte a las necesidades específicas de tu equipo?	¿Está de acuerdo con una herramienta IA Generativa que le permita al equipo de ATM realizar informes de manera fácil y rápida?
5	Tal vez	Tal vez	Definitivamente si	Definitivamente si	Definitivamente si
6	No aplica (no existe la herramienta)	Definitivamente si	Definitivamente si	Definitivamente si	Definitivamente si

Tabla 29. Encuesta, cuarta parte

Id	Una herramienta IA generativa ¿qué tan competitiva la considera? en comparación con otras soluciones similares (share point, One Drive, entre otros), en los siguientes aspectos: Adaptabilidad	Una herramienta IA generativa ¿qué tan competitiva la considera? en comparación con otras soluciones similares (share point, One Drive, entre otros), en los siguientes aspectos: Accesibilidad	Una herramienta IA generativa ¿qué tan competitiva la considera? en comparación con otras soluciones similares (share point, One Drive, entre otros), en los siguientes aspectos: Autonomía	Una herramienta IA generativa ¿qué tan competitiva la considera? en comparación con otras soluciones similares (share point, One Drive, entre otros), en los siguientes aspectos: Servicios de asistencia	En una escala del 1 al 10, ¿Qué tan frustrado te sientes ante la adaptación a estos nuevos desafíos (inteligencia artificial) en un entorno empresarial?
1	Neutral	Neutral	Muy competitivo	Muy competitivo	1
2	Neutral	Neutral	Algo competitivo	Algo competitivo	9
3	Muy competitivo	Muy competitivo	Muy competitivo	Muy competitivo	5
4	Muy competitivo	Muy competitivo	Muy competitivo	Muy competitivo	1
5	Algo competitivo	Algo competitivo	Algo competitivo	Algo competitivo	1
6	Muy competitivo	Muy competitivo	Algo competitivo	Muy competitivo	7

A Partir de la información anterior, se generan evidencias preliminares para el desarrollo del proyecto, proporcionando datos cuantitativos y cualitativos que permiten validar la

información requerida para el correcto flujo de los capítulos. A continuación, mediante la siguiente infografía, se resumen los datos y resultados obtenidos mediante las validaciones realizadas a los usuarios del sector y futuros clientes de la herramienta INARGEN, datos que se han utilizado para la solución presentada en este proyecto.

Figura 27. Validación preliminar

