

PROYECTO FINAL DE GRADO



IMPLEMENTACIÓN DE DRONES DE SUPERVISIÓN CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL

BERRUEZO, PAULA

JOSÉ, LAURA ANTONELLA

**INGENIERÍA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SALTA
AÑO 2023**

**“IMPLEMENTACIÓN DE DRONES DE SUPERVISIÓN CON INTELIGENCIA
ARTIFICIAL”**

ALUMNAS

BERRUEZO, Paula

JOSÉ, Laura Antonella

PROFESOR GUÍA

Ing. LINARES, Juan Francisco

TRIBUNAL EVALUADOR

Tribunal Evaluador 1

Tribunal Evaluador 2

Tribunal Evaluador 3

FECHA DE EXPOSICIÓN

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

En el camino hacia la realización de este proyecto, nos encontramos rodeadas de personas cuya influencia ha dejado una huella indeleble en nuestros caminos. Expresamos nuestra sincera gratitud a cada uno de ellos, por su apoyo inquebrantable y sus valiosas contribuciones.

A nuestras familias y amigos, por su constante apoyo, incentivo y palabras de aliento que hicieron más llevaderos los días de estudio y desarrollo del proyecto.

A nuestro asesor académico, Juan Francisco Linares, por su orientación, guía y compromiso con nuestro crecimiento profesional.

A DL Consultores, especialmente a Federico Cooke y Guadalupe Rojas, por la oportunidad de participar y aportar en este proyecto; y al equipo encargado del mismo, por estar siempre dispuesto para consultas técnicas.

Este trabajo no solo es el resultado de nuestro esfuerzo, sino un testimonio del apoyo y amor de aquellos que han estado a nuestro lado en todo este camino. Todo el estudio y la dedicación plasmada en este trabajo nos llena de gratitud y humildad, y es a todos ellos a quienes dedicamos este logro.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

RESUMEN.....	10
INTRODUCCIÓN.....	12
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	12
ALCANCE Y OBJETIVO DEL PROYECTO.....	13
INTRODUCCIÓN A LOS DRONES	13
IMPLEMENTACIÓN DE DRONES EN LA ACTUALIDAD.....	17
INTELIGENCIA ARTIFICIAL	19
MANTENIMIENTO DE ACTIVOS FÍSICOS EN LA INDUSTRIA MINERA.....	20
BASE DE DATOS, SERVIDORES Y SISTEMAS ERP	24
ESTUDIO DE MERCADO	26
ANÁLISIS FODA.....	26
ANÁLISIS DEL MERCADO	28
<i>MERCADO PROVEEDOR.....</i>	<i>28</i>
<i>MERCADO COMPETIDOR</i>	<i>29</i>
<i>MERCADO CONSUMIDOR.....</i>	<i>31</i>
DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA.....	32
<i>ENCUESTA.....</i>	<i>33</i>
<i>RESULTADOS DE ENCUESTA.....</i>	<i>33</i>
<i>MERCADO OBJETIVO</i>	<i>37</i>
<i>TAMAÑO DEL MERCADO</i>	<i>37</i>
MODELO DE NEGOCIO.....	40
<i>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</i>	<i>40</i>
<i>HIPÓTESIS DE IDENTIFICACIÓN DE CAUSA REAL</i>	<i>40</i>
<i>SOLUCIÓN PROPUESTA</i>	<i>41</i>
<i>VENTAJAS DE LA SOLUCIÓN</i>	<i>43</i>
<i>IMPACTOS</i>	<i>45</i>

<i>ESTRATEGIA DE COMERCIALIZACIÓN</i>	45
<i>MODELO DE NEGOCIO ECONÓMICO</i>	46
<i>ESTRATEGIA DE FIJACIÓN DE PRECIOS</i>	46
<i>FLOW COMERCIAL</i>	47
<i>PROMOCIÓN</i>	48
CONCLUSIÓN.....	49
ESTUDIO TÉCNICO	51
LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	51
INGENIERÍA DEL PROYECTO	52
<i>DRON DE SUPERVISIÓN Y MONITOREO</i>	53
<i>COMPLEMENTOS FÍSICOS</i>	56
<i>COMPONENTES INFORMÁTICOS</i>	61
<i>SOFTWARE IA</i>	63
<i>SERVIDOR</i>	63
COMUNICACIONES Y RED	64
<i>INSTRUMENTACIÓN DE MONITOREO AMBIENTAL</i>	70
FUNCIONAMIENTO INTEGRAL DE LA SOLUCIÓN.....	71
MANTENIMIENTO TRADICIONAL VS MANTENIMIENTO 4.0.....	73
APLICACIONES EN EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL	75
ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN PARA UN CLIENTE “TIPO”	77
CONCLUSIÓN.....	80
ESTUDIO LEGAL	82
REGISTRO DE PROVEEDOR LOCAL DE EMPRESAS MINERAS	82
REQUERIMIENTOS Y RESTRICCIONES LEGALES DEL CLIENTE	83
<i>CLASIFICACIÓN E INSCRIPCIÓN DEL VEHÍCULO</i>	83
<i>MARCAS DE IDENTIFICACIÓN</i>	84
<i>DEFINICIÓN DE OPERACIÓN SEGÚN VISIBILIDAD</i>	84
<i>LÍMITES DE OPERACIONES</i>	85

<i>PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES</i>	86
<i>AUTONOMÍA DE OPERACIONES Y VUELO</i>	86
<i>PROHIBICIÓN DE DESACTIVACIÓN DE SENSORES VITALES</i>	86
<i>SEGUROS</i>	86
<i>OBLIGACIONES PRE-VUELO</i>	87
<i>TRIPULACIÓN REMOTA</i>	87
ESTUDIO ORGANIZACIONAL	89
ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	89
REQUERIMIENTOS DE PUESTOS DE TRABAJO.....	89
MANUAL DE FUNCIONES.....	94
MODALIDAD DE TRABAJO	101
CONCLUSIÓN.....	101
ESTUDIO ECONÓMICO – FINANCIERO	102
PROYECCIÓN DE INGRESOS Y COSTOS	102
<i>COSTO UNITARIO DEL SERVICIO</i>	102
<i>COSTOS FIJOS</i>	103
<i>COSTOS TOTALES</i>	103
<i>DETERMINACIÓN PRECIO DE VENTA</i>	104
<i>PROYECCIÓN DE INGRESOS Y COSTOS</i>	105
PRESUPUESTO DE INVERSIONES	105
<i>INVERSIÓN INICIAL</i>	105
<i>CALCULO DE DEPRECIACIONES</i>	106
<i>CAPITAL DE TRABAJO</i>	106
FLUJO DE CAJA	107
EVALUACIÓN DEL PROYECTO	108
<i>VALOR ACTUAL NETO (VAN)</i>	108
<i>TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)</i>	108
<i>ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD</i>	108

CONCLUSIÓN FINAL	110
REFERENCIAS	111
ANEXOS.....	112

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Proyección de la demanda del proyecto a 5 años</i>	39
<i>Tabla 2: Detalle de actividades y horas de cada etapa del servicio</i>	42
<i>Tabla 3: Cotización dólar estadounidense oficial</i>	102
<i>Tabla 4: Determinación del Costo Unitario Variable del Servicio mediante Costeo Variable, en USD</i> ..	103
<i>Tabla 5: Determinación de Costos Fijos mensuales y anuales, en USD</i>	103
<i>Tabla 6: Determinación de Costos Totales Anuales, en USD</i>	104
<i>Tabla 7: Determinación de Precio de Venta mensual</i>	104
<i>Tabla 8: Proyección de Ingresos y Costos</i>	105
<i>Tabla 9: Inversión Inicial del proyecto</i>	106
<i>Tabla 10: Depreciación de Activos Tangibles</i>	106
<i>Tabla 11: Cálculo de Capital de Trabajo</i>	107
<i>Tabla 12: Flujo de Caja del Proyecto</i>	107
<i>Tabla 13: Variación del Precio de Venta y Costo Variable Unitario</i>	109

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1: Diseño moderno de un Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT)</i>	13
<i>Ilustración 2: Software de un dron presentado como sistema de capas</i>	16
<i>Ilustración 3: Distribución del uso de los Drones en Argentina</i>	18
<i>Ilustración 4: Cómo las compañías alrededor del mundo están utilizando Inteligencia Artificial</i>	19
<i>Ilustración 5: Tipos de Mantenimiento según UNE EN 13.306</i>	22
<i>Ilustración 6: ERP en las empresas</i>	34
<i>Ilustración 7: Aplicaciones de interés de drones de supervisión con inteligencia artificial</i>	34
<i>Ilustración 8: Uso de drones en la actualidad de las empresas</i>	35
<i>Ilustración 9: Servicios que brindan los drones actualmente en las empresas</i>	35
<i>Ilustración 10: Interés en obtener información de equipos e instalaciones</i>	36
<i>Ilustración 11: Instalaciones y equipos de interés para Mantenimiento</i>	36
<i>Ilustración 12: Etapas del Flow Comercial</i>	48
<i>Ilustración 13: Macrolocalización del Proyecto</i>	51
<i>Ilustración 14: Microlocalización del proyecto</i>	52
<i>Ilustración 15: Dron Foxtech Cygnus-120</i>	53
<i>Ilustración 16: Dimensiones del Dron Foxtech Cygnus-120</i>	53

<i>Ilustración 17: Velocidades del viento en la Puna Salteña</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 18: Sistema de radio de 8 km del Foxtech Cygnus-120.....</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 19: Cámara Foxtech SEEKER-30 TR</i>	<i>58</i>
<i>Ilustración 20: Imagen tomada con cámara Foxtech SEEKER-30 TR de alta calidad combinada con el zoom óptico 30x.....</i>	<i>58</i>
<i>Ilustración 21: Cámara Termográfica FLIR Vue Pro 336</i>	<i>59</i>
<i>Ilustración 22: Imagen tomada con la cámara FLIR Vue Pro 336 en un techo de una estructura.....</i>	<i>60</i>
<i>Ilustración 23: Visualización de la herramienta informática QGroundControl.....</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 24: Flujo de “ida” de la información</i>	<i>67</i>
<i>Ilustración 25: Flujo de “vuelta” de la información.....</i>	<i>68</i>
<i>Ilustración 26: Conexiones y Procesamiento Local de Datos</i>	<i>69</i>
<i>Ilustración 27: Estación meteorológica Froggit WH 4000</i>	<i>70</i>
<i>Ilustración 28: Proceso funcional SAP PM - Plan de vuelo Dron.....</i>	<i>72</i>
<i>Ilustración 29: Proceso funcional Inspección Dron - SAP PM.....</i>	<i>73</i>
<i>Ilustración 30: Visualización de visión de cámara normal con reconocimiento de objetos</i>	<i>76</i>
<i>Ilustración 31: Imagen térmica con medición de temperatura desde una distancia segura</i>	<i>76</i>
<i>Ilustración 32: Imágenes de un poste de electricidad capturada con un sistema de 2 (dos) cámaras.....</i>	<i>77</i>
<i>Ilustración 33: Organigrama de la Empresa</i>	<i>89</i>

RESUMEN

El presente proyecto de inversión, desarrollado en la Provincia de Salta, analiza la viabilidad y rentabilidad de una innovadora solución tecnológica, la cual consiste en la implementación de drones de supervisión con inteligencia artificial, destinados al monitoreo de activos de empresas que pertenecen a la industria minera para efectuar tareas de mantenimiento preventivo.

El objetivo principal del proyecto se centra en presentar una solución innovadora y versátil a la industria minera del Noroeste Argentino, con el fin de la ejecución de actividades que corresponden al mantenimiento preventivo industrial, particularmente para inspecciones, monitoreos y relevamientos de datos de activos físicos, con el fin de aumentar la disponibilidad de los equipos e instalaciones mediante drones de supervisión con inteligencia artificial. A raíz de esto, se busca una transformación de la modalidad tradicional en que se abordan este tipo de operaciones, ofreciendo un aumento de seguridad, precisión, accesibilidad y potencial de innovación y desarrollo tecnológico; optimizando recursos; reduciendo costos totales de mantenimiento e instalación; y gestionando la integración y disponibilidad de la información recopilada de una forma rápida y eficiente.

Para esto, se ofrece la provisión de un dron equipado y de los dispositivos necesarios para su correcto funcionamiento, componentes informáticos y de comunicaciones, con el fin de lograr una exitosa integración entre los diferentes equipos, y con una base de datos o sistema ERP de la empresa cliente, para el posterior procesamiento y análisis de la información.

Luego de presentar el contexto y analizar las ventajas, se realiza un estudio de mercado para la estimación de la demanda de las empresas mineras dispuestas a adquirir la tecnología propuesta. Posteriormente, se detalla en un estudio técnico las exigencias técnicas específicas que conlleva, incluyendo los equipos, complementos, software y conexiones necesarias para un correcto flujo y almacenamiento de la información recopilada por el dron equipado.

Finalmente, se realiza una evaluación de regulaciones vigentes necesarias para llevar a cabo vuelos comerciales, en base a la Asociación Nacional de Aviación Civil (ANAC) de la República Argentina; se establecen condiciones laborales y puestos de trabajo requeridos en un estudio organizacional; y se evalúa la rentabilidad del proyecto mediante un estudio económico-financiero.

ABSTRACT

This investment project, developed in the Province of Salta, analyzes the feasibility and profitability of an innovative technological solution, which consists of the implementation of monitoring drones with artificial intelligence, aimed at monitoring assets of companies belonging to the mining industry to carry out preventive maintenance tasks.

The main objective of the project is focused on presenting an innovative and versatile solution to the mining industry of Northwest Argentina, in order to carry out activities that correspond to industrial preventive maintenance, particularly for inspections, monitoring and data surveys of physical assets, in order to increase the availability of equipment and facilities by means of supervision drones with artificial intelligence. As a result, a transformation of the traditional way in which this type of operations are approached is sought, offering an increase in safety, accuracy, accessibility and potential for innovation and technological development; optimizing resources; reducing total maintenance and installation costs; and managing the integration and availability of the information collected in a fast and efficient way.

For this, we offer the provision of an equipped drone and the necessary devices for its correct operation, computer and communications components, in order to achieve a successful integration between the different equipment, and with a database or ERP system of the client company, for the subsequent processing and analysis of the information.

After presenting the context and analyzing the advantages, a market study is carried out to estimate the demand of mining companies willing to acquire the proposed technology. Subsequently, a technical study details the specific technical requirements involved, including equipment, accessories, software and connections necessary for a correct flow and storage of the information collected by the equipped drone.

Finally, an evaluation of current regulations necessary to carry out commercial flights is carried out, based on the National Association of Civil Aviation (ANAC) of the Argentine Republic; labor conditions and required jobs are established in an organizational study; and the profitability of the project is evaluated through an economic-financial study.

INTRODUCCIÓN

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la actualidad, la Industria 4.0 implica la promesa de una nueva revolución, que combina técnicas avanzadas de producción y operación con tecnologías inteligentes que se integran en las organizaciones, personas y activos. (Deloitte Touche Tohmatsu Limited)

Esta revolución informática, que comenzó en la década de 1980, transformó por completo la economía moderna al permitir, a diferentes empresas industriales, rediseñar sus operaciones.

Dentro del amplio abanico de tecnologías avanzadas que se ofrecen, una de ellas consiste en implementar drones, en diferentes sectores y áreas industriales, con el fin de incrementar la eficiencia de diferentes tareas y operaciones que se realizan, muy a menudo, de forma manual o con equipamiento estático.

Las soluciones impulsadas por drones son las más adecuadas para los sectores que requieren tanto movilidad como una gran calidad de datos. En concreto, las empresas que gestionan activos dispersos en grandes áreas tienen un largo historial de problemas que las nuevas soluciones impulsadas por drones pueden resolver. Los proyectos de capital a gran escala, el mantenimiento de infraestructuras y la agricultura pueden beneficiarse enormemente gracias a la integración de drones en la actividad cotidiana. Los seguros y la minería encontrarán mejoras potenciales en sus procesos a medida que adquieran nuevos niveles de calidad y accesibilidad de los datos. (Price Waterhouse Coopers, 2016)

Es por esto que la industria minera, una de las más importantes a nivel mundial, es uno de los sectores que se puede ver increíblemente favorecido con la aplicación de este tipo de tecnología, más aún considerando que su crecimiento fue incrementando en las últimas décadas, teniendo un gran auge en el Noroeste Argentino.

En consecuencia, el presente proyecto surge a partir de la búsqueda de la empresa “DL Consultores”, de diversificarse y expandirse en el mercado, mediante una nueva subsidiaria llamada “DataLitic”. El proyecto de inversión que se presenta a continuación ofrece una solución tecnológica innovadora en la región, destinado a la industria minera, la cual está presente en otros países más desarrollados. Esta comprende la provisión de drones equipados con inteligencia artificial, equipos y software complementarios necesarios, junto con el servicio de implementación y soporte, con el propósito de innovar en el área del mantenimiento industrial, particularmente en actividades de inspección, monitoreo y relevamiento de datos, y así aumentar la eficiencia y optimizar el mantenimiento preventivo de los activos de las empresas. La transferencia segura y veloz de la información recopilada por la solución se encuentra disponible para su posterior procesamiento y análisis.

La tecnología involucrada está prevista para una gran adaptación a diferentes requerimientos y necesidades, lo que brinda la oportunidad de crecimiento del portfolio, sustituyendo la importación de este tipo de servicios y productos similares por parte de empresas extranjeras.

ALCANCE Y OBJETIVO DEL PROYECTO

Se define el objetivo de este proyecto como innovación en actividades que involucra el mantenimiento industrial preventivo del sector minero del Noroeste de la República Argentina, aumentando la eficiencia de las operaciones y la disponibilidad de sus equipos e instalaciones, reduciendo costos y riesgos, mediante la implementación de drones de supervisión con inteligencia artificial para la inspección, monitoreo y relevamiento de datos.

Para esto, el alcance del proyecto consta de la oferta de una solución tecnológica innovadora que incluye la configuración y provisión de drones, el montaje de sus componentes y añadido de inteligencia artificial, junto con la provisión de equipos y software requerido para recopilar y almacenar la información obtenida por la misma. Además, incluye el servicio de implementación de esta tecnología en las empresas, y el soporte técnico correspondiente, durante un tiempo predefinido.

Esta solución integral innovadora se divide en dos etapas de proyecto, donde cada una cuenta con actividades planificadas para llevarse a cabo en el período previsto. En primer lugar, se da lugar a la etapa de implementación, con una duración de 6 meses, correspondiendo a un aproximado de 960 horas, y, luego de la puesta en marcha de la solución, inicia la etapa de soporte técnico, estimando unas 120 horas iniciales distribuidas en 2 meses.

INTRODUCCIÓN A LOS DRONES

Los dispositivos conocidos como “drones” tienen origen en experimentos militares de inicios del siglo XX. Su denominación formal y más generalizada es UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) o RPA (*Remotely Piloted Aircraft*); en castellano, generalmente se lo cataloga como VANT (Vehículo Aéreo No Tripulado). (Guler, 2022)

Los drones son dispositivos voladores, de aspecto similar a la representada en la Ilustración 1. Estos pueden ser controlados de forma remota, es decir, por un piloto humano que está en tierra y utiliza un control remoto para enviar comandos; o de forma autónoma, programado para realizar tareas específicas sin el control manual del piloto.



Ilustración 1: Diseño moderno de un Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT)

Estos vehículos aéreos no tripulados pueden ser utilizados en una amplia variedad de actividades, debido a su capacidad para volar y llevar a cabo tareas específicas de manera eficiente. Es por esto que, generalmente, son equipados con diferentes componentes, como cámaras, GPS, sensores de distancia, cámaras termográficas, entre otros, dependiendo del uso al que se lo vaya a implementar.

En cuanto a su diseño, existen diferentes modelos, dependiendo de su uso previsto y su tamaño. Sin embargo, la mayoría de los drones controlados de forma remota, tienen una estructura básica compuesta por los siguientes componentes:

- **Marco:** También conocido como esqueleto, es la estructura principal del dron y proporciona soporte para todos los demás componentes. Su función principal es disminuir las vibraciones del motor que se generan al girar las hélices y aportar rigidez a la maquinaria.
- **Hélices:** Utilizan hélices para propulsarse y maniobrar en el aire. Se activan por la potencia del motor. El número de aspas puede variar según el tipo de dron, a mayor cantidad de aspas, más energía consumida, y mayor estabilidad y capacidad de carga.
- **Motor:** Es el responsable de hacer girar las hélices y mantener el dron en el aire. Existen dos tipos:
 - Motores trifásicos: Son los más comunes, potentes y precisos. Conllevan menos interferencias electromagnéticas, gastan menos batería y tienen más rango de velocidad de giro.
 - Motores bifásicos: Son más económicos, pero también pesan tres veces más que los trifásicos. Este tipo de motor produce más calor, por lo que puede ocasionar alguna chispa, y sus escobillas se van desgastando con el uso.
- **Placa controladora de vuelo:** Es el cerebro del dron, fundamental para su funcionamiento, y es la encargada de ejecutar el protocolo de comunicación. Este consiste en el núcleo del sistema de comunicaciones internas, y es ejecutado mediante el firmware del dron, el cual posibilita la integración con otros dispositivos y sistemas.

Por lo tanto, es el componente que recoge y envía todos los datos e información entre el dron y la estación de control terrestre correspondiente, como también con otros componentes conectados, ordenando su movimiento según las indicaciones que recibe del control remoto.

Dentro de ella se encuentran los siguientes elementos:

- Giroscopio: Sirve para mantener y cambiar la orientación de un dron y es capaz de medir los grados de cabeceo y alabeo respecto al horizonte.
- Brújula: Indica el rumbo gracias a la ayuda de un sensor y reconoce la orientación del dron respecto al norte magnético.
- Sensores de posición: Reciben por satélite la posición exacta del dron en el mapa a tiempo real.

- Sensores de velocidad: Son capaces de deducir la velocidad del dron al detectar la presión del aire en la parte delantera cuando éste está en movimiento. Así obtienen la velocidad estimada.
- Sensores de altitud y altura: Aclarando que la altitud es la distancia del dron respecto al nivel del mar y la altura es la distancia a la que se sitúa el dron del suelo, estos sensores son capaces de calcular estos datos con un radioaltímetro o de forma barométrica calculando las presiones.
- Sensores de variación de altura: Indican variaciones en la presión, de forma que obtienen las medidas de ascenso y descenso del dron al variar su altura de vuelo.
- **Batería:** Es la responsable de transmitir energía al dron. Hay varios tipos: de níquel, de metal hidruro o de polímero de litio.
- **Receptor de Radio:** Recibe la señal que se envía desde el control remoto y transforma las instrucciones en una orden para el dron.
- **Tren de aterrizaje:** Es el apoyo del dron para contactar con el suelo.
- **Estación de control:** El mando de control consta de tres elementos clave para el funcionamiento del dispositivo.
 - Elementos de control o mandos
 - Elementos de visualización y gestión de datos
 - Emisor y receptor de señal

A su vez, los componentes de un VANT se pueden clasificar en dos segmentos claramente definidos:

- **Segmento de vuelo:** Formado por el vehículo aéreo y los sistemas de recuperación (sistema de aterrizaje).
- **Segmento de tierra:** Formado por la estación de control, la cual se sitúa en tierra, y es la encargada de enviar la información de control al dron, como también de recibir la información de los sensores a bordo.

Es por esto que, en el caso de pilotar estos drones de forma remota, se requiere un sistema que permita la comunicación con ellos. Para esto, existen multitud de herramientas, desde aplicaciones para el control del dron, hasta la transmisión de vídeo de cámaras equipadas. (Conesa, 2016)

Además del hardware involucrado, se debe formar un sistema integrado combinado con software para alcanzar capacidades de vuelo avanzadas y una amplia gama de aplicaciones. Por lo que, en cuanto a los componentes informáticos de un dron, se puede mencionar que su software funciona como un sistema de capas que operan en diferentes intervalos de tiempo. Las capas se dividen en:

- **Firmware:** También conocido como soporte lógico inalterable, hace referencia al software incorporado en la controladora de vuelo del dron. Es un tipo de software específico que se encarga de controlar todas las funciones y operaciones del dron,

incluyendo la estabilización, el control de los motores, la navegación, las comunicaciones y la interacción con los sensores. El firmware ejecuta el código desde una computadora al controlador de vuelo y memoria del dron.

- **Middleware:** Software que asiste a una aplicación para interactuar o comunicarse con otras aplicaciones, o paquetes de programas, redes, hardware o sistemas operativos, el cual simplifica el trabajo de programación para generar las conexiones, compatibilidad y sincronizaciones necesarias en los sistemas distribuidos. De esta forma, se provee una solución que mejora la calidad de servicio, así como la seguridad y el envío de mensajes.
- **Sistema operativo:** Responden a la misma función que los de una computadora, ya que proporcionan una interfaz de usuario y plataforma para ejecutar aplicaciones específicas, con el fin de controlar el dron, visualizar la transmisión en tiempo real, acceder a datos de telemetría¹ y configurar ajustes. También ofrece herramientas de gestión y edición de medios para los archivos capturados.

Estas capas, que se observan gráficamente en la Ilustración 2, deben combinarse para lograr que el vuelo ejecutado por el dron sea de manera eficiente.

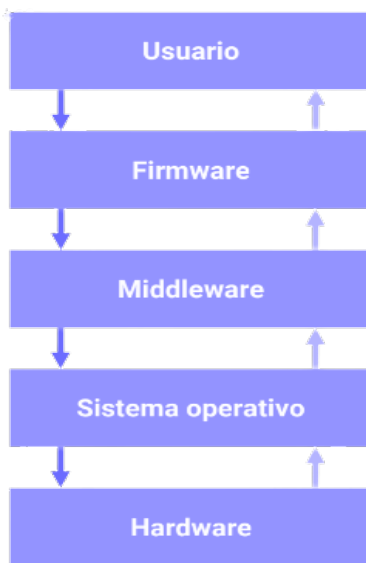


Ilustración 2: Software de un dron presentado como sistema de capas

Fuente “Estudio, diseño y desarrollo del sistema de control de un UAV a través de un dispositivo móvil inteligente” (p.20), por Antonio Pastor Conesa, 2016.

A grandes rasgos, el firmware ejecuta el código desde una computadora al controlador de vuelo y memoria del dron, el cual puede tener actualizaciones por corrección de errores y agregado de nuevas características por parte del fabricante; el middleware compatibiliza la información recibida mediante verificaciones de vuelo, navegación y telecomunicaciones; y el sistema operativo controla el flujo óptico, evita la interferencia y determina cómo y dónde aplicar la información recibida.

¹ La telemetría es una tecnología automatizada que, a través de la comunicación a distancia, permite recopilar, desarrollar y transmitir información de un dispositivo electrónico a otro.

IMPLEMENTACIÓN DE DRONES EN LA ACTUALIDAD

Con su alta movilidad y bajo costo, los vehículos aéreos no tripulados (VANTs) han encontrado una amplia gama de aplicaciones durante las últimas décadas. Históricamente, han sido utilizados, principalmente, en el ámbito militar, desplegados en territorios hostiles para reducir las pérdidas de pilotos. Con la continua reducción de costos y la disminución de tamaño de los dispositivos, los drones pequeños (con un peso menor a 5 kg) son ahora más accesibles para el público y, por lo tanto, han surgido numerosas nuevas aplicaciones en los dominios civiles y comerciales, con ejemplos típicos que incluyen monitoreo del clima, detección de incendios forestales, control de tráfico, transporte de carga, búsqueda y rescate en emergencias, etc. (Yong Zeng, 2016)

En la actualidad, los drones se han convertido en una herramienta muy útil en muchas industrias y sectores:

- 1) **Agricultura:** Para realizar mapas precisos de los cultivos y para recopilar datos sobre la salud de las plantas, la humedad del suelo y la temperatura. Esto ayuda a los agricultores a optimizar sus prácticas de cultivo y a reducir los costos.
- 2) **Construcción:** Para inspeccionar sitios de construcción y realizar levantamientos topográficos. También pueden proporcionar imágenes y videos de alta resolución para ayudar a los arquitectos y contratistas a visualizar el proyecto.
- 3) **Energía:** Para inspeccionar torres de energía y líneas de transmisión. Esto permite a los trabajadores evitar peligros potenciales y realizar reparaciones de manera más rápida y eficiente.
- 4) **Minería:** Para levantamientos topográficos y recopilación de datos sobre la producción y el rendimiento de las minas. Esto ayuda a los operadores a optimizar sus procesos y a aumentar la eficiencia.
- 5) **Medios de comunicación:** Para capturar imágenes y videos aéreos, con el fin de obtener perspectivas únicas y espectaculares de eventos y lugares.

En la Ilustración 3 se pueden contemplar las oportunidades de expansión que presenta la implementación de drones en Argentina.



Ilustración 3: Distribución del uso de los Drones en Argentina

Fuente: “La industria de los drones en Argentina: Oportunidades para su desarrollo”, Argentina Productiva 2030.

Como se puede observar, el uso de los drones destinados al agro y a la minería, en Argentina, son los que ofrecen mayores posibilidades de desarrollo.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que existen limitaciones relacionadas con el uso de estos vehículos. Algunas de ellas, y las más importantes, son:

- **Regulaciones:** La mayoría de los países cuenta con regulaciones sobre el uso de drones. Las normativas aplicadas para los vuelos de drones en Argentina se detallarán en este trabajo en el estudio legal del proyecto.
- **Tiempo de vuelo limitado:** La mayoría de los drones tienen un tiempo de vuelo limitado debido a la duración de la batería. Los vuelos generalmente no pueden durar más de 45 minutos.
- **Vulnerabilidad frente a condiciones climáticas severas:** Pueden verse limitados por las condiciones meteorológicas. Por ejemplo, fuertes vientos, lluvia o nieve pueden impedir el vuelo o dificultar su control y estabilidad.
- **Capacidad de carga:** solo pueden transportar una cantidad limitada de peso. Esto puede ser un problema si se necesita transportar equipos pesados o múltiples cámaras.

- Interferencias de señal: Son susceptibles a interferencias de señal, lo que puede afectar su capacidad de control y estabilidad.

A pesar de las limitaciones mencionadas en relación al uso de drones, es importante destacar que pueden ser fácilmente disminuidas mediante una sólida estrategia de implementación. Aunque existen regulaciones en la mayoría de los países y regiones, al comprender y cumplir con las normativas aplicadas, se pueden evitar problemas legales y maximizar el potencial de los drones. Además, el tiempo de vuelo limitado, definido por sus baterías, puede superarse mediante la planificación de vuelos eficientes y la optimización de las operaciones. Las limitaciones relacionadas con las condiciones climáticas severas pueden ser mitigadas mediante la monitorización constante del clima y la programación de vuelos en momentos adecuados.

Por último, en cuanto a la capacidad de carga limitada del dron e interferencias de señal, si se aborda una adecuada selección del vehículo aéreo y sus componentes, junto con las tecnologías y sistemas robustos de comunicación que comprende, estas limitaciones pueden ser minimizadas.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Al hablar de Inteligencia Artificial (IA), nos referimos a la habilidad de las máquinas para hacer actividades que, normalmente, requieren inteligencia humana, como utilizar algoritmos, aprender de determinados datos y utilizar lo aprendido en la toma de decisiones, tal y como lo haría un ser humano.

De acuerdo a un artículo de Harvard Business Review, y la Ilustración 4, las empresas utilizan la IA principalmente para actividades tecnológicas de la información, como la detección de intrusiones de seguridad, resolución de problemas tecnológicos de usuarios y reducción del trabajo en la gestión de producción.

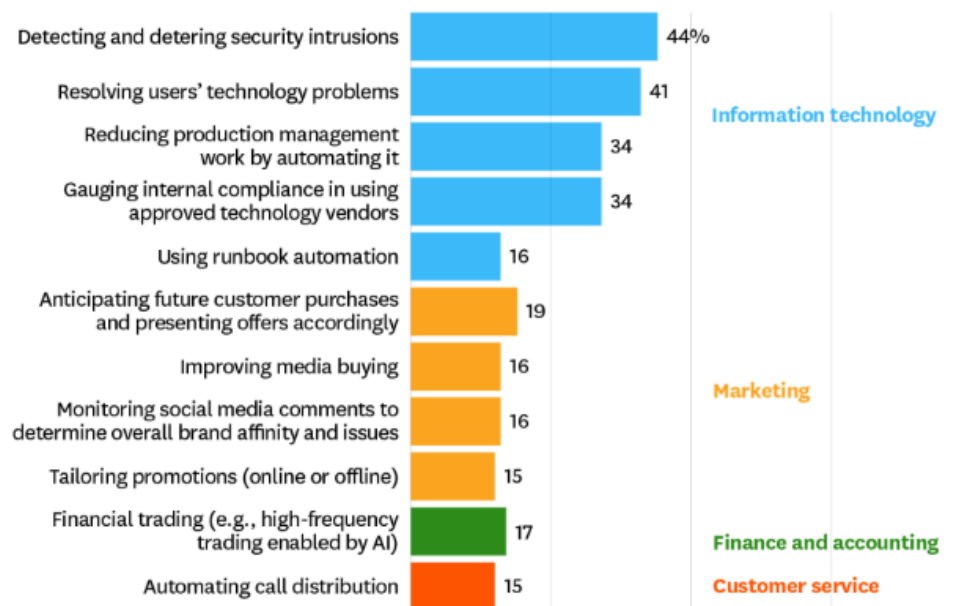


Ilustración 4: Cómo las compañías alrededor del mundo están utilizando Inteligencia Artificial

Fuente: "How Companies Are Already Using AI" por Satya Ramaswamy, publicado en Harvard Business Review en 2017.

Dentro de la IA, se desprende una rama conocida como Machine Learning (ML). Ésta consiste en una técnica que permite mejorar las capacidades de aprendizaje, donde las máquinas adquieren conocimientos sin ser programadas, a partir del procesamiento de datos, con los que pueden identificar patrones para hacer predicciones.

La base del ML es la estadística, ya que ésta es indispensable para comprender los datos utilizados en el entrenamiento de una máquina, así como en la interpretación de los mismos. Dentro de esta técnica, se pueden encontrar diferentes tipos de aprendizajes:

- Aprendizaje por refuerzo: Técnica aplicada cuando la máquina aprende por medio de prueba y error, hasta alcanzar la mejor manera de completar una tarea asignada.
- Aprendizaje supervisado: Técnica que se produce cuando los algoritmos aprenden de datos previamente etiquetados y clasificados. Es decir, se cuenta con un conjunto muestra, con lo cual el algoritmo analiza varios elementos dados y compara con su grupo muestra, para etiquetarlos según esos criterios. Por ejemplo, clasificar fotos con descripciones de elementos que aparecen en ellas.
- Aprendizaje no supervisado: Los algoritmos que trabajan bajo estos lineamientos son similares a los supervisados, solo que estos últimos adoptan un modelo predictivo, es decir, no tienen clasificaciones y etiquetas previas, sino que buscan ejemplos que se parezcan y puedan agrupar. (Jalife, 2022)

Para el reconocimiento de objetos e imágenes en tiempo real, la inteligencia artificial utiliza aprendizaje supervisado de Machine Learning, lo cual le permite resolver problemas y realizar tareas de monitoreo e inspección, recopilando información en tiempo real.

Aunque los drones fueron diseñados originalmente para ser controlados manualmente por humanos, la creciente popularidad de la IA ha llevado al desarrollo de estos dispositivos inteligentes en el mercado. En este contexto, la IA puede equipar los drones con la capacidad de evitar obstáculos y diseñar automáticamente su trayectoria, mejorando la planificación y su despliegue. (KISHK, 2021)

Es por esto que, en la actualidad, la IA ha revolucionado diversos sectores de la tecnología y la industria. Sin embargo, a medida que ofrece a los drones ser más sofisticados y autónomos, se presentan desafíos en términos de regulaciones y restricciones que deben cumplir. Esto es debido a que, cada país tiene sus propias normativas para controlar y regular el uso de estos vehículos con inteligencia artificial, las cuales condicionan su funcionamiento y control.

MANTENIMIENTO DE ACTIVOS FÍSICOS EN LA INDUSTRIA MINERA

El mantenimiento industrial se puede definir como el conjunto de actividades necesarias para lograr un óptimo funcionamiento de los activos físicos, así como de los distintos espacios de trabajo que componen esas instalaciones industriales. Estas actividades involucran inspecciones y monitoreos, reparaciones, ajustes, lubricaciones, calibraciones, limpiezas, y reemplazos de piezas y componentes, las cuales tienen el objetivo de garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, como también extender su vida útil, evitar costosas interrupciones en la producción, y mantener la seguridad en el lugar de trabajo.

En este contexto, la identificación de fallas funcionales y modos de falla en los equipos objeto de mantenimiento es fundamental para cumplir con los objetivos de esta área. En primer lugar, la falla funcional consiste en la interrupción no deseada del funcionamiento normal de un equipo o sistema, representando la pérdida de la funcionalidad requerida, y puede derivar en consecuencias negativas que van desde la disminución de la eficiencia hasta el completo colapso.

Aquí entra en acción el segundo concepto, debido a que los modos de falla hacen referencia a las diversas formas en que una falla puede ocurrir y es observada en la unidad fallada. Son los escenarios específicos en los que un componente o sistema puede dejar de cumplir con su propósito previsto, y son consideradas en varios niveles de equipo. Es por esto que, su identificación es esencial para el área de mantenimiento, ya que permite la anticipación a problemas, para luego aplicar acciones preventivas, y en algunos casos correctivas, de manera eficiente.

Desde el desgaste gradual de piezas hasta eventos inesperados, los modos de falla son variados y a menudo interdependientes, y pueden ser mecánicos, eléctricos, térmicos, químicos, y más, cada uno con su propia complejidad y características únicas. La comprensión de estos modos de falla permite a los profesionales de mantenimiento desarrollar estrategias precisas para prevenir y mitigar problemas antes de que se conviertan en fallas catastróficas.

Por otro lado, es importante hacer referencia a la clasificación de los tipos de mantenimiento aplicables a los activos físicos objetos de mantenimiento. Según la norma europea EN 13.306 *Maintenance* (2017), se presenta el mantenimiento preventivo, correctivo y mejorativo, si con las actividades de mantenimiento que se implementan se intenta provocar, o no, cambios intrínsecos en las características de diseño relativas a confiabilidad², mantenibilidad³ y seguridad de los activos, como se puede observar en la Ilustración 5:

² Probabilidad de que un ítem cumpla sus funciones requeridas sin fallar, durante un periodo de tiempo, bajo determinadas condiciones de funcionamiento.

³ Probabilidad de que un equipo sea intervenido (correctiva o preventivamente) en un periodo de tiempo especificado, bajo determinadas condiciones.

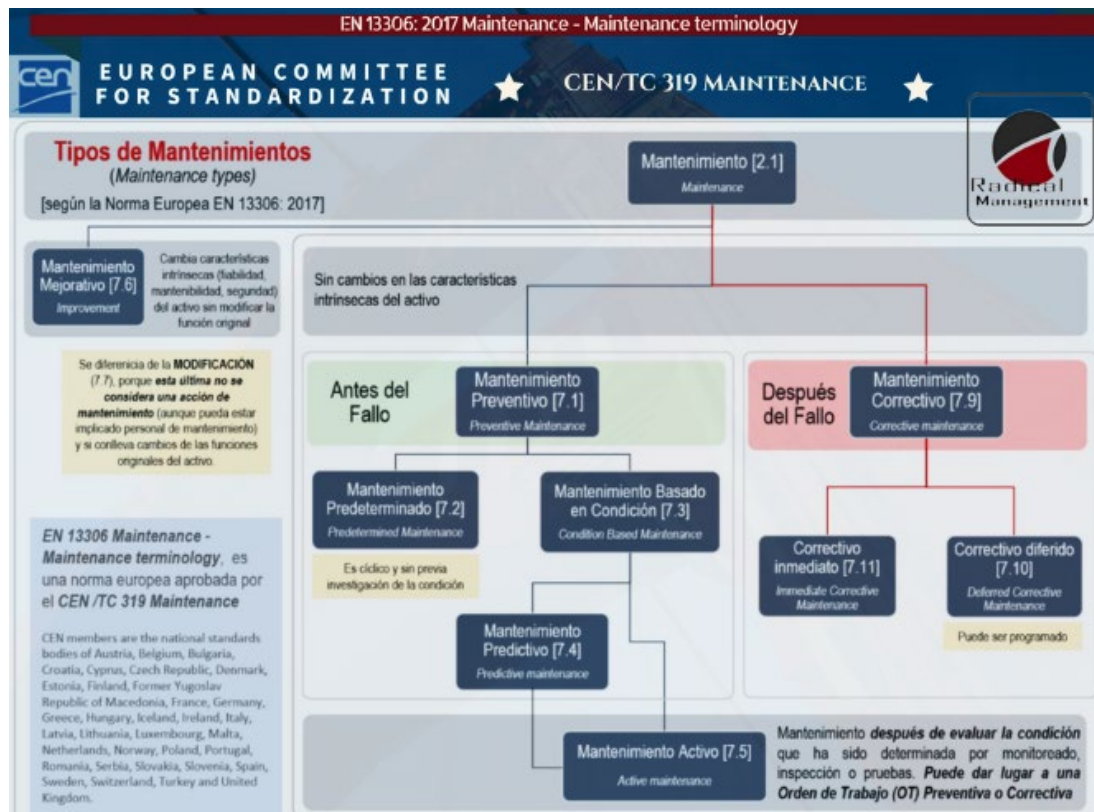


Ilustración 5: Tipos de Mantenimiento según UNE EN 13.306

Dentro de los tipos de mantenimiento que no generan cambios en las características intrínsecas del activo, se pueden mencionar:

a) Mantenimiento Preventivo: Consiste en aquellos tipos de mantenimiento que se efectúan antes que ocurra el fallo. Dentro de esta clasificación, se puede mencionar:

- **Mantenimiento Predeterminado:** Mantenimiento preventivo cíclico realizado de acuerdo con intervalos de tiempo establecidos o con un número definido de unidades de funcionamiento, pero sin análisis previo de la condición del elemento. También es conocido como mantenimiento preventivo planificado.
- **Mantenimiento Basado en Condición (CBM):** Mantenimiento preventivo que incluye una combinación de la evaluación de condiciones físicas, el análisis y las posibles acciones de mantenimiento posteriores. La evaluación de la condición puede ser realizada mediante la observación del operador y/o inspección, y/o pruebas, y/o monitorización de la condición de los parámetros del sistema, etc., realizada de acuerdo con un cronograma, bajo petición o en forma continua.
- **Mantenimiento Predictivo:** Mantenimiento basado en la condición que se realiza siguiendo una predicción obtenida del análisis repetido o de características conocidas y de la evaluación de los parámetros significativos de la degradación del elemento.

b) Mantenimiento Correctivo: Consiste en el mantenimiento que se realiza después del reconocimiento de una avería y que está destinado a colocar a un ítem en un estado en que pueda realizar una función requerida.

- **Mantenimiento Correctivo Inmediato:** Mantenimiento correctivo que se realiza sin dilación después de detectar una avería, a fin de evitar consecuencias inaceptables.
- **Mantenimiento Correctivo Diferido:** Mantenimiento correctivo que no se realiza inmediatamente después de detectarse una avería, sino que se retrasa de acuerdo con reglas dadas.

Asimismo, en el contexto dinámico de la industria en la actualidad, el mantenimiento industrial es hoy en día esencial para que las empresas ofrezcan productos de alta calidad al menor costo posible. Sin embargo, en la industria minera, este concepto ha tenido un fuerte ascenso. A medida que la tecnología y la productividad se relacionan con más fuerza, se vuelve imprescindible establecer una planificación que responda a la necesidad de mantener en perfecto estado una serie de equipos relacionados con las distintas actividades que componen el proceso de producción de los distintos minerales que se obtienen.

Dentro de la planificación del mantenimiento, se define un plan que consiste en un documento técnico que enumera y detalla los trabajos de mantenimiento previstos para cada equipo, incluyendo todas las actividades que necesita, la descripción de cada intervención, la periodicidad definida para cada una y los recursos necesarios para llevarlas a cabo. Para establecer un plan adecuado y exitoso a largo plazo de la empresa, se requiere planificar la gestión de mantenimiento periódicamente. En lo que refiere a su elaboración y obtención de buenos resultados, se deben tener en cuenta una serie de datos imprescindibles para su cumplimiento:

- **Descripción del trabajo:** Se requiere una descripción clara de lo que hay que hacer en cada orden de trabajo y cuáles son las áreas prioritarias y la secuencia de las actividades.
- **Instrucciones:** Los trabajos de mantenimiento deben cumplir normas de calidad específicas, y para alcanzar estos estándares de calidad es fundamental que el plan incluya instrucciones explícitas sobre las tareas.
- **Programación:** El objetivo de la programación es garantizar que el trabajo se realice con la periodicidad necesaria para evitar los tiempos de inactividad y las averías de los equipos.
- **Operarios:** El plan debe indicar el conjunto de competencias técnicas necesarias para cada tarea de mantenimiento, con el fin de facilitar la elección del técnico más adecuado para realizar la intervención.

Además, en lo que refiere a la industria minera, los equipos y actividades involucradas dependen, en gran medida, de la etapa en la que se encuentre el proyecto minero:

- 1) Etapa de exploración:** Durante esta etapa, se realizan exploraciones de depósitos minerales para definir su explotabilidad, mediante métodos directos e indirectos. Consta de una etapa de un requerimiento bajo de mantenimiento en equipos, con respecto a las etapas siguientes, pero donde el mismo podría enfocarse en equipos de excavación, como son las máquinas de barrenación.

Estos equipos deben estar en buenas condiciones para asegurar una exploración adecuada y precisa.

- 2) Etapa de diseño y construcción: Durante esta etapa, se diseña el método de explotación y se definen las operaciones mineras, por lo que se analiza la ingeniería de sistemas y toda la infraestructura necesaria. Es por esto que, el mantenimiento se enfoca, en mayor medida, en equipos de construcción, transporte, montaje, suministro de energía, entre otros.
- 3) Etapa de explotación: Durante esta etapa, se extrae el mineral y se procesa para su posterior venta, por lo que el mantenimiento se enfoca en:
 - Equipos de extracción y transporte: Máquinas de perforación, excavadoras, camiones de carga, transportadores de mineral y sistemas de carga, incluyendo motores, sistemas de frenos y componentes eléctricos.
 - Equipos de procesamiento: Plantas de tratamiento, incluyendo molinos, chancadoras, zarandas y sistemas de flotación, incluyendo sus motores, sistemas de lubricación y componentes eléctricos.

Es crucial mantener estos equipos en buenas condiciones para evitar interrupciones en la producción y garantizar la seguridad de los trabajadores.

- 4) Etapa de cierre: Durante la etapa de cierre, se desmantelan las instalaciones y se realiza la rehabilitación del sitio. En esta etapa, el mantenimiento se enfoca en la limpieza y revisión de los equipos antes de su desmontaje.

En consecuencia, los activos que reciben mantenimiento adecuado mantienen su producción estable y minimizan, en gran medida, las posibilidades de tiempo de inactividad no planificada, el cual tiene consecuencias como el aumento de costos inesperados asociados, retrasos logísticos, pérdida de ingresos o fallas completas de las máquinas. Todo esto gracias a la identificación temprana de modos de falla y la implementación de estrategias, tipos y planes de mantenimiento adecuados para mantener la seguridad, eficiencia y rentabilidad en este sector fundamental de la industria.

BASE DE DATOS, SERVIDORES Y SISTEMAS ERP

En la era digital actual, la implementación de tecnologías avanzadas se ha vuelto esencial para mejorar la eficiencia y precisión en diversas áreas de la vida cotidiana y la industria. Es por esto que, para la administración de la información, se utiliza una base de datos que actúa como un repositorio central, la cual consta de un conjunto organizado de datos que se almacenan y gestionan de manera estructurada, para su posterior consulta y análisis, en un servidor.

Los servidores, por otro lado, consisten en aparatos informáticos que almacenan, distribuyen y administran información. Estos funcionan basándose en el modelo “cliente-servidor”, por lo que un servidor ofrecerá la información demandada por el cliente, siempre y cuando el cliente esté autorizado. Los servidores pueden ser físicos o virtuales, y deben ser capaces de gestionar grandes volúmenes de información, así como de soportar las operaciones de procesamiento y análisis requeridas para obtener información valiosa de los datos.

Al hablar de servidores físicos, se hace referencia a un hardware, también conocido como host (anfitrión), el cual consiste en una máquina (en forma de torre o enracable) integrada a una red de nodos basados en software. Por otra parte, los servidores virtuales (VPS, Virtual Private

Server) son softwares que proporcionan servicios a otros programas (clientes). (European Knowledge Center for Information Technology, 2019)

Por último, al hablar del sistema de software ERP (Enterprise Resource Planning), se hace referencia a un conjunto de aplicaciones para gestionar los procesos de negocio centrales de una empresa. En él, las aplicaciones se integran en un sistema completo, y comparten una base de datos para optimizar procesos e información. Las empresas que cuentan con un sistema ERP, a medida que crecen, pueden extender su alcance frente a nuevos requerimientos.

Al tratarse de un software que permite la integración de toda la información de una empresa, debe estar centralizado en uno o varios servidores de bases de datos y aplicaciones, con el fin de permitir el acceso rápido, preciso y actualizado a la misma, evitando la duplicación de datos y garantizando la coherencia de la información en toda la organización.

En consecuencia, se puede hacer uso de algún software ERP para la gestión del mantenimiento de una empresa, gracias a las grandes ventajas que ofrece en la organización y control de las actividades de esta área de trabajo. A través de él, es posible planificar las tareas, seguir órdenes de servicio, reducir gastos y aumentar la eficiencia. Además, garantiza una optimización de la mano de obra, materiales y tiempo empleado para ajustar fallas, lo que mejora la productividad de la empresa que cuente con él.

ESTUDIO DE MERCADO

Este primer apartado del proyecto consiste en una serie de análisis, técnicas y procedimientos útiles para la identificación, estudio y determinación de la información referente a la demanda, oferta, competencia, precios y estrategias comerciales del servicio.

En la actualidad, el uso de drones en la industria está en constante crecimiento y se espera que continúe en aumento en los próximos años, debido a que ofrece un entorno favorable para la innovación tecnológica, asociada a una gran capacidad de flexibilidad en respuesta a la mejora de los procesos.

ANÁLISIS FODA

El análisis FODA consiste en una herramienta útil para evaluar la viabilidad y el potencial del proyecto. Se analizan las fortalezas y debilidades internas del mismo, como así también las oportunidades y amenazas externas que pueden afectar su éxito.

● **Fortalezas:**

- Mayor rapidez y eficacia en la detección de fallas de equipos e instalaciones, con respecto a métodos tradicionales de supervisión, lo que se traduce en un menor tiempo de inactividad de los activos y una mayor disponibilidad.
- Reducción de costos operativos y aumento de vida útil de los equipos.
- Análisis y procesamiento de grandes cantidades de datos, gracias a la incorporación de inteligencia artificial.
- Experiencia y conocimientos específicos para brindar soluciones innovadoras que involucran desarrollo tecnológico, que buscan mejorar y optimizar la gestión de la información.
- Capacidad de obtener, rápida y regularmente, datos visuales sobre el estado de un activo puede conducir a la mejora de los procedimientos de mantenimiento en general, lo que, en última instancia, se traduce en reducciones de tiempos de inactividad programados y no programados, que podrían tener lugar debido a un fallo del equipo.
- Capacidad de capturar datos visuales en tiempo real mediante drones, los cuales ofrecen una perspectiva aérea difícilmente obtenida con otros métodos y herramientas, que se convierten en un recurso estratégico para la toma de decisiones fundamentadas y el análisis exhaustivo de situaciones complejas.

● **Oportunidades:**

- Cambios en las regulaciones pueden permitir una mayor adopción de tecnología de drones en la industria.
- Establecer alianzas estratégicas con universidades y centros de investigación locales, a fines de desarrollar y mejorar aún más las soluciones tecnológicas que se ofrecen, lo que podría impulsar a generar conocimiento y experiencia en la región.

- Gran potencial de requerimiento del servicio para supervisión y monitoreo de activos, debido al crecimiento de la actividad minera en la provincia de Salta.

- **Debilidades:**

- Inversión significativa en términos de recursos y personal especializado para la implementación de un proyecto de esta naturaleza, lo que representaría una importante barrera de entrada.
- Necesidad de personal especializado y capacitado para el montaje de componentes, y configuración de drones y tecnología IA.
- Resistencia al cambio, desconfianza o falta de conocimiento sobre soluciones tecnológicas innovadoras en la región, por parte de los clientes.
- Limitación actual del servicio de, solamente, llevar a cabo inspecciones visuales.

- **Amenazas**

- Competencia en el mercado de servicios tradicionales de mantenimiento en la industria minera, como también de servicios similares al desarrollado en el proyecto.
- Incertidumbre en la economía argentina y la situación política, que pueden afectar el presupuesto y la inversión de las empresas en proyectos de tecnología de la industria 4.0.
- Posibilidad de cambios y restricciones en la regulación gubernamental, las cuales pueden afectar a la implementación y uso de la tecnología de drones y la IA.

En conclusión, la implementación de drones de supervisión con inteligencia artificial puede ser un desafío, el cual requiere capacitación especializada para su desarrollo, e inversiones iniciales altas. La competencia y las posibles restricciones regulatorias impuestas también pueden ser amenazas significativas para el éxito del proyecto. Por lo tanto, es importante abordar estas debilidades y amenazas de manera proactiva, y capitalizar en las fortalezas y oportunidades del proyecto para tener éxito en el mercado.

Plan de Acción

Con base en el análisis FODA realizado, se plantea el siguiente plan de acción, que tiene como objetivo maximizar las fortalezas y oportunidades del proyecto, mientras se minimizan sus debilidades y amenazas:

- Realizar investigaciones de mercado para definir con exactitud las necesidades y requerimientos de las empresas mineras del Norte Argentino.
- Desarrollar una estrategia de marketing enfocada en los beneficios de la tecnología de drones con IA para el mantenimiento de activos en la industria minera.
- Buscar financiamiento a través de inversores o instituciones financieras.
- Garantizar la seguridad y confidencialidad de los datos obtenidos.

- Buscar proveedores de componentes o piezas de repuesto para drones dentro de la región.
- Realizar pruebas piloto supervisadas junto con empresas mineras regionales, con el fin de validar la efectividad de la tecnología.
- Monitorear de cerca cambios en las regulaciones gubernamentales que puedan afectar la implementación de la tecnología de drones con inteligencia artificial en la región.

ANÁLISIS DEL MERCADO

De acuerdo con Sapag Chain (2011), una correcta formulación y preparación del proyecto, más que uno, se deben considerar diferentes estudios del mercado: el del proveedor, el del competidor y el del consumidor.

MERCADO PROVEEDOR

En el mercado de los proveedores se estudian aspectos o variables para la selección de los proveedores que, en el proyecto, son quienes proveen el hardware necesario para la solución que se ofrece.

Es por esto que, los requerimientos necesarios se basan en la selección de drones y sus componentes, junto con los equipos necesarios para la recopilación y almacenamiento de datos. Al realizar un análisis, se puede afirmar que el mercado es bastante diverso y competitivo, por lo que se considera fundamental tener en cuenta las siguientes variables al momento de la selección de los mismos:

- **Disponibilidad de equipos y componentes:** Se debe verificar si los equipos están disponibles en el mercado local, o si es necesario importarlos. Se debe tener en cuenta que, en varias oportunidades, la recurrencia a proveedores internacionales se basa en su amplia oferta de componentes y piezas especializadas, lo que permite una selección más precisa y personalizada.

Es posible que ciertos componentes o modelos necesarios para el proyecto no estén disponibles localmente, pero puedan ser fácilmente obtenidos de proveedores extranjeros. En el caso de requerir una importación, es fundamental verificar las regulaciones en el país, lo que puede incluir permisos, impuestos, aranceles y restricciones a la importación de ciertos componentes o drones.

Por otro lado, se requiere evaluar los costos que conlleva la importación, ya que pueden variar, dependiendo del país de origen y destino, el tipo de componente o dron, y la cantidad a importar. Esto es importante para determinar el presupuesto del proyecto.

- **Calidad y seguridad:** Es importante tener en cuenta que el hardware necesario debe cumplir con los estándares de calidad y seguridad requeridos.

En muchos casos, al tratarse de componentes tecnológicos, es común la recurrencia a proveedores internacionales debido a que ofrecen acceso a tecnologías más avanzadas y de última generación, lo que puede traducirse en resultados más eficientes y

dispositivos seguros, con un rendimiento superior, que contribuye al éxito y competitividad del proyecto.

- **Tiempos de entrega:** Los tiempos de entrega pueden variar dependiendo del proveedor y, en el caso de importación, del proveedor y del país de origen. Es importante tener en cuenta los mismos para lograr una planificación adecuada de las actividades del proyecto, y evitar retrasos en la etapa de implementación.

MERCADO COMPETIDOR

Otro análisis importante dentro del presente estudio es el mercado competidor. Teniendo en cuenta el inminente crecimiento de la industria minera y los altos niveles de requerimiento de una eficiente gestión de activos físicos en ellas, se puede demostrar que existen diferentes competidores, tanto a nivel mundial como nacional, que ofrecen un servicio similar. También, debemos mencionar que existen competidores indirectos con potencial de desarrollar el mismo servicio, y que podrían incorporarlo en el futuro.

A continuación, analizaremos algunos de los competidores, tanto directos como indirectos:

Competidores a Nivel Mundial

- **Capgemini:** Es la primera corporación multinacional francesa de servicios de consultoría tecnológica, con sede en París. Es el líder mundial en la asociación con empresas para la transformación y administración de sus negocios, aprovechando el poder de la tecnología. Cuenta con 270.000 miembros en cerca de 50 países. Aborda toda la gama de necesidades comerciales, desde la estrategia y el diseño hasta las operaciones, innovando en lo que involucra la nube, los datos, la inteligencia artificial y la conectividad, software, ingeniería digital y plataformas. Ha desarrollado una solución para el monitoreo, la visualización y el análisis en tiempo real de aisladores de líneas eléctricas. La solución utiliza imágenes de alta gama de aisladores de líneas eléctricas capturadas por drones y combina la captura inteligente de datos, computación en la nube y análisis de video inteligente para detectar fallas en los aisladores, como grietas en desarrollo o deformidades estructurales. Aprovecha la tecnología de comunicación 5G para la transmisión de video y la transferencia de imágenes en tiempo real, lo que acelera el procesamiento de defectos y la toma de decisiones.
- **DroneSAP:** Empresa española creada en 2016. Es una operadora aérea autorizada por AESA, con el objeto principal de ofrecer servicios de capacitación y orientación laboral para nuevos pilotos en el mundo de los drones.

Los servicios que ofrece son los siguientes:

- Topografía aérea: Obtención de fotos, modelos digitales del terreno y modelo de elevaciones, obteniendo cartografía, superficies, cubicaciones, mediciones.
- Multimedia: Obtención de imágenes y videos aéreos, seguimiento y control de obras, publicidad, eventos.

- Agricultura de precisión: Estudio y vigilancia de cultivos, relacionado con plagas, riegos.
 - Operaciones Industriales: Inspecciones termográficas para la industria, realizando chequeos y verificación de Paneles solares, Tendidos eléctrico, Torres de alta tensión, aerogeneradores, etc.
 - Edificación: Inspecciones termográficas aéreas, con el fin de estudiar efecto isla de calor, cubiertas, desarrollos urbanos, patrimonio...etc.
 - Conservación y patrimonio: Realizando catalogación de monumentos históricos, control y evolución del estado de conservación de estos monumentos, además de documentación arqueológica, siendo esta un nicho de mercado que empieza a requerir los servicios de drones.
 - Gestión forestal: Para detección de incendios, estudios de hidrología y estudios medioambientales, todavía en fase de desarrollo e investigación.
- **PWC - Price Waterhouse Coopers:** Es una empresa global de consultoría y servicios profesionales que brinda soluciones empresariales en una amplia gama de sectores. Cuenta con un equipo de especialistas en tecnología y procesos de negocio, lo que la convierte en una competencia potencial para el proyecto.

Ofrece servicios de consultoría para la implementación de soluciones de tecnología empresarial, incluyendo soluciones de supervisión y mantenimiento utilizando drones y sistemas de gestión de mantenimiento, como SAP PM. Además, también ofrece servicios de asesoramiento en el desarrollo de estrategias de negocio basadas en la implementación de tecnología avanzada como drones y sistemas de inteligencia artificial.

Sin embargo, no cuenta con un servicio de solución integral y personalizada para la supervisión remota utilizando drones equipados con inteligencia artificial y SAP PM. PwC ofrece soluciones más generales y enfocadas en la estrategia empresarial y el análisis de datos, pero no se especializa en la supervisión remota.

Competidores a Nivel Nacional

- **Dron AI Services:** Empresa Argentina con 25 años de experiencia, la cual desarrolló proyectos en varios países de Latinoamérica, y está certificada en EEUU con Tecnología LiDAR⁴ y Magnetometría⁵. Se especializa en la fabricación y el uso de drones de supervisión con inteligencia artificial, por lo cual es considerada como una competencia potencial para el proyecto.

Ofrece soluciones de supervisión remota avanzada que utilizan drones equipados con sensores y cámaras de alta calidad para recopilar datos precisos sobre equipos y maquinarias. Luego, los datos recopilados son analizados utilizando algoritmos de inteligencia artificial y aprendizaje automático, lo que permite detectar problemas

⁴ LiDAR: Del inglés, Light Detection And Ranging. Tecnología que permite medir la distancia entre un sensor y un objeto, a través de un rayo de luz láser para obtener medidas de posicionamiento georreferenciadas mediante modelos digitales tridimensionales de alta precisión.

⁵ Magnetometría: Técnica que se utiliza para medir los campos magnéticos en una determinada área o región.

potenciales antes de que ocurran, y programar el mantenimiento preventivo o correctivo necesario de manera oportuna.

Además, también ofrece servicios de asesoramiento y consultoría para ayudar a las empresas a implementar soluciones de supervisión con drones y aprovechar al máximo los datos recopilados para mejorar la eficiencia de sus operaciones y reducir los riesgos de seguridad.

Brinda sus servicios a las siguientes áreas:

- Agricultura
- Minería
- Energía
- Oil & Gas
- Topografía
- Construcción

Sin embargo, es posible que Dron AI Services no tenga la capacidad de integrarse directamente con un sistema de gestión de mantenimiento como SAP PM, lo que puede ser una limitación para algunas empresas que buscan una solución más completa.

- **UAV Latam Argentina:** Es una empresa filial de la Corporación Latinoamericana UAV Latam, la cual se dedica al sector de drones y alta tecnología. La misma opera drones integrando robótica, informática e inteligencia artificial para ofrecer productos y servicios de aplicación comercial y/o defensa nacional. Los servicios que ofrece son: Analítica de datos con inteligencia artificial, seguridad y defensa, y dron cargo como solución de dron delivery. Cuenta con años de experiencia en los sectores de minería, oil y gas, energía, infraestructura y mantenimiento, defensa y operaciones SAR, y seguridad y vigilancia.
- **Flyability:** Es una empresa suiza que crea soluciones para la inspección y exploración de espacios interiores, inaccesibles y confinados. Construye drones seguros para operar en interiores y en contacto con personas, y al permitir que estos se usen de manera segura, ofrece nuevas interacciones y servicios con los drones, que resuelven problemas críticos: riesgos de colisión y lesiones. Está formado por un equipo de robótica y especialistas en diversos campos, como materiales compuestos, aerodinámica, empresas de construcción y manejo de la diversión del transporte marítimo internacional. Opera en todas las industrias con requerimientos de inspecciones internas, incluida la generación de energía, petróleo y gas, minería, infraestructura de aguas residuales, productos químicos, marítimo e infraestructura y servicios públicos.

MERCADO CONSUMIDOR

Por último, se realizará un análisis del mercado consumidor. Según Sapag Chain (2011), éste entrega la información, por lo general, más importante para el proyecto.

En términos generales, cualquier empresa involucrada con una compleja y/o extensa infraestructura, compuesta por un gran número de equipos e instalaciones críticas que requieran supervisión para garantizar su correcto funcionamiento, puede volverse un consumidor potencial de esta solución.

Entre los sectores que podrían beneficiarse gracias a este proyecto, se encuentran el sector de la energía, la minería, la construcción, el transporte, la industria manufacturera, y muchos otros. En ellos, la inspección de sus activos es esencial para garantizar la seguridad, la eficiencia y la continuidad de sus operaciones.

Además, un proyecto de estas características puede ser especialmente útil para empresas que componen los sectores mencionados anteriormente, ya que algunas operan en áreas remotas, o de difícil acceso. En ellas, los drones de supervisión permiten el acceso a tales lugares donde los trabajadores no pueden ingresar o llegar fácilmente. Por ejemplo, aquellas empresas dedicadas a supervisión de líneas eléctricas, exploración minera, inspección de infraestructuras, entre otras actividades similares.

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

La determinación de la demanda implica evaluar factores como el tamaño del mercado, las necesidades de los clientes y las expectativas de los mismos, en cuanto a calidad del servicio y requerimientos específicos. Este análisis permite determinar si existe una demanda suficiente para justificar la inversión en la implementación de esta tecnología, y si es así, en qué medida y en qué segmentos de mercado se encuentra.

En este sentido, se considera que analizar el tamaño del mercado consiste en un paso crucial del proyecto, ya que permite la toma de decisiones informadas y fundamentadas en datos objetivos, y para maximizar las oportunidades de éxito en el mercado.

Para esto, en primer lugar, se diseña una encuesta, cuyos objetivos específicos son:

- Identificar las necesidades e intereses de las empresas del Norte Argentino sobre la solución tecnológica innovadora que se ofrece, lo cual podría traducirse en futuras aplicaciones de la misma.
- Identificar si las empresas cuentan o no con un ERP para la gestión de su información, y si tal sistema corresponde a SAP. Cabe destacar que esta información es interesante para determinar si la viabilidad de la integración debe ser directa con este sistema (el cual corresponde a una de las fortalezas de la empresa oferente, por su experiencia y conocimiento en SAP), o con otra base de datos.
- Determinar la operación de drones en la actualidad dentro de las industrias, y las actividades que realizan en ellas.
- Identificar potenciales clientes y futuros desarrollos tecnológicos para abarcar otros sectores del mercado.

ENCUESTA

Para este análisis, en primer lugar, se elaboró una encuesta a modo de cuestionario, mediante Google Forms, destinada al personal de diferentes empresas. (Ver Anexo 1). Cabe mencionar que la misma cuenta con diferentes secciones y preguntas, de las cuales las más relevantes para el estudio son las siguientes:

- ❖ ¿Cuál de las siguientes aplicaciones de esta tecnología sería más atractiva para su empresa?
- ❖ ¿Su empresa utiliza actualmente SAP ERP? Si su empresa utiliza SAP, ¿Cuenta con el módulo de mantenimiento (PM)?
- ❖ ¿Su empresa utiliza Drones en su operatoria diaria?
- ❖ ¿Qué servicio obtenido mediante la operatoria de un dron le interesaría adquirir?
- ❖ ¿A qué instalaciones/equipos de su empresa desearía realizarles un mantenimiento del tipo preventivo/predictivo?

RESULTADOS DE ENCUESTA

A partir de la encuesta realizada, se obtuvieron diferentes respuestas, de las cuales se realizaron tres análisis diferentes:

- **Análisis 1:** Se agruparon los resultados con respecto a la información obtenida de las empresas y su relación con la gestión de sus datos en un ERP.

Como podemos observar en la Ilustración 6, la mayoría de las empresas encuestadas corresponden a aquellas que tienen implementado SAP como software de gestión y, además, cuentan con el módulo de mantenimiento PM⁶, con un 35.3%; mientras que el 5.9% cuentan con SAP, sin el módulo mencionado.

Por otro lado, el 29.4% de las respuestas pertenece a aquellas que registran su información en otro ERP diferente a SAP, y las restantes corresponden a aquellas que no tienen implementado ningún sistema informático de gestión de recursos empresariales.

⁶ PM (Plant Maintenance): Módulo del Sistema SAP encargado de gestionar Mantenimiento de Plantas Industriales.

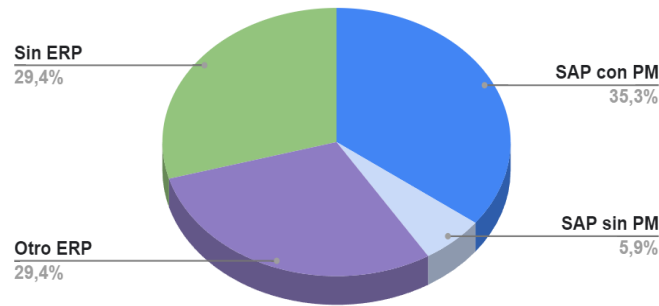


Ilustración 6: ERP en las empresas

Fuente: Elaboración propia

Dentro de este análisis, también se tienen en cuenta las necesidades que tiene cada empresa. Al observar la Ilustración 7, se puede determinar que las actividades de mayor interés implican el control y monitoreo de equipos, control/mantenimiento de stock en almacenes, y evaluaciones topográficas de terreno.

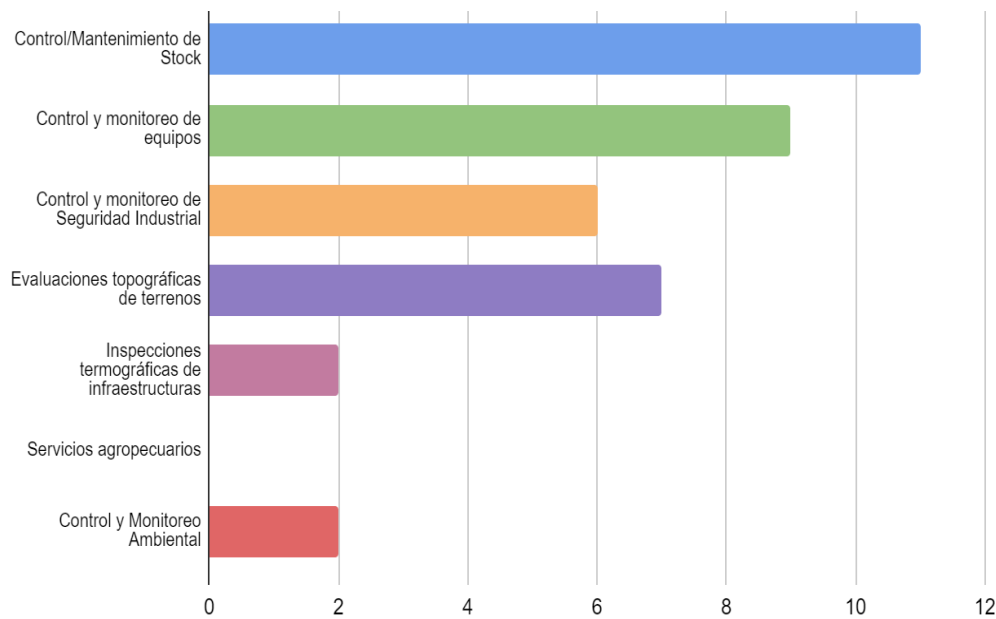


Ilustración 7: Aplicaciones de interés de drones de supervisión con inteligencia artificial

Fuente: Elaboración propia

Conclusión: El mercado de los sistemas ERP se encuentra en constante evolución y crecimiento, y podemos observar que SAP es una de las opciones más populares, pero no la única ya que, actualmente, las empresas tienen diferentes alternativas en cuanto a sistemas de gestión de datos. Es por esto que, para este primer segmento del mercado, es posible explotar la fortaleza que hace referencia a la experiencia centrada en este ERP por parte de la empresa oferente del servicio.

Por otro lado, también se puede determinar que existe un porcentaje considerable de empresas que no cuentan con un sistema ERP, lo que puede representar una alternativa del servicio personalizado.

- **Análisis 2:** Se agruparon los resultados con respecto a la información obtenida de las empresas encuestadas y su relación con los drones que ejecutan operaciones industriales.

Como se puede observar en la Ilustración 8, la mayoría de las empresas no cuentan con drones en su operatoria diaria, mientras que sólo el 29.4% de las mismas cuentan con al menos un servicio de dron implementado.

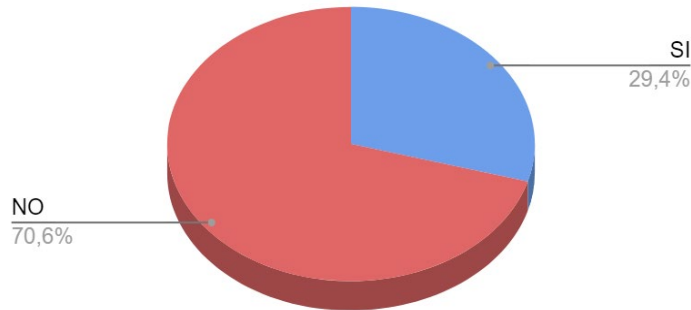


Ilustración 8: Uso de drones en la actualidad de las empresas

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, según este análisis y la Ilustración 9, podemos determinar que, de las empresas encuestadas que utilizan drones en su actividad diaria, el servicio más desarrollado actualmente es la evaluación topográfica de terrenos, seguida por la supervisión y monitoreo de equipos.

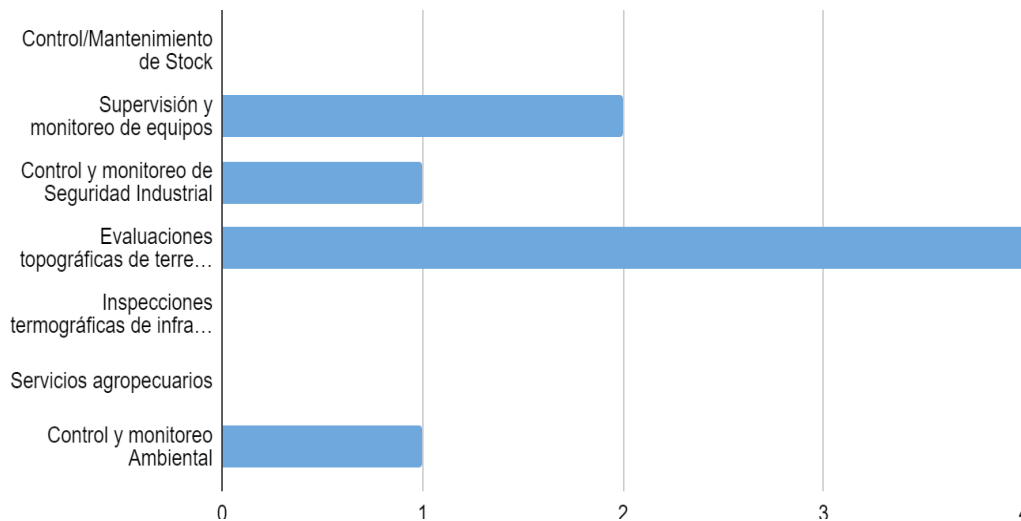


Ilustración 9: Servicios que brindan los drones actualmente en las empresas

Fuente: Elaboración propia

Conclusión: Se puede concluir que la adopción de esta tecnología en la industria aún no es una práctica común. La mayoría de las empresas encuestadas no utilizan drones en sus operaciones diarias, lo que sugiere que existe una oportunidad de mercado para la implementación de esta solución en la región.

Entre las empresas que cuentan con VANTs en su operatoria, la evaluación topográfica de terrenos es el servicio más común, seguido por la supervisión y monitoreo de equipos. Esto indica que existe un interés para su uso en tareas de inspección, lo que implica una posible demanda del servicio para el mantenimiento de equipos.

- **Análisis 3:** En este último análisis se tuvo en cuenta el interés de las empresas en obtener información relevante para mantenimiento, y de cuáles equipos e instalaciones sería importante obtenerla. Como podemos observar en la Ilustración 10, la mayoría de las mismas, con un 94.1%, desea conocer el estado de sus activos, con el fin de adquirir la información de una forma más precisa y segura para la toma de decisiones informadas, y así aumentar su disponibilidad.

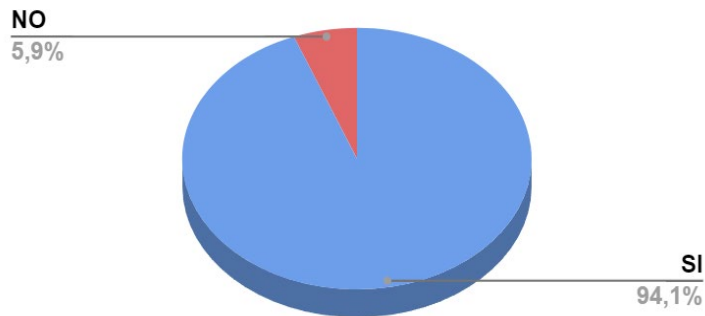


Ilustración 10: Interés en obtener información de equipos e instalaciones

Fuente: Elaboración propia

Dentro del segmento interesado en la obtención de esta información, las instalaciones y equipos más críticos de las opciones sugeridas, fueron las instalaciones eléctricas, paneles solares, cañerías y compresores, entre otros, como muestra la Ilustración 11.

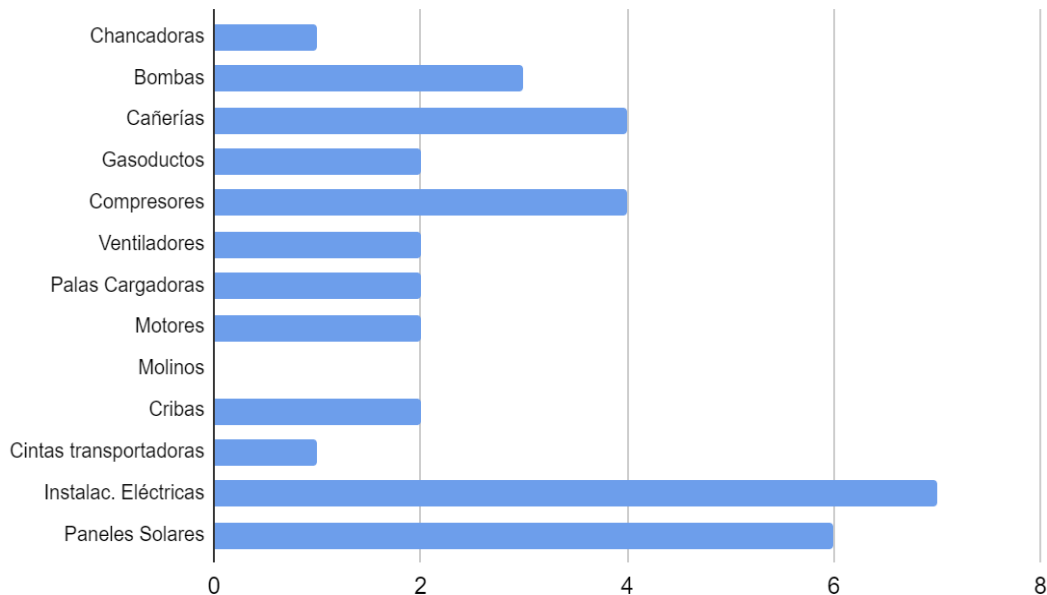


Ilustración 11: Instalaciones y equipos de interés para Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Conclusión: Estos resultados indican que el servicio podría demandarse para una amplia gama de activos. Las respuestas obtenidas sólo brindan un panorama general a partir de las opciones ofrecidas, pero cabe destacar que, la implementación de esta tecnología será completamente ajustada a las necesidades y características del cliente, y de su equipo/instalación solicitada.

MERCADO OBJETIVO

De acuerdo a los análisis e investigaciones realizadas, y las ventajas que ofrece la solución desarrollada en el proyecto, las medianas y grandes empresas pertenecientes a la industria minera conforman el segmento de consumidores específico adecuado de la solución. Esto debido a que se trata de un sector que, en la actualidad, ha experimentado un crecimiento significativo, definido por la creciente demanda de minerales, principalmente, para la transición energética.

Además, este sector presenta una complejidad y extensa infraestructura a la cual deben planificarse y ejecutarse inspecciones y tareas de mantenimiento. Es por esto que, esta solución facilita en gran medida estas actividades, posibilitando un relevamiento de datos y supervisión en tiempo real, reduciendo tiempos de respuesta ante problemas, y mejorando la eficiencia operativa en la detección temprana de fallas o irregularidades.

La topografía y la extensión de las instalaciones de las empresas que componen este sector, a menudo, dificultan el acceso a áreas específicas, por lo que la recopilación de información mediante drones ofrece una supervisión completa y precisa, sin la necesidad de desplazamiento físico constante, ya que pueden sobrevolar áreas de difícil acceso y proporcionar una vista detallada de las instalaciones en su conjunto.

Por otro lado, la seguridad en empresas mineras es una prioridad fundamental, por lo que implica un mercado que se beneficiará al disminuir la necesidad de exposición del personal a condiciones potencialmente peligrosas durante inspecciones, contribuyendo a un entorno laboral más seguro y saludable.

Asimismo, este tipo de tecnología contribuye al cumplimiento de regulaciones ambientales y adopción de prácticas más sostenibles, lo que posiciona mejor al sector, disminuyendo el impacto ambiental que genera. La detección temprana de fallas no deseadas puede evitar impactos negativos en el medio ambiente y ayudar a mantener una imagen positiva en términos de responsabilidad social de las empresas que lo componen.

TAMAÑO DEL MERCADO

El dimensionamiento del mercado es de vital importancia para el proyecto, puesto que proporciona cifras estimativas de la demanda a abastecer.

En cuanto al proyecto, el análisis que se debe abordar debido a las particularidades del mismo y del mercado objetivo definido, presenta una gran complejidad para el cálculo del tamaño del mercado. Esto es debido a que depende de un número determinado de activos críticos que serán involucrados en la solución y los componentes que cada cliente requiera inspeccionar. Y esto, además, es particular para cada proyecto minero con el que cuente cada empresa, lo cual depende

del tamaño que se planificó para el mismo, el mineral que se extrae, y el método de extracción particular adoptado.

Es por esto que se aborda un análisis del mercado objetivo definido para el proyecto, que consiste en medianas y grandes empresas que conforman el sector de minería, ubicadas en el Noroeste Argentino, suponiendo que cada una presenta al menos un proyecto minero para implementar este tipo de tecnología.

Según un informe del INDEC (2017), obtenido en el Censo Nacional a la Actividad Minera, en la región de análisis se encuentran instaladas un total de 381 empresas mineras, las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- 69 empresas en la provincia de Salta.
- 76 empresas en la provincia de Jujuy.
- 96 empresas en la provincia de Catamarca.
- 97 empresas en la provincia de Tucumán
- 17 empresas en la provincia de La Rioja.
- 26 empresas en la provincia de Santiago del Estero.

Sin embargo, es importante destacar que, si bien esta solución promete una serie de beneficios notables, no todas las empresas registradas están igualmente dispuestas o en condiciones de realizar una inversión de este tipo. Las razones detrás de esta realidad son diversas, y pueden variar en función de las circunstancias particulares de cada empresa y planificación de sus proyectos. Entre los motivos que pueden influir en la decisión de no adoptar inmediatamente esta tecnología, se encuentran factores como la orientación estratégica, la disponibilidad de recursos, y la percepción del riesgo económico y la recompensa asociados con la implementación de una tecnología relativamente nueva.

Dentro de este contexto, se decide enfocar el análisis en un número determinado de empresas clientes potenciales, representativas de la diversidad presente en la industria minera del noroeste argentino. Esta elección se fundamenta en la comprensión de que cada una es única en términos de objetivos, recursos y circunstancias, y que no todas están en posición de implementar de inmediato el servicio propuesto.

Por lo tanto, para el análisis se utilizan dos fuentes principales. En primer lugar, se incluyen aquellas compañías clientes de la sede madre, las cuales, al estar vinculadas de manera directa, ofrecen una perspectiva valiosa sobre la viabilidad y la posible adopción del proyecto. Además, se considera relevante la inclusión de otras empresas de renombre y destacadas en la región, dado que su posición como actores clave en la industria las convierte en puntos de referencia importantes en términos de tendencias e innovación tecnológica. La combinación de estas dos fuentes asegura una visión integral y representativa del mercado, con la cual se puede estimar la demanda.

En consecuencia, los clientes potenciales del proyecto, asumiendo que cada uno cuenta con al menos un proyecto donde implementar la solución, se mencionan a continuación:

1. Eramine Sudamérica S.A.
2. Ganfeng Lithium

3. Mansfield Minera S.A.
4. Liex S.A.
5. Sales de Jujuy S.A.
6. Hanaq Argentina S.A.
7. Posco Argentina S.A.U.
8. Minera Exar S.A.
9. Alpha Lithium Argentina S.A.
10. Puna Mining S.A.
11. Rio Tinto
12. Lithium Americas
13. Livent
14. Galaxy Lithium

Teniendo en cuenta que la demanda máxima a cubrir está conformada por 14 clientes potenciales, los cuales adquieren al menos 1 (un) proyecto de implementación de drones de supervisión con inteligencia artificial, se prevé que el porcentaje inicial de contratación es de un 14%. Se estima, además, un crecimiento de esta tasa de un 5% basado en:

- **Implementación de estrategias innovadoras de mejora continua:** Cada año, junto con los avances tecnológicos que se presentan, las empresas buscan constantemente formas de mejorar sus procesos y mantenerse a la vanguardia en su respectiva industria, con los objetivos de lograr una mayor eficiencia, y adaptarse a los cambios en el mercado.
- **Avance en etapas de proyectos mineros:** El avance de cada proyecto año a año es un factor clave que influye significativamente en la consideración de implementar nueva tecnología. Las etapas del proyecto presentan distintos desafíos y oportunidades en términos de adopción tecnológica.
- **Benchmarking:** Las empresas se encuentran en una búsqueda constante de mejorar y optimizar sus operaciones, comparando las mejores prácticas y logros de sus pares en la industria. Esto genera motivación en la exploración y adopción de tecnologías que han demostrado éxito en otros lugares, con el objetivo de lograr niveles similares o superiores de eficiencia y productividad.

De acuerdo a lo detallado anteriormente, en la Tabla 1 se puede observar la proyección de la demanda a 5 años:

Tabla 1: Proyección de la demanda del proyecto a 5 años

Demanda máxima	14 proyectos de implementación				
Año	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
% de contratación	14%	19%	24%	29%	34%
Cantidad de Proyectos	2	2	3	3	4

MODELO DE NEGOCIO

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El mantenimiento industrial es un componente clave en el buen funcionamiento de una empresa, ya que permite anticipar los riesgos y posibles fallas de máquinas y equipos que se utilizan en el trabajo diario, y son los responsables de que las tareas se cumplan en tiempo y forma.

Pero, particularmente en las empresas mineras, algunos de los problemas que generalmente enfrentan es el alto costo de las operaciones, el gran número de mantenimientos no planificados y/o programados, el alto riesgo que presentan determinadas tareas, y la ineficiencia en la ejecución de las mismas. A continuación, se mencionan de forma más detallada los diferentes aspectos que involucra esta actividad:

- **Inaccessibilidad:** Múltiples instalaciones mineras se encuentran ubicadas geográficamente en lugares extremadamente remotos y de difícil acceso, lo que crea desafíos significativos para la gestión del mantenimiento debido a la necesidad de inspecciones regulares para evitar o mitigar fallas catastróficas y costosas.
- **Costos Totales Elevados:** El mantenimiento en entornos remotos conlleva altos costos, que involucra los asociados al desplazamiento y protección del personal de mantenimiento, como así también a los costos relacionados al tiempo de inactividad de equipos.
- **Desafíos Logísticos:** La logística para llevar a cabo el mantenimiento del sector minero en ubicaciones remotas puede requerir una planificación y organización minuciosa, añadiendo complejidad a la ejecución de las operaciones.
- **Riesgos de Personal:** Las operaciones de mantenimiento en ubicaciones remotas o peligrosas presentan riesgos considerables para el personal, los cuales incluyen caídas, golpes, atrapamientos, exposiciones a sustancias nocivas o agentes físicos, entre otros. Por otro lado, también implica riesgos por el desplazamiento del personal a áreas lejanas determinadas, como accidentes de tráfico, falta de acceso a atención médica inmediata en caso de emergencia y condiciones climáticas extremas.
- **Detección de Fallas Insuficiente:** La falta de monitoreo constante y la detección temprana de fallas en equipos mineros pueden resultar en tiempos de inactividad no planificados y costosos, lo que afecta la eficiencia operativa y la productividad.

Es por esto que surge la necesidad de una solución eficiente y segura para gestionar el mantenimiento en instalaciones y equipos remotos de las empresas mineras.

HIPÓTESIS DE IDENTIFICACIÓN DE CAUSA REAL

❖ **Hipótesis 1: Falta de monitoreo en tiempo real de los equipos**

Una de las causas subyacentes del problema podría ser la falta de un sistema de monitoreo en tiempo real de los equipos e instalaciones. La carencia de esta capacidad impide la detección temprana de problemas y fallas potenciales, lo que conduce a intervenciones reactivas costosas en lugar de acciones preventivas y/o predictivas.

❖ **Hipótesis 2: Dificultades para acceder a ubicaciones remotas**

La geografía remota y de difícil acceso de muchas instalaciones mineras en la región podría ser otra causa importante del problema. La imposibilidad de llegar de manera rápida y eficiente a estas ubicaciones hace que el mantenimiento programado sea complicado y costoso, además de aumentar los riesgos para el personal.

❖ **Hipótesis 3: Ineficiencia en la detección de fallas**

La falta de adopción de tecnología moderna y adecuada para la gestión del mantenimiento podría ser una causa fundamental en la ineficiencia de las tareas de mantenimiento, debido al uso de sistemas de control y monitoreo obsoletos o deficientes, que no permiten una supervisión efectiva ni la recopilación de datos esenciales para la toma de decisiones informadas en tiempo real.

SOLUCIÓN PROPUESTA

DataLitic ofrece una solución revolucionaria con un enfoque integral, que combina tecnología avanzada y procesos optimizados para el monitoreo, visualización, relevamiento y análisis de datos en tiempo real de equipos e instalaciones que aportan al mantenimiento industrial. Mediante el uso de drones equipados con inteligencia artificial, este servicio único brinda un enfoque innovador para el seguimiento y control de activos.

A continuación, se describe detalladamente la solución:

- **Drones Equipados y Especializados:** Introducción de drones especialmente diseñados para operaciones mineras, los cuales están equipados con cámaras de alta resolución y tecnología de detección de fallas. Estos dispositivos son entregados directamente por Datalitic al cliente, quien luego los tendrá bajo su dominio, junto con una estación meteorológica, que permiten la ejecución de las inspecciones y monitoreos regulares de equipos y estructuras críticas en ubicaciones remotas de manera eficiente.
- **Implementación e Integración de Sistemas ERP/Base de Datos:** Implementación e integración de sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) y bases de datos centralizadas que almacenan y gestionan datos críticos de mantenimiento, incluyendo la provisión de un servidor, donde se facilita el registro de historiales, programaciones y datos de inspecciones. Estos sistemas permiten una gestión eficiente de los activos y facilitan la toma de decisiones informadas en tiempo real.
- **Monitoreo en Tiempo Real:** Establecimiento de una infraestructura de comunicaciones robusta que permite la transmisión de datos en tiempo real, desde los drones y sensores en el campo hacia una estación de control en tierra. Los datos obtenidos se analizan de manera continua, lo que permite una detección temprana de problemas y la programación de intervenciones de mantenimiento preventivo.
- **Análisis de Datos e Inteligencia Artificial (Machine Learning):** Provisión de software de Inteligencia Artificial y programación de algoritmos de análisis de datos y aprendizaje automático (Machine Learning) para identificar patrones y tendencias en

los datos recopilados, lo que facilita la predicción de fallas potenciales y la optimización en la definición de tareas de mantenimiento.

- **Personal Técnico Especializado:** Capacitación del personal técnico destinado a estas actividades, para operar y mantener los drones, así como para interpretar los datos generados por estos dispositivos y los sistemas ERP/Base de Datos.
- **Integración con Procesos Existentes:** Integración fluida de la solución propuesta con los procesos de mantenimiento existentes en las empresas mineras. Esto permite un aprovechamiento de los datos, recopilados e históricos, y de la tecnología, sin interrumpir las operaciones normales.
- **Servicio de Consultoría y Soporte Técnico:** Servicio de consultoría y soporte técnico para garantizar una implementación efectiva y la optimización continua de la solución, durante el proyecto contratado. Esto implica una atención personalizada al cliente para abordar cada una de sus necesidades específicas.
- **Cumplimiento Normativo y Seguridad:** Aseguramiento de que la solución cumple con las regulaciones y estándares de seguridad de la industria minera. Para esto, se implementan medidas de seguridad rigurosas para proteger los datos y garantizar la seguridad del personal.

Con respecto a las diferentes etapas del proyecto, este se divide en la etapa de implementación y en etapa de soporte técnico. Con respecto a la primera, se determina un tiempo estimado de duración de 6 meses, que corresponden a un aproximado de 960 horas. Luego de la entrada en operación de la solución, inicia la etapa de soporte al cliente, la cual se estima que involucra 120 horas iniciales, distribuidas en 2 meses. Cada etapa consta de actividades planificadas para llevarse a cabo en el período previsto, y se detallan en la Tabla 2:

Tabla 2: Detalle de actividades y horas de cada etapa del servicio

<i>Etapa</i>	<i>Actividades</i>	<i>Ponderación (%)</i>	<i>Horas</i>
Implementación	Compra Hardware	2%	19 hs.
	Armado de drones	3%	29 hs.
	Relevamiento de activos (creación de datasets)	5%	48 hs.
	Instalación de estación terrestre y meteorológica	5%	48 hs.
	Configuración del servidor	7%	48 hs.
	Configuración de sistema ERP	8%	77 hs.
	Configuración de interfaces	15%	182 hs.
	Educación de la IA	15%	163 hs.

	Configuración planes de vuelo	10%	96 hs.
	Capacitación al cliente	6%	58 hs.
	Pruebas unitarias	8%	77 hs.
	Pruebas integrales	12%	115 hs.
		100%	960 hs.
Soporte	Hypercare	-	120 hs.
Total Horas			1080 hs.

Cabe destacar que la ponderación definida en cada actividad correspondiente a la implementación, con respecto al tiempo, está definida en base al total de horas que se estima de duración de la etapa, junto con las horas registradas al inicio de la investigación y desarrollo del proyecto, que contempla la experiencia y las pruebas realizadas con anterioridad.

Previo al inicio de la implementación de esta tecnología, se deben tener en cuenta ciertos requerimientos al cliente, para lograr una solución exitosa y eficiente, los cuales son:

- ✓ **Acceso a instalaciones mineras:** El personal de DataLitic debe tener autorización y acceso a las áreas y equipos que están involucradas en la solución. Esto implica la obtención de permisos de seguridad, y el cumplimiento de protocolos establecidos por la empresa cliente.
- ✓ **Información y documentación:** Es fundamental contar con documentación técnica detallada de equipos, maquinarias e instalaciones que se involucran en la solución. Esto incluye planos, manuales de usuario, especificaciones técnicas, historial, y planes de mantenimiento, entre otros.
- ✓ **Colaboración con el personal de la empresa minera:** Es importante la colaboración de especialistas y operarios de la empresa, ya que ellos proporcionan información valiosa sobre procesos y requerimientos específicos, así como también el trabajo en conjunto para la planificación de las operaciones, y análisis y seguimiento de resultados obtenidos.
- ✓ **Acceso a datos y sistemas:** Se requiere acceso a sistemas de gestión de mantenimiento y/o base de datos de la empresa minera, lo que permite obtener datos actualizados del estado de los equipos y programar las intervenciones de manera eficiente.
- ✓ **Colaboración en la validación y optimización del sistema:** Durante la implementación inicial, la empresa minera puede colaborar en la validación y optimización del sistema de drones con IA, proporcionando retroalimentación y participando en pruebas piloto.

VENTAJAS DE LA SOLUCIÓN

La propuesta de valor de la solución propuesta ofrece una serie de beneficios específicos que abordan las necesidades y desafíos claves de las empresas de la industria minera.

En cuanto a las ventajas que ofrece el presente proyecto, podemos mencionar que la implementación de drones de supervisión con inteligencia artificial para la optimización del mantenimiento preventivo de activos, ofrece una mejora significativa en la eficiencia operativa, disponibilidad de equipos e instalaciones, reducción de costos, y cuidado y seguridad del personal. Esto se debe al aumento de la probabilidad de detección temprana de fallas, lo que facilita la planificación y programación oportuna, con el fin de evitar daños considerables e irreversibles en equipos y en el entorno.

Esta solución y uso específico de los drones tiene varias ventajas sobre los tradicionales métodos de supervisión. Ellas son:

- **Mayor Eficiencia en las operaciones:** Puede reducir el tiempo de inactividad, y mejorar la eficiencia general de la producción, como también aumentar la frecuencia de inspecciones, debido a que requiere menos tiempo de ejecución con respecto a un método tradicional.
- **Reducción de Costos:** Puede ser una forma más económica de supervisión debido a que reduce aquellos costos asociados con la necesidad de utilizar vehículos, equipos de protección personal y horas-hombre de operarios, como así también de costos relacionados al tiempo de inactividad de los equipos. Así, las empresas podrían reducir los costos totales de mantenimiento. Además, permite la reducción de los costos de instalación en equipos e infraestructuras, debido a que consiste en la utilización de tecnologías inalámbricas.
- **Mayor Precisión:** Permite realizar inspecciones y supervisiones de manera precisa y detallada, lo que aumenta la probabilidad de detección temprana de ciertos problemas potenciales, y ayuda a prevenir fallas costosas en la producción. Debido a la focalización por inteligencia artificial, se obtienen datos e imágenes desde la misma posición y enfoque, en reiteradas oportunidades, de forma independiente y precisa.
- **Aumento de Seguridad:** Reduce significativamente el riesgo de accidentes y lesiones en el trabajo para los operarios, al evitar la necesidad de que los mismos accedan a entornos complejos o que se involucren en tareas con ciertos requisitos de seguridad, como distancias seguras.
- **Mayor Accesibilidad:** Permite acceso a áreas de difícil o imposible acceso humano, lo que ofrece una oportunidad de inspección más completa y detallada.
- **Optimización de recursos:** Optimiza el uso de recursos al dirigir el mantenimiento de manera más precisa y basada en la condición real de los componentes.
- **Aumento de Vida Útil de Equipos:** La oportunidad de detección temprana de fallas y ejecución de mantenimiento preventivo ayudan a prolongar la vida útil de los equipos.
- **Integración y Disponibilidad:** Ofrece una rápida integración y disponibilidad de la información recopilada, gracias a la configuración de interfaces eficaces y bases de datos.
- **Acceso a Información en Tiempo Real:** La solución ofrece acceso a datos en tiempo real sobre el estado de los equipos e instalaciones desde cualquier ubicación, lo que permite la toma de decisiones críticas de manera oportuna.

- **Potencial de Innovación y Desarrollo Tecnológico:** Genera mejora en las operaciones actuales, posicionando a la empresa y a la región como potenciales líderes en innovación y tecnología. La adopción de soluciones avanzadas permite atraer inversiones, colaboraciones y talento especializado, impulsando el crecimiento económico y tecnológico en la empresa y en la provincia.

IMPACTOS

Impacto Social:

- **Mejora de la Seguridad Laboral:** Al reducir la necesidad de enviar constantemente a personal técnico a ubicaciones mineras remotas, nuestra solución contribuye a mejorar la seguridad de los trabajadores. Menos exposición a situaciones peligrosas y desplazamientos largos resulta en un entorno laboral más seguro.
- **Generación de Empleo Especializado:** La implementación y operación de la tecnología de drones y sistemas ERP/Base de Datos requiere personal especializado. Esto puede generar oportunidades de empleo en la región para profesionales con habilidades técnicas avanzadas.

Impacto Ambiental:

- **Reducción de la Huella de Carbono:** Al ejecutar inspecciones y mantenimiento remotos, mediante la utilización de un vehículo aéreo no tripulado, se reduce la necesidad de desplazamientos largos en vehículos, lo que contribuye a la reducción de emisiones de carbono y al cuidado del medio ambiente.

Impacto Económico

- **Aumento de Rentabilidad y Competitividad en Mercado Global:** Al reducir los costos asociados a las operaciones de mantenimiento, esto permite a las empresas mineras a llevar un aumento en su rentabilidad y competitividad en el mercado global.
- **Crecimiento Económico y de Empleos:** La eficiencia operativa mejorada y la reducción de costos puede fomentar en las empresas mineras a realizar inversiones adicionales que benefician el crecimiento económico y de la actividad en la región, junto con la generación de más empleos.

ESTRATEGIA DE COMERCIALIZACIÓN

La estrategia de comercialización seleccionada para el presente proyecto es B2B, "Business to Business" o "Negocio a Negocio", lo que implica que el enfoque principal es vender la solución tecnológica a otras empresas interesadas en la eficiencia e innovación de sus tareas de mantenimiento, específicamente, compañías mineras.

Las razones de la elección de la estrategia B2B se detallan a continuación:

- **Enfoque Especializado:** En la industria minera se reconoce que las soluciones tecnológicas deben ser altamente especializadas para abordar sus desafíos únicos. La estrategia B2B permite concentrarse en satisfacer estas necesidades técnicas y operativas específicas, ofreciendo soluciones personalizadas que sean verdaderamente efectivas.
- **Toma de Decisiones Centralizada:** Se comprende que, en la mayoría de las empresas mineras, las decisiones de compra se toman en niveles ejecutivos o de alta dirección. Al dirigirse a otras empresas, se busca llegar a los encargados de las tomas de decisiones clave, quienes tienen la autoridad para invertir en soluciones tecnológicas que mejoren la eficiencia y rentabilidad de sus operaciones.
- **Relaciones Duraderas:** Se valora la importancia de establecer relaciones comerciales sólidas y a largo plazo. La estrategia B2B permite construir este tipo de relaciones con empresas mineras, lo que puede traducirse en acuerdos de servicio a largo plazo y referencias comerciales beneficiosas a futuro.

MODELO DE NEGOCIO ECONÓMICO

Se define para el proyecto que el tipo de modelo de negocio es la venta directa, ya que Datalitic ofrece la venta del servicio de implementación y soporte técnico, junto con la provisión del hardware requerido para la solución, directamente a las empresas mineras, a través de ventas en persona o en línea.

La principal fuente de ingresos del proyecto será la venta de los drones diseñados, equipados y configurados para adaptarse a las necesidades de diversos clientes, junto con el servicio de implementación y soporte técnico de esta tecnología, lo cual incluye la asistencia técnica para garantizar un funcionamiento continuo y confiable.

ESTRATEGIA DE FIJACIÓN DE PRECIOS

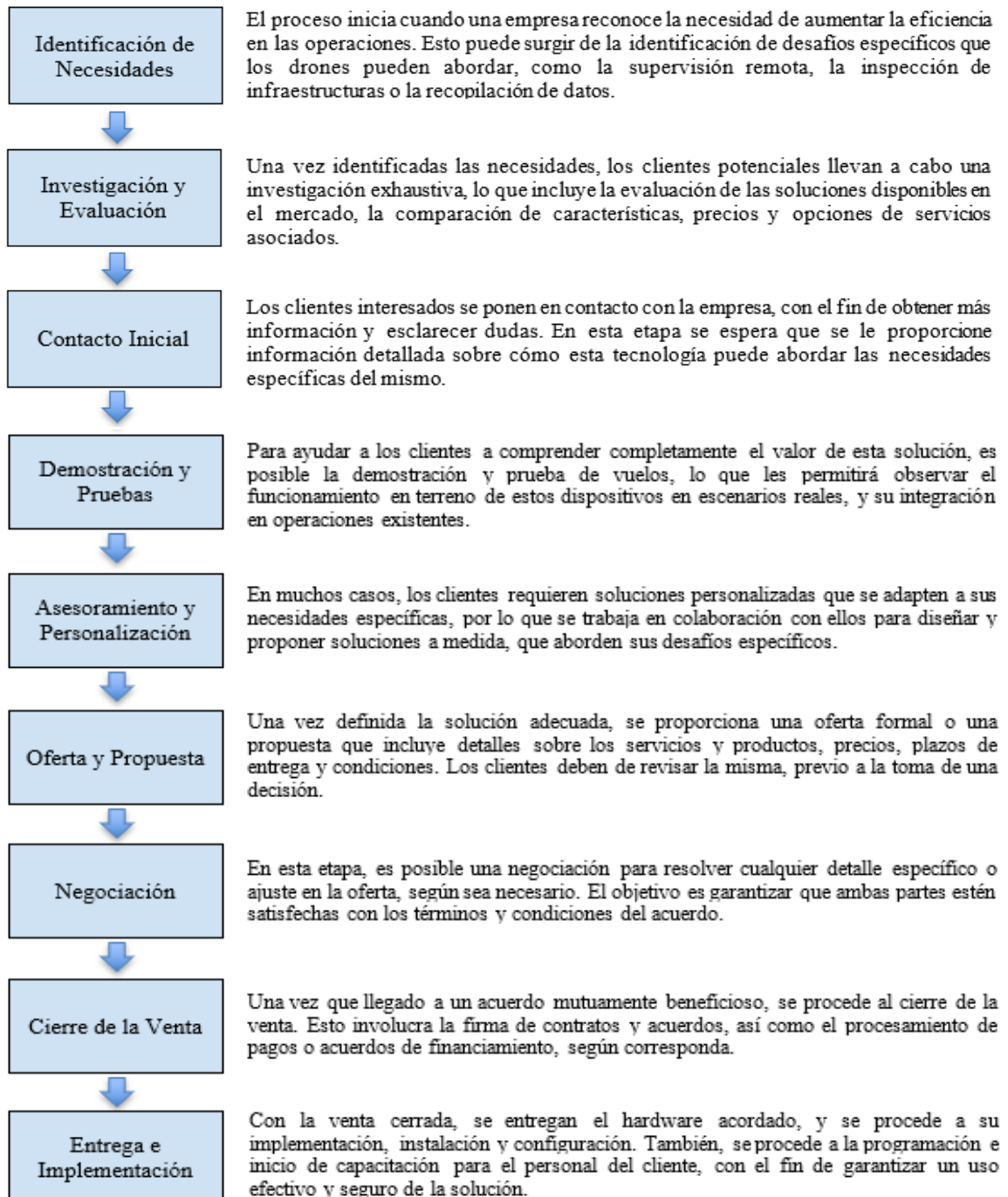
La estrategia de fijación de precios es fundamental para el éxito del proyecto, por lo que se siguen los enfoques mencionados a continuación:

- **Diferenciación por Valor y Personalización:** Se resalta el valor añadido que ofrece la solución propuesta en cada cliente, donde se hace hincapié en las características únicas y especializadas, como la integración con sistemas ERP y la capacidad de adaptación a las necesidades específicas y personalizadas de los clientes, lo que permite justificar precios ligeramente más altos que la competencia.
- **Precios Competitivos:** Los precios de la solución integral son competitivos en comparación con servicios similares en el mercado, lo que ayuda a atraer a nuevos clientes y a competir eficazmente con otros proveedores.

FLOW COMERCIAL

Para la interacción dinámica entre el equipo y los potenciales clientes y partes interesadas, se define el flujo comercial del proyecto, desde la identificación de las necesidades de los clientes hasta la entrega de soluciones eficientes. Así, se intenta mantener el flujo constante de recursos y colaboración, como también la gestión de las complejidades y los desafíos que pueden surgir en el camino.

A continuación, en la Ilustración 12, se definen las etapas del flujo comercial:



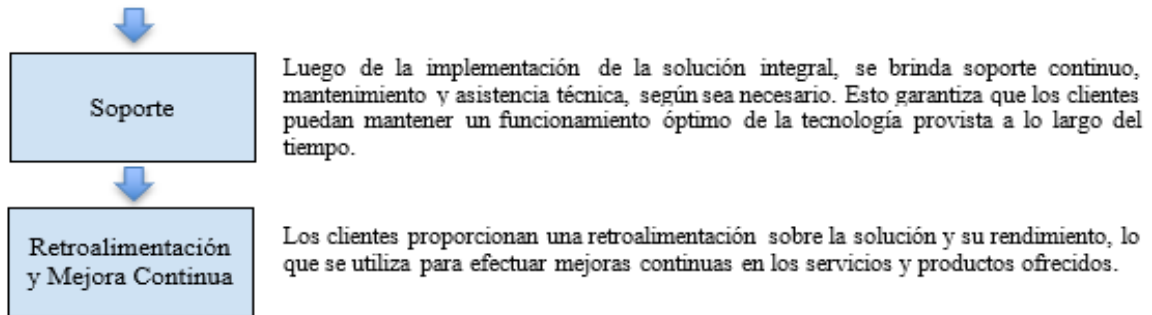


Ilustración 12: Etapas del Flow Comercial

PROMOCIÓN

Una estrategia de promoción efectiva del proyecto permitirá llegar a los clientes potenciales y destacar los beneficios, lo que generará un mayor interés en la tecnología y, por lo tanto, una mayor demanda en el mercado.

Es por esto que se incluye una estrategia de venta y comercialización para el proyecto, la cual contempla una combinación de campañas, con el fin de aumentar la visibilidad del producto, generar demanda, mejorar la imagen de la marca, alcanzar los objetivos de venta y fomentar la lealtad de los clientes. Las campañas que integran esta estrategia son:

- **Campaña de Email Marketing:** Consiste en la creación de una lista de correos de prospectos potenciales interesados en la solución, a través de investigación y *scrapping* de datos, para luego ofrecerles el servicio. De esta manera, se diseñan una serie de correos electrónicos, donde se presenta, para la lista de *leads* provista por el cliente, junto con la creación de una *landing page* atractiva para mostrar el producto y las soluciones ofrecidas, con el fin de ampliar la lista de contactos. Se programan y se envían los correos electrónicos a la lista de contactos.
- **Campaña de marketing en Redes Sociales:** Aumentar la visibilidad y el alcance del proyecto en redes sociales, con el fin de atraer a un público objetivo interesado y, potencialmente, convertirlos en clientes. Esta estrategia consiste en la definición y estudio del público objetivo, creación y publicación de contenido atractivo y relevante en las plataformas sociales seleccionadas (Facebook, Instagram, Twitter, LinkedIn, Google, etc.).
- **Creación de assets comerciales:** Crear presentaciones de alta calidad para acompañar la campaña de venta y comercialización, con el fin de aumentar la efectividad de la comunicación y la persuasión en la presentación a los clientes potenciales. Esta estrategia comprende la utilización de herramientas de diseño gráfico y presentación, para crear presentaciones impactantes que destaquen características y ventajas del producto y sus soluciones ofrecidas. Se incluyen imágenes y videos de alta calidad para ilustrar las funcionalidades y aplicaciones.
- **Evento Virtual/Webinar:** El objetivo es generar tráfico a un conjunto de eventos virtual/webinar para generar interés y conciencia de la solución ofrecida entre nuestro público objetivo, brindando información detallada y accesible sobre sus características y capacidades. Para esto, se define el público objetivo y se seleccionan las plataformas adecuadas para llevar a cabo los eventos; se desarrollan presentaciones donde se

destaquen las características más importantes y relevantes de la solución; y se promociona el evento a través de redes sociales, *landing page* y correos electrónicos.

CONCLUSIÓN

En este primer capítulo se presenta un Estudio de Mercado del proyecto de implementación de drones de supervisión con inteligencia artificial, donde luego de un análisis e investigación, se considera una solución desafiante, la cual requiere capacitación especializada para su desarrollo, e inversiones iniciales altas. La competencia y posibles restricciones regulatorias impuestas en el país también pueden implicar amenazas significativas para el éxito del proyecto, por lo que, de manera proactiva, se debe abordar estas debilidades y amenazas, y enfocarse en las fortalezas y oportunidades del proyecto para tener éxito en el mercado.

En el mercado de proveedores del hardware requerido, se definen las variables para su selección, donde se puede mencionar que la disponibilidad de equipos y componentes, su calidad y seguridad, y los tiempos de entrega son aquellos fundamentales a tener en cuenta al momento de elegirlos. Por otro lado, el mercado competidor está conformado por empresas nacionales e internacionales, las cuales ofrecen un servicio similar, como también competidores indirectos con potencial de desarrollar el mismo servicio, y que podrían incorporarlo en el futuro. Algunas de ellas son: Capgemini, DroneSAP, Price Waterhouse Coopers, Dron AI Services, UAV Latam Argentina, y Flyability. Por último, al hablar del mercado consumidor, se define que los sectores que obtienen beneficios con la implementación de drones de supervisión con IA consisten en el de la energía, la minería, la construcción, el transporte, la industria manufacturera, entre otros, debido a que, en ellos, la supervisión constante de equipos e instalaciones es esencial para garantizar la seguridad, la eficiencia y la continuidad de las operaciones. Además, algunos de ellos están compuestos por empresas que operan en áreas remotas, o de difícil acceso.

En cuanto a la determinación de la demanda, a partir de la encuesta realizada, se pueden identificar las necesidades e intereses de las empresas del Noroeste Argentino sobre esta solución, junto con la determinación de aquellas que llevan la gestión de su información empresarial en un ERP o no. También, se determinan las operaciones que actualmente los drones realizan en ellas, si es que cuentan con tal actividad, y se identifican potenciales clientes y futuros desarrollos tecnológicos para abarcar otros sectores del mercado. Gracias a ella y a una ardua investigación de las ventajas que ofrece este servicio, se definen a las medianas y grandes empresas de la industria minera como mercado objetivo del proyecto.

Finalmente, en la definición del modelo de negocio, se determina que algunos de los problemas que generalmente enfrentan las empresas en el mantenimiento industrial es el alto costo de las operaciones, el gran número de mantenimientos no planificados y/o programados, el alto riesgo que presentan determinadas tareas, y la ineficiencia en la ejecución de las mismas, los cuales provienen de diversas causas. Es por esto que, ante la necesidad de una solución eficiente y segura para gestionar estas actividades en instalaciones y equipos remotos de las empresas mineras, se ofrece una solución específica, integral e innovadora, basada en la provisión de un dron equipado con cámaras y software de inteligencia artificial, un servidor y equipos complementarios, y servicios de implementación y soporte técnico, con el objetivo de garantizar una exitosa implementación y operación.

Además, con respecto a la venta del prouyecto, se define que la venta directa es la mejor alternativa, debido a que Datalitic ofrece el servicio de implementación y soporte técnico, junto con la provisión del hardware requerido para la solución, directamente a las empresas mineras, a través de ventas en persona o en línea, y así promocionar, contactar otros clientes y efectuar las ventas para alcanzar los objetivos establecidos por la organización.

ESTUDIO TÉCNICO

En este apartado se desarrolla el estudio técnico del proyecto, el cual conforma una de las etapas en la que se contemplan los aspectos técnicos operativos necesarios para el uso eficiente de los recursos disponibles en la producción del servicio deseado, y en el cual se determina el tamaño óptimo del proyecto y su localización. Este tiene como objetivo principal demostrar que la alternativa elegida para el proyecto es técnicamente viable.

La importancia de este estudio se deriva de la posibilidad de llevar a cabo una valorización económica de las variables técnicas del proyecto, las cuales permitan una apreciación exacta o aproximada de los recursos necesarios para el mismo.

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

En referencia a este proyecto, dirigido al sector minero, se determina la macrolocalización del mismo en Salta Capital, ubicada en la provincia de Salta, Argentina, como se observa en la Ilustración 13, por medio de una evaluación de factores no cuantificables, como son los antecedentes en la industria minera y factores dominantes.

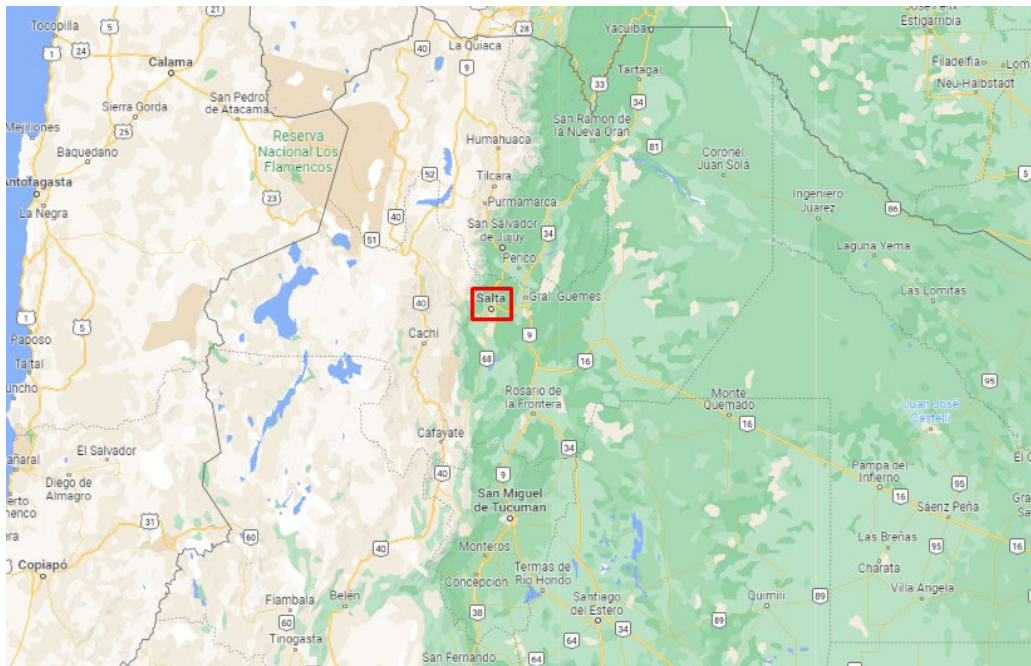


Ilustración 13: Macrolocalización del Proyecto

Este lugar es considerado ideal para el desarrollo del presente proyecto de expansión, debido a varias razones estratégicas. En primer lugar, Salta es una región rica en recursos minerales como el litio, el cobre, la plata y el oro, por lo que tiene una larga tradición en la industria minera, y con el paso del tiempo, ha ido desarrollando una infraestructura sólida para apoyarla. La implementación de un proyecto dirigido a brindar soluciones en mantenimiento del sector minero puede complementar esta infraestructura, y mejorar la eficiencia y seguridad de las operaciones que comprenden. Es por esto que, la ventaja de situarse en la provincia de Salta, es la ubicación

estratégica en el norte de Argentina que ofrece, lo que la hace ideal debido a la cercanía al mercado objetivo.

Además, Salta cuenta con una fuerza laboral altamente capacitada, y en continuo crecimiento, en el sector minero y tecnológico, lo que significa un importante factor social, ya que existe talento local disponible para trabajar en proyectos de tecnología avanzada como la implementación de drones de supervisión con IA. La presencia de instituciones educativas y tecnológicas en la ciudad también implica una gran disponibilidad de oportunidades para la capacitación y el desarrollo de habilidades especializadas en el sector.

Por otro lado, en cuanto a la microlocalización, se utiliza la oficina de la sede madre de Salta Capital, DL Consultores, como el espacio físico para llevar a cabo el proyecto. Ésta se encuentra ubicada en la calle Deán Funes, N° 531, primer piso, en Salta Capital, ubicación que se puede observar en la Ilustración 14.

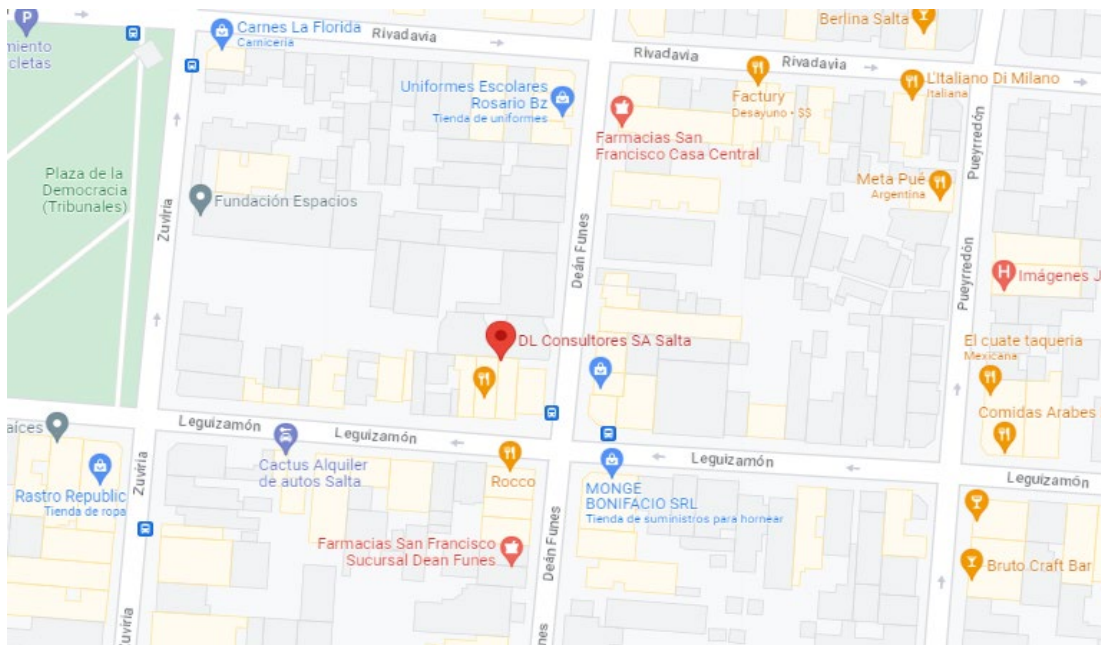


Ilustración 14: Microlocalización del proyecto

INGENIERÍA DEL PROYECTO

En la definición de la ingeniería que comprende este proyecto, es relevante la determinación de los requerimientos técnicos fundamentales para garantizar el éxito, la calidad y efectividad del sistema de supervisión a través de drones, como la definición técnica del dron a utilizar, su hardware y software, la infraestructura de red y comunicaciones, la posible integración con un sistema ERP, la gestión de datos y almacenamiento, la seguridad y privacidad, y la instrumentación de monitoreo ambiental para seguridad del servicio.

Por lo tanto, a continuación, se describen los principales requerimientos técnicos.

DRON DE SUPERVISIÓN Y MONITOREO

En primer lugar, se selecciona el vehículo aéreo no tripulado más adecuado para el proyecto, donde se tienen en cuenta características técnicas relevantes para garantizar su correcto funcionamiento en términos de eficiencia, precisión y seguridad.

Considerando los diferentes factores limitantes relacionados con el uso de drones, se selecciona el modelo Foxtech Cygnus-120 como el dron a utilizar, que se puede observar en la Ilustración 15, el cual consiste en un hexacóptero, ya que cuenta con 6 brazos y 6 motores.



Ilustración 15: Dron Foxtech Cygnus-120

El mismo es elegido debido a la confiabilidad que ofrece para trabajos de mapeo e inspección a largo alcance. Además, es resistente a la intemperie, está fabricado con fibra de carbono y materiales de fibra de vidrio, y presenta un peso ligero, alta resistencia, volumen pequeño y una estructura simple. Cuenta con un diseño de brazo enchufable, lo que facilita su montaje y transporte.

Las dimensiones del Foxtech Cygnus-120 se pueden observar en la Ilustración 16, las cuales son:

- 120 cm de distancia entre los ejes delantero y trasero del vehículo.
- 23.5 cm de distancia al suelo.



Ilustración 16: Dimensiones del Dron Foxtech Cygnus-120

Fuente: <https://www.foxtechfpv.com/foxtech-cygnus-120-long-flight-time-drone.html>

Este dron cuenta con una placa de control de vuelo "Pixhawk Cube Orange", junto con un módulo GNSS (sistema de navegación global por satélite), llamado "Here 3", los cuales consisten en componentes de control y navegación de la aeronave.

En primer lugar, el Pixhawk 6C (MavLink) es el centro de funcionamiento del dron, ya que consiste en el controlador de vuelo del dron, compatible con el protocolo de comunicación ligero y de código abierto llamado MavLink (Micro Air Vehicle Link), permitiendo la comunicación entre el dron y sus componentes con el sistema terrestre o de control en tiempo real. Es una placa electrónica que integra sensores como acelerómetros, giroscopios, magnetómetros y barómetros, que permiten al sistema detectar su orientación, velocidad y altitud. El mismo utiliza estos datos para ajustar los motores y las superficies de control del dron, lo que permite que se mantenga estable en el aire y siga las instrucciones del piloto.

Por otro lado, el módulo GNSS es el sistema de alta precisión de navegación por satélite que incluye el sistema GPS, el cual permite al dron determinar su posición, velocidad y altitud utilizando señales de satélite.

En cuanto a la alimentación del vehículo, el mismo funciona con baterías recargables, Diamond 6s 22000mAh, las cuales suministran la energía necesaria para alimentar los motores, los sistemas electrónicos y los demás componentes. El tiempo de vuelo que permiten las mismas es de 60 minutos sin carga útil, es decir, sin dispositivos montados en el dron.

Además, este vehículo ofrece:

- Capacidad de carga máxima de 5 kg para trabajos de inspección de largo alcance.
- Máximo peso de despegue (MCTW) de 15kg, con batería incluida.
- Altitud de vuelo máxima de 4000 m.
- Velocidad de vuelo máxima de 50 km/h.
- Resistencia al viento comprendida entre 28,8 a 38,9 km/h, la cual es óptima debido a que, en la puna salteña, zona donde operarán estos dispositivos, los vientos que predominan varían entre los 12 y 19 km/h, como se observa en la Ilustración 17.

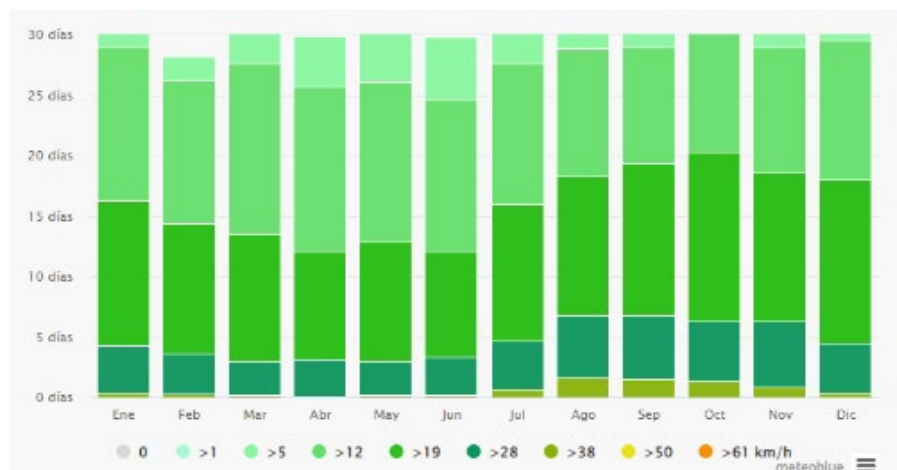


Ilustración 17: Velocidades del viento en la Puna Salteña

Fuente: [Meteoblue Weather](#)

En cuanto a su operación y manejo, el dron utiliza un sistema de controlador de radio altamente integrado, Foxtech DA16S+, que se puede observar en la Ilustración 18, y que cuenta con las siguientes características:

- Enlace de datos de 8 km: Capacidad de alcance de hasta 8 km.
- Datalink/RC: El sistema de control tiene la capacidad de establecer una conexión de datos (datalink) y controlar el dron mediante un control remoto (RC).
- Control de múltiples canales: Permite controlar 15 canales multifuncionales, que constan de diferentes funciones o dispositivos del dron, como la dirección, la velocidad, el movimiento de la cámara u otras funciones específicas.
- Pantalla LCD táctil: Proporciona una interfaz visual en la que se pueden ver y configurar diferentes parámetros relacionados con el dron y su vuelo.



Ilustración 18: Sistema de radio de 8 km del Foxtech Cygnus-120

Disposición Final de Baterías

Las baterías que utiliza el vehículo aéreo tienen una vida útil basada en la cantidad de ciclos que poseen, los cuales comprenden la descarga completa y su posterior recarga.

Por esto, se recomienda al usuario tener en cuenta las siguientes indicaciones para el correcto cuidado y uso de las baterías:

- Guardar las baterías con carga entre el 30% y el 50% de su capacidad total, en un lugar seco, a una temperatura de entre 5°C a 20°C y en un contenedor ignífugo.
- Nunca recargar una batería dañada o perforada por algún golpe. En tal caso, debe ser desechada.
- Si una batería se hincha durante el proceso de carga, se la debe desconectar y depositarla a un lugar seguro en el exterior o en un recipiente ignífugo, ya que podría ocasionar un incendio. Las baterías hinchadas hay que desecharlas por precaución.

- No dejar desatendida una batería de litio durante su carga, si bien es poco probable, esto podría causar un incendio.
- Si la batería se calienta demasiado durante la carga, se debe desconectar inmediatamente.
- No permitir que las baterías Li-Po se descarguen del todo: después podrían no admitir carga y se reducirá drásticamente su vida útil, corriendo el riesgo de dañarlas.
- No cargar una batería durante más tiempo del especificado en las instrucciones.
- Normalmente, el cargador indicará carga completa de alguna forma, leds, pitidos, etc.
- Nunca intentar modificar, desarmar o reparar una batería Li-Po.

En cuanto a la disposición final de las baterías LiPo, estas deben ser desechadas de manera segura. En primer lugar, deben ser descargadas completamente a 0V. Para esto, se puede usar un cargador de balanceo, resistencias, baños de agua salada, bombillas o descargarlas en el mismo dron. Por ningún motivo se las debería desechar en un contenedor de basura normal.

Independientemente del método de descarga elegido, siempre se deben soldar los cables positivo y negativo. Esto producirá una ligera chispa. Pero después de eso, la batería ya no puede mantener la carga y se puede desechar de manera segura.

Luego del tratamiento adecuado para disposición final, debe ser llevada a centros locales de desechos electrónicos o a un centro de reciclaje específico, debido a que no deben ser desechadas en contenedores de basura normal.

COMPLEMENTOS FÍSICOS

Los drones, de acuerdo a los requerimientos que se le exijan, son equipados con cámaras que les permiten proporcionar una vista completa con imágenes detalladas, ofreciendo la posibilidad de identificar posibles problemas de forma rápida, segura y rentable, además de reducir la necesidad de costosas y peligrosas inspecciones manuales, lo que elimina el riesgo para el personal.

Esta toma de imágenes y videos de alta calidad consiste en una ventaja importante ya que, gracias a la capacidad de repetir misiones de forma precisa por la focalización e identificación de objetos por IA, funcionalidad que se explica a continuación, facilita la identificación de problemas. Diferenciándose del método tradicional de inspección que, debido a errores humanos, pueden generar resultados incoherentes, este añadido de inteligencia artificial ofrece un primer reconocimiento de objetos y, luego, permite que el dron recupere la posición y enfoque para recopilar los mismos datos de forma independiente y precisa, lo que favorece al registro y comparación de imágenes, y a la toma decisiones de mantenimiento.

Por otro lado, además de estos componentes, se deben tener en cuenta aquellos necesarios para conformar un sistema de comunicación interna eficiente entre el dron, sus complementos y la estación de tierra, los cuales deben ser compatibles entre sí.

Asimismo, se puede afirmar que añadir diferentes complementos a estos vehículos puede mejorar significativamente su funcionalidad, pero es importante tener en cuenta ciertas consideraciones antes de hacerlo, para garantizar que el vehículo siga siendo seguro, estable y capaz de volar correctamente. Las más importantes, se mencionan a continuación:

- 1. Peso:** Cada dron tiene un peso máximo que puede soportar para seguir volando de manera segura y estable. Por lo que es importante asegurarse de que el peso total no exceda este límite. Además, este peso adicional puede afectar la duración de la batería y reducir el tiempo de vuelo del dron.
- 2. Distribución del peso:** La distribución del peso en el dispositivo es importante para mantener su estabilidad en el aire, por lo que debe ser de la manera más uniforme posible.
- 3. Potencia eléctrica:** Es importante asegurarse de que la fuente de alimentación eléctrica del dron sea suficiente para alimentar el nuevo complemento. Algunos complementos pueden requerir una fuente de alimentación adicional o una batería separada.
- 4. Compatibilidad:** No todos los complementos son compatibles con todos los drones, por lo que es importante verificar que el mismo sea compatible con su modelo y marca. En especial, se debe tener en cuenta en el protocolo de comunicación con el que trabaja, el cual debe ser el mismo que ejecuta la placa controladora de vuelo del dron a equipar.
- 5. Impacto en el rendimiento:** Es importante tener en cuenta cómo esto puede afectar su rendimiento. Por ejemplo, algunos pueden reducir la velocidad o la maniobrabilidad del dron.

En este proyecto, se propone utilizar un dron equipado con complementos esenciales que se detallan a continuación.

Cámara RGB

El complemento indispensable para poder realizar la supervisión y el monitoreo es la cámara. Los sensores de imagen visual, también conocidos como cámaras visuales o cámaras RGB⁷, pueden capturar imágenes y videos de alta resolución, en color o en blanco y negro, de la luz visible. Consiste en una cámara convencional que captura imágenes a color, tal como las percibe el ojo humano, lo que proporciona una visión clara, detallada e integral de una estructura.

Es por esto que, el montaje de una cámara RGB en un vehículo aéreo no tripulado permite detectar visualmente cualquier alteración en la superficie de los equipos e instalaciones, como corrosión, desgaste, grietas, deformaciones y fugas. Estas anomalías visuales pueden ser indicadores tempranos de posibles fallas o necesidades de mantenimiento.

Para el proyecto, el dispositivo utilizado es la cámara Foxtech SEEKER-30 TR, la cual es montada en la parte inferior del vehículo aéreo, y consiste en una cámara de zoom óptico 36X 1080p apta para exteriores, que se puede observar en la Ilustración 19, junto con un cardán⁸

⁷ Las cámaras RGB captan las ondas del espectro visible. El acrónimo RGB significa Rojo (red), Verde (green) y Azul (blue).

⁸ Un cardán es un aparato que contiene motores y sensores que permiten que la cámara digital gire suavemente a lo largo de un eje.

profesional de 3 ejes de alta precisión. Este modelo presenta, favorablemente, alta estabilidad, bajo consumo, un tamaño pequeño, y un peso ligero de 945 gramos.



Ilustración 19: Cámara Foxtech SEEKER-30 TR

Al tratarse de un cardán de 3 ejes, implica que presenta un sistema de estabilización de cámara avanzado en tres ejes principales: panorámico (giro horizontal), de inclinación (giro vertical) y de balanceo (giro lateral). Esto posibilita una estabilización completa de la cámara en todas las direcciones posibles, para lograr imágenes y videos suaves y estables, eliminando los efectos no deseados del movimiento, como la vibración del dron en el que está montada.

Además, la misma ofrece la capacidad de visión nocturna, con la ventaja de la activación automática del modo día/noche; una grabación de vídeo 1080p FULL HD a bordo; un zoom óptico de 30X, el cual se puede observar en la imagen de referencia que se observa en la Ilustración 20; y un módulo de seguimiento automático de objetos, el cual le permite la detección y monitorización de un objeto en movimiento mediante reconocimiento, y el ajuste del enfoque, exposición y composición para mantenerlo encuadrado y nítido.



Ilustración 20: Imagen tomada con cámara Foxtech SEEKER-30 TR de alta calidad combinada con el zoom óptico 30x

Fuente: <https://www.viewprouav.com/product/q30t-pro-ii-30x-optical-zoom-object-tracking-gimbal-camera.html>

Con respecto a la distancia mínima de enfoque, se puede mencionar que:

- En el extremo más amplio (wide end), utilizado para aquellos escenarios donde se desea registrar un campo de visión más amplio, incluyendo mucho encuadre ya que la

configuración de la lente tiene una longitud focal corta, la distancia mínima de enfoque es de 10 mm.

- En el extremo telefoto (tele end), utilizado para obtener un campo de visión más estrecho que permite acercar objetos distantes y capturar detalles en ellos, ya que la configuración de la lente tiene su longitud focal más larga, la distancia mínima de enfoque es de 1200 mm. Este tipo de lente es útil para registrar objetos a los que se debe mantener una distancia física considerada.
- Si no se realiza ningún ajuste manual en la configuración de la cámara, la distancia mínima de enfoque predeterminada de la cámara es de 300 mm.

Cámara Termográfica

Otro complemento muy útil para realizar inspecciones es la cámara térmica. Las cámaras termográficas, también conocidas como cámaras infrarrojas, proporcionan imágenes térmicas que permiten visualizar la radiación infrarroja que tiene un objeto, registrando la temperatura de cada pixel de la imagen, y asignando a cada uno (que contiene un valor de temperatura) un tono de color. Normalmente las imágenes térmicas muestran las temperaturas más frías en un tono de azul, violeta o verde, mientras que las temperaturas más cálidas se les puede asignar un tono de rojo, naranja o amarillo. (*Cómo Funciona Una Cámara Termográfica*, n.d.)

El montaje de una cámara térmica en un vehículo aéreo no tripulado permite la toma de imágenes térmicas que contribuyen en la detección de fallas invisibles para el ojo humano a simple vista, como las fallas eléctricas en equipos e instalaciones. Gracias a ellas, es posible detectar distorsiones o irregularidades en componentes eléctricos, identificando los llamados “puntos calientes”, que consisten en puntos de un elemento que tiene una temperatura más alta, que pueden estar relacionados con un mal contacto, defectos en aislamientos, sobrecargas o fugas. Además, permite identificar bajos rendimientos y temperaturas anómalas.

Una gran ventaja de este tipo de cámara es que permiten obtener la información requerida de análisis, mientras la maquinaria o la instalación está en funcionamiento, en lugar del enfoque tradicional: apagar el sistema mientras un inspector accede a la estructura para examinar.

Es por esto que, el dispositivo elegido para el desarrollo del proyecto es la cámara FLIR Vue Pro 336, Ilustración 21, la cual consiste en el instrumento de medición térmica y grabadora de datos que añade valor a la operación de los drones. La misma ofrece grabación integrada de vídeo digital e imágenes fijas.



Ilustración 21: Cámara Termográfica FLIR Vue Pro 336

Esta cámara cuenta con una resolución de 336 x 256, y actúa a través de una banda espectral de alta longitud de onda, de 7,5 - 13,5 μm , lo que le permite captar las radiaciones infrarrojas emitidas por un objeto, como se puede observar en un ejemplo, en la Ilustración 22, al momento de inspeccionar un techo de una estructura.

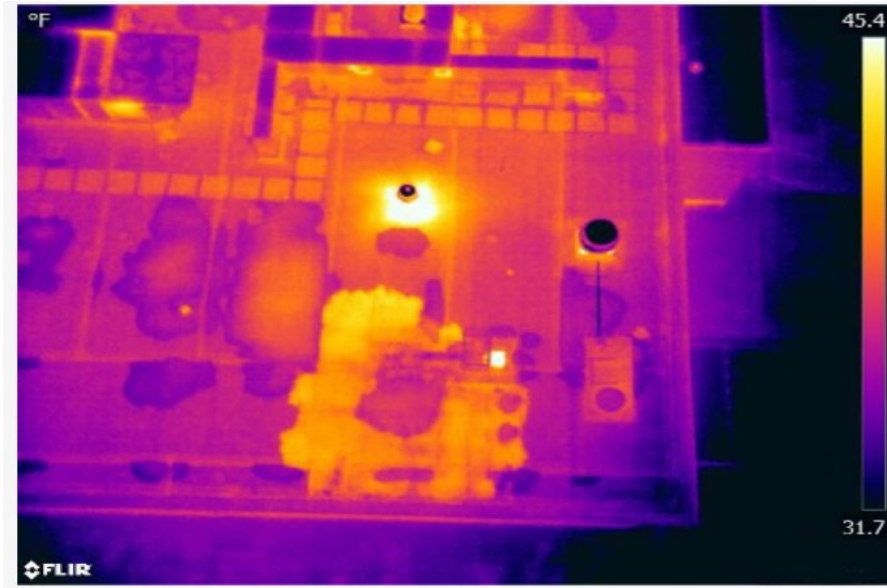


Ilustración 22: Imagen tomada con la cámara FLIR Vue Pro 336 en un techo de una estructura

Fuente: <https://www.flir.com/suas/delta/delta-solution-series-part-5-commercial-flat-roof-inspection/>

La misma está diseñada con un sistema fácil de configurar, mediante la aplicación FLIR UAS, la cual permite al piloto definir paletas de colores y características de optimización de imagen. Su peso es de 113 gramos, y su tamaño de 57.4 × 44.45 × 44.45 mm (incluida la lente).

Por otro lado, presenta compatibilidad con MavLink para el geoetiquetado de imágenes, lo cual permite una integración rápida y eficaz entre el dron y la estación de control.

Para su utilización, se deben tener en cuenta algunos factores que afectan a la precisión de las mediciones termográficas de temperatura, los cuales se mencionan a continuación:

- Ángulo de visión
- Distancia de la cámara a un objeto
- Cantidad de energía térmica de una zona
- Hora del día
- Condiciones atmosféricas: El aire cálido, la humedad, las nubes, la lluvia y la nieve pueden reducir de forma significativa la precisión de una lectura térmica.
- Humo, polvo y residuos: Pueden tener una incidencia negativa en la lectura térmica.
- Condiciones de la superficie: Se debe tener en cuenta la emisividad, transparencia, reflectividad de un objeto.
- Tipo de pintura o revestimiento de un objeto: Por ejemplo, dos objetos fabricados con el mismo material pueden recibir diferentes mediciones de la cámara térmica si uno de los

objetos está corroído o recién pintado, o alterado de alguna forma con respecto al otro objeto. En ese caso, la cámara térmica generaría lecturas de temperatura diferentes para ambos.

- Rugosidad o tersura de un objeto

Otros Complementos Funcionales

Además de los complementos montados en el dron, encargados del registro de datos multimedia, se deben incluir aquellos que permiten que el sistema de comunicaciones internas del dron funcione correctamente, debido a que es una parte integral del rendimiento y seguridad general del dron, fundamental para transmisión de datos entre los diversos componentes y la estación de control.

Para esto, se requiere el montaje de un receptor y transmisor de comunicación, los cuales son responsables de decodificar y codificar las señales que se envían hacia y desde el dron. Los dispositivos elegidos se detallan a continuación:

- **Transmisor:** Modelo HDZero Freestyle Digital HD, el cual consiste en el transmisor de video digital de alta definición (HD) que es montado en el vehículo, diseñado para enviar señales de vídeo claras, estables, y en tiempo real desde el dron a la estación de control en tierra.
- **Receptor:** Modelo HD-Zero VRX, el cual consiste en el receptor de video, que, en este caso, es conectado a la estación de control en tierra, ya que recibe las señales de vídeo transmitidas por el transmisor HDZero Freestyle. Permite ver en tiempo real el video capturado por el dron en la estación de control.

Por otro lado, el dron requiere una antena responsable de transmitir y recibir señales de radio. La elegida para incluir en el proyecto es la antena SiK Telemetry Radio V3, que consiste en la antena de telemetría que se conecta en el dron. Está diseñada específicamente para trabajar de forma adecuada con paquetes que incluyen el protocolo de comunicación MavLink, al igual que lo hace la placa controladora de vuelo del dron. Además de esta, se incluye una antena flexible, modelo TrueRC OCP 5.8 SMA Flexible Antenna, la cual es utilizada para mejorar la recepción de las señales de video transmitirán por el dron, ofreciendo una mejor conectividad y alcance de las transmisiones gracias a su frecuencia de 5.8GHz.

COMPONENTES INFORMÁTICOS

Como se mencionó anteriormente, los drones, además de contar con su equipamiento físico, utilizan tecnología informática para volar y ser controlados remotamente, por lo que cuentan con una serie de componentes informáticos clave que permiten su funcionamiento y desempeño en el aire.

El dron seleccionado, Foxtech Cygnus-120, cuenta con el controlador de vuelo Pixhawk Cube Orange, el cual utiliza el firmware llamado ArduPilot que consiste en un paquete de programas de autopiloto de código abierto para vehículos no tripulados, capaz de controlar el vehículo.

Este software permite la toma de decisiones en tiempo real y el envío de comandos a los motores y otros dispositivos del vehículo para mantenerlo estable, seguir una ruta o cumplir con una misión específica.

Por lo tanto, para el control y monitoreo constante del mismo desde la estación terrestre, se selecciona el software **QGroundControl** como herramienta informática necesaria, que consiste en un potente software de código abierto capaz de trabajar con datos, variables y estructuras típicas del lenguaje C⁹. La misma ofrece la visualización y el control del dron durante el desarrollo y operación de una misión, como se puede observar en la Ilustración 23. (Conesa, 2016)

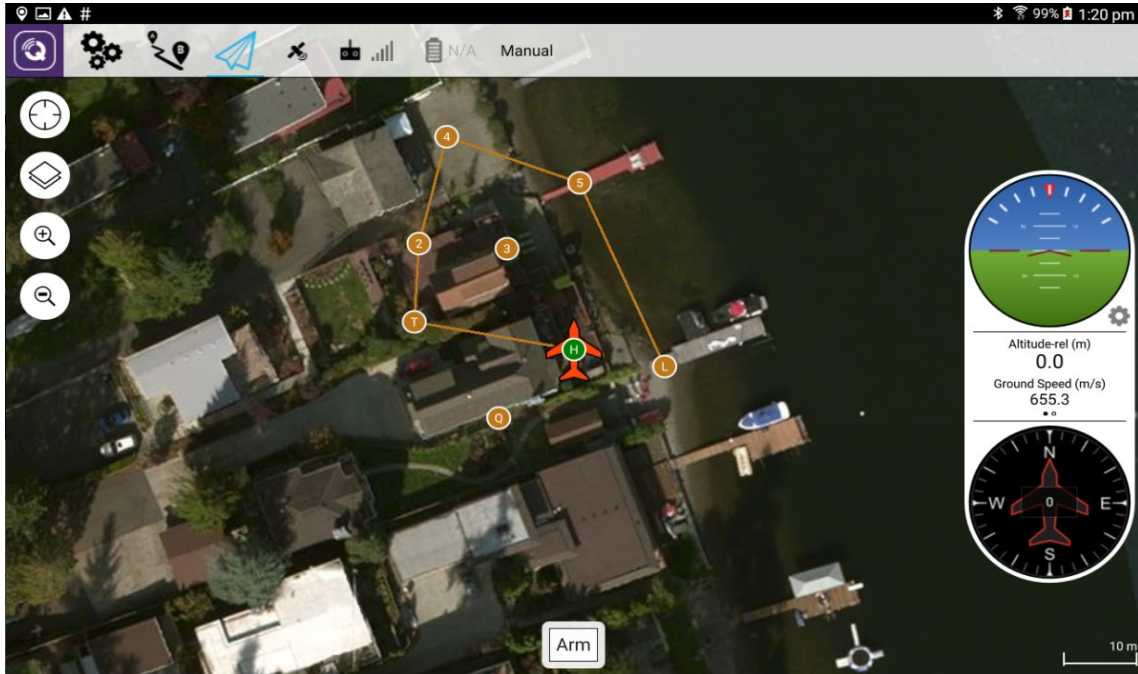


Ilustración 23: Visualización de la herramienta informática QGroundControl

Fuente: [Overview · QGroundControl User Guide](#)

Este programa, totalmente gratuito, proporciona control de vuelo completo y configuración para los vehículos propulsados por ArduPilot. Las características principales con las que cuenta son:

- Trabaja con el protocolo Open Source MAVlink (Micro Air Vehicle Communication).
- Incorpora mapas aéreos en 2D y 3D para controlar el UAV mediante Waypoints¹⁰.
- Manipulación de parámetros del dron en tiempo real, en pleno vuelo.
- Visualización en tiempo real de datos de sensores y telemetría.
- Funciona en plataformas Windows, Linux y MacOS.

⁹ Lenguaje C: Lenguaje de programación con el cual se desarrollan aplicaciones y sistemas operativos que, a la vez, forma la base de otros lenguajes más actuales como Java, C++ o C#.

¹⁰ Waypoint: Punto específico en un trayecto o ruta planificada. En el vuelo de un dron, pueden ser ubicaciones predefinidas en las que el mismo debe detenerse, girar o cambiar de altitud.

SOFTWARE IA

Como se mencionó en apartados anteriores, el proyecto cuenta con el añadido de la inteligencia artificial, lo cual ofrece una ventaja distintiva al funcionamiento del dron y sus componentes.

En la implementación de la IA, gracias al aprendizaje supervisado del *Machine Learning*, los dispositivos adquieren conocimientos a partir del procesamiento de datos previamente etiquetados y clasificados, permitiéndoles identificar diferentes patrones.

Es por esto que, para este procesamiento de datos, el reconocimiento de imágenes y entrenamiento de la IA es realizado mediante *software*, el cual desempeña un papel fundamental, brindando las herramientas necesarias para desarrollar los algoritmos que permiten llevar a cabo tareas de supervisión y reconocimiento de objetos.

Por lo tanto, en primer lugar, se requiere el etiquetado de imágenes, mediante un *dataset*¹¹ donde se indica manualmente la ubicación de los objetos de interés dentro de la foto, y luego se incluye esa información a la red neuronal artificial¹², para el procesamiento de la información. Asimismo, mediante estas imágenes se procede al entrenamiento de la Inteligencia Artificial, el cual se ejecuta con el *software* Google Colab, que consta de una herramienta virtual gratuita que permite ejecutar código en lenguaje Python¹³.

Finalmente, para lograr el reconocimiento y detección de objetos en imágenes, se utiliza el programa YOLOv5 Pytorch, que consiste en una versión del año 2020 de la familia de modelos de visión You Only Look Once. Esta herramienta permite el rápido análisis de las mismas para identificar y señalar objetos específicos en ella, lo que es útil ante necesidades de supervisar lo que está sucediendo en tiempo real y tomar decisiones rápidas.

SERVIDOR

Con respecto a la información recopilada mediante la solución propuesta, se requiere un dispositivo que cumpla la función de gestión y almacenamiento de la misma, con el fin de ofrecer acceso y uso de estos recursos posteriormente.

Para esto, se adquiere un servidor, que consta de una computadora o un sistema informático que proporciona servicios, recursos y funcionalidades a otras computadoras o dispositivos conectados a través de la red.

Para conformarlo, y lograr un funcionamiento eficiente del mismo, se deben tener en cuenta los componentes que requiere, que se mencionan a continuación:

¹¹ Un *dataset* representa un conjunto completo de datos, incluyendo las tablas que contienen, ordenan y restringen los datos, así como las relaciones entre ellas.

¹² Una red neuronal artificial es un programa de software o algoritmo que, en esencia, utiliza sistemas informáticos para resolver cálculos matemáticos, con el fin de enseñar a computadoras a procesar datos de una manera que está inspirada en la forma en que lo hace el cerebro humano.

¹³ Python es un lenguaje de alto nivel de programación interpretado cuya filosofía hace hincapié en la legibilidad de su código. Se utiliza para desarrollar aplicaciones de todo tipo

- **Procesador:** Se selecciona el Procesador Intel Rocketlake Core i9 (11900F 11va S1200), el cual consiste en un potente procesador de la 11va generación de Intel, diseñado para brindar un rendimiento de alta gama en aplicaciones y tareas exigentes.
- **Placa base:** Se elige la placa base modelo Asus Prime B560 Plus AC-HES OEM Socket 1200 DDR4, que consiste en una placa de la marca Asus con socket LGA 1200, compatible con la 11va generación de procesadores Intel. Proporciona una amplia variedad de características y conectividad.
- **Memoria RAM:** Se selecciona la memoria DDR4 16GB 2666MHz Kingston Fury Beast, que tiene 16GB DDR4, con una velocidad de 2666MHz. Permite una ejecución más rápida y eficiente de aplicaciones y procesos.
- **Discos Duros:** Los dispositivos de almacenamiento seleccionados son:
 - Disco Rígido 4TB Seagate SATA III Skyhawk: Disco duro de 4TB de capacidad de la serie Skyhawk de Seagate, diseñado específicamente para sistemas de monitoreo y almacenamiento de video.
 - Disco Sólido M.2 1TB WD (Blue SN570 NVMe M.2 2280): Disco Sólido de Western Digital, que utiliza la interfaz NVMe para ofrecer una velocidad de lectura y escritura mucho más rápida que los discos duros tradicionales.
- **Gabinete:** Se selecciona un kit que incluye, Gabinete Kelyx LC728, teclado y mouse. El gabinete proporciona espacio y ventilación para alojar todos los componentes del servidor de manera ordenada.
- **Fuente de alimentación para PC:** Se elige la fuente EVGA BR Series 500 BR 500W, la cual proporciona energía confiable y eficiente para todos los componentes del servidor.

COMUNICACIONES Y RED

En cuanto a la infraestructura de comunicaciones y red, cabe destacar que es de vital importancia una correcta selección de las herramientas informáticas para la transmisión de datos, como también el correcto diseño de la infraestructura para llevar a cabo correctamente las funcionalidades descritas con anterioridad.

Para esto, se tienen en cuenta todos aquellos datos que deben ser transmitidos, como los componentes involucrados que deben estar interconectados, incluyendo capas de software y aplicaciones que se ejecutan en la red.

Para esto, se detallan a continuación los requerimientos del proyecto.

Elección de API y Seguridad

La gestión y almacenamiento de datos consisten en funciones importantes para el proyecto, lo cual involucra una elección de API¹⁴ adecuada, debido a que su finalidad es convertirse en el

¹⁴ Una API (del inglés, application programming interface) es una pieza de código que permite a diferentes aplicaciones comunicarse entre sí, y compartir información y funcionalidades.

medio por el cual los datos y la información recopilada por los drones y almacenada en un servidor, pueda ser transmitida o compartida, tanto a una base de datos o ERP específico. Por lo tanto, la API seleccionada para el proyecto es la conocida como “SOAP API”, la cual utiliza el protocolo SOAP¹⁵ para la comunicación entre sistemas. Aunque puede ser más compleja de implementar que otras, debido a que utiliza el formato XML para ello, esta API ofrece una mayor seguridad y una estructura más rigurosa para la transferencia de datos. La misma está pensada para ser 100% asíncrona y adaptable a las necesidades de cada cliente.

Dado que SOAP se ocupa de los mensajes, el objetivo principal es evitar el acceso no autorizado. Para esto, a la par utiliza un protocolo subyacente llamado WS-Security para la seguridad de las aplicaciones a nivel empresarial y para la comunicación con los sistemas.

Posibles sistemas ERP del cliente

Por otra parte, como se fue mencionando anteriormente, la información recolectada por los vehículos aéreos es almacenada en un servidor, para luego ser procesada y gestionada en una base de datos o sistema ERP.

Es por esto que, a continuación, se detallan los sistemas ERP más comunes, disponibles en la actualidad, que presentan compatibilidad con el proyecto, y que pueden ser con los que el cliente cuente para integrar la solución con los datos recopilados en módulos de mantenimiento y gestión de activos.

- SAP - Módulo PM (*Plant Maintenance*): Módulo de SAP *System* que permite la gestión y planificación de mantenimiento de equipos y activos mediante avisos, órdenes de mantenimiento, planes de mantenimiento, etc.
- Oracle E-Business Suite: Solución de gestión empresarial que incluye un módulo de gestión de mantenimiento, la cual permite la planificación y gestión del mantenimiento preventivo y correctivo de equipos.
- Microsoft Dynamics 365 for Finance and Operations: Sistema ERP de Microsoft que incluye un módulo de gestión de mantenimiento que permite la planificación y seguimiento de los trabajos de mantenimiento.
- Infor EAM (Enterprise Asset Management): Software de gestión de activos empresariales que ofrece un gran alcance para mantener equipos, instalaciones, vehículos y bienes de una empresa, con el fin de maximizar sus beneficios

Al trabajar con un sistema ERP, es necesario contar con la información necesaria para determinar el plan de vuelo que el dron sigue al ejecutar su operación. Esto se realiza mediante la lectura de la ubicación del equipo o instalación a monitorear, la cual debe estar incorporada dentro de cada plan de mantenimiento.

En el caso de no contar con un sistema ERP de destino para la integración de datos, es posible incorporarlos en un sistema de almacenamiento de datos intermedio, o en un repositorio centralizado. Esto permitirá que la información esté disponible para su posterior uso y acceso.

¹⁵ SOAP, del inglés Simple Object Access Protocol, es un protocolo estándar que define cómo dos objetos en diferentes procesos pueden comunicarse por medio de intercambio de datos XML.

Dependiendo de las necesidades y requerimientos, existen varias opciones de almacenamiento que se pueden utilizar en este caso:

- Almacenamiento en la nube: Plataforma de almacenamiento en la nube como Amazon Web Services (AWS), Google Cloud Platform o Microsoft Azure, las cuales ofrecen una amplia gama de servicios de almacenamiento de datos, desde bases de datos relacionales hasta sistemas de archivos no estructurados.
- Bases de datos locales: Como MySQL, PostgreSQL o MongoDB, las cuales pueden ser instaladas en un servidor local o en una máquina virtual en la nube.
- Repositorios de almacenamiento de datos: Existen repositorios especializados en el almacenamiento de datos de drones, como Pix4D Cloud, DroneDeploy o Dronifi, los cuales permiten la administración de imágenes y datos recopilados por ellos, y ofrecen herramientas para su procesamiento y análisis.

Infraestructura de Comunicaciones y Red

Luego del análisis anterior, se puede diseñar la infraestructura que se utiliza para la comunicación y red de la solución, la cual consiste en la columna vertebral tecnológica que conecta todos los dispositivos y sistemas en una red cohesiva para su operación óptima. Además, es la que garantiza la seguridad e integridad de la información transmitida.

Esta infraestructura juega un papel fundamental en la recopilación, procesamiento y transmisión de datos, permitiendo que el flujo de información fluya sin problemas entre los drones, la estación terrestre, el servidor, y el sistema ERP o base de datos. Implica la integración de una variedad de tecnologías, desde conexiones inalámbricas de alta velocidad hasta protocolos de comunicación estandarizados. Cabe destacar que, a modo de representación, en este análisis se utilizará SAP como sistema ERP modelo.

Por lo tanto, al hablar del flujo de información que se requiere en esta solución, se lo puede definir como flujo bidireccional, debido a que viaja en ambos sentidos.

- Flujo de ida: Corresponde a la transmisión de la información desde el sistema ERP o base de datos centralizada al dron.
- Flujo de vuelta: Corresponde a la transmisión de la información desde el dron hacia el sistema ERP o base de datos centralizada.

Al hacer referencia al flujo de la información de ida, el mismo es moldeado por los datos provenientes de SAP, actuando como cerebro que asigna tareas específicas a los drones, en función de una amplia gama de factores.

Cuando un evento es detectado o se requiere supervisión en una ubicación específica, el usuario responsable identifica esta necesidad, ejecutando un plan de mantenimiento, por lo que el sistema envía esta información en una estructura XML al servidor, automáticamente. Este mensaje contiene el plan de vuelo que el dron debe ejecutar que, mediante la infraestructura de comunicación, se asegura de llegar al dron de manera oportuna y precisa.

La transferencia de la información es ejecutada por la SOAP API, la cual permite la conexión entre el sistema ERP (SAP) con el servidor del cliente.

El servidor recibe el XML con el plan de vuelo, y a través de la red WiFi, envía la información a la estación de control, la cual establece una correspondencia con el protocolo Mavlink. Esto posibilita la intercomunicación con el dron para que reciba los datos necesarios y pueda realizar el vuelo, ya que es el protocolo que éste utiliza.

A medida que el dron recibe el plan de vuelo, entra en acción siguiendo las rutas establecidas y las instrucciones proporcionadas, dirigiéndose a la ubicación designada.

En la Ilustración 24 se puede observar un gráfico representativo de este flujo de comunicación de ida de la información.

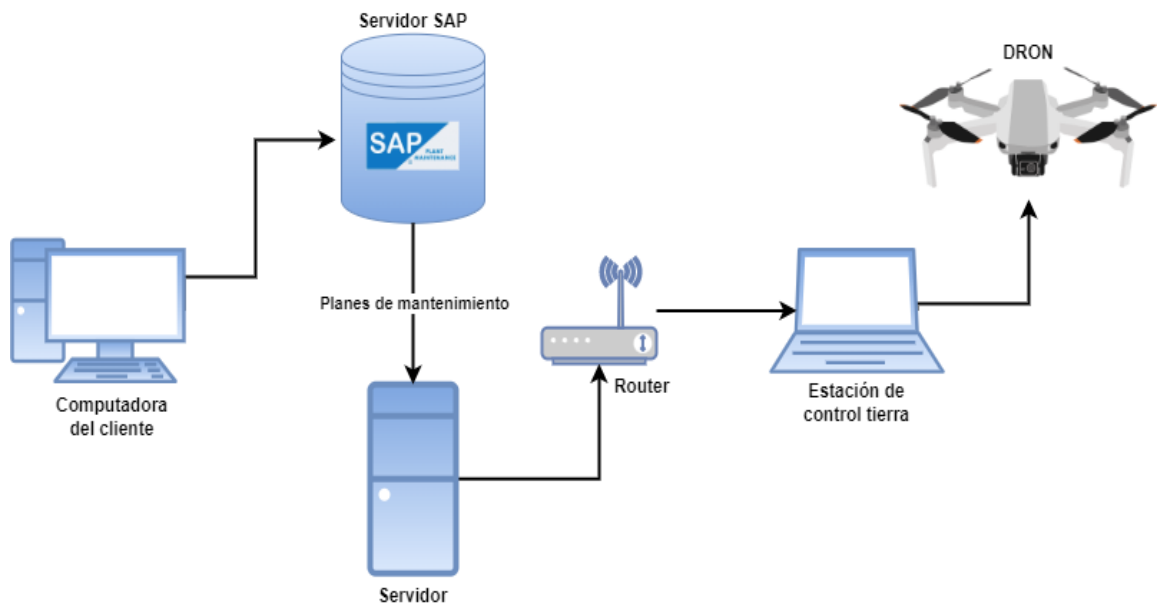


Ilustración 24: Flujo de “ida” de la información

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, el flujo de vuelta de la información corresponde a la recopilación de datos e información mediante los diversos sensores y dispositivos montados en el dron. Estos posibilitan la recopilación de información visual, térmica y geoespacial del entorno circundante, la cual es dirigida a una fase de procesamiento en la estación de control, llamada procesamiento local.

En cuanto a las cámaras equipadas, las mismas toman una determinada cantidad de fotografías de los equipos o instalaciones ubicadas, de las cuales se seleccionan las mejores diez para su almacenamiento en el servidor.

Posteriormente, estas imágenes seleccionadas son analizadas con Inteligencia Artificial, lo cual permite un control efectivo de la información para su posterior envío del servidor a SAP. A partir de este análisis por IA, SAP recibe el estado y análisis realizado sobre los equipos e instalaciones.

En la Ilustración 25 se puede observar un gráfico representativo del flujo de vuelta de la información, detallado anteriormente.

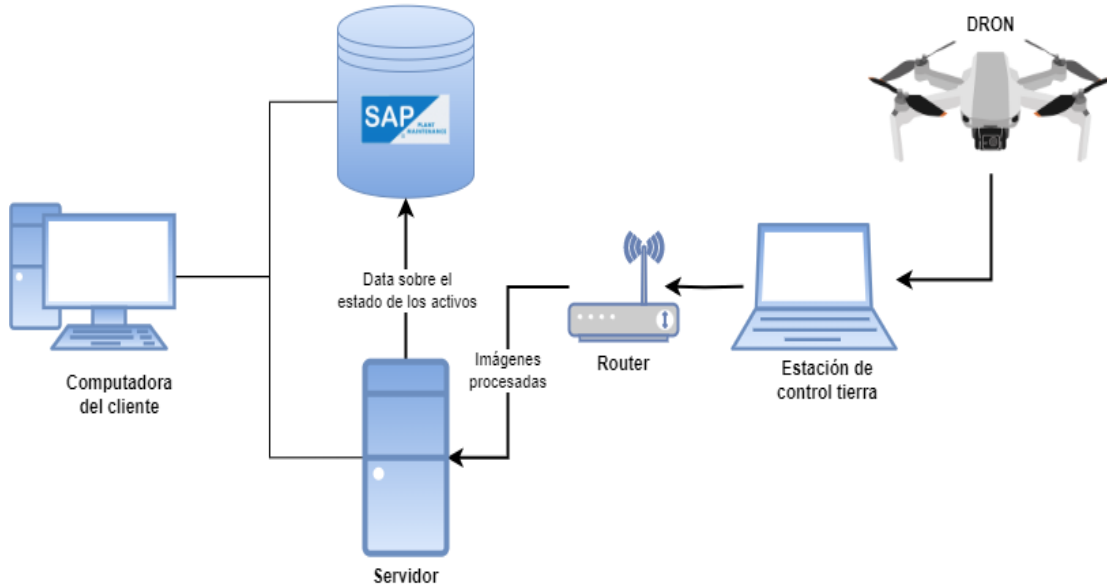


Ilustración 25: Flujo de “vuelta” de la información

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que, si cualquier usuario desea acceder a fotografías capturadas por el dron, puede hacerlo ingresando al servidor mediante un link que se provee mediante la API, la cual comunica el servidor y SAP.

Flujo Bidireccional de la información en la solución

Para un mejor entendimiento, se representa gráfica y secuencialmente el flujo bidireccional de la información en la Ilustración 26. En ella se identifican:

- Líneas azules: Flujo de información necesario para que el dron entre en operación (ida).
- Líneas rojas: Flujo de información necesario para el almacenamiento de la información recopilada.
- Líneas negras: Procesamiento local interno de la información en la estación terrestre de control.

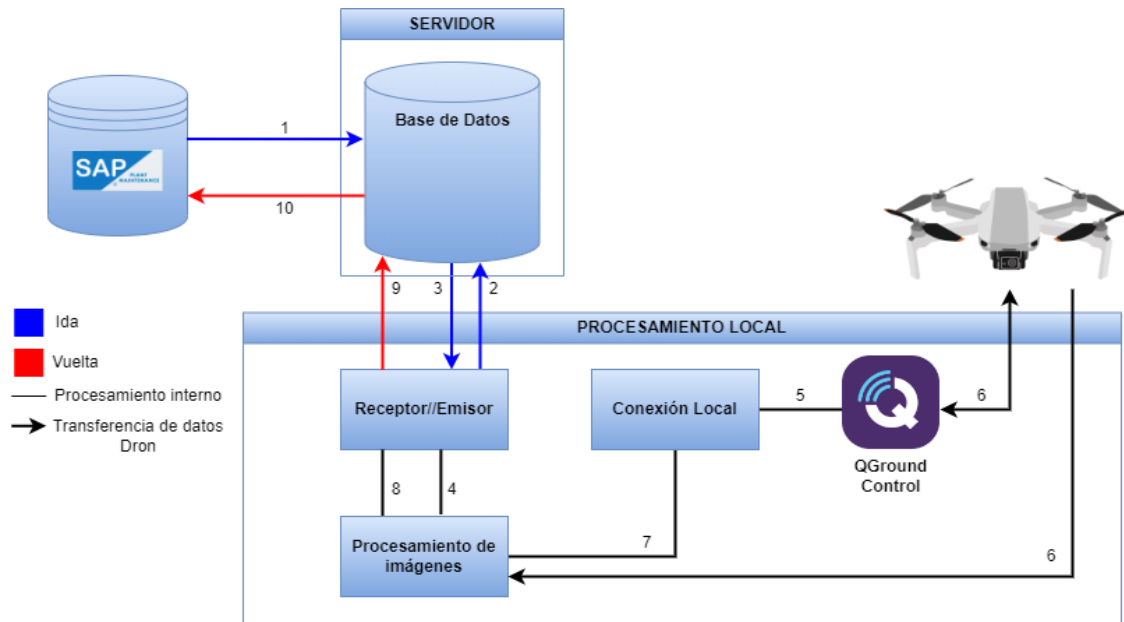


Ilustración 26: Conexiones y Procesamiento Local de Datos

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al gráfico, siguiendo la secuencia de la información, se describe a continuación el proceso que se ejecuta cada vez que el dron entra en operación para el monitoreo de un activo:

- 1) El cliente presenta en SAP los planes de mantenimiento para cada uno de sus activos a monitorear, los cuales incluyen una configuración que discrimina aquellos que serán monitoreados con el dron. Estos son enviados automáticamente al servidor del cliente, a través de la API, para luego posibilitar su procesamiento y envío a la estación terrestre cuando se lo requiera.
- 2) Cuando se lo requiere, el encargado de ejecutar la inspección se encuentra en la estación terrestre junto con el dron, listo para volar. Allí, se debe solicitar al servidor el envío de los planes de mantenimiento correspondientes, mediante una aplicación diseñada especialmente para el usuario (viéndose en el gráfico como emisor/receptor).
- 3) Los planes de mantenimiento son enviados desde el servidor a la estación terrestre, que integra el procesamiento local.
- 4) Interna y simultáneamente, junto con los planes de mantenimiento, se envía información relevante sobre los activos al módulo de Inteligencia Artificial, la cual es la encargada del procesamiento de imágenes posterior.
- 5) La conexión local hace referencia a un programa que facilita la apertura de los puertos, la cual posibilita la conexión con QGroundControl, para una comunicación efectiva con el dron y su recepción de indicaciones para ser ejecutadas.
- 6) Una vez que el dron empieza a seguir las indicaciones, QGroundControl comienza a obtener los datos de telemetría, junto con el estado de vuelo, batería, etc. y el programa de conexión local los procesa. Sin embargo, a medida que captura las

imágenes, estas se van enviando directamente al archivo correspondiente de procesamiento de imágenes, donde mediante la Inteligencia Artificial, se van seleccionando las más nítidas.

- 7) Los datos relevantes del vuelo del dron, registrados mediante la conexión local, se envían también al archivo de procesamiento de imágenes, con el fin de alinear el momento en el que se tomó cada imagen.
- 8) Una vez procesada toda esta información, se encuentra lista para ser almacenada en el servidor.
- 9) Los datos generados en la fase de procesamiento local son enviados al servidor.
- 10) Mediante la API, los datos del servidor son procesados, convirtiéndolos en formato XML, para su posterior envío a SAP.

En este caso, SAP posibilita la verificación del estado de cada equipo. Si el mismo se encuentra en un estado óptimo, OK¹⁶, se cierran los avisos generados. Por otro lado, si el estado corresponde a KO¹⁷, el aviso permanece y se procede a la creación de una orden de mantenimiento.

INSTRUMENTACIÓN DE MONITOREO AMBIENTAL

Con respecto a la vulnerabilidad que presenta esta solución frente a las condiciones climáticas severas, se considera necesaria la adquisición de una estación meteorológica, dispositivo encargado de recopilar datos y proporcionar información sobre la situación meteorológica en un lugar específico. Estos datos son fundamentales para determinar si las condiciones son seguras y adecuadas para volar drones. Por lo tanto, la estación seleccionada es la Froggit WH 4000, la cual se observa en la Ilustración 27.



Ilustración 27: Estación meteorológica Froggit WH 4000

El dispositivo elegido cuenta con una estación externa, equipada con diferentes tipos de sensores para el registro de la información, que se resumen a continuación:

¹⁶ Estado óptimo de un activo configurado en el sistema ERP.

¹⁷ Estado que indica que un activo no se encuentra dentro de los parámetros óptimos configurados en el sistema ERP.

- Anemómetro
- Pluviómetro
- Sensores de temperatura y humedad exterior
- Barómetro para presión atmosférica
- Sensor de radiación solar
- Sensor de índice UV (rayos ultravioletas)

La misma debe ser instalada en un lugar representativo de las condiciones climáticas de la zona que se desea monitorear, evitando áreas con obstrucciones cercanas que puedan afectar la medición del viento, la lluvia u otros componentes climáticos. Asimismo, se debe tener en cuenta que debe ubicarse lejos de fuentes de calor y radiación, para aumentar la temperatura registrada.

Por otro lado, cuenta con una estación base, la cual es la unidad principal que muestra y registra los datos climáticos recopilados por los sensores externos. Consta de una pantalla LCD que indica la información de temperatura, humedad, velocidad del viento, dirección del viento, cantidad de lluvia, presión atmosférica, etc.; y permite la configuración de la misma, como, por ejemplo, para la emisión de alarmas para diferentes valores. Esta debe ser instalada en un lugar interno conveniente para su monitoreo.

Los datos recopilados por este dispositivo se almacenan en una memoria interna, por lo que pueden visualizarse en tiempo real, a través de la pantalla que presenta, y se transmiten a la unidad central de procesamiento (estación de control terrestre), gracias a su conexión WIFI.

FUNCIONAMIENTO INTEGRAL DE LA SOLUCIÓN

En el vertiginoso mundo de la gestión de activos industriales, la precisión y la eficiencia son cruciales para garantizar un funcionamiento sin problemas y prolongar la vida útil de los equipos. Cada inspección consta de una oportunidad para identificar problemas incipientes, y un pilar fundamental en el mantenimiento industrial. Es en este contexto que, el proceso de inspecciones con drones emerge como una solución revolucionaria.

El flujo operacional, que parte de la definición de tareas de mantenimiento, y culmina en la ejecución de inspecciones por drones, representa una convergencia entre la gestión de activos y la tecnología de vanguardia, ya que conecta la planificación rigurosa con la ejecución ágil, y la automatización con la toma de decisiones informadas.

Es por esto que, en esta sección, se define cada etapa del proceso, tomando como modelo la utilización de un Sistema ERP como SAP, y su modulo de mantenimiento, conocido como Plant Maintenance (PM):

- 1. Planes de Mantenimiento en SAP PM:** El proceso comienza en el sistema ERP, módulo de SAP PM, donde se registran los planes de mantenimiento preventivo de los equipos. Allí se definen las tareas de inspección que pueden incluir detalles sobre los activos específicos que las requieren, la frecuencia y los parámetros clave que deben evaluarse.

2. **Generación de Avisos de Mantenimiento:** A partir de la planificación, se generan Avisos de Mantenimiento en SAP PM, las cuales contienen detalles específicos sobre las tareas de inspección, incluyendo los activos involucrados, las ubicaciones y las fechas programadas.
3. **Asignación de Tareas al Dron:** En esta etapa, se designan las tareas de inspección programadas al dron encargado de realizar el recorrido mediante un plan de vuelo.
4. **Preparación del Dron:** Antes de la inspección, el dron se prepara y se asegura de que esté en condiciones de volar. Esto incluye la verificación de la batería, la calibración de sensores y cámaras, y la carga de los planes de vuelo.
5. **Despegue y Ejecución de la Inspección:** Una vez que el dron está listo, despegue y sigue el plan de vuelo programado para realizar la inspección. Durante el vuelo, captura imágenes y datos relevantes de los activos que están siendo inspeccionados.
6. **Transmisión y Procesamiento de Datos en Tiempo Real:** Durante la inspección, el dron transmite información e imágenes en tiempo real, las cuales mediante el procesamiento de imágenes de la Inteligencia Artificial, son seleccionadas para su posterior reconocimiento, análisis de información y envío a SAP.
7. **Acciones de Seguimiento:** De acuerdo a la información recopilada, los operadores pueden supervisar el progreso de la inspección y tomar decisiones en función de los datos:
 - Si el equipo se encuentra en óptimas condiciones, se adjunta la información registrada y se cierra el aviso de Mantenimiento en SAP PM.
 - Si el equipo presenta alguna anomalía reconocida en la inspección, se adjunta la información registrada en el aviso de Mantenimiento, y se genera una Orden de Mantenimiento del equipo en SAP PM.

Basándose en los resultados de la inspección, se pueden tomar acciones de seguimiento, como programar tareas de mantenimiento, reparaciones o reemplazos de componentes.

A continuación, se puede observar resumidamente, en la Ilustración 28, el proceso con inicio en el sistema ERP, SAP PM, hasta que el dron realiza el recorrido.

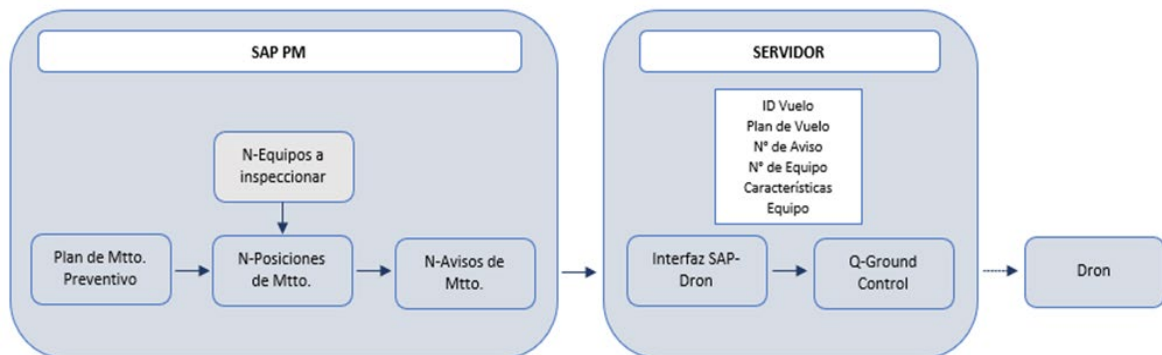


Ilustración 28: Proceso funcional SAP PM - Plan de vuelo Dron

Y, por otro lado, en la Ilustración 29 se puede visualizar el proceso que consta de la información recopilada en la inspección, mediante el dron, hasta su llegada al sistema para la toma de decisiones informadas.

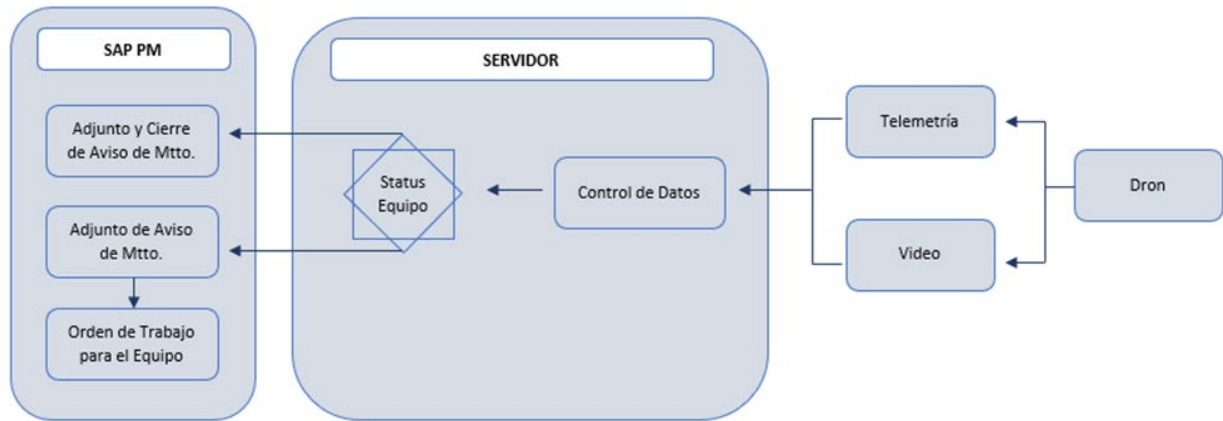


Ilustración 29: Proceso funcional Inspección Dron - SAP PM

Este flujo operacional describe cómo se planifican, programan y ejecutan las inspecciones con drones en el contexto de SAP PM, asegurando una supervisión eficiente y un mantenimiento proactivo de los activos industriales.

MANTENIMIENTO TRADICIONAL VS MANTENIMIENTO 4.0

Al hablar de la ejecución de inspecciones de mantenimiento industrial, se encuentra un dilema fundamental en la gestión de activos y equipos. Cada uno de los dos enfoques diferentes a los que se enfrenta la actualidad cuenta con sus propias características y ventajas en la búsqueda de una supervisión eficiente y efectiva. Por un lado, las inspecciones del mantenimiento tradicional, llevada a cabo por operarios de mantenimiento con habilidades expertas y experiencia acumulada a lo largo de los años; y por el otro, la tecnología emergente de drones equipados con inteligencia artificial, que promete transformar la forma en que se realizan estas tareas, formando parte del mantenimiento 4.0.

A continuación, se puede observar una comparativa de ambas alternativas:

	MANTENIMIENTO 4.0	MANTENIMIENTO TRADICIONAL
Tiempo de Respuesta	Instantáneo (0.01-1 segundo), lo cual depende del hardware (tiempo en que tarda en identificar los objetos)	Variabilidad dependiente de la experiencia y la carga de trabajo
Toma de Imágenes	La focalización de la IA permite obtener la misma imagen en cada inspección, permitiendo una comparación del equipo más clara en	Las imágenes varían entre inspecciones y operarios, las cuales tienen diferentes ángulos, y son limitadas.

	<p>sus distintos estados.</p> <p>La cantidad de imágenes necesarias se reduce por la precisión de las coordenadas que se envían al dron, y por su mayor alcance y accesibilidad.</p> <p>La configuración de un dataset de un equipo demora menos de una semana, por lo general. Presenta una alta capacidad para capturar y procesar un gran volumen de imágenes, en un tiempo relativamente corto</p>	<p>La cantidad de imágenes se limita a los ángulos que puede alcanzar el operario.</p> <p>El almacenamiento depende del espacio de almacenamiento de la computadora y de la calidad de la imagen.</p>
Gestión de Datos y Análisis	Utiliza análisis de datos avanzados para identificar patrones y tendencias que puedan predecir problemas.	Carece de un enfoque significativo en la gestión y análisis de datos.
Seguridad	Reducción significativa de la exposición del personal a situaciones de riesgo, ya que los drones pueden acceder a áreas peligrosas o inaccesibles sin poner en peligro la seguridad de los operadores humanos.	A pesar de la experiencia, las inspecciones manuales pueden exponer al personal a riesgos inherentes. Trabajar en alturas, en áreas peligrosas o en condiciones climáticas extremas puede aumentar el riesgo de accidentes y lesiones. Además, suelen requerir equipo de protección personal (EPP) específico para mitigar riesgos.
Tolerancia a Condiciones Climáticas Variables	Presenta resistencia para operar en diversas condiciones climáticas, pero puede tener limitaciones en situaciones extremas, como tormentas eléctricas severas o vientos extremadamente fuertes, que pueden requerir la suspensión de las operaciones.	La flexibilidad humana de los operarios de mantenimiento ofrece adaptación a una amplia variedad de condiciones climáticas, ya que poseen la capacidad de tomar decisiones basadas en la situación y ajustar su trabajo según las circunstancias. Sin embargo, implica un riesgo mayor en la seguridad del personal por condiciones climáticas peligrosas como fuertes lluvias, vientos o temperaturas extremadamente bajas.
Adaptabilidad y Flexibilidad	Las inspecciones con drones equipados con inteligencia artificial se destacan por su capacidad de	A menudo se caracterizan por la capacidad de los operarios para adaptarse a diversas situaciones.

	programación y automatización. Pueden llevar a cabo inspecciones según un plan predefinido, lo que garantiza la consistencia y la cobertura completa. Se adecúan perfectamente para tareas en instalaciones o equipos en entornos al aire libre, pero se encuentra limitado para áreas internas, o fallas no detectables mediante una inspección.	Pueden tomar decisiones sobre la marcha y ajustar su enfoque según la naturaleza de la inspección y las condiciones en tiempo real.
Costo de Implementación	Inversión inicial significativa en la adquisición del servicio, añadiendo los costos del personal implicado en el proyecto.	Menor inversión inicial, pero requiere capital destinado a la formación y capacitación del personal.
Costos Operativos	Tiende a reducir los costos operativos al evitar tiempos de inactividad no planificados y al optimizar los recursos.	Puede ser costoso debido a reparaciones imprevistas y paradas de producción.
Costo de Mantenimiento	Mantenimiento regular del hardware y el software del dron, junto con actualizaciones periódicas de la IA. Cuenta como un servicio aparte a contratar por el cliente.	Mantenimiento regular del equipo de supervisión y capacitación continua del personal.

APLICACIONES EN EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Los requerimientos técnicos de este proyecto, que incluyen el hardware y software, las conexiones y la gestión de la información, permiten que la solución cuente con los requisitos para su aplicación en tareas de mantenimiento de activos de una empresa, particularmente en inspecciones y monitoreos de equipos, contribuyendo en la mejora de la implementación de los planes de mantenimiento de una empresa.

Por un lado, gracias a las cámaras y el añadido de reconocimiento de objetos por medio de Inteligencia Artificial, los drones de supervisión permiten ejecutar eficiente y satisfactoriamente una de las fases que implica el mantenimiento preventivo: la inspección. Gracias a que estos vehículos aéreos tienen la capacidad de llevar a cabo inspecciones de manera más frecuente y eficiente, y mediante la precisa identificación de objetos por reconocimiento de imágenes, se obtiene siempre una localización precisa del equipo y una perspectiva visual amplia, la cual posibilita la toma de imágenes para una posterior identificación del estado del activo y la presencia de modos de falla, como se observa en la Ilustración 30. Esto facilita la temprana detección y planificación de ajustes menores, antes de que los problemas se agraven.



Ilustración 30: Visualización de visión de cámara normal con reconocimiento de objetos

Además, al contar con una cámara termográfica en el vehículo, mediante la detección y medición de la radiación infrarroja emitida por los objetos, permite la ejecución segura de un tipo de mantenimiento basado en la condición o predictivo, a través de un análisis de temperatura, donde se puede realizar un seguimiento de la misma. Como se mencionó anteriormente, la obtención de mapas de calor, como el de la Ilustración 31, permite la identificación de la temperatura en cada sector y la detección de puntos calientes, los cuales posteriormente pueden indicar un posible mal funcionamiento, desgaste excesivo o incluso riesgos de seguridad. Estos puntos calientes pueden ser generados debido a una fricción excesiva, falta de lubricación o deterioro en componentes clave.



Ilustración 31: Imagen térmica con medición de temperatura desde una distancia segura

Asimismo, se debe tener en cuenta que ambas cámaras, al encontrarse montadas en un dron, ofrecen una amplia perspectiva visual, con una visión más clara y precisa del activo con respecto a la que un operario podría visualizar a simple vista. De esta manera, se dispone de un sistema de 2 (dos) cámaras, lo cual implica la obtención de una imagen normal y una imagen infrarroja, como en la Ilustración 32, donde se pueden evaluar datos y causas de pérdida de eficiencia.



Ilustración 32: Imágenes de un poste de electricidad capturada con un sistema de 2 (dos) cámaras

Por lo tanto, mediante este sistema, el área de mantenimiento de una empresa puede contar con las siguientes aplicaciones:

- Inspección de estado de motores, equipos de bombeo, instalaciones eléctricas, paneles solares, etc.
- Detección de defectos o faltas de aislamiento
- Detección de suciedad
- Detección de fugas de líquido
- Detección de fugas de aire
- Detección de humedad
- Detección de roturas o fallos de diseño
- Detección de desgaste o corrosión de componentes
- Detección de filtraciones
- Detección de fallas eléctricas
- Detección de fallas mecánicas

ANÁLISIS DE LA SOLUCIÓN PARA UN CLIENTE “TIPO”

En la actualidad empresarial, la capacidad de adaptarse a las necesidades cambiantes de los clientes es una habilidad crítica para el éxito. En este proyecto, exploramos una iniciativa que va más allá de la teoría y se sumerge en la realidad de ofrecer servicios innovadores a las empresas.

En un entorno en el que la gestión de activos industriales es muy importante, se desarrolla, a continuación, una propuesta de cómo se ofrece el servicio para mantener y aumentar la eficiencia operativa, garantizar la seguridad de los trabajadores y prolongar la vida útil de los activos de una empresa, para la inspección de torres de alta tensión.

INSPECCIÓN DE TORRES DE ALTA TENSIÓN			
ETAPA DEL SERVICIO	ACTIVIDAD	REQUERIMIENTO	COSTO A CONSIDERAR
Implementación	Compra Hardware	Los drones equipados para inspección eléctrica deben ser capaces de capturar imágenes, por ejemplo, del orden de los 16 megapíxeles y vídeos HD y 4k.	Costos de Hardware + Costos de Horas Hombre
		La transmisión en tiempo real debe permitir a los operarios observar problemas significativos durante la ejecución del vuelo del dron.	
		La plataforma del dron debe disponer de la última tecnología en controladoras de vuelo, para una precisión al centímetro, y así lograr la aproximación al elemento de inspección dentro de los márgenes establecidos, sin poner en riesgo las redes eléctricas.	
	Armado de Drones	Drones equipados con sensores térmicos y cámaras de alta resolución de 360°. Antena transmisora de imagen y video, gimbal estabilizador de cámara.	Costos de Horas Hombre
	Relevamiento de Activos (creación de datasets)	<p>Se fotografían las torres de alta tensión para la creación de los datasets. El dron podrá supervisar los siguientes objetos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apoyos y Estructuras: Aspectos generales de deterioro/oxidación, problemas de estabilidad, protección avifauna, existencia de apoyos de madera, etc. • Aisladores y Herrajes: Aisladores rotos o contorneados, grapas/retenciones en al estado, existencia de aisladores rígidos. • Conductores: Deterioro de conductores, puentes o conexiones defectuosas, cruces con más de 2 (dos) empalmes, pararrayos, seccionadores defectuosos. • Cables de tierra y accesorios: Cable de Tierra deteriorado, ausencia en vanos del cable de Tierra, cajas o herrajes en mal estado, existencia de salvapajaros (dispositivos que aumentan la visibilidad de las instalaciones de transporte de 	Costos de Horas Hombre (Software gratuito y Open Source)

		energía eléctrica y evitan la colisión de aves).	
	Instalación de estación terrestre y meteorológica	Se deben analizar las mejores ubicaciones para la colocación de la estación meteorológica, y se ubica la estación terrestre en una zona con conexión a internet.	Costos de Horas Hombre + Costos de Transporte
	Configuración del Servidor	El servidor se debe configurar para la recepción de imágenes y videos recopilados por el dron.	Costos de Horas Hombre
	Configuración de Sistema ERP	Se deben configurar los datos maestros y la planificación de mantenimiento de las torres.	Costos de Horas Hombre
	Configuración de interfaces	Mediante la configuración de interfaces, se debe conectar el servidor con el sistema ERP.	Costos de Horas Hombre
	Educación de la IA	Se inician las pruebas de los datasets creados.	Costos de Horas Hombre
	Configuración planes de vuelo	Se crean los planes de vuelo para la ejecución de las inspecciones de las torres mediante el dron.	Costos de Horas Hombre
	Capacitación al cliente	Se solicita al cliente la certificación de piloto de drones de uno de sus empleados, con el fin de iniciar su capacitación. Se le enseña la creación de planes de vuelo, operación y mantenimiento necesario del dron y del sistema ERP a utilizar.	Costos de Horas Hombre + Costo de material instructivo
	Pruebas unitarias	Se realizan pruebas de detección de cada objeto en particular, uno a uno. Por ejemplo, se comienza detectando exclusivamente a los aisladores.	Costos de Horas Hombre + Costos de Transporte
	Pruebas integrales	Se realizan vuelos donde se busca detectar todo lo enseñado a la Inteligencia Artificial.	Costos de Horas Hombre + Costos de Transporte
Soporte	Hypercare	Se le da soporte al cliente, por un periodo acordado con el mismo. En este tiempo, se corrigen posibles fallas y errores que surjan.	Costos de Horas Hombre

CONCLUSIÓN

En el estudio técnico detallado en este proyecto se consideran aspectos y componentes claves para desarrollar esta solución innovadora de la manera más eficiente y segura posible, y aplicarla en la ejecución de tareas de inspección de mantenimiento industrial minero.

En primer lugar, se determina la macrolocalización del proyecto en Salta Capital, provincia de Salta, Argentina, considerando factores no cuantificables, como son los antecedentes en la industria minera y factores dominantes. La microlocalización del mismo se define la oficina de la sede madre de Salta Capital, DL Consultores, como el espacio físico para llevar a cabo el proyecto, ubicada en la calle Deán Funes, N° 531, primer piso.

Por otro lado, se tienen en cuenta los requerimientos técnicos de la solución. En primer lugar, se selecciona el dron que mejor se adecúa al desarrollo del proyecto, que consta del modelo Foxtech Cygnus-120, hexacóptero que ofrece confiabilidad para trabajos de mapeo e inspección a largo alcance. El mismo es controlado por Pixhawk 6C, compatible con el protocolo de comunicación ligero y de código abierto, MavLink.

Luego, se requiere el hardware necesario para que el sistema cumpla con las funcionalidades ofrecidas, de una forma eficaz, segura y estable, teniendo en cuenta las diferentes consideraciones que esto implica. Es por esto que se selecciona la cámara RGB Foxtech SEEKER-30 TR, con zoom óptico 36X 1080p, apta para exteriores, en conjunto con un cardán¹⁸ profesional de 3 ejes de alta precisión. En adición a esto, se elige la cámara termográfica FLIR Vue Pro 336 para grabación e imágenes fijas, con resolución 336x256 y banda espectral de alta longitud de onda, de 7,5 - 13,5 μm , lo que le permite captar las radiaciones infrarrojas emitidas por objetos. Y, por último, se consideran aquellos componentes requeridos para el correcto funcionamiento del sistema de comunicación interno de la solución, que contempla la adquisición de un transmisor HDZero de alta definición, montado en el vehículo junto con la antena responsable de transmitir y recibir señales de radio, SiK Telemetry Radio V; y el receptor HD-Zero VRX, conectado a la estación de control en tierra.

Además del hardware requerido, el dron utiliza tecnología informática para volar, por lo que el sistema de control y monitoreo constante del mismo es ejecutado por el programa gratuito conocido como QGroundControl, que ofrece la visualización y el dominio del dron durante el desarrollo y operación de un plan de vuelo, desde la estación de tierra.

Con respecto a la ventaja añadida de Inteligencia Artificial, para el reconocimiento de imágenes y entrenamiento de la misma, se requieren herramientas que desarrollen los algoritmos necesarios para que el dron cumpla con las tareas de supervisión y reconocimiento de objetos. Es por esto que, en primer lugar, el etiquetado de imágenes es ejecutado por el software conocido como Roboflow; luego el entrenamiento de la IA mediante el programa Google Colab, herramienta virtual gratuita que permite ejecutar código; y, por último, el reconocimiento de objetos realizado por el programa gratuito llamado YOLOv5 Pytorch, herramienta que permite el rápido análisis de imágenes para identificación y señalización de objetos específicos en ella.

A la vez, se requiere un servidor capaz de cumplir con la gestión y almacenamiento de la información recopilada, y de ofrecer acceso y uso de ella posteriormente. Para ello, se seleccionan sus componentes, como el Procesador Intel Rocketlake Core i9, la placa base Asus Prime B560

¹⁸ Un cardán es un aparato que contiene motores y sensores que permiten que la cámara digital gire suavemente a lo largo de un eje.

Plus, la memoria RAM DDR4 Kingston Fury Beast, la fuente de alimentación EVGA BR Series 500, el disco rígido 4TB Seagate SATA III Skyhawk, el disco sólido M.2 1TB WD, y el kit de gabinete Kelyx LC728, teclado y mouse.

Para la transferencia de datos entre el servidor y el sistema ERP se utiliza una API con protocolo SOAP, la cual garantiza la seguridad y compatibilidad de la información en ambos sistemas. Una vez que ella se encuentra en el servidor, ésta es solicitada desde la estación de control terrestre del dron, donde los planes de mantenimiento son procesados internamente, obteniendo las ubicaciones que conforman el plan de vuelo que ejecuta posteriormente el dron. Al ejecutarse el mismo, el dron comienza a recolectar la información, mientras simultáneamente la envía a la estación, con el objetivo de que sea procesada. y luego enviada al servidor para su almacenamiento.

Por último, teniendo en cuenta la vulnerabilidad que presenta la solución frente a condiciones climáticas severas, se considera necesaria la adquisición de la estación meteorológica Froggit WH 4000, , la cual cuenta con una estación externa, equipada con diferentes tipos de sensores para la recopilación de datos, que debe ser instalada en un lugar representativo de las condiciones climáticas de la zona; y con una estación base meteorológica, que consiste en una pantalla LCD que muestra, gestiona y registra los datos recopilados por los sensores externos.

Todos estos requerimientos técnicos permiten la aplicación y el correcto flujo de la información generada por la solución tecnológica ofrecida, con el fin de transformar la forma en que se realizan estas tareas en el mantenimiento industrial, formando parte del mantenimiento 4.0. En este contexto, los drones de supervisión con Inteligencia Artificial permiten satisfacer las necesidades específicas del mantenimiento preventivo y predictivo, particularmente en inspecciones y monitoreos de equipos, para la localización de equipos y toma de imágenes mediante las 2 (dos) cámaras equipadas, y así ofrecer la información necesaria para la identificación temprana de modos de falla en equipos de una manera rápida, innovadora e integral.

ESTUDIO LEGAL

El presente estudio tiene como objetivo analizar y evaluar la dimensión legal del presente proyecto. A lo largo de esta investigación, se examina detenidamente diversos aspectos jurídicos que impactan directamente en la planificación, ejecución y gestión del proyecto. Los resultados de este análisis servirán como base para tomar decisiones estratégicas y para mitigar riesgos legales asociados al mismo.

REGISTRO DE PROVEEDOR LOCAL DE EMPRESAS MINERAS

Teniendo en cuenta que se trata de un servicio destinado a la industria minera del Noroeste Argentino, para ser proveedor de estas empresas se presenta el requisito de inscripción en el Registro de Proveedores Locales de Empresas Mineras, el cual se encuentra respaldado por la ley N° 8.164, en su art. 15, estableciendo que las empresas pertenecientes a este sector que operen en la Provincia de Salta preferentemente deberán contratar obras, bienes, insumos y/o servicios prestados por proveedores locales inscriptos.

El trámite previsto para la inscripción en el registro pueden realizarlo todas las personas humanas o jurídicas y uniones transitorias de empresas que posean domicilio real o social y fiscal en la Provincia, y acrediten el cumplimiento de los requisitos del artículo 16 de la Ley N° 8.164. El mismo consta de un trámite totalmente gratuito de la Secretaría de Minería y Energía, y las inscripciones tienen vigencia de dos años contados desde que se emitió el certificado.

La Ley N° 8164 y el Decreto N° 534/20, establecen los requisitos para la inscripción en el Registro de Proveedores Locales de Empresas Mineras, a saber:

- Constituir y mantener domicilio real o social y fiscal en la Provincia de Salta.
- Al menos el 80% de su nómina de trabajadores tenga domicilio real en la Provincia, y en el caso de profesionales y técnicos especializados deberán estar matriculados en el correspondiente organismo colegiado de la provincia.
- En caso de ser una persona jurídica, debe estar inscripta en la Provincia y el 51% o más de su composición societaria, estar en poder de uno o más socios o accionistas con domicilio real o social en la Provincia.
- En el caso de Unión Transitoria de Empresas (UTE), deberá estar conformada contando con al menos un socio de la Provincia, con una participación mínima del 30%.
- Acompañar de la siguiente documentación, al tratarse de una persona jurídica:
 - Nómina de trabajadores (nombre y apellido, CUIL, domicilio real con localidad del mismo, profesión, matrícula).
 - Certificados de matriculación de trabajadores profesionales o técnicos especializados (en caso de corresponder)
 - Formulario F 931 (no obligatorio)
 - Constancia de inscripción en AFIP (vigente)
 - Constancia de inscripción en DGR (vigente)

- Constancia de regularización Fiscal F 500 (vigente)
- Fotocopia DNI del representante (en caso de corresponder)
- Certificado de residencia del representante expedido por la Policía (en caso de corresponder)
- Poder otorgado al representante (en caso de corresponder)
- Contrato social con su inscripción
- Acta vigente de designación de autoridades (en caso de corresponder)
- DNI de autoridades
- Certificados de residencia de autoridades expedidos por la Policía (con una antigüedad no mayor a dos meses)

REQUERIMIENTOS Y RESTRICCIONES LEGALES DEL CLIENTE

Al tratarse de un proyecto donde la solución ofrecida a las diferentes empresas involucra que vehículos aéreos no tripulados se convierten en una extensión de la capacidad humana en diferentes actividades, implica que tienen el potencial tanto de causar daños como de vulnerar la privacidad de las personas. Es por esto que se deben analizar los aspectos legales y regulatorios, tanto civiles como aeronáuticos, relevantes para su uso, con el cual deben contar las empresas a fin de controlarlos y supervisarlos adecuadamente.

Por esto, a continuación, se realiza un análisis pertinente de la Resolución N° 880/2019 de la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC), por medio de la cual se aprobó el “Reglamento de Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) y de Sistemas de Vehículos Aéreos No Tripulados (SVANT)”, junto con otras legislaciones vigentes.

CLASIFICACIÓN E INSCRIPCIÓN DEL VEHÍCULO

Clasificación del Vehículo

La normativa establece una nueva clasificación de los drones considerando diferentes criterios, como la naturaleza de su uso (recreativo, comercial, científico, de seguridad o deportivo) y el peso del dispositivo. Se establecen diferentes clases, designadas como A, B, C, D y E, con la clase E aplicada a aquellos drones que superen los 150 kg de peso.

En el presente proyecto, se debe tener en cuenta que la clasificación del dron utilizado corresponde a (Ver Anexo 2):

- Según su carácter: Dron Privado.
- Según su naturaleza de uso: Dron Comercial.
- Según su clase: Dron clase C (entre 5 kg y 25 kg de MCTW).
- Según sus características técnicas: Dron con ala rotatoria.

Inscripción del Vehículo en Registro Nacional de Aeronaves

Entre las principales obligaciones que introduce la normativa, se encuentra el Artículo N° 5 que refiere a la inscripción de todo VANT o SVANT en el Registro Nacional de Aeronaves de la ANAC, previo al inicio de las operaciones, como también la inscripción de toda transferencia o cesión de uso a un tercero. (Ver Anexo 3).

Para esto, en el artículo N° 6 (ver Anexo 4 - Obligación de Registración) se establecen los requisitos para el registro de VANT o SVANT en Argentina, los cuales se mencionan a continuación:

1. Para los comercializados por proveedores nacionales, el proceso de registro debe ser iniciado por el comprador. Es responsabilidad del comprador asegurarse de cumplir con el registro correspondiente.
2. En el caso de los adquiridos en el extranjero, el propietario debe demostrar que ha iniciado el proceso de registro ante el Registro Nacional de Aeronaves. Esto se puede hacer presentando la constancia correspondiente ante la autoridad aduanera, al momento de ingresar al país, o realizando una declaración jurada ante la autoridad aduanera y, posteriormente, inscribiéndola en el Registro Nacional de Aeronaves.
3. Los VANT y SVANT de fabricación nacional, construidos por particulares, también deben ser registrados por sus propietarios. Antes del registro, la Autoridad Aeronáutica verificará la información proporcionada por el constructor, y determinará el peso máximo certificado de despegue para su categorización.
4. Las transferencias de propiedad o las bajas en el registro se deben realizar de acuerdo con las disposiciones técnicas y registrales correspondientes establecidas por las autoridades competentes.

Estos requisitos garantizan el control y la trazabilidad de los drones en Argentina, tanto para los fabricados en el país como para los importados.

MARCAS DE IDENTIFICACIÓN

Además de lo mencionado anteriormente, esta reglamentación argentina indica que todos los VANT o SVANT, y la estación piloto a distancia deberán llevar inscriptas las marcas de identificación que disponga el procesamiento establecido por el Registro Nacional de Aeronaves. Esta marca permite la identificación clara de los VANTs y SVANTs habilitados para fines comerciales, científicos, deportivos y de seguridad.

DEFINICIÓN DE OPERACIÓN SEGÚN VISIBILIDAD

En tercer lugar, el reglamento determina dos clases de operaciones según la visibilidad del vehículo al momento de operar, la cual puede ser directa o no. Se establece que durante toda la operación de un VANT o SVANT, el piloto al mando a distancia y el/los observadores deberá/n mantener contacto visual directo hasta un máximo de 200 metros de distancia horizontal y sin la asistencia de otro miembro de la tripulación remota para dirimir el vuelo en forma segura, satisfaciendo así las responsabilidades de separación y anticollisión.

En caso de drones de uso comercial que se requieran operar sin visibilidad directa, se debe solicitar una autorización a la ANAC, en donde el usuario deberá contar con un manual de operaciones y programa de identificación de peligros y gestión de riesgos, de modo que su ejecución se demuestre dentro de los límites aceptables de la seguridad operacional. (Ver Anexo 5)

En el caso de este proyecto destinado al sector minero, el espacio aéreo que comprende generalmente se consideraría como no controlado. Citando el Artículo N° 12 de la ANAC:

“En espacio aéreo no controlado, los VANT o SVANT estarán limitados a operar hasta una altura máxima de CIENTO VEINTE (120) metros (400 pies) sobre el nivel del terreno, excepto que previamente se haya obtenido una autorización del Prestador de Servicios de Navegación Aérea.” (ANAC, 2019, Artículo 12)

LÍMITES DE OPERACIONES

Con respecto a los límites establecidos de operación de VANTs y SVANTs en el Artículo N° 15, se define que no se puede ejecutar el vuelo:

- En superficie de aproximación o de ascenso en el despegue de cualquier pista de un aeródromo o helipuerto, salvo con previa autorización del prestador de servicio de navegación aérea.
- A una distancia menor a un (1) kilómetro del límite lateral de un corredor destinado a operaciones según reglas de vuelo visual (vfr), excepto que previamente se haya obtenido una autorización del prestador de servicio de navegación aérea.
- A una distancia menor a quinientos (500) metros del punto de referencia de helipuerto (hrp); excepto que previamente se haya obtenido una autorización del prestador de servicio.
- En espacios aéreos controlados, corredores visuales y helicorredores, establecidos en las publicaciones de información aeronáutica;
- En zonas prohibidas, restringidas y/o peligrosas, indicadas en las publicaciones información aeronáutica.
- En zonas prohibidas, restringidas y/o peligrosas, indicadas en las publicaciones información aeronáutica.
- Sobre instalaciones de fuerzas de seguridad y de los servicios penitenciarios, destilerías, depósitos de inflamables, centrales atómicas e hidroeléctricas, usinas e instalaciones de elaboración o manipulación de materiales inflamables, explosivos o radioactivos.
- Sobre instalaciones militares, ni a una distancia lateral inferior a cinco (5) kilómetros de dicha instalación.
- Sobre puntos de valor estratégico que determine el estado de acuerdo a los límites laterales que se establezcan.

- Sobre parques nacionales, reservas naturales o áreas protegidas, excepto que medie expresa autorización de la administración de parques nacionales u otra autoridad competente.
- Realizando maniobras acrobáticas en espacios no segregados.
- En la zona de identificación de defensa aérea (adiz) activada, sin contar con el consentimiento previo de la autoridad a cargo de la defensa aeroespacial.
- Desde un vehículo en movimiento.
- Durante la noche ó en condiciones meteorológicas visuales que no permitan su operación segura.
- Con sensores de imágenes, prospección magnética o de cualquier otro tipo, si no están sujetas al cumplimiento de las regulaciones nacionales en la materia.

PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

Los drones están sujetos al cumplimiento de las leyes y reglamentaciones nacionales en materia de protección de datos personales, haciendo referencia a las siguientes:

- Ley N° 25.326 - Ley de Protección de los Datos Personales.
- Resolución N° 880/2019 ANAC- Artículo 17- Protección de datos personales.

AUTONOMÍA DE OPERACIONES Y VUELO

Cabe destacar que, el servicio está ideado para que el dron realice las operaciones correspondientes de la forma más autónoma posible, respetando la siguiente normativa:

“Se prohíben las operaciones de VANTs y SVANTs que no permitan al piloto al mando intervenir durante cualquiera de las fases de la operación a los fines de dirigir su trayectoria.” (ANAC, 2019, Artículo 18)

PROHIBICIÓN DE DESACTIVACIÓN DE SENSORES VITALES

Según esta regulación, queda totalmente prohibida la desactivación de sensores vitales de los VANTs y SVANTs, los cuales son los encargados de controlar y supervisar los parámetros vitales de programación de vuelo, como es la altura y la distancia a la que opera el vehículo.

SEGUROS

Con respecto a los seguros, no se permitirá ninguna operación con fines comerciales a menos que el usuario demuestre que tiene un seguro vigente que cubra la actividad declarada en su solicitud. El seguro debe cumplir con las condiciones generales establecidas por la Superintendencia de Seguros de la Nación. (ANAC, 2019, Artículo 36)

OBLIGACIONES PRE-VUELO

Según el Artículo N°37, antes de iniciar un vuelo se debe:

- Constatar que se trate de un VANT o SVANT debidamente inscripto.
- Constatar que el piloto posea certificado de competencia de piloto a distancia y el CMA (Certificación Médica Aeronáutica) vigente.
- Constatar que el área seleccionada para la operación ha sido inspeccionada y permite la ejecución segura de la misma dentro de los límites de lo normado en la presente regulación.
- Constatar que posee las autorizaciones necesarias para la ejecución de la operación, otorgadas por la autoridad competente en cada caso.
- Realizar una inspección del VANT o SVANT mediante la cual puede determinar que se encuentra en condiciones seguras, incluyendo la disponibilidad de combustible o carga de la batería acorde a la operación.
- Constatar que se han cumplido todas las tareas de mantenimiento establecidas por el fabricante.
- Constatar que no existe interferencia en otras bandas de frecuencia que pudieran afectar las condiciones de operación de acuerdo a lo planificado.
- Constatar la vigencia del seguro de responsabilidad correspondiente.

TRIPULACIÓN REMOTA

Haciendo referencia a los miembros de la tripulación remota que sean asignados para la operación de drones, se destacan los siguientes requisitos recopilados de los capítulos 3 y 4 de la Resolución tratada en esta sección:

- Todo VANT o SVANT debe ser operado por un piloto a distancia, quien será responsable de su operación.
- Ninguna persona se desempeñará al mando de un VANT o SVANT cuando:
 - Sufiere una disminución de su aptitud psicofisiológica para el ejercicio de la operación de manera segura.
 - Se encuentre bajo los efectos del consumo de bebidas alcohólicas o de cualquier otra sustancia psicoactiva que pudiera afectar sus facultades para ejecutar la operación de manera segura.
 - Posea una disminución de sus capacidades a causa de encontrarse fatigado, o si considera que pudiera sufrir los efectos de la fatiga durante la operación que se dispone a realizar.
- Toda persona que pretenda obtener un certificado de competencia como piloto a distancia, deberá cumplir con los siguientes requisitos:
 - Ser mayor de edad.

- Ser capaz de leer, hablar y comprender el idioma español.
- Poseer una Certificación Médica Aeronáutica Clase 4, emitida conforme a lo establecido en la Parte 67 de las Regulaciones Argentinas de Aviación Civil.
- Aprobar las exigencias establecidas en el Programa de Instrucción Reconocida para la obtención del certificado de competencia como Piloto de Vehículos Aéreos No Tripulados, de acuerdo a la categoría y clase según corresponda.
- Aprobar, ante un inspector designado por la ANAC a tal fin, un examen práctico de pericia, el cual consiste en una demostración respecto a la ejecución de procedimientos y maniobras dentro de las capacidades y limitaciones operacionales del vehículo y de la aplicación de conocimientos teóricos.
- Los certificados de competencia de piloto a distancia mantendrá su vigencia mientras el piloto mantenga su Certificación Médica Aeronáutica vigente, y no esté inhabilitado por sanciones.
- Toda persona que pretenda desempeñarse como observador en operaciones de VANTs y SVANTs, deberá cumplir con los siguientes requisitos:
 - Ser mayor de edad
 - Ser capaz de leer, hablar y comprender el idioma español.
 - Ser titular de un certificado de competencia de piloto a distancia, para el caso en que actúe en operaciones de VANTs y SVANTs de uso comercial.
- El observador, en tanto miembro de la tripulación remota, es co-responsable de la operación en que intervenga en forma conjunta con el piloto a distancia al mando del VANT o SVANT. Éste deberá mantener comunicación constante durante toda la operación con el piloto a distancia al mando. (ANAC, 2019)

ESTUDIO ORGANIZACIONAL

En el presente apartado se desarrolla el estudio organizacional del proyecto, el cual consiste en la definición de la agrupación y coordinación de las actividades de la organización, referidas al proyecto en desarrollo, como así también de la estructura organizacional.

Para cada proyecto, es necesario determinar la estructura organizativa más adecuada a sus necesidades, ya que es fundamental en la definición de los requerimientos de personal calificado para la gestión, como también para determinar la capacidad operativa de la organización. Por otra parte, permite cuantificar las inversiones y costos originados por el personal involucrado.

ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

En cuanto a la estructura organizacional, a continuación, en la Ilustración 33, se muestra la jerarquización del personal del proyecto, la cual establece las relaciones de autoridad del capital humano.

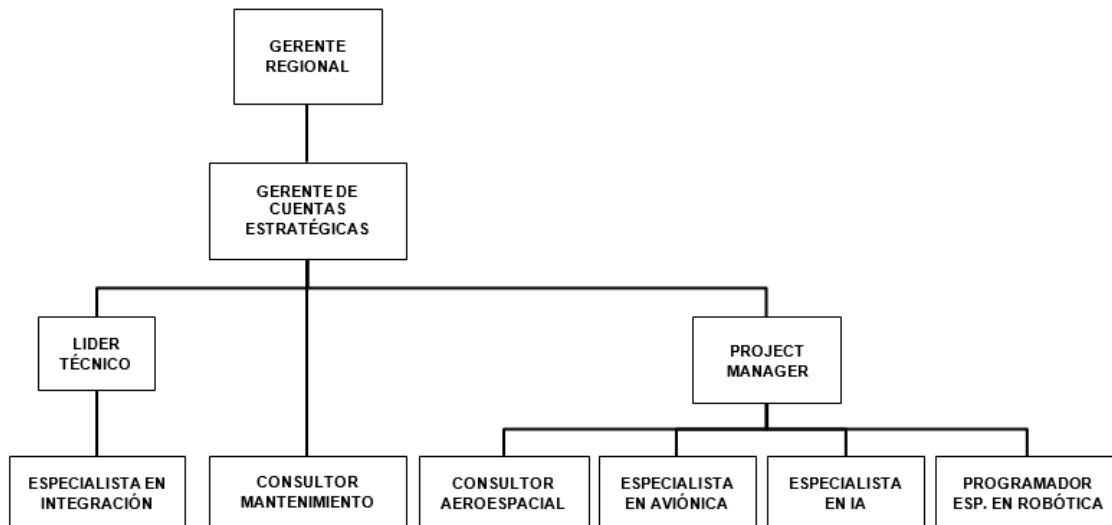


Ilustración 33: Organigrama de la Empresa

REQUERIMIENTOS DE PUESTOS DE TRABAJO

❖ Gerente Regional

Requisitos: Profesional correspondiente a Carreras de Sistemas o afines a la especialidad. Posgrado (Deseable).

Experiencia: Más de 5 años de experiencia en puestos directivos o gerenciales.

Competencias:

- Contar con el conocimiento y dominio de las herramientas funcionales y de desarrollo requeridas para dar solución a clientes.

- Habilidades de organización y comunicación.
- Gestión eficiente y eficaz de proyectos.
- Capacidad de trabajo en equipo.
- Orientación de servicios a clientes.
- Liderazgo.
- Flexibilidad para adaptarse a cambios.
- Capacidad de Negociación.
- Proactividad en búsqueda de nuevas oportunidades de ventas.

Modalidad: Part time, presencial (deseable) con opción eventual de modalidad híbrida.

❖ **Gerente de Cuentas Estratégicas**

Requisitos: Profesional correspondiente a Carreras de Sistemas o afines a la especialidad.

Experiencia: 5 años de experiencia en puestos similares.

Competencias:

- Contar con el conocimiento y dominio de las herramientas funcionales requeridas para dar solución a clientes.
- Capacidad de gestión y trabajo en equipo.
- Liderazgo.
- Habilidades de organización y comunicación.
- Planificación estratégica.
- Flexibilidad de adaptación a cambios.

Modalidad: Part time, presencial (deseable) con opción de modalidad híbrida.

❖ **Consultor de Mantenimiento**

Requisitos: Estudiante intermedio y/o avanzado de Ingeniería Industrial, o carreras afines.

Experiencia: Más de 1 año de experiencia en gestión de mantenimiento.

Competencias:

- Contar con el conocimiento y dominio de planes y tareas de mantenimiento.
- Contar con el conocimiento técnico y funcional de sistemas que involucran esta área.

- Capacidad de trabajo en equipo.
- Capacidad de resolución de conflictos.

Modalidad: Part time, presencial (deseable) con opción eventual de modalidad híbrida.

❖ **Líder Técnico**

Requisitos: Profesional correspondiente a Carreras de Sistemas o afines a la especialidad

Experiencia: 3 años de experiencia en implementaciones de software.

Competencias:

- Contar con el conocimiento y dominio de herramientas funcionales requeridas para dar solución a clientes.
- Experiencia funcional y técnica del software que integra el proyecto.
- Capacidad de toma de decisiones y resolución de conflictos.
- Adaptabilidad.

Modalidad: Part time, presencial (deseable) con opción eventual de modalidad híbrida.

❖ **Especialista en Integración**

Requisitos: Estudiante avanzado de carrera de Ingeniería en Sistemas, o afines a la especialidad.

Experiencia: 2 años de experiencia en puestos similares.

Competencias:

- Conocimiento profundo de principios y prácticas de integración de sistemas.
- Experiencia en selección y configuración de tecnologías de integración.
- Habilidades de resolución de problemas técnicos.
- Capacidad para colaborar con equipos multidisciplinarios.
- Adaptabilidad.
- Trabajo en equipo

Modalidad: Part time, presencial (deseable) con opción eventual de modalidad híbrida.

❖ **Project Manager**

Requisitos: Profesional correspondiente a Carreras de Sistemas o afines a la especialidad.

Experiencia: 3 años de experiencia en dirección de proyectos o puestos similares.

Competencias:

- Capacidad de trabajo y gestión de equipos.
- Toma de decisiones y resolución de conflictos.
- Capacidad de liderazgo
- Buenas relaciones interpersonales
- Adaptabilidad.
- Gestión eficiente y eficaz de proyectos.
- Planificación estratégica.

Modalidad: Part time, presencial (deseable) con opción eventual de modalidad híbrida.

❖ **Consultor Aeroespacial**

Requisitos: Estudiante avanzado o graduado de carrera de Ingeniería Aeroespacial, Ingeniería en Sistemas, Ingeniería Electromecánica, o afines a la especialidad.

Experiencia: Más de 1 año de experiencia.

Competencias:

- Conocimiento en sistemas aeroespaciales, integración de sistemas e ingeniería.
- Capacidad de evaluar la viabilidad y factibilidad de proyectos aeroespaciales.
- Habilidad de asesoramiento técnico.
- Capacidad para interpretar regulaciones y estándares aeroespaciales.

Modalidad: Part time, presencial (deseable) con opción eventual de modalidad híbrida.

❖ **Especialista en Aviónica**

Requisitos: Estudiante o graduado de la carrera de

Experiencia: Mas de 1 año de experiencia en puestos similares.

Competencias:

- Conocimientos de aviónica, que abarcan sistemas electrónicos, de comunicación, navegación, control y monitoreo de vuelos.
- Capacidad de diagnóstico y resolución de problemas en sistemas aviónicos durante su operación o mantenimiento.
- Capacidad de diseñar y configurar sistemas aviónicos.
- Capacidad de trabajo en equipo.

Modalidad: Part time, presencial (deseable) con opción eventual de modalidad híbrida.

❖ **Especialista en Inteligencia Artificial**

Requisitos: Estudiante graduado de la carrera de Ingeniería Informática o afines.

Experiencia: Más de 2 años en puestos similares.

Competencias:

- Conocimiento profundo de técnicas de aprendizaje automático, como redes neuronales, algoritmos de clasificación, regresión y agrupación.
- Capacidad para desarrollar soluciones de procesamiento y comprensión.
- Dominio en lenguajes de programación utilizados en IA, como Python, y habilidades en la implementación de algoritmos y modelos.
- Habilidad para optimizar algoritmos y modelos a través de experimentos y ajustes.
- Habilidades analíticas de datos, para identificar patrones y tomar decisiones informadas.
- Resolución de problemas.
- Buena comunicación y trabajo en equipo.

Modalidad: Part time, presencial (deseable) con opción eventual de modalidad híbrida.

❖ **Programador especializado en Robótica**

Requisitos: Estudiante o graduado de la carrera de

Experiencia: Más de 1 año en puestos similares.

Conocimientos y habilidades:

- Dominio en lenguajes de programación relevantes para la robótica.
- Conocimiento electrónico del diseño de drones.

- Capacidad para desarrollar algoritmos de control, navegación y toma de decisiones para drones.
- Capacidad para abordar desafíos técnicos y resolver problemas en la programación y operación de robots.
- Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinarios.

Modalidad: Part time, presencial (deseable) con opción eventual de modalidad híbrida.

MANUAL DE FUNCIONES

En el contexto del presente proyecto, es importante la asignación clara de responsabilidades de cada puesto de trabajo, debido a que desempeñan un papel fundamental en el logro de los objetivos y el éxito general de la empresa.

Por esto, se detallan los manuales de funciones referentes a cada rol, con el propósito de establecer las bases sólidas para el funcionamiento eficiente y coordinado de todas las partes involucradas en el proyecto, definiendo de manera precisa las responsabilidades y funciones de cada puesto necesario.

DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIÓN DEL PUESTO	
ÁREA	Dirección
NOMBRE DEL PUESTO	Gerente Regional
PERSONAL A CARGO	Según requerimientos para el desarrollo de actividades del área.
FUNCIÓN PRINCIPAL	
Responsable de gestionar y supervisar el personal y las actividades involucradas en los proyectos, evaluando disponibilidades según la demanda, y tomando las acciones necesarias. Identificar e implementar nuevas tecnologías para la concreción de objetivos estratégicos y operativos.	
FUNCIONES ESPECÍFICAS	
<ul style="list-style-type: none"> ● Definir metodologías para el proyecto y asegurar su aplicación. ● Dar apoyo al servicio del área de comercialización y ventas en el desarrollo de propuestas técnicas y en su posterior presentación en clientes. ● Relevamiento de requerimientos de clientes. ● Apoyo en la gestión de equipos de trabajo, según la demanda de los proyectos. ● Definir lineamientos y planificar acciones necesarias a largo plazo que aseguren el 	

<p>reemplazo, en tiempo y forma, de los recursos antes las desvinculaciones no previstas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Actuar de forma resolutive ante la posible presencia de conflictos en el ambiente laboral.
--

DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIÓN DEL PUESTO	
ÁREA	Dirección
NOMBRE DEL PUESTO	Gerente de Cuentas Estratégicas
PERSONAL A CARGO	Según requerimientos para el desarrollo de actividades del área.
FUNCIÓN PRINCIPAL	
Responsable de gestionar, asignar y controlar el personal a cargo, evaluando las disponibilidades, según la demanda de proyectos, y tomando acciones necesarias para asegurar el nivel de conocimiento requerido para el equipo de trabajo.	
FUNCIONES ESPECÍFICAS	
<ul style="list-style-type: none"> ● Gestionar y coordinar la disponibilidad de equipos de trabajo según la demanda de los proyectos. ● Liderazgo de grupos de trabajo en cuentas estratégicas e importantes. ● Arbitrar medios para que el personal asignado a cada proyecto cuente con las herramientas necesarias para realizar las tareas a las que fueron asignados. ● Identificar necesidades de capacitación del personal a su cargo. ● Asegurar el cumplimiento de objetivos definidos en Evaluaciones de Desempeño del personal. 	

DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIÓN DEL PUESTO	
ÁREA	Tecnología
NOMBRE DEL PUESTO	Líder Técnico
PERSONAL A CARGO	1 o más personas
FUNCIÓN PRINCIPAL	
Supervisar, analizar y componer soluciones de software, junto al liderazgo del personal a cargo.	

FUNCIONES ESPECÍFICAS
<ul style="list-style-type: none"> ● Relevar, analizar, componer y documentar soluciones de alta complejidad aplicando herramientas de desarrollo. ● Delegar desarrollos y/o modificaciones a otros consultores a cargo y efectuar el seguimiento de los mismos. ● Supervisar las tareas de integración de la solución y verificar su correcto funcionamiento. ● Analizar requisitos del proyecto y definir sistemas y recursos necesarios.

DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIÓN DEL PUESTO	
ÁREA	Tecnología
NOMBRE DEL PUESTO	Especialista en Integración
PERSONAL A CARGO	No posee
FUNCIÓN PRINCIPAL	
Diseñar, implementar y mantener sistemas integrados que permitan la interconexión y comunicación efectiva entre diferentes componentes y tecnologías.	
FUNCIONES ESPECÍFICAS	
<ul style="list-style-type: none"> ● Coordinar la integración de hardware y software para lograr un sistema completo y funcional. ● Desarrollar y aplicar estándares y protocolos de comunicación. ● Realizar pruebas y solucionar problemas que interfieran en la operación de los sistemas integrados. ● Administrar la implementación y el mantenimiento de los sistemas integrados. ● Investigar nuevos métodos de integración para optimizar la comunicación entre las tecnologías. 	

DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIÓN DEL PUESTO	
ÁREA	Tecnología
NOMBRE DEL PUESTO	Consultor de Mantenimiento

PERSONAL A CARGO	No posee
FUNCIÓN PRINCIPAL	
Identificación de requisitos de mantenimiento del cliente, diseñar soluciones informáticas adecuadas, e implementar y optimizar sistemas que gestionen datos de mantenimiento de manera precisa y conforme a las necesidades.	
FUNCIONES ESPECÍFICAS	
<ul style="list-style-type: none"> ● Evaluar los requisitos de mantenimiento para desarrollar estrategias efectivas que garanticen el funcionamiento continuo y reducción del tiempo de inactividad. ● Identificar oportunidades para mejorar el rendimiento y la eficiencia del proyecto, aportando conocimientos de procesos del área. ● Relevar, analizar, componer y documentar soluciones informáticas requeridas por el cliente para implementar la solución en módulos de mantenimiento de un sistema ERP. ● Colaborar en el relevamiento, desarrollo de propuestas técnicas y presentaciones de soluciones. ● Analizar y colaborar en planes de mantenimiento aportados por el cliente. 	

DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIÓN DEL PUESTO	
ÁREA	Tecnología
NOMBRE DEL PUESTO	Project Manager
PERSONAL A CARGO	2 personas o más
FUNCIÓN PRINCIPAL	
Dirección, gestión y administración del proyecto, responsable de su planificación y ejecución.	
FUNCIONES ESPECÍFICAS	
<ul style="list-style-type: none"> ● Estimación y planificación de recursos y plazos necesarios. ● Definición de cronogramas de proyectos. ● Seguimiento de actividades involucradas en proyectos, a fin de cumplir alcance, tiempos y costos. ● Relevamiento de requerimientos de clientes. ● Arbitrar conflictos en el equipo de trabajo. 	

- Identificación de necesidades de capacitación del personal a su cargo.
- Motivación y liderazgo del equipo a cargo.

DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIÓN DEL PUESTO	
AREA	Tecnología
NOMBRE DEL PUESTO	Consultor Aeroespacial
PERSONAL A CARGO	No posee
FUNCIÓN PRINCIPAL	
Proporcionar asesoramiento experto con conocimientos técnicos, experiencia y orientación estratégica para optimizar la implementación y el rendimiento de los drones.	
FUNCIONES ESPECÍFICAS	
<ul style="list-style-type: none"> ● Evaluar requisitos del proyecto y comprender necesidades específicas de supervisión y control que deben cumplirse mediante el uso de drones. ● Realizar un análisis detallado de los aspectos técnicos, logísticos y regulatorios relacionados con la implementación de drones con IA. ● Investigar y mantenerse actualizado sobre los avances tecnológicos y las tendencias en la industria aeroespacial. ● Asesorar en la selección y aplicación de tecnologías aeroespaciales para proyectos específicos. ● Evaluar y analizar el cumplimiento de normativas y estándares en la industria. ● Desarrollar estrategias y recomendaciones para optimizar operaciones y mejorar la eficiencia en el ámbito aeroespacial. ● Brindar asistencia en la gestión de proyectos y en la toma de decisiones estratégicas. 	

DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIÓN DEL PUESTO	
ÁREA	Tecnología
NOMBRE DEL PUESTO	Especialista en Aviónica
PERSONAL A CARGO	No posee
FUNCIÓN PRINCIPAL	

Desarrollar, mantener y optimizar sistemas electrónicos y de comunicación en drones para su operación segura, confiable y eficiente.
FUNCIONES ESPECÍFICAS
<ul style="list-style-type: none"> ● Diseñar y desarrollar sistemas aviónicos. ● Implementar sistemas aviónicos. ● Mantenimiento y diagnóstico de sistemas. ● Participación en el diseño y desarrollo de sistemas de drones, desde la conceptualización hasta la implementación de circuitos y sistemas electrónicos. ● Verificación de la integración de sistemas del dron para un correcto funcionamiento conjunto. ● Realización de pruebas rigurosas para verificar que los sistemas aviónicos cumplan con los requisitos y las normas de seguridad. ● Diagnóstico y resolución de problemas en los drones durante su operación normal. ● Investigación de últimas tecnologías y tendencias en aviónica para el uso de sistemas modernos y eficientes en drones. ● Trabajo en equipo para garantizar la integridad de los sistemas comprometidos. ● Cumplimiento de regulaciones y estándares vigentes en la región.

DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIÓN DEL PUESTO	
ÁREA	Tecnología
NOMBRE DEL PUESTO	Especialista en Inteligencia Artificial
PERSONAL A CARGO	No posee
FUNCIÓN PRINCIPAL	
Diseñar, desarrollar y aplicar sistemas y tecnologías basadas en inteligencia artificial para la simulación de procesos, con la finalidad de mejorar el rendimiento y automatizar sistemas.	
FUNCIONES ESPECÍFICAS	
<ul style="list-style-type: none"> ● Diseño de modelos de inteligencia artificial para crear y entrenar, mediante aprendizaje automático y algoritmos, para tareas específicas. ● Analizar requisitos y necesidades en clientes para la identificación de oportunidades de aplicación de IA. 	

- Investigar y seleccionar algoritmos y técnicas de IA adecuadas para resolver problemas específicos.
- Implementar y optimizar sistemas basados en IA, asegurando su rendimiento y escalabilidad.
- Trabajar con equipos de diseño, ingeniería, datos y otros para integrar soluciones de IA.
- Evaluar la efectividad y el rendimiento de los modelos y sistemas de IA mediante pruebas y validación exhaustivas.
- Ajustar y optimizar continuamente modelos y algoritmos para mejorar su precisión y eficiencia.

DESCRIPCIÓN Y ESPECIFICACIÓN DEL PUESTO	
ÁREA	Tecnología
NOMBRE DEL PUESTO	Programador Especialista en Robótica
PERSONAL A CARGO	No posee
FUNCIÓN PRINCIPAL	
Desarrollar el software y algoritmos necesarios para controlar, navegar y realizar tareas específicas con drones.	
FUNCIONES ESPECÍFICAS	
<ul style="list-style-type: none"> ● Colaborar con otros especialistas para diseñar la arquitectura de control de drones y sistemas autónomos. ● Programar algoritmos y lógica de control para permitir el movimiento y las interacciones de los drones. ● Desarrollar interfaces de usuario y sistemas de visualización para interactuar con los drones. ● Realizar pruebas y depuración de software para garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas. ● Mantener y mejorar el software existente, implementando nuevas funcionalidades y solucionando problemas. 	

MODALIDAD DE TRABAJO

Con respecto a la modalidad de trabajo, DataLitic presenta el sistema presencial como deseable, y ofrece el modelo híbrido como opcional, permitiendo al personal combinar el trabajo remoto con el trabajo en oficina de la organización.

Por otro lado, al tratarse de un trabajo part-time, independientemente de la modalidad, el horario laboral se distribuye de acuerdo al puesto de trabajo y requerimientos del proyecto y clientes que exista. La jornada laboral que se establece es de Lunes a Viernes, desde las 9:00 am hasta las 18:00 hs, en la cual cada puesto ocupa las horas asignadas correspondientes dentro de ese horario.

CONCLUSIÓN

En el estudio organizacional realizado para el proyecto, se consideran los requerimientos de personal para realizar las actividades involucradas en el proyecto, junto con los manuales de funciones de cada puesto; los servicios tercerizados para llevar a cabo el mismo; y la modalidad de trabajo que involucra.

Con respecto a los requerimientos de contratación, se tiene en cuenta la selección del gerente general, gerente de cuentas estrategias, líder técnico, especialista en integración, consultor de mantenimiento, *project manager*, consultor aeroespacial, especialista en aviónica, especialista en inteligencia artificial y programador especialista en robótica. Cada puesto de trabajo presenta su manual de funciones que detalla las responsabilidades, tareas, deberes y requisitos asociados a cada puesto en específico dentro de la organización.

Asimismo, se especifica que la modalidad de trabajo es *part time*, presencial en oficinas de la organización, de manera deseable, ofreciendo la oportunidad del modelo híbrido en caso de requerimiento del personal. La jornada laboral es de Lunes a Viernes, de 9:00 a 18:00, independientemente de la modalidad, y las horas a dedicar se distribuyen de acuerdo al puesto de trabajo y requerimientos del proyecto que se presente.

ESTUDIO ECONÓMICO – FINANCIERO

Este apartado tiene como objetivo presentar el estudio económico-financiero para el proyecto Drones de supervisión con IA. En esta etapa, se analizará la viabilidad económica y financiera de la implementación del proyecto considerando, en su análisis, un resumen de las inversiones requeridas, proyección de ingresos y costos totales, cálculo de capital de trabajo y valor de desecho del proyecto, flujo de caja, cálculo de indicadores clave para la toma de decisiones (VAN, TIR y periodo de recupero), y, por último, un análisis de sensibilidad de las principales variables que afectan al proyecto.

Se abordará todo este apartado del proyecto considerando al dólar estadounidense (USD) como moneda de referencia, con el fin de minimizar las irregularidades económicas que presenta el país hace varios años. Se optó por no trabajar con la moneda nacional por presentar una inflación interanual proyectada de 108,4%¹⁹, lo que resulta ilógico un análisis con la misma, ya que ningún proyecto sería rentable.

A continuación, en la Tabla 3, se presenta el valor de la divisa en el mercado, al momento del análisis del proyecto:

Tabla 3: Cotización dólar estadounidense oficial

<i>Moneda</i>	<i>Valor Oficial - Compra (ARS)</i>	<i>Valor Oficial- Venta (ARS)</i>	<i>Fecha</i>
Dólar U.S.A (USD)	\$ 235	\$ 245	26/05/2023

PROYECCIÓN DE INGRESOS Y COSTOS

En primer lugar, para dar inicio con el presente estudio del proyecto, se requiere la determinación de los ingresos y costos que harán al mismo. Para esto, se debe determinar el costo del servicio y, a su vez, su precio de venta. Una vez con esta información, y en conjunto con la demanda y crecimiento proyectados, se determina la proyección de los ingresos y costos de la empresa con vista a 5 años.

COSTO UNITARIO DEL SERVICIO

Para la determinación del costo unitario del servicio, utilizamos el criterio de Costeo Variable, por lo que se tienen en cuenta, únicamente, los costos variables que afectan al mismo, resumidos en la Tabla 4.

¹⁹ France 24. Variación de la inflación. Consulta: 26/05/2023. Disponible en: Inflación anual en Argentina llega al 108,8% y acumula tres meses consecutivos en tres dígitos - Economía

Tabla 4: Determinación del Costo Unitario Variable del Servicio mediante Costeo Variable, en USD

<i>Concepto</i>	<i>Valor (USD)</i>
Dron	USD 5.399,00
Equipamiento/Complementos	USD 13.171,89
Estación Meteorológica	USD 170,70
Servidor	USD 2.323,96
Total Costo Unitario Variable	USD 21.065,55

Luego del análisis, se determina que el costo unitario variable por servicio es de USD 21.065,55.

COSTOS FIJOS

De acuerdo al estudio realizado, se puede observar, en la Tabla 5, un resumen que agrupa los costos fijos en los que incurrirá el proyecto de forma mensual y anual:

Tabla 5: Determinación de Costos Fijos mensuales y anuales, en USD

<i>Concepto</i>	<i>Valor Mensual (USD)</i>	<i>Valor Anual (USD)</i>
Personal	USD 8.640,89	USD 112.331,55
Servicios	USD 85,31	USD 1.023,67
Alquiler	USD 269,39	USD 3.232,65
Comercialización y Ventas	USD 408,16	USD 4.897,96
Total Costos Fijos	USD 9.403,75	USD 121.485,84

Como se puede apreciar, el total de costos fijos mensuales es de USD 9.403,75, lo que implica un total de USD 121.485,84 anuales.

Con respecto a estos costos, se debe tener en cuenta que los costos de alquiler y servicios corresponden a un 22% de los costos incurridos por la sede madre, DL Consultores, debido a que DataLitic utiliza sus instalaciones para el desarrollo del proyecto.

COSTOS TOTALES

Teniendo en cuenta los costos asociados al proyecto, se determinan los costos totales anuales del mismo, en la Tabla 6:

Tabla 6: Determinación de Costos Totales Anuales, en USD

<i>Concepto</i>	<i>Importe</i>	<i>Unidad</i>
Costos Fijos Totales	USD 121.485,84	USD/Año
Costos Variables Totales	USD 42.131,09	USD/Año
Costos Totales	USD 163.616,93	USD/Año

DETERMINACIÓN PRECIO DE VENTA

Para la determinación del precio de venta de la solución ofrecida, se utiliza un criterio que permite cubrir la totalidad de los costos de operación del proyecto en el primer año, incorporando un margen unitario de ganancia del 30%.

Por lo tanto, en primer lugar, se obtiene el costo total por proyecto:

$$\frac{163.616,93 \text{ USD/Año}}{2 \text{ Proy. 1º Año}} = 81.808,47 \text{ USD/Proyecto}$$

Añadiendo el 30% de margen de ganancia, se obtiene el precio de venta por proyecto:

$$81.808,47 \text{ USD/Proy.} + 30\% = \text{Precio Venta por Proyecto}$$

$$81.808,47 \text{ USD/Proy.} + 24.542,54 \text{ USD/Proy.} = \mathbf{106.351,01 \text{ USD/Proy.}}$$

Por lo tanto, de acuerdo al cálculo realizado, el precio de venta por servicio es de USD 106.351,01.

Fraccionando el precio por hora, considerando las 1.080 hs que implica el proyecto completo:

$$\frac{106.351,01 \text{ USD/Proy.}}{1.080 \text{ hs/Proy.}} = \mathbf{98,47 \text{ USD/Hs}}$$

El precio por hora del proyecto es de USD 98,47, por lo que dependiendo de la etapa en la que se encuentre el proyecto, los precios por mes se detallan en la Tabla 7:

Tabla 7: Determinación de Precio de Venta mensual, en USD

Concepto	Importe	Unidad
Precio - Mes Implementación	USD 15.755,70	USD/Mes Implementación
Precio - Mes Soporte	USD 3.938,93	USD/Mes Soporte

PROYECCIÓN DE INGRESOS Y COSTOS

Para una proyección de los movimientos anuales del proyecto, se tiene en cuenta el tamaño de la demanda y la proyección de la misma, analizada en el estudio de mercado.

Por lo tanto, la proyección de los ingresos y costos del proyecto, con vista a los 5 años del mismo, se observa en la Tabla 8.

Tabla 8: Proyección de Ingresos y Costos, en USD

Concepto	Año				
	1	2	3	4	5
Demanda	2	2	3	3	4
Precio de venta	USD 106.351,01	USD 106.351,01	USD 106.351,01	USD 106.351,01	USD 106.351,01
Ingresos	USD 212.702,01	USD 212.702,01	USD 319.053,02	USD 319.053,02	USD 425.404,02
Costo Variable Unitario	USD 21.065,55	USD 21.065,55	USD 21.065,55	USD 21.065,55	USD 21.065,55
Costo Variable Total	USD 42.131,09	USD 42.131,09	USD 63.196,64	USD 63.196,64	USD 84.262,18
Costos Fijos	USD 121.485,84	USD 121.485,84	USD 121.485,84	USD 121.485,84	USD 121.485,84
Beneficios	USD 49.085,08	USD 49.085,08	USD 134.370,54	USD 134.370,54	USD 219.656,00

Luego del análisis de los resultados obtenidos, se puede demostrar que todos los años representan un flujo de activos corrientes positivos.

PRESUPUESTO DE INVERSIONES

Para la puesta en marcha del proyecto, en primer lugar, se requiere realizar el estudio de las inversiones necesarias, las cuales representan las erogaciones que deben realizarse previo al comienzo de la actividad operativa de la empresa. En ellas se incluyen las inversiones en herramientas y equipos, en pruebas y desarrollo del know-how esencial para garantizar una implementación exitosa del proyecto, como también el cálculo de la inversión en Capital de Trabajo.

INVERSIÓN INICIAL

La inversión inicial del proyecto consta en la adquisición de equipos, componentes, herramientas y utillajes necesarios para el desarrollo del proyecto; mobiliario y equipamiento de oficina adicional requerida; y aquellos activos intangibles, como el registro del vehículo y la certificación del piloto, para llevar a cabo las pruebas necesarias.

Por lo tanto, se resume el cálculo de la inversión inicial en la Tabla 9:

Tabla 9: Inversión Inicial del proyecto, en USD

Concepto	Importe Total (USD)
Maquinaria y Equipos	USD 2.563,26
Herramientas y utillaje	USD 27.697,53
Mobiliario y Equipamiento de Oficina	USD 2.454,49
Activos Intangibles	USD 291,02
Total Inversión Inicial	USD 33.006,30

CALCULO DE DEPRECIACIONES

Además de la inversión inicial, se deben tener en cuenta los costos que no implican un movimiento real de dinero en el flujo de caja, pero que si modifican la riqueza del proyecto. Esto implica el cálculo de depreciaciones de activos, ya que representan la pérdida de valor de cada uno a lo largo del tiempo y el aprovechamiento del mismo.

Por lo tanto, en cuanto a depreciaciones, la pérdida de valor se verá reflejada en los activos tangibles detallados en la Tabla 10.

Tabla 10: Depreciación de Activos Tangibles, en USD

Concepto	Importe (USD)	Vida Útil	Depreciación Anual
Monitor - Samsung F24T35 led 24"	USD 330,61	5 Años	USD 66,12
Estación Digital de Soldado	USD 191,84	5 Años	USD 38,37
Notebook	USD 2.040,82	5 Años	USD 408,16
Total Depreciaciones			USD 512,65

CAPITAL DE TRABAJO

Por último, se realiza el cálculo de la inversión en capital de trabajo requerida para el desarrollo del proyecto de drones de supervisión con inteligencia artificial. Se tienen en cuenta los costos de personal, servicios, alquiler y de comercialización, cuya suma dará el costo anual que permite calcular el capital de trabajo mediante el método del periodo de desfase, con el fin de cuantificar las necesidades financieras entre el período en que se realiza el primer desembolso hasta el cobro de la primera venta.

Para esto, se tiene en cuenta la siguiente fórmula, y en la Tabla 11 se obtiene el valor buscado.

$$CT = \frac{\text{Costo Anual}}{365} \times n$$

Tabla 11: Cálculo de Capital de Trabajo, en USD

Concepto	Cantidad	Unidad
Costo Anual	USD 121.485,84	USD/Año
Días de desfase (n)	180	días
Capital de Trabajo	USD 61.425,42	USD

La inversión en capital de trabajo que se requiere es de USD 61.425,42. Aunque se considera al capital de trabajo como una inversión inicial para el proyecto, éste se convierte en un activo de propiedad duradera para la empresa. Por lo tanto, también debe ser contemplado como parte de los beneficios que se pueden recuperar a lo largo del tiempo.

FLUJO DE CAJA

Mediante el flujo de caja del proyecto, que se observa en la Tabla 12, estudiamos el desarrollo del mismo en su vida útil, donde proyectamos los ingresos por ventas y los egresos por inversiones y costos. La exigencia del rendimiento del proyecto utilizada fue calculada siguiendo el método CAPM (ver Anexo 6), cuyo resultado arrojado es una tasa de descuento del 26,83%.

Tabla 12: Flujo de Caja del Proyecto, en USD

CONCEPTO	AÑO					
	0	1	2	3	4	5
Ingreso por Ventas		USD 212.702,00	USD 212.702,00	USD 319.053,00	USD 319.053,00	USD 425.404,00
Costos Variables		USD 42.131,09	USD 42.131,09	USD 63.196,64	USD 63.196,64	USD 84.262,18
Costos Fijos		USD 121.485,84	USD 121.485,84	USD 121.485,84	USD 121.485,84	USD 121.485,84
Depreciación		USD 512,65	USD 512,65	USD 512,65	USD 512,65	USD 512,65
Amortización						
Valor Libro						
Utilidad antes Impuestos		USD 48.572,41	USD 48.572,41	USD 133.857,87	USD 133.857,87	USD 219.143,32
Impuestos 35%		USD 17.000,35	USD 17.000,35	USD 46.850,25	USD 46.850,25	USD 76.700,16
Utilidad desp. Impuestos		USD 31.572,07	USD 31.572,07	USD 87.007,62	USD 87.007,62	USD 142.443,16
Ajuste Depreciación		USD 512,65	USD 512,65	USD 512,65	USD 512,65	USD 512,65
Ajuste Amortización						
Ajuste Valor Libro						
Inversión Inicial	USD 33.006,30					
Inv. de Reemplazo						
Inv. Cap. de Trabajo	USD 61.425,42					
Recupero Cap. de Trabajo						USD 61.425,42
Valor de Desecho						USD 30.443,04
Flujo de Caja	-USD 94.431,72	USD 32.084,72	USD 32.084,72	USD 87.520,27	USD 87.520,27	USD 234.824,28
Flujo de Caja Acumulado	-USD 94.431,72	-USD 62.347,00	-USD 30.262,28	USD 57.257,99	USD 144.778,26	USD 379.602,53
Tasa de Descuento	26,83%					
VAN	USD 226.525,73					
TIR	57%					

En consecuencia, se puede observar que la inversión se recupera en el 3er año, dejando un valor de desecho al final del periodo de evaluación del proyecto de USD 30.443,04 en el caso de que se decida venderlo, calculado en el Anexo 7.

EVALUACIÓN DEL PROYECTO

La evaluación del proyecto tiene como finalidad comparar, a través de diversos indicadores, si el flujo de caja proyectado para el proyecto asegura que la empresa alcance la rentabilidad prevista y, por supuesto, recupere la inversión. Asimismo, permite tomar una decisión informada acerca de si el proyecto debe ser aprobado o rechazado.

Con este propósito en mente, se efectúa el cálculo y análisis de varios indicadores financieros, incluyendo el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Adicionalmente, se realiza un análisis de sensibilidad que considera posibles variaciones en los parámetros de operación de la empresa, con el fin de evaluar cómo el proyecto responde ante diferentes escenarios, y cómo estos cambios podrían afectar la viabilidad financiera a lo largo del tiempo.

VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El Valor Actual Neto (VAN) constituye un criterio esencial en la evaluación de inversiones, involucrando la actualización de los flujos monetarios esperados de un proyecto o inversión.

Con una exigencia del 26,83%, se obtiene el siguiente valor del VAN:

$$\text{VAN} = 226.523,73 \text{ USD}$$

Esto implica que el proyecto es rentable, y que se tendrán flujos de efectivo positivos en el futuro.

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La Tasa Interna de Retorno o TIR es la tasa de interés o de rentabilidad que nos ofrece la inversión del proyecto, la cual su cálculo arroja el siguiente valor:

$$\text{TIR} = 57\%$$

Esto significa que el proyecto supone un retorno de la inversión a un tipo de interés alto, por lo que estamos frente a un proyecto rentable al cual convendría destinar el dinero.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Los resultados obtenidos no siempre se logran medir con rigurosa exactitud, pudiendo presentar posibles fluctuaciones a la hora de poner en marcha la empresa, además de que, durante el desarrollo del proyecto se siguen diferentes consideraciones o criterios, por lo que la evaluación anterior del proyecto consiste solo en un escenario posible.

Por ello, la decisión sobre la aceptación o rechazo del proyecto debe basarse también en comprender la verdadera fuente de rentabilidad del proyecto y del posible impacto que podría producirse ante la variación de algunos parámetros clave.

Para lograr medir este impacto, se sigue el criterio del cálculo del VAN frente a un diferente escenario en el que se producen alteraciones en variables principales, las cuales pueden afectar la rentabilidad del proyecto propuesto. En este caso, consisten en el Precio de venta y el Costo Variable Unitario.

Variación de Precio de Venta y Costo Variable Unitario

En este caso de análisis, se tienen en cuenta los posibles cambios en el Precio de Venta y el Costo Variable Unitario. Para ello, se realiza el cálculo del VAN en cada escenario, produciendo variaciones cada 10% sobre ambas variables. Los resultados obtenidos fueron los que se observan en la Tabla 13:

Tabla 13: Variación del Precio de Venta y Costo Variable Unitario, en USD

VAN		Precio de Venta			
		0%	-10%	-20%	-30%
CV _u	-30%	USD 253.853,97	USD 207.752,68	USD 161.651,40	USD 115.550,12
	-20%	USD 244.722,42	USD 198.621,14	USD 152.519,86	USD 106.418,58
	-10%	USD 235.590,88	USD 189.489,60	USD 143.388,32	USD 97.287,03
	0%	USD 226.459,34	USD 180.358,06	USD 134.256,77	USD 88.155,49
	10%	USD 217.327,80	USD 171.226,52	USD 125.125,23	USD 79.023,95
	20%	USD 208.196,26	USD 162.094,97	USD 115.993,69	USD 69.892,41
	30%	USD 199.064,71	USD 152.963,43	USD 106.862,15	USD 60.760,86

Como se puede observar, el proyecto presenta una alta flexibilidad frente a las variaciones de estas dos variables claves, debido a que en ningún momento se obtiene un VAN menor a 0.

El precio de venta de la solución resulta ser una variable fundamental en la rentabilidad del proyecto, afectándola significativamente. Sin embargo, se puede determinar que, ante una caída del precio del 30%, el proyecto, el mismo seguiría siendo rentable, pudiendo soportar hasta un aumento del 30% del costo variable unitario.

Por el contrario, si no varía el precio de venta, se observa que el costo variable unitario no afecta gravemente a la rentabilidad del proyecto, ya que puede incrementarse en más del 30% estimado y el mismo continuaría considerándose rentable.

CONCLUSIÓN FINAL

El presente proyecto de implementación de drones de supervisión con el añadido de Inteligencia Artificial representa una respuesta innovadora y estratégica a los desafíos que presentan las tareas de inspección y monitoreo de activos dentro del mantenimiento preventivo que requiere la industria minera del Noroeste Argentino. La combinación de tecnología de vanguardia, análisis financiero sólido y consideración de aspectos técnicos y económicos, arrojaron resultados prometedores.

Las ventajas competitivas que ofrece la adopción de esta tecnología son numerosas y altamente beneficiosas. En comparación con las alternativas tradicionales, este enfoque proporciona una mayor eficiencia operativa, la detección temprana de fallas y una reducción significativa de riesgos para el personal. Además, el análisis financiero respalda la rentabilidad y viabilidad a largo plazo del proyecto, con un Valor Actual Neto (VAN) y una Tasa Interna de Retorno (TIR) que superan los umbrales establecidos. Estas cifras sólidas no solo indican un potencial retorno de inversión, sino también la capacidad del proyecto para generar un crecimiento financiero sostenible.

En última instancia, este proyecto no solo aborda las necesidades actuales de la industria minera del Noroeste del país, sino que también sienta las bases para una transformación significativa en la ejecución de actividades de monitoreo y supervisión de activos. La combinación de innovación tecnológica y un análisis financiero sólido hace que este proyecto sea una propuesta atractiva y viable para todas las partes interesadas.

REFERENCIAS

Administración Nacional de Aviación Civil. (10 de 08 de 2023). *Argentina.gob.ar*. Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/anac/vant-svant#:~:text=La%20Resoluci%C3%B3n%20ANAC%20N%C2%B0,sus%20titulares%20solicitar%20su%20reposici%C3%B3n>

Chain, N. S. (2011). *Proyectos de Inversión, 2da Edición*. Pearson.

Conesa, A. P. (2016). *Estudio, Diseño y Desarrollo del Sistema de Control de un UAV a Través de un Dispositivo Móvil Inteligente*. Cartagena. Obtenido de <https://repositorio.upct.es/xmlui/bitstream/handle/10317/6670/tfg-par-est.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Deloitte Touche Tohmatsu Limited. (s.f.). *Deloitte*. Obtenido de <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/manufacturing/articles/que-es-la-industria-4.0.html>

European Knowledge Center for Information Technology. (8 de Julio de 2019). *TIC.PORTAL*. Obtenido de <https://www.ticportal.es/glosario-tic/servidores>

Guler, T. N. (Julio de 2022). *Argentina.gob.ar*. Obtenido de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/03/33_-_drones_-_arg._productiva.pdf

INDEC. (2017). *Censo Nacional a la Actividad Minera*. Instituto Nacional de Estadística y Censos - Republica Argentina. Obtenido de <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-7-139>

Jalife, S. (3 de Mayo de 2022). *Centro México Digital*. Obtenido de <https://centromexico.digital/diferencia-machine-learning-inteligencia-artificial>

KISHK, M. A. (23 de Abril de 2021). *IEEE*.

Price Waterhouse Coopers. (05 de 2016). Clarity from above. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.pwc.pl/pl/pdf/clarity-from-above-pwc.pdf>

Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia Artificial*. Obtenido de https://static0planetadelibroscom.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/40/39308_Inteligencia_artificial.pdf

UNE - Asociación Española de Normalización. (2017). Obtenido de <https://studylib.es/doc/9047028/une-13306-2018---terminolog%C3%ADa-del-mantenimiento>

Wikipedia, La enciclopedia libre. (3 de Agosto de 2023). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. (L. e. Wikipedia, Editor) Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_de_valoraci%C3%B3n_de_activos_financieros

Yong Zeng, R. Z. (2016). *Wireless Communications with Unmanned Aerial Vehicles: Opportunities and Challenges*.

ANEXOS

Anexo 1 - Encuesta realizada para Estudio de Mercado del proyecto:

Link: <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfhXRexgtW9lZ-JmcHFP37cEBIU65NIq12TS08LJZrkCvDb9A/viewform>

Anexo 2 - Clasificación de Drones según Resolución N° 880/2019 de la ANAC

“Los vehículos aéreos no tripulados se clasifican, a los fines de la aplicación del presente reglamento, de acuerdo a las siguientes categorías:

A) Según el carácter:

- 1) *Públicos: Los vehículos aéreos no tripulados o sistemas de vehículos aéreos no tripulados destinados al servicio del poder público, incluyendo los militares y de fuerzas de seguridad.*
- 2) *Privados: Los vehículos aéreos no tripulados o sistemas de vehículos aéreos no tripulados no destinados al servicio del poder público, aunque pertenezcan al Estado.*

B) Según la naturaleza de su uso:

- 1) *Recreativo: utilización del VANT o SVANT con fines de esparcimiento, placer, pasatiempo o afines y siempre que no exista intención de lucro.*
- 2) *Comercial: explotación del VANT o SVANT a cambio de una contraprestación o con algún fin de lucro. El uso del VANT o SVANT para instrucción se considera un uso comercial pero sujeto exclusivamente a las disposiciones de la Parte 141 de las Regulaciones Argentinas de Aviación Civil.*
- 3) *Científico: uso del VANT o SVANT con una finalidad de investigación, la realización de ensayos, corroboración de las capacidades técnicas del vehículo, prueba de nuevos motores o equipamientos, u otras actividades con propósitos meramente científicos o experimentales.*
- 4) *Seguridad: uso del VANT o SVANT con el propósito de prevenir delitos o detener hechos ilícitos en ejecución, que es ejercido en forma exclusiva por las fuerzas de seguridad federales o locales en virtud de las funciones asignadas en sus normas constitutivas o en cumplimiento de una manda judicial.*
- 5) *Deportivo: uso del VANT o SVANT en el marco de un evento organizado por una persona humana o jurídica con el objeto de exhibir las capacidades de dichos dispositivos, de demostrar las habilidades de los participantes o en un ámbito en donde los participantes compiten entre sí, medie o no fin de lucro mediato o inmediato.*

C) Según el peso:

- 1) *CLASE A: hasta QUINIENTOS (500) gramos de MCTW²⁰.*
- 2) *CLASE B: entre QUINIENTOS UN (501) gramos y hasta CINCO (5) kilogramos de MCTW.*

²⁰ Peso máximo certificado de despegue (MCTW): Peso máximo admisible de despegue del VANT o del SVANT, de conformidad con las especificaciones brindadas por el fabricante o, en su ausencia, por lo establecido para ese equipo por la autoridad aeronáutica.

3) CLASE C: entre más de CINCO (5) kilogramos y hasta VEINTICINCO (25) kilogramos de MCTW.

4) CLASE D: más de VEINTICINCO (25) kilogramos y hasta CIENTO CINCUENTA (150) kilogramos de MCTW.

5) CLASE E: de más de CIENTO CINCUENTA (150) kilogramos de MCTW.

D) Según sus características técnicas:

1) Ala fija.

2) Ala rotatoria.

3) Aeróstatos.

4) Cautivos”. (Administración Nacional de Aviación Civil, 2023)

Anexo 3 - Registro especial de Dron según Artículo N°5 de la ANAC

“Todo VANT o SVANT deberá ser inscripto con anterioridad al inicio de las operaciones en el Registro Nacional de Aeronaves de la ANAC, con la sola excepción de los Clase A de uso recreativo. La autoridad aeronáutica establecerá un procedimiento de registración especial de VANTs y SVANTs mediante Disposición Técnico- Registral que será emitida por el Registro Nacional de Aeronaves (...)” (ANAC, 2019, Artículo 5).

Anexo 4 - Obligación de registración según Artículo N°6 de la ANAC

“Para todo VANT o SVANT comercializado por proveedores nacionales, el proceso de registro deberá ser iniciado por el comprador. Para todo VANT o SVANT adquiridos en el extranjero, el propietario deberá acreditar el inicio del proceso de registración ante el Registro Nacional de Aeronaves, presentando la constancia correspondiente ante la autoridad aduanera al momento de su ingreso al país o realizando en dicho momento la declaración jurada correspondiente ante la autoridad aduanera y su posterior inscripción ante el referido Registro. Los VANT y SVANTs de fabricación nacional construidos por particulares deberán ser registrados por sus propietarios, previa verificación por la Autoridad Aeronáutica la que determinará, de acuerdo con la información que provea el constructor, el peso máximo certificado de despegue del VANT o SVANTs a los fines de su categorización. La transferencia o baja del asiento registral serán efectuadas en la forma en que prescriba la Disposición Técnico Registral respectiva.” (ANAC, 2019, Artículo 6)

Anexo 5 - Clases de operaciones // Manual de Operaciones del Explotador y Sistema de Gestión según Artículo N°33 de la ANAC

“a) Operación con visibilidad directa (VLOS)²¹. Durante toda la operación de un VANT o SVANT, el piloto al mando a distancia y el/los observador/es deberá/n mantener contacto visual directo hasta un máximo de 200 metros de distancia horizontal y sin la asistencia de otro miembro de la

²¹ Operación con visibilidad directa (VLOS): Operación durante la cual el piloto al mando a distancia mantiene contacto visual directo con el VANT sin la asistencia de otros miembros de la tripulación remota y hasta un máximo de 200 metros en distancia horizontal.

tripulación remota para dirigir su vuelo en forma segura, satisfaciendo las responsabilidades de separación y anticolisión.

b) Operación sin visibilidad directa (BVLOS)²²: La ANAC podrá autorizar especialmente operaciones BVLOS en los casos de VANTs y SVANTs para uso comercial, científico, deportivo y de seguridad, si considera que el explotador cuenta con procedimientos acordes previstos en su Manual de Operaciones y cuenta con un programa de identificación de peligros y gestión de riesgos para dicho tipo de operación, de modo que su ejecución se demuestre dentro de los límites aceptables de la seguridad operacional. La regla general es operar bajo estándares VLOS y sólo excepcionalmente, previa autorización de la autoridad aeronáutica, se permitirán operaciones BVLOS a los VANTs y SVANTs de uso comercial, científico, deportivo y de seguridad.

Las operaciones con uso de visión remota (FPV)²³ se consideran operaciones BVLOS a los efectos de la presente reglamentación. “(ANAC, 2019, Artículo 10)

“Todo explotador de un VANT o SVANT para uso comercial deberá elaborar, a los fines de la obtención de la autorización referida en el artículo 30 de este reglamento, un Manual de Operaciones del Explotador, el cual deberá ser aceptado por la autoridad aeronáutica previa emisión del CE-VANT. Asimismo, deberán contar con un sistema de gestión de riesgos adecuado para operar, que incluya la información e instrucciones necesarias para su operación con seguridad y eficacia, el que —como mínimo— debe incluir lo siguiente:

- 1) procedimientos para el despegue y aterrizaje;*
- 2) procedimientos en ruta;*
- 3) procedimientos ante la eventual pérdida de enlace con los datos de control (data link);*
- 4) procedimientos para abortar ante la eventual falla un sistema crítico;*
- 5) procedimientos para evaluar la zona de operación;*
- 6) procedimientos para la identificación de riesgos y peligros potenciales y para su mitigación;*
- 7) identificación de los responsables de la operación y el de todos los miembros de la tripulación remota (piloto/s y observador/es); y*
- 8) requisitos para la calificación de los pilotos a distancia y observador. “(ANAC, 2019, Artículo 33)*

Anexo 6 - Cálculo Tasa de Descuento para Estudio Económico-Financiero de proyecto

Para el cálculo de la tasa de descuento se utiliza el método CAPM, donde se calcula la tasa de retorno apropiada y requerida para descontar los flujos de efectivo futuros que producirá un proyecto de inversión, dada la apreciación de riesgo que tiene el mismo. Betas mayores a 1 simbolizan que el proyecto tiene un riesgo mayor al promedio de todo el mercado; betas debajo de 1 indican un riesgo menor.

²² Operación sin visibilidad directa (BVLOS): Operación durante la cual el piloto al mando a distancia no mantiene contacto visual directo con el VANT.

²³ Operación con visión remota (FPV): Operación en donde el piloto al mando a distancia utiliza exclusivamente la cámara a bordo del VANT/SVANT para navegar.

Por lo tanto, un proyecto con un beta alto debe ser descontado a una mayor tasa, como medio para recompensar al inversor por asumir el riesgo que el activo acarrea. Esto se basa en el principio que dice que los inversores, entre más riesgosa sea la inversión, requieren mayores retornos. (Wikipedia, La enciclopedia libre., 2023)

Puesto que es imposible calcular el retorno esperado de todo el mercado, se utilizará el índice S&P 500.

Cálculo de Costo de Capital Propio (ke) - Método CAPM

Para el presente cálculo se utilizan parámetros norteamericanos y se ajusta a riesgo país.

$$Ke = Rf + \beta [E(Rm) - Rf] + \text{Riesgo País}$$

Siendo:

- Ke = costo del capital propio
- Rf = tasa libre de riesgo (se utiliza el rendimiento del bono del tesoro de EEUU a 10 años)
- E(Rm) = rendimiento esperado del mercado (se utiliza el rendimiento anual promedio Índice Accionario S&P500 desde 1998 a 2022)
- Beta = Relación que existe entre el riesgo del sector respecto al riesgo del mercado (Beta del Sector Software (System & Application))
- Riesgo país Argentina (promedio Índice MSCI desde 2004 al 2022)

Cálculo:

<i>Componente</i>	<i>Valor</i>
Tasa libre de riesgo	4,158%
Rend. Prom. Anual Mdo	6,75%
Beta	1,47%
Riesgo País	22,63%
Ke	26,83%

1. Rentabilidad Bono del Tesoro EEUU 10 Años

Fuente: https://mx.investing.com/rates-bonds/u.s.-10-year-bond-yield-historical-data?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=18538671801&utm_content=626870280165&utm_term=dsa-1546555491574 &GL Ad ID=626870280165&GL Campaign ID=18538671801&gclid=Cj0KCQiAmaibBhCAARIsAKUlaKQAYqJLW99AUxkHh_IFFaE_LBEvpt-ID0060DY2uaSqFX0d5ws6ckaAqk4EALw_wcB

2. Rendimiento esperado del mercado

Fuente: https://mx.investing.com/indices/us-spx-500-historical-data?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=18448465626&utm_content=624656644274&utm_term=dsa-1518303930164 &GL_Ad_ID=624656644274&GL_Campaign_ID=18448465626&gclid=Cj0KCQiAmaibBhCAARIsAKUlaKRBgJ5Ri5UbmHpZVw6eMj88aiwHPvaNOWZAE_n2Iy_xXMRLmJPaHIGMaAkNREALw_wcB

<i>Fecha</i>	<i>Rendimiento</i>
11/08/2023	4,158%

3. Beta

Fuente: https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

4. Riesgo País

Fuente: <https://www.ambito.com/contenidos/riesgo-pais-historico.html>

Anexo 7 - Cálculo Valor de Desecho del Proyecto

El cálculo del valor de desecho del presente proyecto se calcula de la siguiente manera:

Valor de Desecho = (Inversión Inicial) + (\sum Inversiones de Reemplazo) – (\sum Ajustes Depreciaciones) - (\sum Ajustes Amortizaciones)

Valor de Desecho = 33.006,30 – (512,65 + 512,65 + 512,65 + 512,65)

Valor de Desecho = USD 30.443,04

Por lo tanto, el valor de desecho obtenido para el proyecto es de USD 30.443,04.