

Solución informática con inteligencia artificial para resolver consultas normativas en el ámbito  
de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC)

Autor:

Paulino Rodríguez Palomino

Trabajo de grado modalidad proyecto aplicado para optar al título de Magister en Administración  
de Organizaciones

Directora de proyecto de grado:

Ing. Ingrid Carolina Vega García

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD  
ESCUELA DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS, CONTABLES, ECONÓMICAS Y DE  
NEGOCIOS  
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE ORGANIZACIONES  
BARRANQUILLA

2020

## Tabla de contenido

Índice de figuras.....	5
Índice de tablas .....	6
Título del proyecto de desarrollo tecnológico .....	7
Resumen y palabras clave.....	8
Abstract.....	9
Introducción .....	10
Identificación de la organización .....	12
1.1    Misión.....	12
1.2    Visión.....	12
1.3    Objetivos institucionales.....	13
1.4    Funciones y deberes.....	14
1.5    Organigrama .....	16
Identificación del problema técnico.....	18
2.1    Árbol de problemas.....	18
2.2    Antecedentes del problema.....	18
2.3    Contexto de desarrollo del problema.....	20
2.4    Descripción del problema.....	22
2.5    Sistematización del problema .....	28

2.6	Objetivos del proyecto .....	29
2.7	Justificación .....	30
2.8	Identificación de los interesados .....	32
2.9	Identificación de posibles modalidades de solución.....	35
2.10	Identificación de la mejor solución en términos de impacto y efectividad .....	39
2.11	Restricciones y constricciones que debe enfrentar la solución propuesta .....	42
	Presentación del caso de negocio.....	44
3.1	Recursos necesarios para el desarrollo de la solución .....	44
3.2	Resultados esperados e indicadores clave de desempeño (KPI's).....	45
3.3	Unidades de negocio que se deben integrar.....	46
3.4	Hipótesis de trabajo .....	47
	Solución al problema técnico.....	48
4.1	Análisis de escenarios.....	48
4.2	Análisis de causas y efectos.....	52
4.3	Alineación de la solución con los objetivos estratégicos de Aerocivil.....	52
4.4	Plan de comunicaciones.....	54
	Aspectos administrativos .....	58
5.1	Cronograma de actividades.....	59
5.2	Costos del proyecto de desarrollo tecnológico .....	60
5.3	Hoja de recursos del proyecto de desarrollo tecnológico .....	61

5.4	Relación de entregables del proyecto de consultoría.....	62
5.5	Evaluación del desarrollo del proyecto en términos de factibilidad económica .....	63
	Lecciones aprendidas .....	64
	Referencias.....	65

## Índice de figuras

Figura 1. Organigrama Aerocivil.....	17
Figura 2. Árbol de problemas .....	18
Figura 3. Matriz de poder – interés.....	34
Figura 4. Matriz Influencia-Previsibilidad.....	35
Figura 5. Arquitectura básica para la búsqueda de respuestas.....	39
Figura 6. Gráfica de causa y efecto.....	52
Figura 7. Flujo de información del proyecto .....	57
Figura 8. Cronograma de actividades .....	59
Figura 9. Costos del proyecto .....	60
Figura 10. Uso de recursos.....	61

## Índice de tablas

Tabla 1. Identificación de impactos ¿Qué pasa si...?	27
Tabla 2. Matriz de interesados	32
Tabla 3. Posibles modalidades de solución	36
Tabla 4. Análisis de características de las posibles modalidades de solución	40
Tabla 5. Resultados esperados e indicadores clave de desempeño (KPI's)	45
Tabla 6. Factores clave	48
Tabla 7. Construcción de proyecciones futuras	49
Tabla 8. Estructuración de escenarios	49
Tabla 9. Análisis de escenarios – Estrategias	51
Tabla 10. Objetivos estratégicos alineados con la solución propuesta	53
Tabla 11. Requisitos de comunicación de los interesados	55
Tabla 12. Métodos de comunicación	56

**Título del proyecto de desarrollo tecnológico**

Solución informática con Inteligencia Artificial para resolver consultas normativas en el ámbito de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC)

## **Resumen y palabras clave**

Los diferentes actores que intervienen en el transporte aéreo en Colombia, tienen que tomar decisiones a diario basados en los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC) emitidos por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (Aerocivil). Debido a que los tiempos de reacción en esta industria se miden en minutos, se hace necesario que las decisiones se puedan hacer de forma ágil y sin temor a romper las normas (Las demoras mientras se hacen consultas normativas, generan costos). Por eso es necesario que la Aerocivil, como autoridad aeronáutica y como encargada de establecer políticas que permitan garantizar el correcto funcionamiento de la aviación civil bajo principios de seguridad, oportunidad y eficiencia, se plantee la posibilidad de implementar un sistema informático con un componente de Inteligencia Artificial que tenga la capacidad de entender una consulta en lenguaje natural, realizar un rápido análisis de texto en los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC) y dar como entregable una respuesta en tiempo real y alineada con la normatividad.

Es por esto que el presente proyecto realizó una consultoría organizacional a la Aerocivil en dónde se identificó de forma adecuada el problema técnico en el que está inmersa, se desarrolló por medio de un caso de negocio la posible solución al problema técnico y los aspectos administrativos asociados que determinaron su viabilidad.

**Palabras clave:** Inteligencia Artificial, minería de texto, procesamiento de lenguaje natural, derecho aéreo, transporte aéreo.



## **Abstract**

The different actors involved in air transport in Colombia, have to make decisions on a daily basis based on the Aeronautical Regulations of Colombia (RAC) issued by Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (Aerocivil). Because the reaction times in this industry are measured in minutes, it is necessary that decisions can be made quickly and without fear of breaking the rules (Delays while doing regulatory consultations, generate costs). That is why it is necessary that Aerocivil, as an aeronautical authority and as responsible for establishing policies that ensure the proper functioning of civil aviation under the principles of security, opportunity and efficiency, consider the possibility of implementing a computer system with an Artificial Intelligence component that has the ability to understand a query in natural language, perform a quick text analysis in the Aeronautical Regulations of Colombia (RAC) and give as a deliverable a response in real time and aligned with the regulations.

That is why the present project carried out an organizational consultancy to the Aerocivil where the technical problem in which it is immersed was adequately identified, the possible solution to the technical problem and the associated administrative aspects was developed through a business case that determined its viability.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Text mining, Natural language processing, Air law, Air transport.

## **Introducción**

El transporte aéreo colombiano está enmarcado en unas normas específicas para ser cumplidas por toda la comunidad aeronáutica, estas normas están contenidas en los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC) que son estructurados por la Unidad Administrativa de Aeronáutica Civil de Colombia (Aerocivil). A pesar que las actividades propias de la aviación son complejas, también requieren ser ágiles con el fin de mantenerse competitivas y al mismo tiempo deben ser altamente seguras; la comunidad aeronáutica no puede darse el lujo de omitir el acatamiento a una norma que pueda violar el mínimo estándar de seguridad. Este compendio de normas está compuesto por 52 partes, con un total de 5831 páginas (a la fecha) y tienen la característica de ser actualizadas muy frecuentemente debido a los avances realizados en todas las áreas de la industria. Esto hace que el personal que trabaja en la aviación deba permanecer en actualizaciones continuas y dependen de su memoria para recordar las normas que los rigen. En ciertas situaciones donde se deben tomar decisiones de forma ágil y que existe la preocupación de mantener el estándar de seguridad, muchas veces las decisiones se dilatan con el fin de ir a la fuente de consulta del RAC para asegurarse que se cumple con la legislación, esta acción hace que se pierda eficacia en los procesos y puede generar un efecto dominó que repercute en costos y algunas veces en seguridad (Lo que resulta paradójico porque es lo que se quería proteger desde el principio).

Lo que se pretende con el presente trabajo, es realizar una consultoría a la Aerocivil, con el objetivo de presentarle un estudio de caso de negocio con la mejor solución informática con Inteligencia Artificial, que le permita ofrecer a cualquier persona la posibilidad de obtener respuestas en tiempo real sobre las consultas que se tengan sobre la aplicación de las normas aeronáuticas contenidas en el RAC.

Para la realización del presente proyecto, se buscará completar varias fases. La primera será la identificación del problema técnico, donde se describirá y sistematizará el problema por medio de herramientas como el árbol de problemas para luego identificar a los interesados con herramientas como la Matriz de poder-interés y la Matriz influencia-previsibilidad. Seguidamente, se hará la presentación del caso de negocio siguiendo los lineamientos del *Business Case Institute Scientific Management*. Posteriormente, nos enfocaremos en encontrar una solución informática adecuada por medio de una revisión de fuentes documentales, se identificarán las posibles modalidades de solución teniendo en cuenta el impacto, la efectividad y las restricciones que debe enfrentar dicha solución, también se realizará un análisis de escenarios, análisis de causas y efectos y se verificará que la solución se alinee con los objetivos estratégicos de la Aerocivil. Por último, revisaremos todos los aspectos administrativos involucrados y mostraremos las lecciones aprendidas a lo largo del proceso.

## **Identificación de la organización**

La Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (Aerocivil) es una entidad del estado colombiano, que tiene como finalidad vigilar y controlar el espacio aéreo de Colombia y establecer políticas que permitan garantizar el correcto funcionamiento de la aviación civil bajo principios de seguridad, oportunidad y eficiencia. Según el Código de Comercio (1971), la Aerocivil es la “Autoridad Aeronáutica” en Colombia; y de acuerdo al Decreto 823 (2017, art. 1), tendrá doble función: como autoridad normativa y como prestadora de servicios (aeronáuticos y aeroportuarios).

### **1.1 Misión**

Trabajamos por el crecimiento ordenado de la aviación civil, la utilización segura del espacio aéreo colombiano, la infraestructura ambientalmente sostenible, la conexión de las regiones entre sí y con el mundo, impulsando la competitividad y la industria aérea y la formación de un talento humano de excelencia para el sector.

### **1.2 Visión**

Al 2030, movilizar 100 millones de pasajeros y duplicar el transporte de carga partiendo del 2018, en un entorno institucional claro, competitivo, conectado, seguro y sostenible, soportado en una infraestructura renovada, una industria robustecida y un talento humano de excelencia

### 1.3 Objetivos institucionales

**1.3.1 Institucionalidad.** Consolidar los roles de autoridad, de prestación del servicio y de investigación de accidentes para dinamizar el crecimiento del transporte aéreo, contribuyendo a la aviación civil colombiana

**1.3.2 Conectividad.** Construir una red de servicios de transporte aéreo eficiente que una las regiones del país con los principales centros de producción y de consumo nacionales y del mundo, aprovechando su capacidad integradora.

**1.3.3 Competitividad.** Desarrollar políticas, públicas y estrategias que fortalezcan el factor de productividad del transporte aéreo y estimulen los servicios para el crecimiento de la aviación civil en Colombia.

**1.3.4 Infraestructura y sostenibilidad ambiental.** Lograr que la infraestructura, los servicios aeroportuarios, de navegación aérea y la intermodalidad, cuenten con capacidad y eficiencia para atender el crecimiento de la demanda del sector en un contexto ambientalmente sostenible.

**1.3.5 Industria aeronáutica y cadena de suministro.** Potenciar la industria aeronáutica como un importante proveedor de piezas, partes y componentes aeronáuticos certificados para la región y como punto focal en la producción de aeronaves livianas (ALS) y no tripuladas (UAS – RPAS), impulsando a su vez servicios de mantenimiento y reparación de aeronaves.

**1.3.6 Desarrollo del talento humano en el sector.** Fortalecer la gestión del conocimiento para lograr el desarrollo integral y sostenible del talento humano, en línea con el crecimiento de la aviación civil en Colombia.

**1.3.7 Seguridad operacional y de la aviación civil.** Posicionar al país con el mayor nivel de implementación efectiva de estándares y mejores prácticas en seguridad operacional (*safety*), seguridad de la aviación civil (*security*) y facilitación, en un entorno de confianza y de cultura justa en compañía del sector.

**1.3.8 La transformación institucional a la modernidad.** Fortalecer la gestión institucional de la Entidad a través del desarrollo del talento humano, fortalecimiento de la estructura organizacional, implementando un sistema de gestión del conocimiento especializado en la Entidad, afianzando el Sistema Integrado de Gestión, apalancando la transformación institucional a través del PETI, fortaleciendo la política anticorrupción y la gestión jurídica.

#### **1.4 Funciones y deberes.**

- Coordinar con el Ministerio de Transporte la definición de políticas y planes generales de aeronáutica civil y transporte aéreo, dentro del plan global del transporte, propendiendo por el desarrollo aeronáutico y aeroportuario del país.
- Formular propuestas al Ministerio de Transporte para la definición de las políticas y planes generales de aeronáutica civil y transporte aéreo, dentro del plan global del transporte, propendiendo por el desarrollo aeronáutico y aeroportuario del país.
- Garantizar el cumplimiento del Convenio de Aviación Civil Internacional y sus anexos.
- Armonizar las disposiciones que promulgue la Organización de Aviación Civil Internacional con los Reglamentos Aeronáuticos Colombianos.
- Dirigir, organizar, coordinar, regular técnicamente el transporte aéreo. Controlar, supervisar y asistir la operación y navegación aérea que se realice en el espacio aéreo sometido a la soberanía nacional.

- Promover e implementar estrategias de mercadeo y comercialización que propendan por el desarrollo, crecimiento y fortalecimiento de los servicios del sector aéreo y aeroportuario.
- Desarrollar, interpretar y aplicar en todos sus aspectos las normas sobre aviación civil y transporte aéreo y ejercer vigilancia sobre su cumplimiento.
- Ejecutar las actividades necesarias para conformar, mantener, administrar, operar y vigilar la infraestructura aeronáutica y aeroportuaria que sea de su competencia.
- Expedir, modificar y mantener los reglamentos aeronáuticos, conforme al desarrollo de la aviación civil.
- Vigilar, evaluar y controlar el cumplimiento de las normas aeronáuticas y aeroportuarias en los aeropuertos propios, concesionados, descentralizados o privados.
- Propiciar la participación regional y los esquemas mixtos en la administración aeroportuaria. Intervenir y sancionar en caso de violación a los reglamentos aeronáuticos o a la seguridad aeroportuaria.
- Fijar y desarrollar la política tarifaria, en materia de transporte aéreo nacional e internacional y sancionar su violación.
- Desarrollar la política tarifaria, en materia de transporte aéreo y sancionar su violación.
- Establecer las tarifas, tasas y derechos en materia de transporte aéreo.
- Fijar, recaudar y cobrar las tasas, tarifas y derechos por la prestación de los servicios aeronáuticos y aeroportuarios o los que se generen por las concesiones, autorizaciones, licencias o cualquier otro tipo de ingreso o bien patrimonial.
- Dirigir, organizar, operar y controlar con exclusividad y en lo de su competencia, las telecomunicaciones aeronáuticas.

- Conducir en coordinación con el Ministerio de Relaciones Exteriores las relaciones con autoridades aeronáuticas de otros países y con organismos internacionales de aviación civil.
- Coordinar los lineamientos con las demás entidades u organismos que tengan a su cargo funciones complementarias con la aviación y el transporte aéreo.
- Propender por el perfeccionamiento, actualización y capacitación técnica del personal aeronáutico, conforme a los desarrollos tecnológicos.
- Realizar todas las operaciones administrativas y comerciales para el cabal cumplimiento de su objetivo.
- Fomentar y estimular las investigaciones en ciencia y en tecnología aeronáutica y aeroespacial.
- Facilitar la prestación de la asistencia técnica a las entidades de derecho público internacionales o de otros países que la soliciten, bajo acuerdos de cooperación bilateral o multilateral.
- Las demás que señale la ley de acuerdo con la naturaleza del modo de transporte.

## **1.5 Organigrama**

La estructura orgánica de la Aeronáutica Civil se encuentra establecida en el decreto 260 del 28 de enero de 2004, por el cual se establecen las diferentes dependencias de la Entidad:



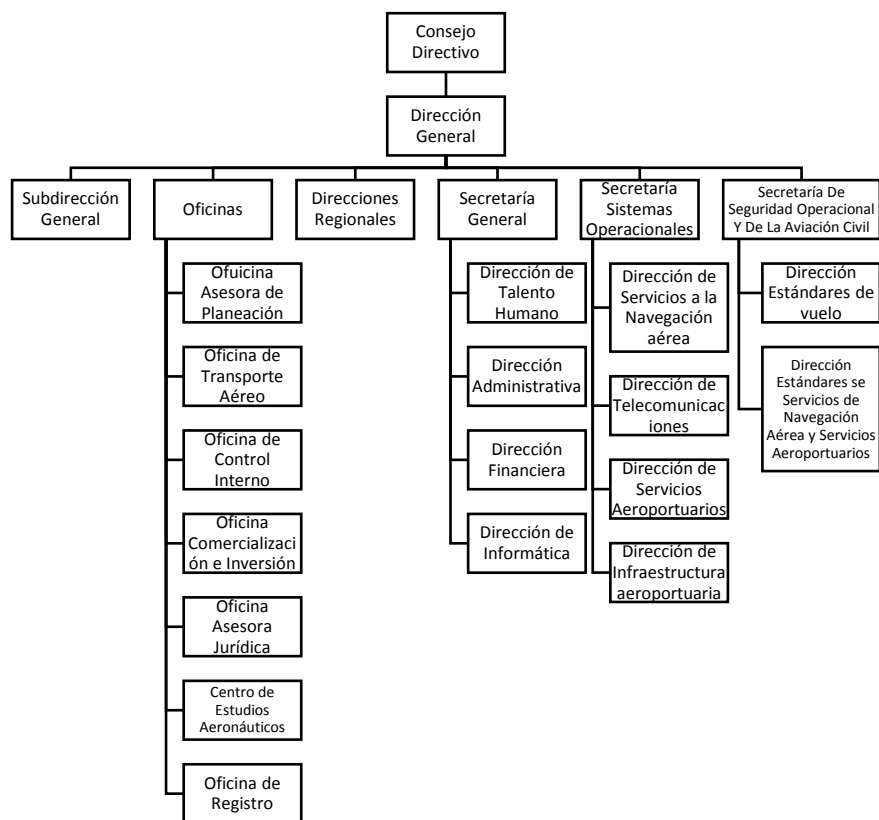


Figura 1. Organigrama Aerocivil. Elaboración propia, basada en el Decreto 260 del 2004.

## Identificación del problema técnico

### 2.1 Árbol de problemas

Según la UNESCO (s.f.), un árbol de problemas es “una técnica que se emplea para identificar una situación negativa (problema central), la cual se intenta solucionar analizando relaciones de tipo causa-efecto”, por lo que se decide utilizar esta técnica para la definición del problema técnico.

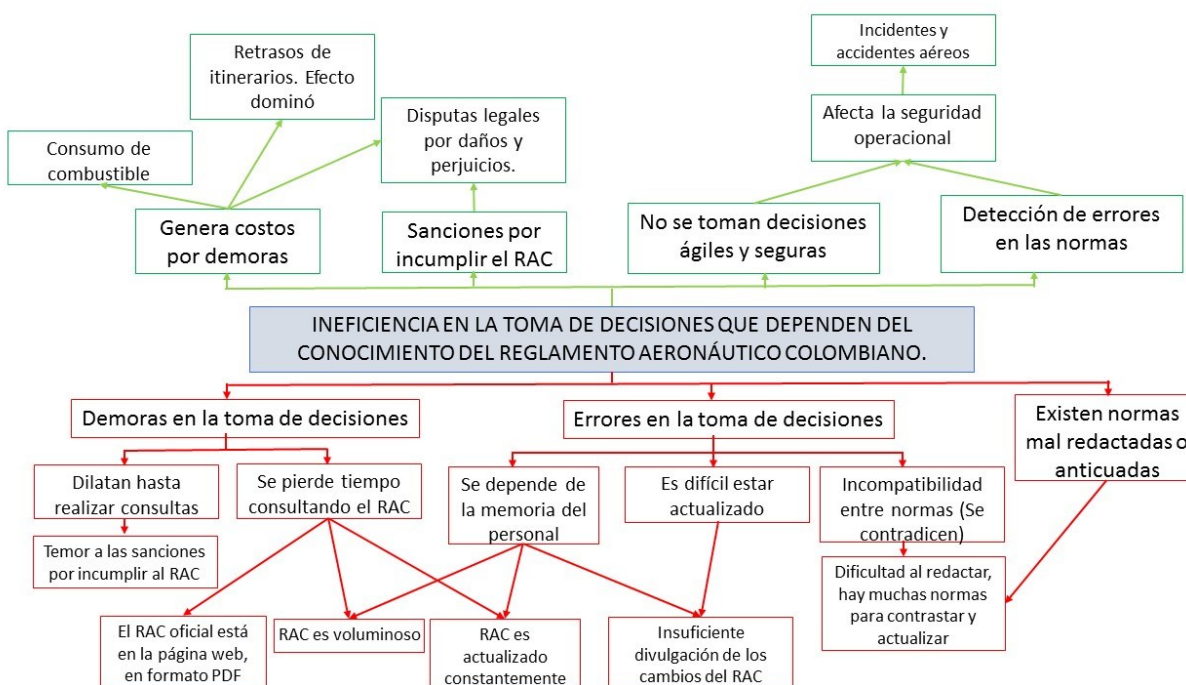


Figura 2. Árbol de problemas

### 2.2 Antecedentes del problema

La práctica de cualquier actividad humana involucra el conocimiento apropiado de la regulación exigida por las autoridades, y esto está reforzado por un principio fundamental del derecho que es mencionado por Texo (2017): “el *error iuris nocet*, que se traduce en que la

ignorancia de la ley no excusa”, esto implica que los individuos deben conocer TODA la normatividad que involucra las labores en que están involucrados so pena de caer en ilegalidades. Si observamos la realidad, notamos que pretender conocer toda la normativa puede ser utópico y depende de la capacidad de acceso a la información y del afán personal o institucional por mantenerse actualizado. Ante este asunto, Texo (2017) indica que los estados deberían buscar otras formas de distribuir el saber jurídico y que se debe acercar el contenido de las normas a las personas por los medios que sean necesarios.

Este dilema cae en el marco antropológico de la cognición y la comunicación. Fabra y Núñez (2015) mencionan que suelen aceptarse cuatro grandes marcos generales y sucesivos: la oralidad, la escritura, la imprenta y las tecnologías de la información. Es en este marco de las tecnologías de la información en donde se puede automatizar de manera más efectiva el modo de capturar, compartir y comunicar la información relacionada con la normatividad aplicable a las labores en que estamos interesados. Para el uso específico en el manejo del derecho, dentro de las tecnologías de la información ha tomado gran relevancia el uso de la Inteligencia Artificial para ayudar a solucionar varios problemas:

“la organización de las grandes bases de datos, la clasificación y ordenación de textos jurídicos que varían con el tiempo (leyes, reglamentos, sentencias...), el interfaz con los distintos tipos de usuarios, el modelado de las operaciones realizadas por los agentes políticos (legística) y jurídicos (razonamiento judicial, razonamiento por casos, resolución de problemas), el modelado de determinados ámbitos del conocimiento jurídico (especialmente en derecho financiero y en cálculo de tasas e impuestos), el modelado de la argumentación razonable en función de normas o de precedentes”. (Fabra y Núñez, 2015)

También Fernández y Boulat (2015) han tratado el tema de sistemas que utilizan la Inteligencia Artificial en la rama del derecho y el modo en que esta ciencia afectará la labor de los juristas y de los ciudadanos en el futuro. Desde siempre ha existido el temor del desplazamiento del hombre por la labor de las máquinas, pero este temor queda descartado por el momento debido a las capacidades únicas de razonamiento que posee la raza humana, sin embargo, es indiscutible la ayuda que este tipo de tecnologías “...capaces de analizar a gran velocidad enormes volúmenes de documentación, para extraer de ellos pautas o mejores opciones de actuación ante supuestos concretos...” (Fernández y Boulat, 2015). Además, el enfoque con que se usa la tecnología ha cambiado de ser un reemplazo a ser un apoyo, una especie de colaboración hombre-máquina para la solución apropiada de problemas.

Hernández et al. (2019), en su artículo: “La toma de decisiones en la informática jurídica basado en el uso de los sistemas expertos”, intenta analizar los llamados Sistemas Expertos y su aplicación en la toma de decisiones jurídicas. Tomó como prototipo un Sistema Experto basado en la Neutrosfía y lo evaluó con diferentes problemas jurídicos utilizando la lógica difusa. Concluye diciendo que las bases de datos jurídicas poseen una gran cantidad de información que un ser humano no puede tener presente en todo momento y es donde los Sistemas Expertos se convierten en una herramienta apropiada para ayudar en la toma de decisiones de carácter normativo.

### **2.3 Contexto de desarrollo del problema**

El transporte aéreo es un ecosistema que tiene muchos participantes, cada uno de ellos hace que el sistema funcione acorde con los altos estándares exigidos por la industria. En Colombia, este ecosistema está compuesto por:

- **Proveedores de servicios aeroportuarios:** Los explotadores de los aeródromos privados y otras partes que participan en el suministro y funcionamiento de la infraestructura física necesaria en apoyo de los despegues, aterrizajes y servicios de escala de las aeronaves. (p. ej., despacho de los pasajeros, manipulación del equipaje, servicios de aprovisionamiento, aduanas e inmigración, bomberos, etc.)
- **Usuarios del espacio aéreo:** Se refiere principalmente a las empresas de transporte Aéreo y a sus tripulantes (Pilotos y auxiliares de vuelo).
- **Usuarios del transporte aéreo:** Pasajeros y carga.
- **Estado colombiano:** En su calidad de propietario del espacio aéreo.
- **Aerocivil:** Cumple dos funciones:
  - a) Autoridad reguladora.
  - b) Proveedor de servicios:
    - i. Servicios de navegación aérea. Control de tránsito aéreo, Información aeronáutica, Soporte técnico, Meteorología, Bomberos;
    - ii. Servicios aeroportuarios. Para aeródromos públicos.
- **Industrias de apoyo:** Todas aquellas organizaciones que ofrecen los sistemas y servicios que utilizan los proveedores de servicios, tales como:
  - a) Talleres de mantenimiento.
  - b) Fabricantes de equipos.
  - c) Escuelas de formación aeronáutica.

Con el objetivo que todos ellos cumplan a cabalidad con sus objetivos, deben actuar de acuerdo a un estricto cumplimiento de la norma, representado por los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC) emitido por la autoridad aeronáutica colombiana: la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (Aerocivil). Según la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI, 2005), la inmediatez de las decisiones que se tienen que tomar implica que el acceso a la información debe ser oportuna, pertinente, precisa, acreditada y con garantía de calidad. Es por esto que la Aerocivil, y basado en sus objetivos estratégicos de: Institucionalidad, Conectividad, Competitividad, Infraestructura y sostenibilidad ambiental, Industria aeronáutica y cadena de suministro, Desarrollo del Talento Humano en el sector, Seguridad Operacional y de la Aviación Civil y La transformación institucional a la modernidad; debería implementar un sistema que le permita a la comunidad aeronáutica solucionar de manera eficiente cualquier consulta en base a la norma. Adicionalmente, como ventaja, la Aerocivil es la encargada de redactar la normatividad, por lo que un sistema como el planteado ayudaría en el proceso de proyectar nuevas normas en cuanto a evitar incompatibilidades con el resto de documentación (lo que sucede a veces).

Es importante tener en cuenta que el modo transporte aéreo es considerado un servicio público esencial (artículo 68 de la Ley 336 de 1996), por lo que, cualquier perturbación o demora puede generar afectaciones graves en lo económico, social y ambiental; debido a esto, el transporte aéreo se convierte en un pilar fundamental para la conectividad del país tanto entre sus regiones como con el mundo.

## **2.4 Descripción del problema**

La Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (Aerocivil) es una entidad del estado colombiano, que tiene como finalidad vigilar y controlar el espacio aéreo

colombiano y establecer políticas que permitan garantizar el correcto funcionamiento de la aviación civil bajo principios de seguridad, oportunidad y eficiencia. Según el Código de Comercio (1971), la Aerocivil es la “Autoridad Aeronáutica” en Colombia; y de acuerdo al decreto 823 (2017, art. 1), tendrá doble función: como autoridad normativa y como prestadora de servicios aeronáuticos y aeroportuarios.

El derecho aeronáutico abarca un conjunto limitado de normas. El artículo 68 de la Ley 336 de 1996, indica; “El modo de transporte aéreo, además de ser un servicio público esencial, continuará rigiéndose exclusivamente por las normas del Código de Comercio (libro quinto, capítulo preliminar y segunda parte), por el manual de reglamentos aeronáuticos que dicte la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, y por los tratados, convenios, acuerdos, prácticas internacionales debidamente adoptados o aplicadas por Colombia”. Es decir, para el transporte aéreo existe una legislación definida y enmarcada, no tan extensa como las demás ramas del derecho. A pesar de no ser tan extensa, estamos hablando de una gran cantidad de literatura, en especial la de los llamados Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC), que consisten en un compendio de normas que busca abarcar toda la reglamentación técnica y administrativa que regulan aspectos propios de la aviación civil, en concordancia con otras normas nacionales e internacionales.

El problema de mantenerse actualizado en la ley con el fin de actuar de acuerdo a ésta, es un problema general que afecta a toda la población colombiana y a todas las ramas del derecho, como lo dijo Narváez (2018): “...cerca de 5.967.000 normas expedidas en Colombia desde la creación del Congreso de la República, así como los miles de sentencias proferidas por jueces y magistrados de todo el país. No es posible exigir a ningún abogado, funcionario judicial o residente en Colombia que tenga pleno conocimiento de toda esta normativa y jurisprudencia,

así lo exija la regla del Código Civil colombiano que establece que la ignorancia de la ley no sirve de excusa.” En las demás ramas del derecho y en la gran mayoría de las actuaciones, este impase es relativamente solucionable porque para tomar decisiones, la misma ley permite plazos de respuesta medidos en días lo que da el espacio suficiente para indagar, pero en el área específica de la prestación de los servicios para la navegación aérea y aeroportuaria, donde los tiempos de respuesta y eficacia se mide en minutos (o por mucho, en horas), es muy importante para los participantes del ecosistema aeronáutico que exista la posibilidad de despejar dudas normativas en tiempo real. Actualmente, si cualquier persona tiene una duda normativa debe dirigirse a la página web de la Aerocivil, navegar hasta la sección del RAC donde encontrará en formato PDF las 52 partes que lo conforman y posteriormente realizar la búsqueda de la respuesta adecuada en estos documentos, esto hace que se desperdicie tiempo valioso, el cual se traduce en aumento de costos, consumo de combustible, retraso de itinerarios, posibles cancelaciones de itinerarios posteriores, posibles disputas legales por daños y perjuicios, etc. El riesgo de no tener una pronta y acertada respuesta aumenta cuando implica a una aeronave que se encuentra en vuelo y se le debe autorizar o denegar una actuación, especialmente si las decisiones están basadas solo en la habilidad para memorizar las normas que pueda tener el funcionario responsable.

Se hace necesario que la Aerocivil (Como garante de la eficiencia de la aviación civil) se plantee la posibilidad de implementar un sistema informático con un componente de Inteligencia Artificial que permita a todos los *stakeholders* una adecuada solución a una duda sobre la reglamentación a aplicar a cada caso en particular con el fin de resolver conflictos en tiempo real, ya que el transporte aéreo tiene la particularidad de tener procesos de gestión rápidos y la toma de decisiones acorde a la norma debería ser igual de rápida.



Si empleamos un sistema informático de búsqueda de términos convencional y no con inteligencia artificial, nos encontraremos con el mismo inconveniente de la pérdida de tiempo, debido a que el sistema no lograría interpretar nuestra pregunta particular y se limitaría a la búsqueda de un término específico, por lo que, solo nos mostraría en qué partes de los documentos se encuentra dicho término. Veamos un ejemplo sacado de la vida real: nos llega el aviso que, de las luces de borde de pista de un aeropuerto, se encuentra fuera de servicio uno de los dos circuitos, por lo que las luces están funcionando intercaladas (Una si y la otra no) ¿si es de noche, podremos seguir operando en este aeropuerto o se declara cerrado? Si se tuviera un sistema informático básico, se limitaría a la búsqueda de términos dentro de los reglamentos y si hacemos la búsqueda del término “luces de borde de pista” nos mostraría que de las 52 partes que componen el RAC, el término exacto se menciona 38 veces en 4 de sus partes, llamados RAC 4, RAC 14, RAC 24 y RAC 215. A pesar de acotar la búsqueda, un sistema informático convencional no sería capaz de indicarnos en dónde está la respuesta a nuestra duda y tocaría de todas formas hacer lectura a cada una de las 38 secciones hasta encontrar la respuesta.

La inteligencia artificial permite agregar a los sistemas informáticos, características como: interpretación del lenguaje natural, *Machine learning*, reconocimiento visual, análisis de datos, análisis de texto, interacción contextual y un largo etcétera que permiten la realización de tareas parecidas a la inteligencia humana. Como lo dice Suarez (2018):

Principalmente la (I.A.) busca enfocarse en el análisis de como los seres humanos interpretan o buscan soluciones a la gran cantidad de problemas con los que se enfrentan diariamente, a través de la estrategia de búsqueda la cual tiene como pilar identificar la secuencia exacta de acciones que deben realizarse para encontrar su solución. En consecuencia, esta debe ser determinada mediante una exploración técnica de alternativas en cada uno de los posibles pasos a dar y en un proceso de “prueba y error”, tratar de llegar al objetivo deseado, y así encontrar un camino o solución al problema planteado el

cual haya generado un mayor porcentaje de confianza; este tipo de estrategia de resolución de problemas se conoce como “algoritmos de búsqueda” que es la implementación de sistemas informáticos que se encargan de buscar una información específica para generar la entrega de una respuesta concreta, un ejemplo claro es el buscador de Google.

El componente de Inteligencia Artificial permitiría no solamente una búsqueda de un término en particular en los textos de la legislación aeronáutica, sino que debería tener la capacidad de entender una consulta en lenguaje natural, realizar un análisis de texto en el RAC y dar como entregable una respuesta alineada con la normatividad. Estas poderosas herramientas informáticas permiten la disminución de tiempo en la toma de decisiones dando respuestas en segundos.

Esto nos lleva a la pregunta a resolver: ¿Cuál es la solución informática con Inteligencia Artificial que debería implementar la Aerocivil con el fin de resolver, en tiempo real, cualquier tipo de consulta en el ámbito de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC)?

#### **2.4.1 Identificación de los hechos.** Estos son los hechos que enmarcan el problema:

- Mediante Resolución 05036 del 18 de septiembre de 2009, la Aerocivil resuelve que: “...la versión oficial de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC) será aquella que la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil publique en su página web. ([www.aerocivil.gov.co](http://www.aerocivil.gov.co))”
- No existe una editorial que, de acuerdo al artículo 41 de la Ley 23 de 1982, reproduzca el RAC y lo mantenga actualizado por medio de suscripciones y que acredite el cumplimiento del depósito legal junto con el Número Internacional Normalizado para libros (ISBN) correspondiente.

- Los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC) están estructurados en 52 partes, con un total de 5831 páginas (a la fecha).
- El RAC es una normativa que cambia continuamente debido a que debe atender la avalancha de avances tecnológicos y de procedimientos que se implementan año a año en el transporte aéreo, es por eso que, desde el año 2007 hasta el año 2019, el RAC ha tenido 25 versiones (Aerocivil, s.f.).
- El RAC - Parte 1 (Aerocivil, 2019b) exige que: “Toda persona que ...ejecute actividades aeronáuticas, deberá procurar el conocimiento de las normas que le atañen de estos Reglamentos, ...; sin que su ignorancia sirva de excusa para su incumplimiento, una vez surtida dicha publicación.”

**2.4.2 Identificación de impactos. Uso del ¿análisis que pasa sí?** Teniendo en cuenta la identificación del problema, pasamos a identificar los impactos de este haciendo uso del análisis ¿Qué pasa si...?, que consiste en una metodología de lluvia de ideas dónde se realizan preguntas que comienzan con ¿qué pasa si...? con el objetivo de identificar los impactos en posibles situaciones.

Tabla 1.

*Identificación de impactos ¿Qué pasa si...?*

<b>¿Qué pasa sí?</b>	<b>Consecuencias</b>
...¿se sigue con el procedimiento actual?	Continuará la pérdida de tiempo en consultas
...¿el sistema da respuestas inadecuadas?	Se cometerán errores de juicio que tendrán drásticas consecuencias.
...¿el proyecto es económicamente inviable?	No podrá implementarse.
...¿no llega a la cantidad adecuada de usuarios?	Será ineficaz por subutilización.
...¿hay mucha resistencia para la implementación?	Peligra su implementación y divulgación.
...¿existe dificultad técnica para que funcione adecuadamente?	No se implementará el sistema o será muy costoso hacerlo.

---

...¿se continúa haciendo revisiones al RAC año tras año?	Se vuelve más difícil mantenerse actualizado.
...¿la Aerocivil implementa el sistema propuesto?	Facilitaría el mantenimiento de los niveles de seguridad y eficiencia en la aviación civil del país.
...¿no se utiliza la inteligencia artificial?	No existiría la ventaja de disminución de tiempo en la búsqueda de respuestas.
...¿se utiliza un sistema convencional?	Existiría una parte de la búsqueda que debería hacerse manual debido a que los sistemas convencionales no son capaces de interpretar una pregunta y comprender qué es lo que debe buscar.

---

## 2.5 Sistematización del problema

Sistematizar el problema tiene que ver con realizar preguntas que se ramifican de la formulación del problema, la idea es descomponer o desagregar la pregunta formulada en pequeñas preguntas o subproblemas (Méndez, 2006).

- **¿Qué?** ¿Qué características debe reunir un sistema informático con Inteligencia Artificial que debería implementar la Aerocivil que permita resolver, en tiempo real, cualquier tipo de consulta en el ámbito de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC)?
- **¿Por qué?** ¿Por qué nunca se ha implementado una solución informática con Inteligencia Artificial para resolver, en tiempo real, cualquier tipo de consulta en el ámbito de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC)?
- **¿Cuándo?** ¿Cuándo debería estar implementada una solución informática con Inteligencia Artificial que resuelva en tiempo real, cualquier tipo de consulta en el ámbito de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC)?

- **¿Quién?** ¿Quién se beneficiará de una solución informática con Inteligencia Artificial que resuelva en tiempo real, cualquier tipo de consulta en el ámbito de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC)?
- **¿Cómo?** ¿Cómo se debería implementar una solución informática con Inteligencia Artificial que resuelva en tiempo real, cualquier tipo de consulta en el ámbito de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC)?
- **¿Cuánto?** ¿Cuánto debería costar como máximo, la implementación de un sistema informático con Inteligencia Artificial que pudiera implementar la Aerocivil con el fin de resolver, en tiempo real, cualquier tipo de consulta en el ámbito de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC) y que sea económicamente viable?

## 2.6 Objetivos del proyecto

### 2.6.1 Objetivo general

Determinar la solución informática con Inteligencia Artificial que debería implementar la Aerocivil con el fin de resolver, en tiempo real, cualquier tipo de consulta en el ámbito de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC).

### 2.6.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el problema mediante su descripción y sistematización.
- Identificar una solución informática adecuada que se alinee con la sistematización del problema.

- Realizar la presentación del caso de negocio siguiendo los lineamientos del *Business Case Institute Scientific Management*.

## 2.7 Justificación

El ecosistema del transporte aéreo tiene muchos participantes que se esmeran por mantener los altos estándares de seguridad y eficiencia que demanda la industria. Estos estándares exigen un estricto cumplimiento de la norma, que en Colombia está enunciada en los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC) y que a su vez están alineados con los conceptos emitidos por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI).

Actualmente, la toma de decisiones de los diferentes actores de la aviación depende en gran medida de su capacitación, por lo que en última instancia se está dependiendo de la capacidad de memorizar los reglamentos, y en caso de duda, se debe remitir a la fuente para poder tomar la decisión. El formato en que actualmente se encuentra el RAC (Archivos PDF en la página web de la Aerocivil) hace que se vuelva dispendioso el aclarar alguna duda, por lo que afecta la eficiencia del sistema.

Por recomendación de la OACI (2005), la inmediatez de las decisiones que se tienen que tomar implica que el acceso a la información debe ser oportuna, pertinente, precisa, acreditada y con garantía de calidad. Por lo que implementar un sistema informático que lo facilite estará acorde con esta recomendación y con los objetivos estratégicos de la Aerocivil en términos de la transformación institucional hacia la modernidad.

El principal impacto de un sistema informático como el planteado, sería el de aumento de la eficacia en la toma de decisiones de todos los actores del ecosistema aeronáutico

del país, lo que redundaría en aumentos de productividad, se evitarían demoras innecesarias, posibles conflictos jurídicos y afectaciones económicas.

Con los resultados del presente proyecto, a futuro se podrá generalizar su aplicación en otros ámbitos jurídicos, podría mejorar la eficiencia administrativa de diferentes organizaciones, democratizar el acceso a la defensa de los intereses sin necesidad de contar con un profesional del derecho, permitiría la reducción de tiempos de respuesta a cualquier actuación (Derechos de petición), asistiría a los empresarios y profesionales de todas las áreas en su toma de decisiones cotidianas, por ejemplo, imaginemos a un empresario que debe asegurarse que todas sus decisiones y actuaciones estén enmarcadas en lo dictado por la ley, pero no cuenta con los recursos económicos suficientes para contar de tiempo completo con un abogado experto que lo asesore en los pormenores. Este empresario podría utilizar un software con inteligencia artificial que le resuelva dudas sobre qué impuestos debe pagar y cuándo, cuáles con los requisitos que debe cumplir si decide sacar un nuevo producto al mercado, cuáles debería ser las condiciones de etiquetado, empaque y registro ante entes gubernamentales, ¿es necesario una patente?, si decide ampliar la planta de producción necesita cumplir una nueva reglamentación?, etc.

“Es por ello que toda persona debe saber en lo general, dentro del ámbito de las actividades que realiza, el marco jurídico que lo regula. También debe entender el alcance legal de las leyes que se le pueden aplicar.” (Hooper, 2015)

## 2.8 Identificación de los interesados

Procedemos a identificar y analizar a los interesados en el proyecto, basándonos en el concepto “comunidad ATM” implementado por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI, 2005).

Para entender la tabla, definimos los siguientes términos:

- **Poder:** Nivel de autoridad en el proyecto.
- **Interés:** Nivel de preocupación en el proyecto.
- **Influencia:** Participación activa en el proyecto.
- **Previsibilidad:** Probabilidad de mantenerse alineado con el proyecto a pesar de los inconvenientes.

Tabla 2.

*Matriz de interesados*

Interesado	Poder	Interés	Influencia	Previsibilidad
Aerocivil como autoridad reguladora ( <b>AER</b> )	Muy Alto	Muy Alto	Muy Alto	Muy alto
Explotadores de los aeródromos y sus empleados (Manejo de equipajes, personal de plataforma, bomberos, aprovisionamiento de combustible, etc.) ( <b>EXP</b> )	Bajo	Muy Alto	Bajo	Alto



Empresas de transporte Aéreo y sus empleados (Pilotos, auxiliares de vuelo, despachadores, técnicos, etc.). ( <b>EMP</b> )	Alto	Muy Alto	Neutro	Alto
Pasajeros ( <b>PAX</b> )	Muy Bajo	Neutro	Muy Bajo	Bajo
Aerocivil como proveedor de servicios de navegación aérea (Control de tránsito aéreo, Información aeronáutica, Soporte técnico, Meteorología) ( <b>SNA</b> )	Alto	Muy Alto	Alto	Alto
Estado colombiano ( <b>EST</b> )	Alto	Neutro	Neutro	Muy Alto
Aduanas e inmigración ( <b>ADU</b> )	Muy Bajo	Alto	Bajo	Alto
Talleres de mantenimiento ( <b>TAL</b> )	Bajo	Alto	Neutro	Alto
Fabricantes de equipos ( <b>FAB</b> )	Muy Bajo	Bajo	Muy Bajo	Alto
Escuelas de formación aeronáutica ( <b>ESC</b> )	Bajo	Muy Alto	Neutro	Alto
Aeroclubes ( <b>ACB</b> )	Bajo	Alto	Bajo	Alto
Empresas de servicios especiales (Aerofotografía, aspersión aérea, drones, ambulancias, etc.). ( <b>ESP</b> )	Bajo	Alto	Bajo	Alto

**2.8.1 Matriz de poder – interés.** Basándose en la Matriz de interesados, se realiza la Matriz de poder-interés para graficar el nivel de autoridad y preocupación respecto al proyecto:

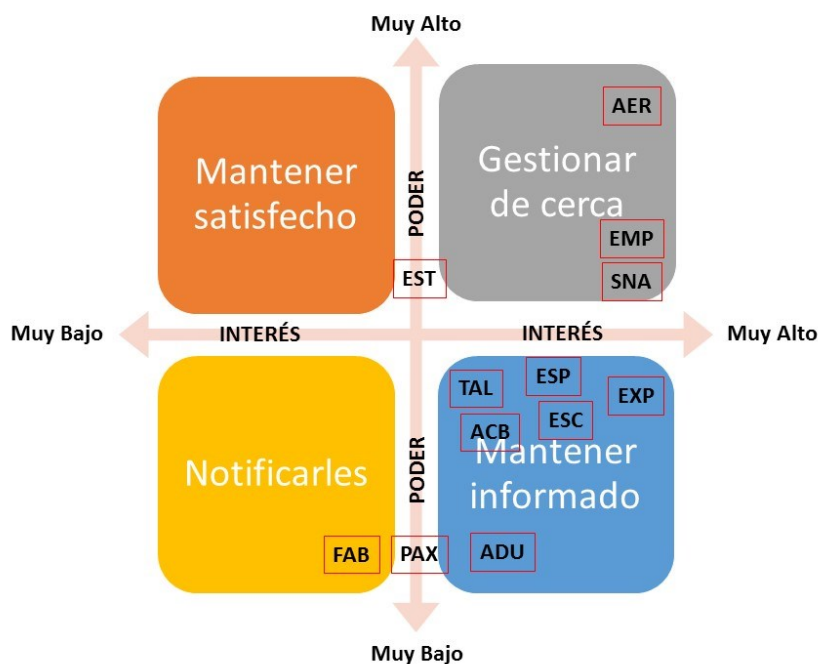


Figura 3. Matriz de poder – interés

La matriz nos muestra que, de los interesados, debemos trabajar muy de cerca con la Aerocivil por ser el ente regulador, las empresas explotadoras y la prestadora de los Servicios para la Navegación Aérea (Para Colombia es la misma Aerocivil). Para los demás interesados, será suficiente con mantenerlos informados.

**2.8.2 Matriz influencia – previsibilidad.** Basándose en la Matriz de interesados, se realiza la Matriz de influencia-previsibilidad para graficar el nivel de influencia y consistencia de los interesados respecto al proyecto:

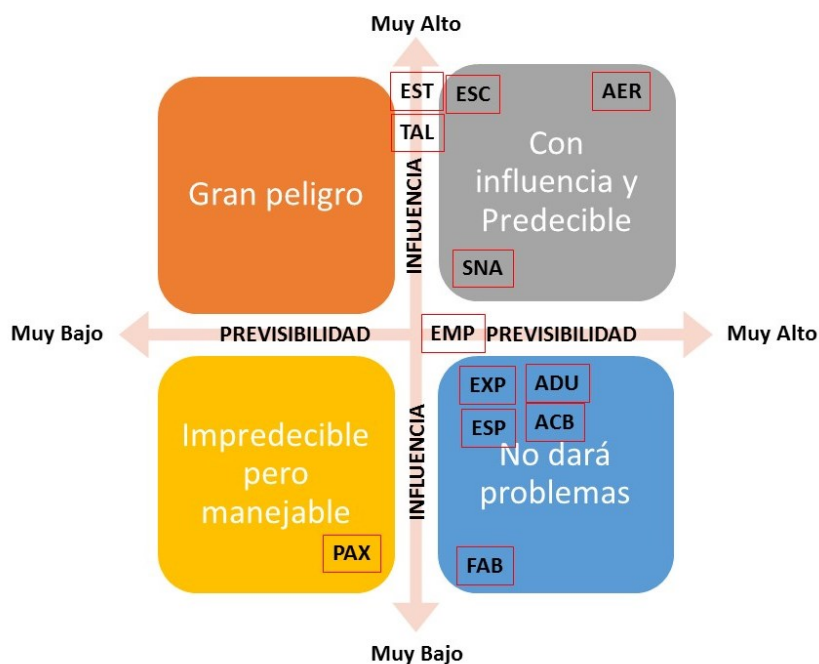


Figura 4. Matriz Influencia-Previsibilidad

La matriz nos muestra que, al trabajar con los interesados no habrá acciones imprevistas en las actividades de desarrollo del proyecto debido a hechos inesperados.

## 2.9 Identificación de posibles modalidades de solución

Realizando una revisión de fuentes documentales, se diseña la siguiente tabla que mostrará las posibles soluciones al problema propuesto:

Tabla 3.  
*Posibles modalidades de solución*

Número	Posible solución	Fuente bibliográfica
1	Diseño de un sistema de búsqueda de respuestas para diversos tipos de preguntas.	Cardoso, A. C., Bini, A., y Pérez Abelleira, M. A. (2015). Diseño de un sistema de búsqueda de respuestas para diversos tipos de preguntas. In Argentine Symposium on Artificial Intelligence (ASAI 2015)-JAIIO 44 (Rosario, 2015). Recuperado de <a href="http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/52018">http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/52018</a>
2	Asistente virtual web basado en inteligencia artificial para la escuela tic de la universidad piloto de Colombia- (Caso piloto: práctica profesional)	Mendoza Durán, C. L., & Pedraza Gutiérrez, S. A. (2018). Asistente virtual web basado en inteligencia artificial para la escuela tic de la universidad piloto de Colombia-(Caso piloto: práctica profesional) (Doctoral dissertation). Recuperado de <a href="http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/4848/00005059.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/4848/00005059.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>

---

3	Un sistema experto para asistir decisiones turísticas. Diseño de un prototipo basado en web.	Primorac, C. R., y Mariño, S. I. (2011). UN SISTEMA EXPERTO PARA ASISTIR DECISIONES TURÍSTICAS. DISEÑO DE UN PROTOTIPO BASADO EN WEB. TURyDES, 4(10). Recuperado de <a href="http://www.eumed.net/rev/turydes/10/pm.pdf">http://www.eumed.net/rev/turydes/10/pm.pdf</a>
4	Mycroft es un asistente virtual y navegador de conocimientos de software libre y de código abierto para sistemas operativos basados en Linux que usa el lenguaje natural para recibir las órdenes a ejecutar. Se dice que es, a nivel mundial, el primer asistente de IA de fuentes completamente abiertas.	Recuperado de <a href="https://mycroft.ai/">https://mycroft.ai/</a>
5	AI + Machine Learning de Microsoft Azure Search	Recuperado de <a href="https://azure.microsoft.com/en-us/overview/ai-platform/">https://azure.microsoft.com/en-us/overview/ai-platform/</a>
6	IBM Watson. Inteligencia artificial que es capaz de responder a preguntas formuladas en lenguaje natural.	Recuperado de <a href="https://www.ibm.com/watson">https://www.ibm.com/watson</a>

---

---

7	Neongecko es una empresa de sistemas de procesamiento de conversación basado en IA y multiplataforma.	Recuperado de <a href="https://www.neongecko.com/Home">https://www.neongecko.com/Home</a>
8	Botjet tiene como objetivo simplificar y acelerar la adopción de chatbot haciendo que sea lo más fácil posible para que cualquiera pueda construir su propio bot.	Recuperado de <a href="https://botjet.ai/">https://botjet.ai/</a>
9	Google Cloud AI. Productos de inteligencia artificial y aprendizaje automático	Recuperado de <a href="https://cloud.google.com/products/ai/">https://cloud.google.com/products/ai/</a>
10	Apache UIMA™ Project. Las aplicaciones UIMA son sistemas de software que analizan grandes volúmenes de información no estructurada para descubrir conocimiento relevante para un usuario final.	Recuperado de <a href="https://uima.apache.org/">https://uima.apache.org/</a>
11	Inbenta Search. Proporciona resultados precisos de una o más fuentes en una sola interfaz usando Inteligencia Artificial.	Recuperado de <a href="https://www.inbenta.com/es/">https://www.inbenta.com/es/</a>

---

## 2.10 Identificación de la mejor solución en términos de impacto y efectividad

Para poder realizar la correcta identificación de la mejor solución en términos de impacto y efectividad, se debe determinar las características mínimas que debe cumplir dicha solución.

Según Pérez y Cardoso (2015): “La búsqueda de respuestas (BR) con Inteligencia Artificial tiene como objetivo dar respuestas en lenguaje natural a preguntas también en lenguaje natural. Conceptualmente las aplicaciones de gestión de información no estructurada suelen organizarse en dos fases. En la fase de análisis se recogen y analizan colecciones de documentos y los resultados se almacenan en algún lenguaje o depósito intermedio. La fase de entrega hace accesible al usuario el resultado del análisis, y posiblemente el documento original completo mediante una interfaz apropiada.”. La Figura 5 muestra la arquitectura básica de un sistema de búsqueda de respuestas.

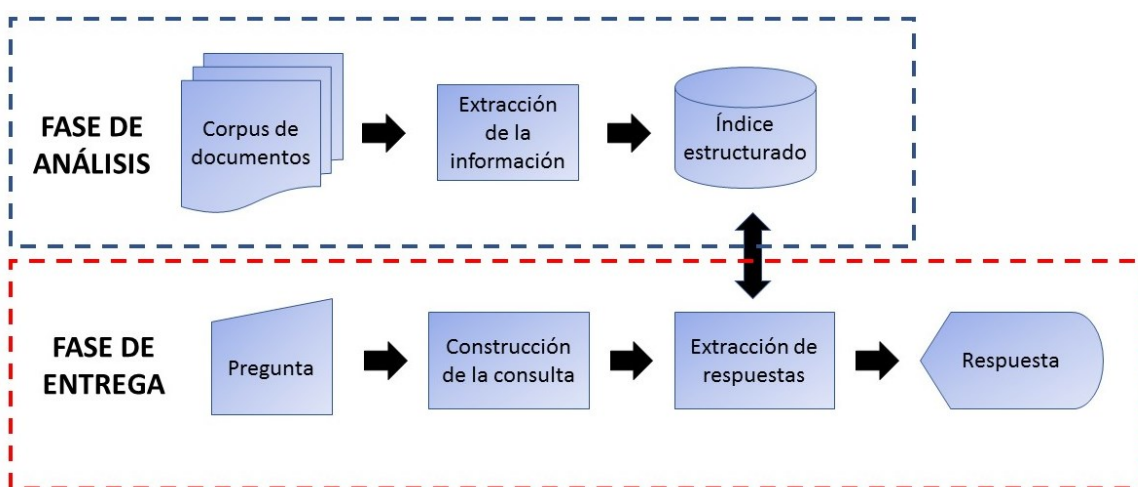


Figura 5. Arquitectura básica para la búsqueda de respuestas

Por lo anterior, las características mínimas buscadas son:

- a. Extracción de información de un corpus de documentos con el fin de generar un índice estructurado. (EID)
- b. Procesamiento de lenguaje natural y que lo realice en idioma español. (PLN/E)
- c. Análisis de preguntas y construcción de consultas. (APCC)
- d. Extracción y presentación de respuestas. (EPR)

Tomando en cuenta estas características, pasamos a analizar a cada una de las posibles modalidades de solución:

Tabla 4.

*Análisis de características de las posibles modalidades de solución*

<b>Núm</b>	<b>Posible solución</b>	<b>EID</b>	<b>PLN/E</b>	<b>APCC</b>	<b>EPR</b>
1	Diseño de un sistema de búsqueda de respuestas para diversos tipos de preguntas.	SI	SI	SI	SI
2	Asistente virtual web basado en inteligencia artificial para la escuela tic de la universidad piloto de Colombia-(Caso piloto: práctica profesional)	NA	SI	SI	SI



3	Un sistema experto para asistir decisiones turísticas.  Diseño de un prototipo basado en web.	NA	SI	SI	SI
4	Mycroft	NO	SI/NO	SI	SI
5	AI + Machine Learning de Microsoft Azure Search	SI	SI/NO	SI	SI
6	IBM Watson.	SI	SI/SI	SI	SI
7	Neongecko	NO	SI/NO	SI	SI
8	Botjet.	NO	SI/SI	SI	SI
9	Google Cloud AI	SI	SI/SI	SI	SI
10	Apache UIMA™ Project.	SI	SI/NO	SI	SI
11	Inbenta Search	SI	SI/SI	SI	SI
12	Dialogflow	SI	SI/NO	SI	SI

De las opciones arriba mencionadas, existen varias que contemplan las características deseadas, más sin embargo también hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Costos.
- Usabilidad y escalabilidad.
- Soporte técnico.
- Robustez.
- Experiencia

Por lo anterior, la mejor solución en términos de impacto y efectividad es la proporcionada por **Google Cloud AI**.

## **2.11 Restricciones y constricciones que debe enfrentar la solución propuesta**

Según el *Project Management Institute* (2017), los proyectos tienen por naturaleza, seis restricciones que pueden limitar su feliz término. De acuerdo a esta metodología, el presente proyecto tiene que tener en cuenta las siguientes restricciones:

**2.11.1 Alcance.** Se refiere al resultado esperado. Se requiere un sistema informático que gestione las dudas reglamentarias enmarcadas únicamente en el Reglamento Aeronáutico de Colombia (RAC) sin incluir las circulares reglamentarias u otras normativas que dependan del RAC.

**2.11.2 Tiempo.** Se refiere a los tiempos de culminación del proyecto. No existe una limitación a este respecto debido a que se encuentra en la etapa de propuesta, pero se puede planificar un tiempo de culminación de 9 meses en su desarrollo.

**2.11.3 Coste.** Se refiere al presupuesto disponible. La propuesta generará un coste de \$68'768.000, que será detallado más adelante.

**2.11.4 Riesgo.** Se refiere a qué puede salir mal y qué se puede hacer al respecto. Respecto al software de inteligencia artificial, el riesgo es que después de desarrollarlo, sus respuestas no sean apropiadas y puedan generar tomas de decisiones equivocadas, es decir, el mayor riesgo es que no sea fiable y esto se evitará en la meticulosidad del entrenamiento del software.

**2.11.5 Recursos.** ¿Quién y qué se requiere para realizar el trabajo? Los recursos iniciales corresponden a un equipo de trabajo que desarrolle y entrene el software (Aproximadamente 6 personas) y equipo de cómputo que tenga acceso a las herramientas de desarrollo de Google.

**2.11.6 Calidad.** ¿Qué tan cerca están los resultados y las expectativas? De acuerdo a los últimos avances en inteligencia artificial, es altamente probable desarrollar la herramienta informática propuesta con una alta fiabilidad en las respuestas dadas.

## Presentación del caso de negocio

De acuerdo al *Business Case Institute Scientific Management* (Pereira & Teixeira, 2015) un caso de negocio es “... un proceso de evaluación independiente y riguroso de una iniciativa que busca la creación de valor en la organización a través de la aplicación de medios financieros, humanos y de tiempo, en otras palabras, un caso de negocio consiste en una herramienta de toma de decisiones para determinar si una inversión crea valor”. Con lo anterior en mente, procedemos a enumerar algunas consideraciones preliminares sobre el proyecto presentado.

### 3.1 Recursos necesarios para el desarrollo de la solución

#### 3.1.1 Recursos físicos.

- Tres (3) equipos de cómputo de categoría intermedia o superior.
- Acceso a internet para conectarse a un servidor especializado.
- Espacio de trabajo.

#### 3.1.2 Recursos intelectuales.

Conocimientos en:

- Matemáticas (Álgebra Lineal, Cálculo y Estadística)
- Lenguaje de programación (Python o cualquier otro apropiado para *Machine Learning*)
- Acceso y experticia en la plataforma **Google Cloud AI**.
- Derecho aeronáutico.

### 3.1.3 Recursos humanos.

- Un director de proyecto.
- Mínimo cuatro (4) expertos desarrolladores de Inteligencia Artificial.
- Un asesor en derecho aeronáutico.

### 3.1.4 Recursos económicos.

- Costo de utilización de la plataforma **Google Cloud AI**.
- Costo de equipos de cómputo.
- Costo de los recursos humanos.
- Costo de mantenimiento del servidor.

## 3.2 Resultados esperados e indicadores clave de desempeño (KPI's)

Tabla 5.

*Resultados esperados e indicadores clave de desempeño (KPI's)*

<b>Resultados esperados</b>	<b>Indicadores clave de desempeño (KPI's)</b>
Disminución en el tiempo de respuesta a las consultas normativas.	Tiempo de respuesta promedio.
Disminución de errores en la toma de decisiones.	Número de decisiones erradas, basadas en información incorrecta si usar la solución informática.
Aumentar la seguridad operacional aeronáutica, tomando decisiones correctas.	Número de decisiones correctas, tomadas con información de la solución informática.

---

Ser la mejor opción para ayudar a la toma de decisiones en el ámbito aeronáutico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Número de usuarios de la solución informática.</li> <li>- Cantidad de consultas por día.</li> </ul>
Disminuir costos, por la no dilatación de toma de decisiones.	Cantidad de dinero ahorrado, al tomar decisiones con el sistema informático, respecto a: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Consumo de combustible.</li> <li>- Retrasos.</li> <li>- Gastos legales.</li> </ul>
Ayudar a la redacción del RAC y evitar incongruencias.	Cantidad de artículos del RAC que son mutuamente incompatibles.

---

### 3.3 Unidades de negocio que se deben integrar

Teniendo en cuenta que la matriz Poder-Interés presentada, nos indica que la Aerocivil es la entidad con que se debe trabajar más de cerca por ser reguladora y prestadora de servicios, nos enfocaremos en enumerar las unidades de negocio en su interior, que deben integrarse a la elaboración del proyecto.

**3.3.1 Dirección general.** Es la encargada de tomar las decisiones a nivel estratégico.

**3.3.2 Oficina asesora de planeación.** Se encarga de programar y hacer seguimiento a los proyectos de inversión.

**3.3.3 Oficina de transporte aéreo.** Se encarga de dirigir al Grupo de Normas Aeronáuticas, es decir, proyecta y emite los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia.

**3.3.4 Oficina asesora jurídica.** Se encarga de la representación judicial de los intereses de la Aerocivil y su defensa por la prestación de los servicios aeronáuticos.

**3.3.5 Secretaría general.** Se encarga de las investigaciones disciplinarias de los funcionarios de la Aerocivil por omisión o extralimitación de sus funciones. Adicionalmente se encarga de la dirección de informática.

**3.3.6 Secretaría de sistemas operacionales.** Se encarga de la prestación de los servicios de navegación y ayudas a la navegación aérea.

**3.3.7 Secretaría de seguridad operacional y de la aviación civil.** Se encarga de las infracciones técnicas y gestión de la seguridad operacional de todos los involucrados en el transporte aéreo.

### **3.4 Hipótesis de trabajo**

Con la implementación de un sistema informático con inteligencia artificial para resolver consultas normativas en el ámbito de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC), se disminuirán los tiempos de respuesta a las consultas normativas, se disminuirán los errores en la toma de decisiones, se aumentará la seguridad operacional aeronáutica, se disminuirán los costos operacionales y legales, y se evitarán incongruencias normativas en el RAC.

## Solución al problema técnico

### 4.1 Análisis de escenarios

El análisis prospectivo se basa en un sinnúmero de herramientas que le permiten al tomador de decisiones sopesar las opciones de las que dispone y las posibles consecuencias. La base del análisis prospectivo se encuentra en la herramienta llamada análisis de escenarios y en donde, de acuerdo a Godet (2000), un escenario es “un conjunto formado por la descripción de una situación futura y de la trayectoria de eventos que permiten pasar de una situación origen a una situación futura”. Basándonos en lo anterior, procedemos a utilizar una versión abreviada del método de Godet para realizar este análisis.

**4.1.1 Definición de factores clave y proyecciones futuras.** Dentro de los factores claves que afectan el proyecto, destacamos los siguientes:

Tabla 6.

*Factores clave*

	<b>Factor clave</b>
<b>Factor 1</b>	Voluntad del nivel directivo de la Aerocivil
<b>Factor 2</b>	El sistema da respuestas adecuadas
<b>Factor 3</b>	Aceptación del sistema por parte de los usuarios

De acuerdo a estos factores clave, las proyecciones futuras serían las siguientes:



Tabla 7.

*Construcción de proyecciones futuras*

<b>Proyecciones futuras</b>	
Factor 1 (F1)	a) Que el nivel directivo de la Aerocivil avale la iniciativa.
	b) Que el nivel directivo de la Aerocivil niegue la iniciativa.
Factor 2 (F2)	a) Que el sistema brinde respuestas adecuadas.
	b) Que el sistema cometa demasiados errores al encontrar respuestas adecuadas.
Factor 3 (F3)	a) Que los usuarios utilicen de manera continua el sistema propuesto para la toma de decisiones diarias.
	b) Que los usuarios no utilicen el sistema.

**4.1.2 Estructuración de escenarios.** Basándonos en los factores clave encontrados y las proyecciones futuras, procedemos a ponerlos en interacción para construir los posibles escenarios a analizar.

Tabla 8.

*Estructuración de escenarios*

<b>Estructura de escenarios</b>	
Escenario 1	<b>F1 (a)</b> Que el nivel directivo de la Aerocivil avale la iniciativa. <b>F2 (a)</b> Que el sistema brinde respuestas adecuadas. <b>F3 (a)</b> Que los usuarios utilicen de manera continua el sistema propuesto para la toma de decisiones diarias.
Escenario 2	<b>F1 (b)</b> Que el nivel directivo de la Aerocivil niegue la iniciativa. <b>F2 (b)</b> Que el sistema cometa demasiados errores al encontrar respuestas adecuadas. <b>F3 (b)</b> Que los usuarios no utilicen el sistema.

---

Escenario 3	<b>F1 (a)</b>	Que el nivel directivo de la Aerocivil avale la iniciativa.
	<b>F2 (a)</b>	Que el sistema brinde respuestas adecuadas.
	<b>F3 (b)</b>	Que los usuarios no utilicen el sistema.
Escenario 4	<b>F1 (a)</b>	Que el nivel directivo de la Aerocivil avale la iniciativa.
	<b>F2 (b)</b>	Que el sistema cometa demasiados errores al encontrar respuestas adecuadas.
	<b>F3 (b)</b>	Que los usuarios no utilicen el sistema.
Escenario 5	<b>F1 (b)</b>	Que el nivel directivo de la Aerocivil niegue la iniciativa.
	<b>F2 (a)</b>	Que el sistema brinde respuestas adecuadas.
	<b>F3 (a)</b>	Que los usuarios utilicen de manera continua el sistema propuesto para la toma de decisiones diarias.
Escenario 6	<b>F1 (b)</b>	Que el nivel directivo de la Aerocivil niegue la iniciativa.
	<b>F2 (b)</b>	Que el sistema cometa demasiados errores al encontrar respuestas adecuadas.
	<b>F3 (a)</b>	Que los usuarios utilicen de manera continua el sistema propuesto para la toma de decisiones diarias.
Escenario 7	<b>F1 (b)</b>	Que el nivel directivo de la Aerocivil niegue la iniciativa.
	<b>F2 (a)</b>	Que el sistema brinde respuestas adecuadas.
	<b>F3 (b)</b>	Que los usuarios no utilicen el sistema.
Escenario 8	<b>F1 (a)</b>	Que el nivel directivo de la Aerocivil avale la iniciativa.
	<b>F2 (b)</b>	Que el sistema cometa demasiados errores al encontrar respuestas adecuadas.
	<b>F3 (a)</b>	Que los usuarios utilicen de manera continua el sistema propuesto para la toma de decisiones diarias.

---

**4.1.3 Elaboración de posibles estrategias.** Conforme al cruce de las proyecciones futuras se construyeron los posibles escenarios a los que nos deberíamos enfrentar y que serán la base para plantear las estrategias que nos ayuden a mitigar los imprevistos y permitan salvar los obstáculos que se puedan presentar.

Tomaremos el escenario 2, que es el que condensan el mayor número de posibles obstáculos y así abarcar todas las posibles estrategias.

Tabla 9.

*Análisis de escenarios – Estrategias*

<b>Escenario 2</b>	<b>Posibles estrategias</b>
<b>F1 (b)</b> Que el nivel directivo de la Aerocivil niegue la iniciativa.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mostrar los beneficios de su implementación.</li> <li>2. Establecer medidores de seguimiento que refuercen los beneficios.</li> <li>3. Enfatizar los elevados costos de la no implementación</li> </ol>
<b>F2 (b)</b> Que el sistema cometa demasiados errores al encontrar respuestas adecuadas.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mejorar los algoritmos de búsqueda de respuestas.</li> <li>2. Mejorar los algoritmos de entrenamiento del sistema.</li> <li>3. Implementar una redacción estandarizada de la normatividad.</li> </ol>
<b>F3 (b)</b> Que los usuarios no utilicen el sistema.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Establecer una campaña de marketing que le de visibilidad.</li> <li>2. Promulgar eventos de capacitación sobre el uso del sistema.</li> <li>3. Mostrarles el costo-beneficio de su uso (Si la Aerocivil decide cobrar por el servicio)</li> </ol>

Como se puede evidenciar, existen una gran variedad de estrategias que permiten solventar la mayor cantidad de obstáculos y que permitirán que el proyecto llegue a feliz término.

## 4.2 Análisis de causas y efectos

Para el análisis de causa y efectos, nos basaremos en el diagrama de Ishikawa, que es utilizado para explorar todas las causas reales o potenciales (entradas) que explican un efecto de interés (salida) (Ishikawa, 2013).

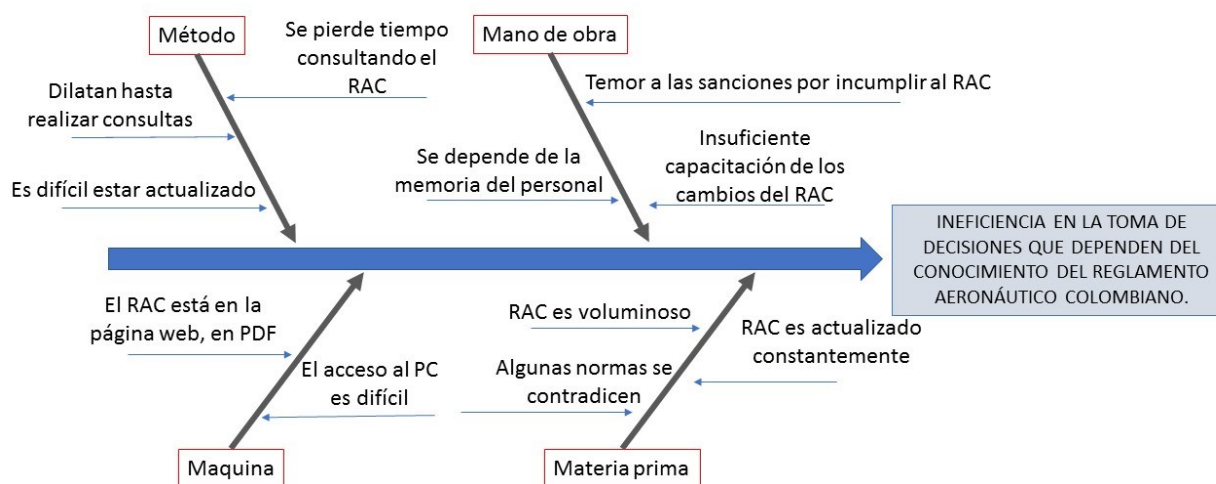


Figura 6. Gráfica de causa y efecto

## 4.3 Alineación de la solución con los objetivos estratégicos de Aerocivil

Para conocer los objetivos estratégicos de la Aerocivil, nos debemos remitir al Plan Estratégico Aeronáutico (PEA 2030) (Aerocivil, 2019a), que está articulado con el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2018-2022 “Pacto por Colombia, pacto por la equidad”.

La visión contemplada en este plan es: “Movilizar 100 millones de pasajeros y duplicar el transporte de carga en un entorno institucional claro, competitivo, conectado, seguro y sostenible, soportado en una infraestructura renovada, una industria robustecida y un talento humano de excelencia.”.

Su desarrollo se consolida en la ejecución de los objetivos trazados en siete (7) ejes temáticos que lo sustentan: institucionalidad, Conectividad, Competitividad, Infraestructura y sostenibilidad ambiental, Industria Aeronáutica y cadena de suministro, Seguridad operacional y Seguridad de la aviación civil y Desarrollo del talento Humano del sector.

De todos los objetivos específicos, podemos enumerar los que se alinean con la solución propuesta en el presente trabajo:

Tabla 10.

*Objetivos estratégicos alineados con la solución propuesta*

<b>Objetivo estratégico</b>	<b>Objetivos específicos</b>
<b>Competitividad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contar con mecanismos efectivos para la protección de los derechos de los usuarios, frente a los servicios ofrecidos en el transporte aéreo, para mejorar la calidad y satisfacción de éstos.</li> </ul>
<b>Seguridad operacional y de la aviación civil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apropiar en el sector las mejores prácticas en seguridad operacional de la OACI, con el fin de corregir la brecha en la implementación de los elementos críticos del sistema de vigilancia de la seguridad operacional.</li> <li>• Mejorar la capacidad del Estado en la aplicación de un sistema de Vigilancia de la Seguridad Operacional basado en riesgos,</li> </ul>

---

disponiendo de mecanismos para la compilación, transformación y administración de datos de seguridad operacional (Safety BIG DATA), que permitan generar análisis estadísticos para la toma de decisiones.

- Desarrollo del talento humano en el sector**
- Disponer de un sistema de gestión del Talento Humano que permita responder a las necesidades del Sector Aeronáutico en cantidad y calidad.
  - Alcanzar una amplia oferta de capacitación orientada a la gestión aeronáutica integral, en todos los niveles y campos.
- 

#### 4.4 Plan de comunicaciones

Según el *Project Management Institute* (2017), el plan de gestión de las comunicaciones es un componente del plan para la dirección del proyecto que describe la forma en que se planificarán, estructurarán, implementarán y monitorearán las comunicaciones del proyecto para lograr la eficacia. El plan contiene la siguiente información:

**4.4.1 Requisitos de comunicación de los interesados.** Tomaremos como base la Tabla 2 del presente documento, para determinar los requisitos de comunicación de cada uno de los interesados, dependiendo de los intereses y grado de influencia sobre el éxito del proyecto. Tomando en cuenta que, a mayor grado de intereses e influencia en el proyecto, las comunicaciones deberán ser más frecuentes y cercanas.

Tabla 11.

*Requisitos de comunicación de los interesados*

<b>Interesado</b>	<b>Comunicación frecuente</b>	<b>Comunicación cercana</b>
Aerocivil como autoridad reguladora ( <b>AER</b> )	SI	SI
Explotadores de los aeródromos y empleados ( <b>EXP</b> )	SI	NO
Empresas de transporte Aéreo y sus empleados ( <b>EMP</b> )	SI	SI
Pasajeros ( <b>PAX</b> )	SI	NO
Aerocivil como proveedor de servicios de navegación aérea ( <b>SNA</b> )	SI	SI
Estado colombiano ( <b>EST</b> )	NO	NO
Aduanas e inmigración ( <b>ADU</b> )	NO	NO
Talleres de mantenimiento ( <b>TAL</b> )	NO	NO
Fabricantes de equipos ( <b>FAB</b> )	NO	NO
Escuelas de formación aeronáutica ( <b>ESC</b> )	SI	NO
Aeroclubes ( <b>ACB</b> )	SI	NO
Empresas de servicios especiales ( <b>ESP</b> )	SI	NO

**4.4.2 Información a comunicar.** La información se comunicará en idioma español y se utilizarán diferentes métodos y metodologías (Que se detallarán más adelante). Básicamente se comunicará sobre lo siguiente:

- Presentación del sistema propuesto y sus beneficios.
- Avances del proyecto.
- Puesta en marcha del sistema.
- Utilización del sistema.
- Retroalimentación sobre el uso del sistema.

**4.4.3 Persona responsable de comunicar la información.** La persona responsable de la comunicación será el director del proyecto.

**4.4.4 Métodos o tecnologías utilizados para transmitir la información.** Para la comunicación con los interesados, se utilizarán los siguientes métodos, dependiendo si el requisito de comunicaciones es cercano o no:

Tabla 12.

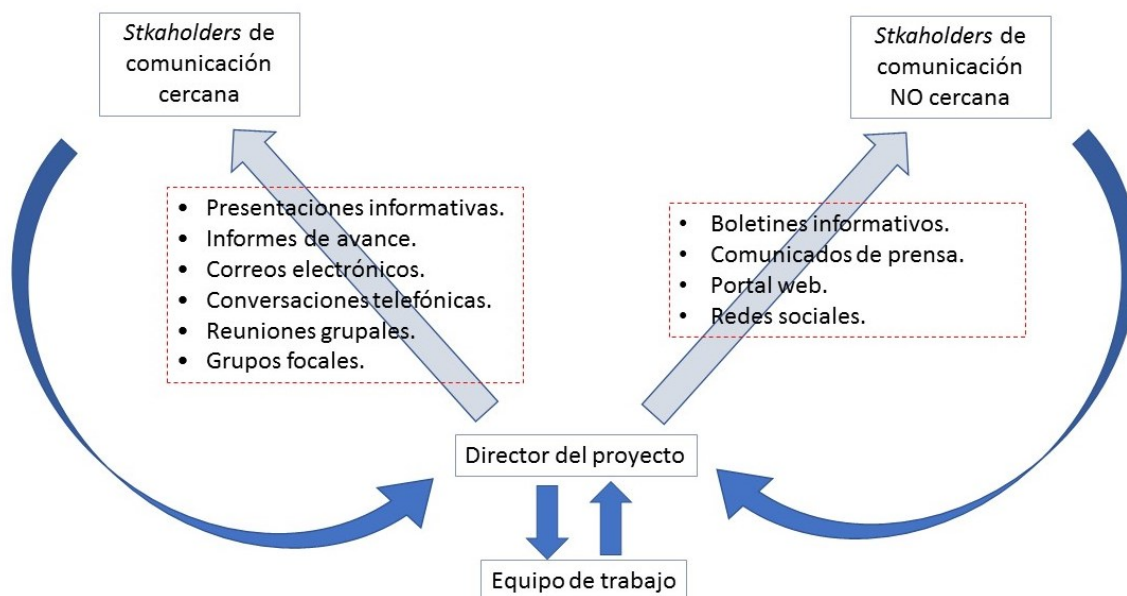
*Métodos de comunicación.*

<b>Comunicación cercana</b>	
<b>SI</b>	<b>NO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentaciones informativas.</li> <li>• Informes de avance.</li> <li>• Correos electrónicos.</li> <li>• Conversaciones telefónicas.</li> <li>• Reuniones grupales.</li> <li>• Grupos focales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boletines informativos.</li> <li>• Comunicados de prensa.</li> <li>• Portal web.</li> <li>• Redes sociales.</li> </ul>

En cuanto a la frecuencia, si los interesados están clasificados con requisito de comunicación frecuente, esta comunicación se hará de manera semanal, para los demás interesados se hará de manera mensual.



**4.4.5 Diagramas de flujo de la información.** Mostraremos el flujo de la información que circula dentro del proyecto.



*Figura 7. Flujo de información del proyecto*

**4.4.6 Restricciones.** Debido a la naturaleza propia de las actividades de la aviación, se debe tener en cuenta que algunos participantes del ecosistema no tienen permitido el acceso a celulares y a ciertas páginas web mientras se encuentran en servicio, por lo que algunas comunicaciones no llegarán de forma sincrónica.

### **Aspectos administrativos**

Para los aspectos administrativos, se utilizó la herramienta Microsoft Project, al cual se incorporaron todos los datos relevantes del proyecto.

Se mostrará el cronograma de actividades, los costos en que se incurrirán, la hoja de utilización de los recursos y la factibilidad económica del proyecto.

## 5.1 Cronograma de actividades

Nombre de tarea	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8				MES 9			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4				
Equipos y software																																				
Compra de equipos de computo																																				
Adecuación del espacio de trabajo																																				
<b>Instalación de equipos de computo</b>																																				
Instalación de PC																																				
Conexión a internet																																				
Instalación del software																																				
Programación del software																																				
<b>Desarrollo de la fase de análisis</b>																																				
Extracción de la información																																				
Creación del índice estructurado																																				
<b>Desarrollo de la fase de entrega</b>																																				
Modulo: Entender la pregunta																																				
Modulo: Crear consulta																																				
Modulo: Extracción de la respuesta																																				
Modulo: Generación de la respuesta																																				
Pruebas del sistema																																				
Instalación en página web/servidor																																				
Plan de comunicaciones																																				
<b>Informes de avances del proyecto</b>																																				
Informe 1																																				
Informe 2																																				
Informe 3																																				
Informe 4																																				
Informe de puesta en marcha del sistema																																				
Presentación del proyecto																																				
<b>Capacitación de uso</b>																																				
Elaboración del manual de uso																																				
Elaboral tutorial en linea																																				
Sesiones de capacitación pesencial																																				

Figura 8. Cronograma de actividades

5.2 Costos del proyecto de desarrollo tecnológico

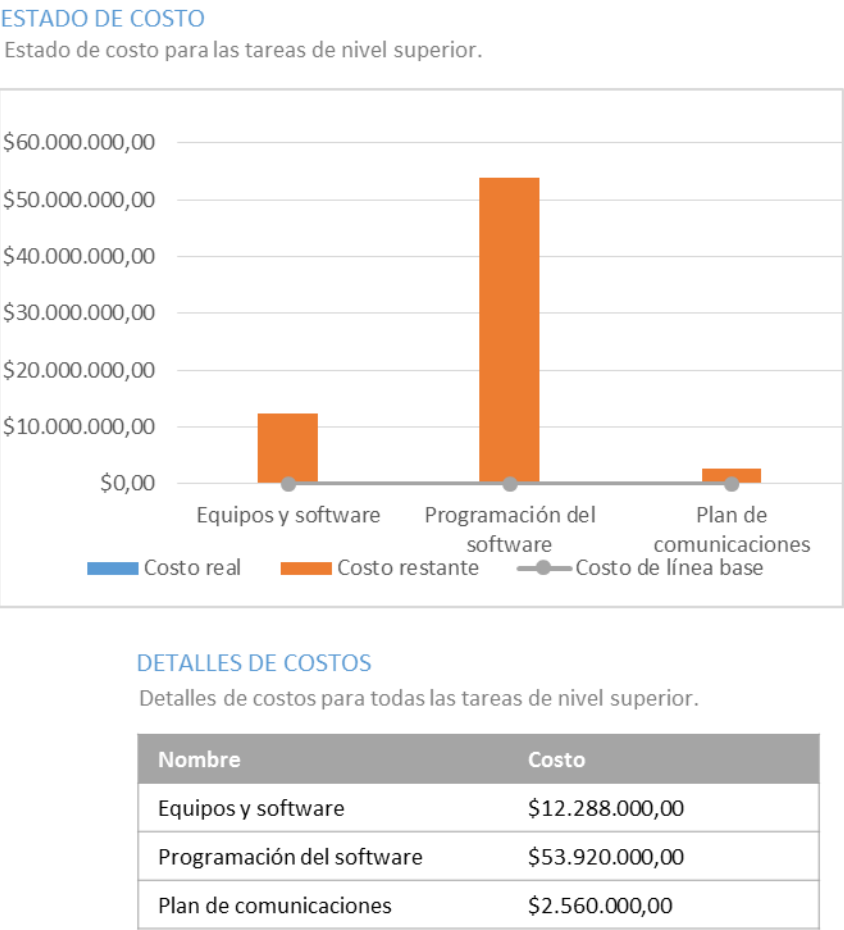


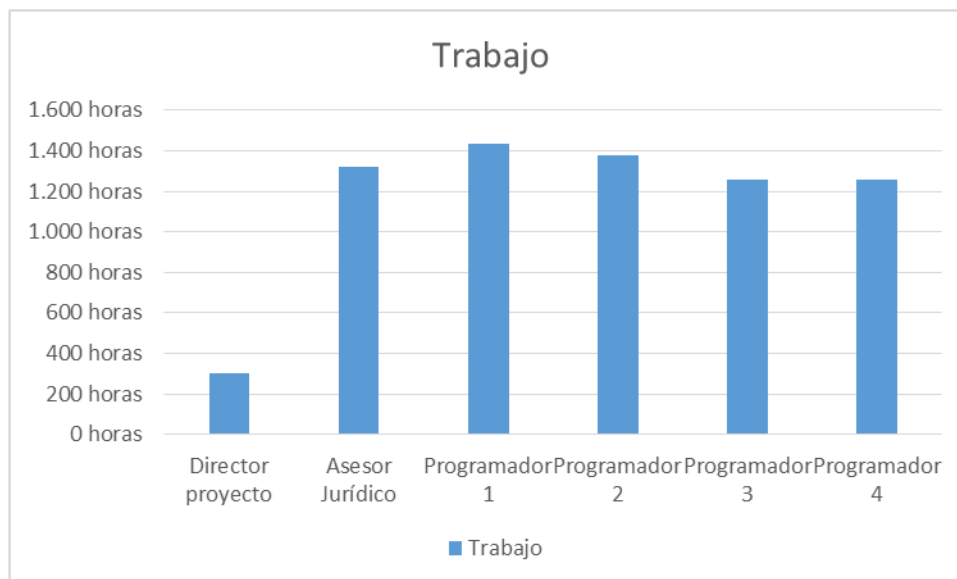
Figura 9. Costos del proyecto

El costo total del proyecto sería de \$68'768.000

### 5.3 Hoja de recursos del proyecto de desarrollo tecnológico

#### ESTADÍSTICAS DE RECURSOS

Estado de trabajo de todos los recursos de trabajo.



#### USO DE LOS RECURSOS

Nombre	Trabajo
Director proyecto	304 horas
Asesor Jurídico	1.320 horas
Programador 1	1.432 horas
Programador 2	1.376 horas
Programador 3	1.256 horas
Programador 4	1.256 horas

Figura 10. Uso de recursos

#### 5.4 Relación de entregables del proyecto de consultoría

De acuerdo al *Project Management Institute* (2017), los proyectos se llevan a cabo para cumplir objetivos mediante la producción de entregables, un entregable lo definen como cualquier producto, resultado o capacidad único y verificable para ejecutar un servicio que se produce para completar un proceso, una fase o un proyecto. Los entregables pueden ser tangibles o intangibles.

Para el presente proyecto, los entregables serían:

- Estudio de viabilidad:
  - Descripción breve del sistema propuesto y sus características.
  - Estudio de los costes, estimaciones de la planificación y fechas, tentativas, de entrega de los productos.
  - Estudio de los beneficios que producirá el sistema.
- Software de inteligencia artificial para el manejo de dudas normativas basadas en el RAC.
- Documentación del software:
  - Descripción detallada del sistema.
  - Codificación: Documentos del diseño final del sistema
  - Guía para los operadores del sistema.
  - Manual de usuario del sistema.
- Informe de las pruebas.
- Informe final

## 5.5 Evaluación del desarrollo del proyecto en términos de factibilidad económica

El valor del negocio en los proyectos se refiere al beneficio que los resultados de un proyecto específico proporcionan a sus interesados. El beneficio de los proyectos puede ser tangible, intangible o ambos.

Tomando como base la información sobre el presupuesto 2020 de la Aerocivil detallado en el Decreto 2411 (2019), que es un total de \$271 billones de pesos y dentro del cual, existe un rublo llamado “Fortalecimiento de la gestión interna para la alineación de la estrategia ti con los componentes misionales, para crear una competitividad estratégica en la Unidad Administrativa Especial De Aeronáutica Civil a nivel nacional” con una asignación presupuestal de veinticinco mil millones de pesos (\$25.000´000.000), nos lleva a concluir que el costo del proyecto no representaría una cifra importante dentro de su presupuesto.

Si, además, observamos los principales beneficios de la puesta en marcha del sistema que son:

- Disminución de costos por demoras (Para las aerolíneas, para los pasajeros y para el medio ambiente teniendo en cuenta el ahorro de combustible)
- Disminución de costos de defensa legal.

Nos lleva a evaluar que el desarrollo del proyecto no solo es factible económicamente hablando, sino que llevará a grandes disminuciones de costos a la Aerocivil y a sus *stakeholders*.

### **Lecciones aprendidas**

Retomemos la pregunta problema inicial: ¿Cuál es la solución informática con Inteligencia Artificial que debería implementar la Aerocivil con el fin de resolver, en tiempo real, cualquier tipo de consulta en el ámbito de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC)?

Al tratar de resolver el problema técnico, se descubre que ya existen las herramientas tecnológicas necesarias para implementar un sistema informático basado en inteligencia artificial que pueda interpretar el lenguaje natural hablado o escrito, que descifre las intenciones del interlocutor y apoyado en una base de datos relacional, dar una respuesta en tiempo real a cualquier duda que se tenga respecto al corpus de documentos que enmarcan al Reglamento Aeronáutico de Colombia.

Este trabajo también reveló que este tipo de solución sirve para diversas áreas del conocimiento, donde se necesite la aplicación de sistemas expertos para la solución rápida de consultas. Cualquier tipo de organización se puede beneficiar al utilizar este tipo de sistemas expertos para facilitar la toma de decisiones en cualquier área funcional: gerencia, talento humano, finanzas, producción, legal, marketing, servicio al cliente, etc.

De forma específica, se logró determinar que si es posible la implementación de un sistema informático con inteligencia artificial para resolver consultas normativas en el ámbito de los Reglamentos Aeronáuticos de Colombia (RAC), el cual permitirá la disminución de los tiempos de respuesta a las consultas normativas, se disminuirá la cantidad de errores en la toma de decisiones y se podrá aumentar la seguridad operacional aeronáutica; esto redundará en la disminución de los costos operacionales, ambientales y legales.



## Referencias

Aerocivil. (s.f.). Históricos RAC. Recuperado de

<http://www.aerocivil.gov.co/normatividad/Pages/Historicos-RAC.aspx>

Aerocivil. (2019a) Plan Estratégico Aeronáutico (PEA 2030) – Resumen ejecutivo. Recuperado de

<http://www.aerocivil.gov.co/cea/QuienesSomos/Catedra%202030/Resumen%20Ejecutivo%20Plan%20Estrate%CC%81gico%20Aerona%CC%81utico%202030.pdf>

Aerocivil. (2019b). Reglamentos Aeronáuticos de Colombia – Parte 1. Recuperado de

<http://www.aerocivil.gov.co/normatividad/RAC/RAC%20%201%20-%20Definiciones.pdf>

Business Case Institute. (2019). What is a Scientific Business Case. Recuperado de

<http://www.businesscaseinstitute.org/bcbok-standards/what-is-a-business-case>

Código de Comercio [CC]. Decreto 140 de 1971. Junio 16 de 1971 (Colombia)

Congreso de Colombia. (16 de mayo de 2017). Por el cual se modifica la estructura de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil (Aerocivil), y se dictan otras disposiciones. [Decreto 823 de 2017]. DO: 50.235

Fabra, J. L., y Núñez, A. (2015). Enciclopedia de Filosofía y Teoría del Derecho (Vol. 1).

México: UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas.

Fernández, C., y Boulat, P. (2015). Inteligencia Artificial y Derecho. Problemas y perspectivas.

Recuperado de <http://noticias.juridicas.com/conocimiento/articulos-doctrinales/9441-inteligencia-artificial-y-derecho-problemas-y-perspectivas/>

Godet, M., Monti, R., Meunier, F., y Roubelat, F. (2000). La caja de herramientas de la prospectiva estratégica. Recuperado de <https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-02185401/document>

Hernández, N. B., Navarrete Luque, C. E., León Segura, C. M., Real López, M. de J., Chiriboga Hungría, J. A., y Ricardo, J. E. (2019). La toma de decisiones en la informática jurídica basado en el uso de los sistemas expertos. *Investigación Operacional*, 40(1), 131–139.

Hooper, P. (2015, diciembre 24). ¿No conocer la ley me libera de su cumplimiento? [Web log post]. Recuperado de <https://www.entrepreneur.com/article/269402>

Méndez, C. (2006). Metodología, diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales. Editorial Limusa, cuarta edición, Colombia.

Ministerio de Hacienda y Crédito público. (30 de diciembre de 2019). Por el cual se liquida el Presupuesto General De La Nación para la vigencia fiscal de 2020. [Decreto 2411 del 30 de diciembre de 2019]

Narváez, C. (2018, septiembre 14). “Inteligencia artificial para el sistema judicial colombiano”: opinión [Web log post]. Recuperado de (<https://www.ambitojuridico.com/noticias/tecnologia/tic/inteligencia-artificial-para-el-sistema-judicial-colombiano-opinion>)

Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). (2005). Doc 9854 - Concepto operacional de gestión del tránsito aéreo mundial. Primera edición.

Pereira, Leandro; Teixeira, Claudia. (2016). A guide to the business case body of knowledge.

Business case institute scientific management. Disponible en:

<http://www.businesscaseinstitute.org/bcbok-standards/bcbok-guide>

Pérez Abelleira, M. A., Cardoso, A. C., y Bini, A. (2015, May). Minería de textos: sistemas de búsqueda de respuestas. In XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (Salta, 2015).

Project Management Institute. (2017). La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK), sexta edición. Project Management Institute, Inc.

Suarez Prieto, J. E. (2018). Los beneficios de la inteligencia artificial en el sector empresarial.

Tesis de grado. Universidad Santo Tomás. Bogotá. Recuperado de

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/12948/2018juliosuarez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

UNESCO (s.f.). árbol de problemas. Recuperado de

<http://www.unesco.org/new/es/culture/themes/%20cultural-diversity/diversity-of-cultural%20expressions/tools/policy-guide/planificar/diagnosticar/arbol-de-problemas/>