



Universidad Católica Boliviana "San Pablo"
Facultad de Ingeniería
La Paz - Bolivia

**PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE
PROYECTOS DE INGENIERÍA
IND-330**

**Sistema de Alerta Temprana para
Incendios en Exteriores en Zonas
Rurales Alejadas**

Realizado por:

- Miguel Barrionuevo
- Johan Marco Quispe
- Gerson Cano
- Juan José Valda
- Ignacio Agramont

SEMESTRE 2-2024

ÍNDICE

<u>1</u>	<u>Introducción</u>	<u>5</u>
1.1	Contexto de incendios forestales en Bolivia	5
1.2	Causa de los incendios en Bolivia	5
1.3	Impacto ambiental y social	6
1.4	Situación actual y limitaciones de los sistemas de detección	6
1.5	Importancia de un sistema de alerta temprana	7
<u>2</u>	<u>Identificación</u>	<u>8</u>
2.1	Diagnóstico de la Problemática de Incendios en la Zona de Estudio	8
2.2	Carencias en la Infraestructura Actual para la Detección de Incendios	8
2.3	Justificación Técnica y Económica del Proyecto	8
2.4	Impactos Positivos del Proyecto en la Comunidad y el Medio Ambiente	9
2.5	Relevancia del Proyecto en el Contexto Local y Global	9
<u>3</u>	<u>Objetivos</u>	<u>9</u>
3.1	Objetivo General	9
3.2	Objetivos Específicos	9
<u>4</u>	<u>Estudio de Mercado</u>	<u>10</u>
4.1	Demanda Actual y Potencial de Sistemas de Alerta Temprana	10
4.2	Análisis de la Competencia y Alternativas en el Mercado	11
4.3	Usuarios Objetivo: Segmentación y Características	11
4.4	Estudio de Casos Exitosos en la Implementación de Sistemas Similares	12
4.4	Oportunidades de Mercado y Perspectivas de Crecimiento	13
<u>5</u>	<u>Estudio Técnico</u>	<u>13</u>
5.1	Descripción General del Sistema Propuesto	13
5.2	Especificaciones Técnicas de los Sensores	14
5.2.1	Sensores	14

5.3	Selección de Tecnología de Comunicación	15
5.4	Diseño del Sistema de Gestión de Datos	15
5.5	Desarrollo del sistema de monitoreo	16
5.5.1	Funcionalidades Esenciales del Sistema	16
5.5.2	Interfaz de Usuario (UX/UI)	16
5.6	Metodología para la Instalación y Mantenimiento del Sistema	16
5.6.1	Instalación de los Sensores	16
5.6.2	Monitoreo Continuo	16
6		
6	<u>Tamaño y Localización</u>	0
7	<u>Organización</u>	0
8	<u>Inversiones y Financiamiento</u>	33
8.1.	Inversión en activos fijos	33
8.1.1	Cuadro de inversiones programadas	34
8.1.2	Cuadro de inversiones para 4 meses	34
8.2.	Depreciación de activos fijos	34
8.2.1	Cuadro de depreciaciones	35
8.3.	Amortización de activos diferidos	35
8.3.1	Cuadro de amortización de activo diferido en cuatro años	35
8.3.2	Cuadro de amortización de deuda para 9 años	35
8.4.	Cuadro de costos	36
9	<u>Evaluación del Proyecto</u>	0
10	<u>Análisis de Sensibilidad</u>	0
11	<u>Conclusiones y Recomendaciones</u>	0

CUADROS

Cuadro N° 1: Tabla de historial de incendios de Australia

13

FIGURAS

Figura N° 1: Mapa de incendios ocurridos en Bolivia	5
Figura N° 2: Focos de Calor	6
Figura N° 3: Imagen de comunarios escapando	7
Figura N° 4: Proyecto de detección de incendios	8
Figura N° 5: Diagrama Ishikawa	10
Figura N° 6: Sistema Sastrifo (competencia)	11
Figura N° 7: Mapa de tierras forestales Bolivia	12
Figura N° 8: Sensores de Humo y temperatura	14
Figura N° 9: Panel de datos de sensores	15

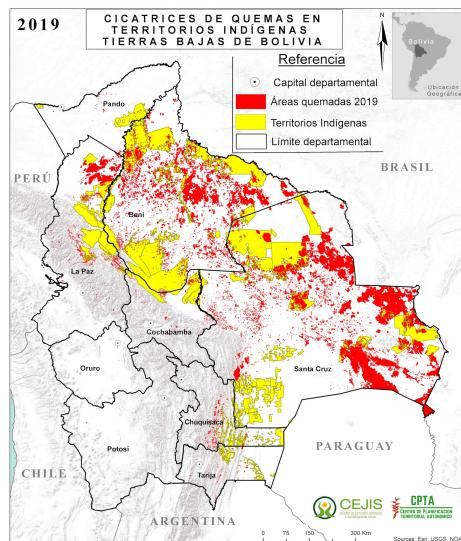
“SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA PARA INCENDIOS EN ZONAS RURALES ALEJADAS”

1. Introducción

1.1 Contexto de incendios forestales en Bolivia

Bolivia ha enfrentado serios problemas con incendios forestales en los últimos años, especialmente en áreas como la Amazonía boliviana, la Chiquitanía y el Pantanal. Estos incendios han devastado grandes extensiones de terreno, afectando tanto al medio ambiente como a las comunidades locales. Según datos del Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia, entre 2019 y 2020, más de 5 millones de hectáreas de bosques y pastizales fueron consumidas por el fuego, impactando gravemente la biodiversidad y provocando la pérdida de hábitats de especies amenazadas.

Figura N° 1: Mapa de incendios ocurridos en Bolivia



Fuente: CEJIS

1.2 Causa de los incendios en Bolivia

Los incendios que ocurren en nuestro país son provocados por una combinación de factores naturales y humanos. El uso descontrolado de "chaqueos" (quema de áreas para la preparación de cultivos), especialmente en zonas rurales, es una de las principales causas. A esto se suma la deforestación y las actividades agrícolas no reguladas, que incrementan la inflamabilidad de los terrenos. Las sequías prolongadas y las olas de calor, exacerbadas por el cambio climático, también han aumentado la vulnerabilidad de los ecosistemas a incendios incontrolables.

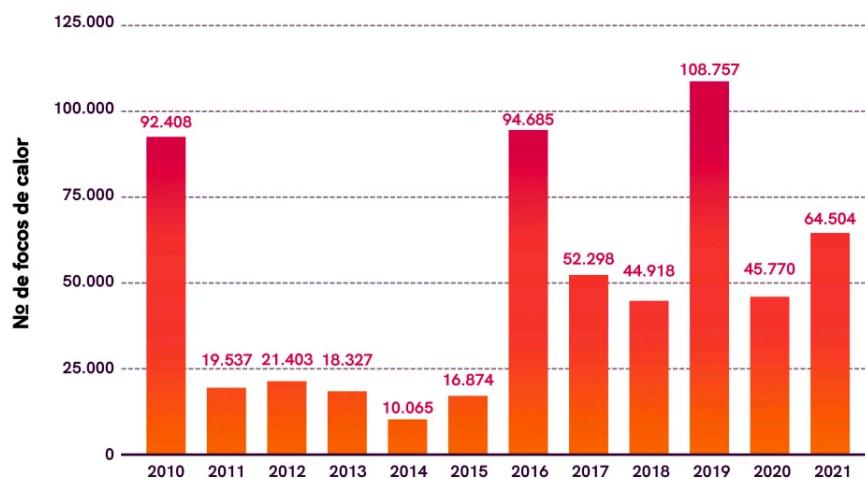
1.3 Impacto ambiental y social

Los incendios forestales han tenido un impacto devastador no solo en la flora y fauna, sino también en las comunidades indígenas y rurales que dependen de los recursos naturales para su subsistencia. Además, las emisiones de carbono liberadas durante estos eventos contribuyen significativamente al calentamiento global, afectando no solo a Bolivia, sino también a la región y el mundo en general.

Las zonas más afectadas incluyen la Chiquitanía, que en 2019 sufrió uno de los incendios más graves de su historia, causando la pérdida de millones de hectáreas de bosque seco tropical. Este evento no solo destruyó áreas protegidas, sino que también afectó negativamente a especies endémicas y a ecosistemas delicados.

Figura N° 2: Focos de Calor

**Focos de calor registrados en el mes de agosto
(2010 - 2021)**



Fuente: Elaboración propia con base en Sistema de Información y Monitoreo de Bosques (SIMB) - MMAyA
(Fundación Solón)

Fuente: Fundación Solón

1.4 Situación actual y limitaciones de los sistemas de detección

En Bolivia, la detección temprana de incendios forestales enfrenta varios desafíos. Las áreas rurales y forestales a menudo carecen de infraestructura tecnológica adecuada para monitorear de manera eficiente las zonas en riesgo. Actualmente, los sistemas de detección dependen en gran medida de la vigilancia humana y, en algunos casos, de imágenes satelitales que suelen presentar retrasos considerables en la entrega de datos en tiempo real. Además, las capacidades limitadas para movilizar brigadas de bomberos y la falta de recursos técnicos agravan la situación, permitiendo que los incendios se propaguen antes de ser controlados.

Figura N° 3: Imagen de comunarios escapando

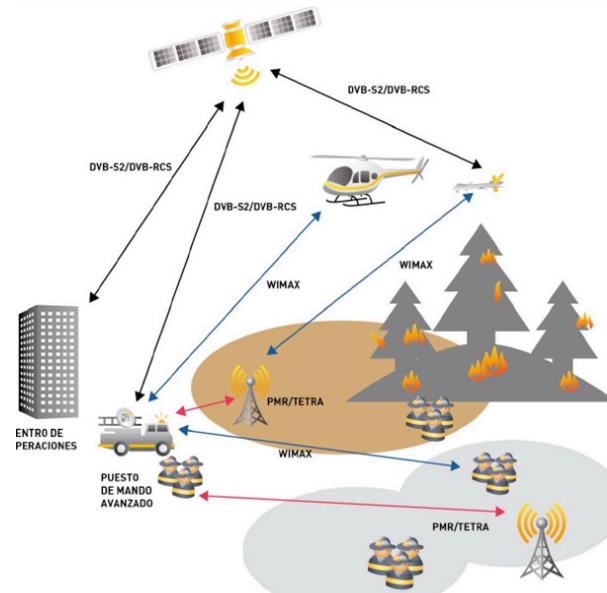


Fuente: Actualidad Contenidos

1.5 Importancia de un sistema de alerta temprana

Implementar un **Sistema de Alerta Temprana para Incendios** en Bolivia es crucial para mitigar los efectos devastadores de los incendios forestales. Un sistema basado en sensores IoT, capaz de monitorear constantemente áreas extensas y remotas, permitiría detectar incendios en sus fases iniciales, lo que mejoraría la capacidad de respuesta de las autoridades locales. Además, este tipo de sistema proporciona una herramienta eficaz para prevenir la expansión de incendios provocados por actividades humanas, minimizando el impacto sobre las comunidades rurales, las reservas forestales y la biodiversidad.

Figura N° 4: Proyecto de detección de incendios



Fuente: Digital Security

2. Identificación

2.1. Diagnóstico de la Problemática de Incendios en la Zona de Estudio

Para abordar la problemática de los incendios en zonas rurales de Bolivia, es fundamental realizar un diagnóstico exhaustivo. Esto incluye investigar la frecuencia y las causas de los incendios, que pueden ser tanto naturales como provocados por actividades humanas. Es importante analizar los impactos históricos de estos incendios, considerando los daños a la propiedad, la pérdida de biodiversidad y las afectaciones a la salud humana. Además, las condiciones climáticas, como las sequías prolongadas y las altas temperaturas, juegan un papel crucial en la ocurrencia de incendios.

2.2. Carencias en la Infraestructura Actual para la Detección de Incendios

La infraestructura actual para la detección de incendios, es necesario evaluar la tecnología existente y sus limitaciones. Esto incluye identificar las áreas que no están cubiertas por los sistemas de detección actuales y examinar la disponibilidad y capacitación del personal encargado de la detección y respuesta a incendios. La falta de cobertura adecuada y la insuficiente capacitación del personal pueden ser factores críticos que limitan la efectividad de la respuesta a los incendios.

2.3. Justificación Técnica y Económica del Proyecto

La justificación técnica y económica del proyecto se basa en la implementación de tecnologías avanzadas, como sensores, drones y satélites, que mejorarán significativamente la detección temprana de incendios. Un análisis costo-beneficio puede demostrar que la inversión en este sistema se traduce en una reducción considerable de las pérdidas económicas y los daños ambientales. Además, es esencial argumentar la sostenibilidad del proyecto a largo plazo, asegurando que se cuente con los recursos necesarios para el mantenimiento y la actualización continua de la tecnología.

2.4. Impactos Positivos del Proyecto en la Comunidad y el Medio Ambiente

Los impactos positivos del proyecto en la comunidad y el medio ambiente son múltiples. Un sistema de alerta temprana eficaz puede reducir significativamente el riesgo de incendios, mejorando la seguridad de la comunidad. También contribuye a la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas locales, protegiendo la flora y fauna de la región. La participación comunitaria es clave para el éxito del proyecto, ya que fomenta la educación y la conciencia ambiental, involucrando a los habitantes en la implementación y operación del sistema.

2.5. Relevancia del Proyecto en el Contexto Local y Global

La relevancia del proyecto en el contexto local y global es notable. A nivel local, el proyecto se alinea con las políticas de gestión de riesgos y protección ambiental, fortaleciendo las capacidades de respuesta ante emergencias. A nivel global, este proyecto puede servir como modelo para otras regiones con problemas similares, contribuyendo a los objetivos de sostenibilidad y mitigación del cambio climático.

3. Objetivos del Proyecto

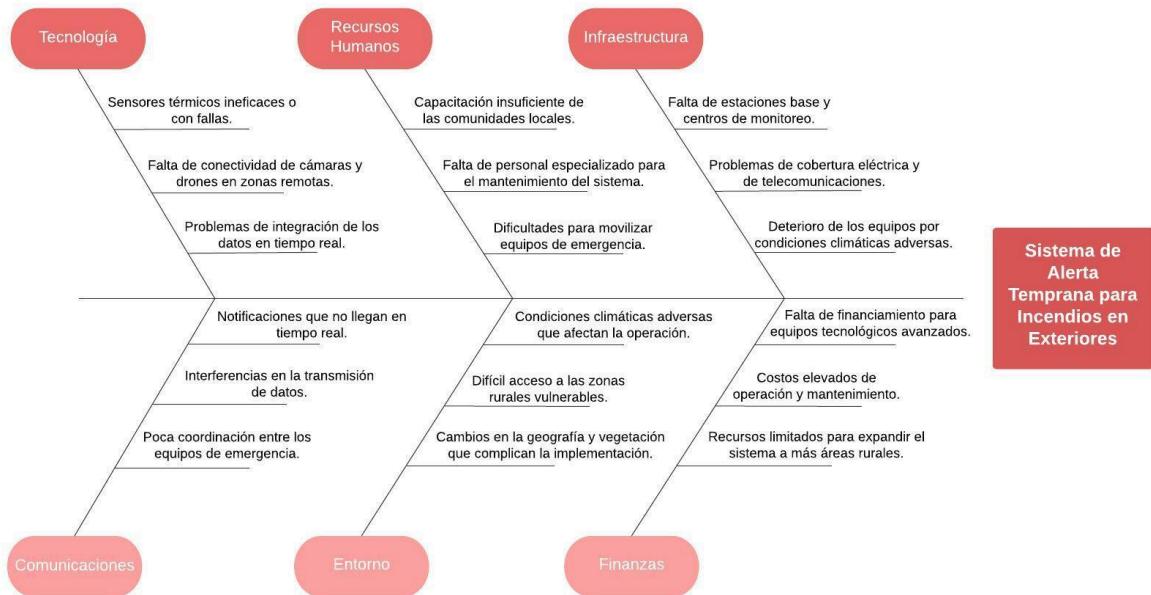
3.1. Objetivo General

- Diseñar e implementar un sistema de alerta temprana para incendios en exteriores que permita la detección y notificación en tiempo real en zonas rurales alejadas de Bolivia.

3.2. Objetivos Específicos

- Identificar áreas rurales vulnerables a incendios forestales.
- Desarrollar un sistema tecnológico de monitoreo utilizando sensores térmicos, cámaras y drones.
- Implementar un sistema de comunicación que permita crear alertas tempranas a los equipos de emergencia.
- Capacitar a las comunidades locales sobre el uso y el mantenimiento del sistema.
- Evaluar el impacto del sistema en el apoyo para la reducción de incendios forestales.

Figura N° 5: Diagrama Ishikawa



Fuente: Elaboración Propia

4. Estudio de Mercado

4.1. Demanda Actual y Potencial de Sistemas de Alerta Temprana

Bolivia ha enfrentado incendios forestales masivos, particularmente en las áreas rurales y forestales de Santa Cruz y Beni. Durante 2024, se reportaron más de 3.8 millones de hectáreas afectadas, de las cuales 1.5 millones corresponden a zonas boscosas. Estos incendios han sido devastadores, afectando tanto áreas protegidas como tierras agrícolas, lo que ha incrementado la demanda por sistemas efectivos de monitoreo y alerta temprana para incendios. Además, los daños ambientales y económicos han sido sustanciales. Por ejemplo, los incendios han afectado biodiversidad valiosa y generaron un impacto negativo en el sector agrícola y turístico, lo cual genera una mayor presión para implementar soluciones tecnológicas que permitan una reacción más rápida y eficaz.

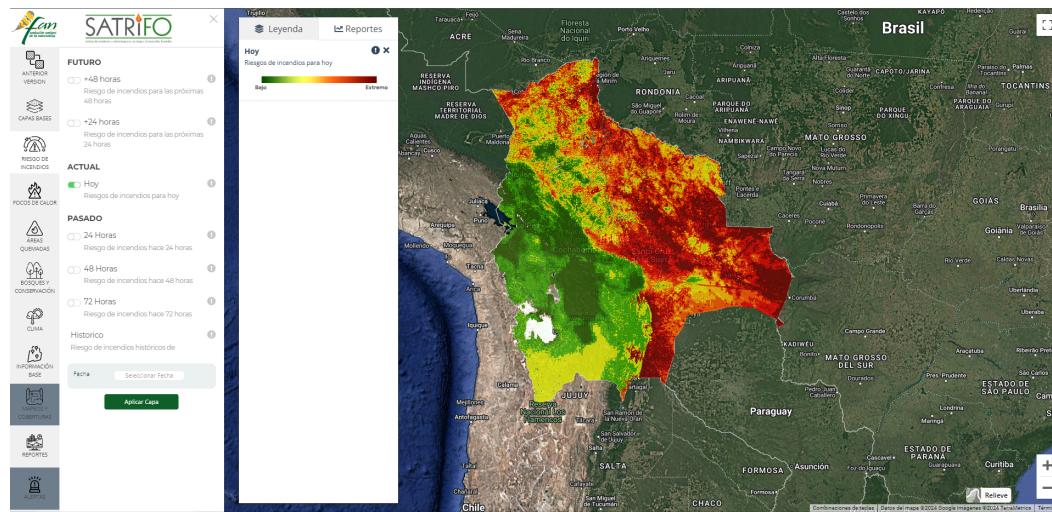
En términos de demanda potencial, no solo el sector público (gobiernos locales y nacionales) está interesado, sino también sectores privados como la agroindustria y las compañías forestales. Estas organizaciones buscan prevenir pérdidas económicas y asegurar la sostenibilidad de sus operaciones en áreas vulnerables a incendios.

4.2. Análisis de la Competencia y Alternativas en el Mercado

Existen algunos sistemas de alerta contra incendios en Bolivia y la región, pero muchos de estos son costosos o difíciles de implementar en áreas remotas. Las alternativas actuales incluyen el uso de torres de observación manuales y aviones, pero estas soluciones tienen limitaciones de alcance y

costo operativo. En otros países se han implementado sistemas basados en IoT (Internet de las Cosas), que combinan sensores y tecnología de comunicación remota para alertar sobre incendios a tiempo. Sin embargo, en Bolivia, este tipo de soluciones aún está en desarrollo, lo que abre una ventana de oportunidad para introducir un sistema más accesible y eficiente

Figura N° 6: Sistema Sastrifo (competencia)



Fuente:[Página Web Sastrifo](#)

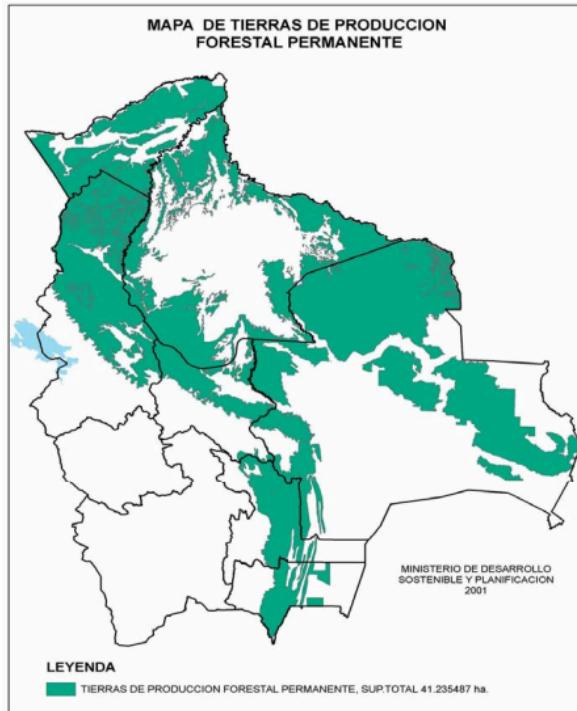
Además existe un sistema (SATRIFO) existente también que realiza el monitoreo de las zonas forestales, disponiendo así de un Sistema GIS que hace el muestreo de eso, sin embargo se puede observar que este sistema no ha sido capaz de poder alertar de manera eficiente los incendios que se han producido recientemente, poniendo así en duda su eficiencia en cuanto a alertas. Haciendo una breve exploración en su sistema, también se observa la ausencia de algún equipo de marketing o manejo de redes sociales, ya que su relevancia o notificación a los usuarios es casi inexistente.

4.3. Usuarios Objetivo: Segmentación y Características

El sistema de alerta temprana propuesto está dirigido a diversos segmentos:

- **Gobiernos locales y nacionales:** Principalmente en áreas de riesgo como Santa Cruz, Beni y Pando, donde se concentran los incendios más grandes.
- **Empresas forestales y agrícolas:** Propietarios de grandes extensiones de tierra que buscan prevenir la destrucción de sus recursos naturales y plantaciones.
- **Cuerpos de bomberos y protección civil:** Para mejorar la eficacia en la respuesta a emergencias y reducir los tiempos de intervención.
- **Organizaciones medioambientales:** Interesadas en la conservación de áreas protegidas y en la prevención de daños a la biodiversidad.

Figura N° 7: Mapa de tierras forestales Bolivia



Fuente: Ministerio de desarrollo sostenible y planificación 2001

Comprendiendo la distribución de las tierras con riqueza forestal por el país de Bolivia podemos comprender de mejor manera nuestros usuarios objetivos del sistema.

4.4. Estudio de Casos Exitosos en la Implementación de Sistemas Similares

Alrededor del mundo, varios países han adoptado sistemas de alerta temprana para incendios forestales con éxito. Un ejemplo **Australia** ha desarrollado un enfoque integrado para la detección y prevención temprana de incendios, en colaboración con organizaciones como el *Australian National University* y el *ACT Rural Fire Service*. Durante la temporada de incendios 2019-2020, las condiciones catastróficas superaron la capacidad de los servicios tradicionales de bomberos. Como resultado, se implementaron sistemas combinados que utilizan satélites, sensores IoT, cámaras y drones. En Portugal, los sistemas de alerta basados en cámaras y sensores también han mejorado significativamente la capacidad de respuesta ante incendios forestales, reduciendo el tiempo de detección y aumentando la efectividad en la contención. Bolivia, con sus desafíos únicos, podría beneficiarse de adoptar soluciones tecnológicas similares adaptadas a sus condiciones geográficas y climáticas.

Cuadro N° 1: Tabla de historial de incendios de Australia

Año	Hectáreas quemadas	Animales afectados	Costo estimado
-----	--------------------	--------------------	----------------

	(millones)	(millones)	
2002-2003	1.73	N/D	~2,500 millones
2006-2007	1.2	N/D	N/D
2009	0.45	N/D	~4,400 millones
2018-2019	1.5	N/D	N/D
2019-2020	19	3	~50,000 millones
2022	2-4*	-	~20 mil millones
2021	3-5*	-	~30 mil millones

Fuente: Investigación web (<https://www.worldwildlife.org/publications/australia-bushfire-fund-final-report> y <https://www.csiro.au/en/research/disasters/bushfires/2019-20-bushfires-explainer>)

Pudiendo analizar los datos de incendios en Australia, podemos notar que la implementación del sistema de alerta temprana ha ayudado a reducir el impacto de los incendios.

4.5. Oportunidades de Mercado y Perspectivas de Crecimiento

Dado el incremento de los incendios forestales y la conciencia global sobre el cambio climático, las perspectivas de crecimiento para soluciones de monitoreo y alerta son muy favorables. En Bolivia, la implementación de un sistema de alerta temprana para incendios podría ser particularmente relevante debido a la extensión de áreas de riesgo y la necesidad urgente de respuestas más rápidas y eficaces. Además, el financiamiento internacional disponible para proyectos que mitiguen el cambio climático y los incendios podría facilitar la adopción de estos sistemas.

5. Estudio Técnico

5.1. Descripción General del Sistema Propuesto

De acuerdo a la problemática ya vista en nuestro país se tiene pensado implementar un sistema de alerta temprana para incendios en Bolivia principalmente para lugares lejanos donde los recursos de emergencia en este tipo de casos es escaso y que se pueda tomar medidas mas rapido para asi evitar desastres muy grandes como los que estamos pasando.

El sistema está basado en realizar una red distribuida de sensores en estos lugares donde estos sean capaces de detectar condiciones ambientales como por ejemplo aumento de temperatura, detectar el aumento de humo y monóxido de carbono (CO).

Teniendo en cuenta que son sensores deben estar interconectados mediante un sistema donde se llegará la transmisión de los datos, donde esta será

monitoreado por las autoridades encargadas en este caso de acuerdo la ley en Bolivia se dice que en el Art. 4 señala que la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra - ABT, es la entidad encargada de autorizar y fiscalizar las quemas, por lo que el sistema se estaría implementando junto a las autoridades para tomar las respectivas prevenciones donde el sistema notificará en tiempo real a las autoridades y equipos de emergencia a través de la plataforma implementada.

5.2. Especificaciones Técnicas de los Sensores

5.2.1. Sensores

De acuerdo a las investigaciones y antecedentes de estos tipos de sensores este sensor es llamado como “una nariz electrónica” donde los sensores están conectados a los árboles donde aparte de detectar el humo estos monitorean la temperatura, la humedad y la presión del aire.

Figura N° 8: Sensores de Humo y temperatura



Fuente: Digital web infobae

De acuerdo a los sensores y dependiendo los datos, estos se transmiten a un sistema de monitoreo y este se debería alertar a las autoridades respectivas. El precio aproximado es aproximadamente 500 a 1000 USD, si se pudiese poner los sensores en puntos específicos y la cantidad necesaria se podría decir que en 15 a 20 minutos podemos detectar principios de incendio con el objetivo de evitar un incendio abierto.

Además estos sensores como estarán en los bosques donde se detectan más incendios cuentan con paneles solares que son encargados de suministrar energía al sensor de manera continua.

5.3. Selección de Tecnología de Comunicación

En la parte superior del dispositivo se debería implementar un sistema de comunicación LaRaWAN para transmitir los datos recogidos por los sensores que se mandará al sistema alertando a las autoridades.

Este sistema LoRaN es una tecnología de largo alcance y bajo consumo energético, lo que la convierte en una excelente opción para sensores alimentados por energía solar como los de la imagen, la distancia recomendada entre sensores debe ser 15 km también se deben incluir gateways de exterior que el precio oscila entre 700 y 2000 USD. Como se ve los sensores capturan datos en intervalos regulares y no requieren grandes cantidades de ancho de banda, el protocolo LaRaWAN es el más adecuado para este tipo de sistema.

5.4. Diseño del Sistema de Gestión de Datos

El sistema de gestión de datos enviará la información recogida por los sensores y almacenará la información para su posterior análisis. La plataforma debe estar diseñada para ser escalable y flexible, permitiendo la integración de nuevos sensores y fuentes de datos.

Figura N° 9: Panel de datos de sensores



Fuente: Digital web infobae

Cada sensor enviará información sobre temperatura, humo y concentración de monóxido de carbono (CO) y que indiquen un posible incendio.

5.5. Desarrollo del sistema de monitoreo

5.5.1. Funcionalidades Esenciales del Sistema

La visualización en tiempo real donde los datos de los sensores se mostrarán en tiempo real en un tablero de control accesible a través de un sistema que se encontrará monitoreado por un encargado especialista.

El sistema enviará notificaciones al sistema cuando se detecten condiciones extrañas en los sensores y también incluirá un mapa interactivo con la ubicación exacta del sensor que detectó el cambio.

5.5.2. Interfaz de Usuario (UX/UI)

La interfaz estará diseñada para tener usabilidad y flexibilidad se implementarán gráficos y mapas que representan visualmente las condiciones ambientales monitoreadas por los sensores.

5.6. Metodología para la Instalación y Mantenimiento del Sistema

5.6.1. Instalación de los Sensores

Los sensores serán instalados en postes, torres de telefonía o árboles para maximizar su área de cobertura. Los sensores solares, al estar equipados con paneles solares, no requieren conexión a la red eléctrica, lo que facilita su instalación.

Se deberían hacer estudios preliminares para identificar las ubicaciones óptimas, priorizando áreas con alto riesgo de incendios y cercanas a poblaciones rurales vulnerables.

5.6.2. Monitoreo Continuo

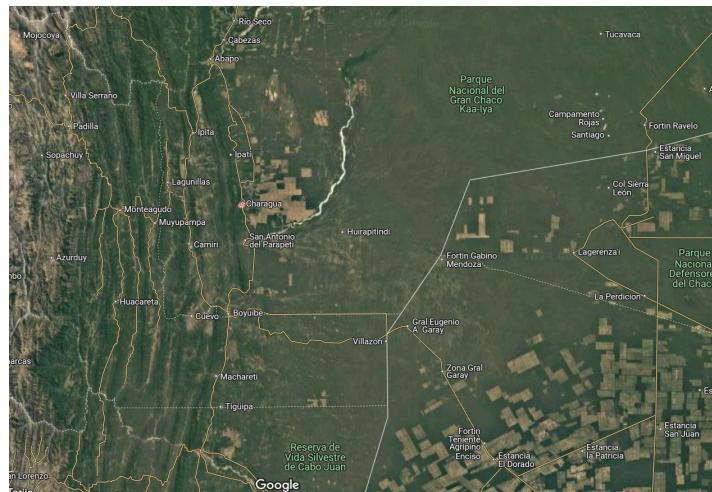
El sistema será monitoreado de manera continua desde un centro de control, donde los técnicos podrán verificar el estado de los sensores y responder a cualquier fallo o error en el sistema lo que permitirá evaluar la efectividad del sistema y ajustar las estrategias de prevención de incendios.

6. Tamaño y Localización

6.1. Tamaño del Sistema

El sistema de alerta temprana para incendios estará compuesto por una red de sensores distribuidos en áreas de alto riesgo de incendios forestales. Esta red será escalable, lo que significa que podrá crecer con el tiempo conforme se identifiquen nuevas zonas de riesgo o se necesite ampliar la cobertura. El sistema se implementará inicialmente en zonas rurales y boscosas de Bolivia, especialmente aquellas ubicadas en el oriente Boliviano, que son altamente vulnerables a

incendios debido a la sequedad, las altas temperaturas y la actividad agrícola.



El tamaño total de la red dependerá de la cobertura que se necesite en cada zona. Para optimizar el rendimiento, se instalarán sensores en intervalos de aproximadamente 15 km, lo cual es la distancia recomendada para la comunicación mediante LoRaWAN, la tecnología de transmisión elegida para este sistema.

6.2. Localización de los sensores en el territorio

La localización de los sensores es fundamental para el éxito del sistema. El análisis de la ubicación de los sensores se realizará en base a estudios y antecedentes de los incendios y vamos a tomar en cuenta algunos aspectos como:

- **Historial de incendios:** Se priorizaron las zonas que han tenido un historial reciente de incendios forestales, o donde las condiciones climáticas actuales y las actividades humanas aumentan el riesgo.
- **Accesibilidad:** Los sensores se instalarán en áreas de difícil acceso o de difícil cobertura por los servicios de emergencia, donde la respuesta a incendios pueda demorarse más tiempo.
- **Proximidad a comunidades rurales:** Los sensores se ubicarán en áreas cercanas a poblaciones rurales o zonas con viviendas dispersas, con el fin de minimizar los daños y salvar vidas humanas.

Los sensores estarán instalados en lugares estratégicos como en:

- Torres de telecomunicaciones o postes de luz que permitan instalar los sensores de manera elevada, lo que facilitará la detección de humo o incremento de temperatura.
- Árboles grandes que estén dentro de las áreas forestales de alto riesgo. Los sensores serán colocados en estos árboles para maximizar el área de monitoreo.

Dado que los sensores están equipados con paneles solares, se instalarán en lugares donde la radiación solar sea suficiente para garantizar su funcionamiento continuo y tambien se evaluarán las condiciones meteorológicas de las zonas para asegurar que los sensores puedan operar de manera eficiente en condiciones extremas de temperatura, humedad y viento.

7. Organización

El sistema de alerta temprana para incendios en zonas rurales alejadas será implementado y gestionado por una estructura organizada y coordinada entre varias entidades, tanto gubernamentales como no gubernamentales, con el apoyo de la comunidad local. A continuación, se describen los elementos clave de la organización del sistema.

7.1. Estructura Organizacional

La estructura organizacional está diseñada para garantizar una coordinación eficiente entre los distintos niveles de gestión y respuesta ante incendios. Este sistema involucra distintas entidades que están organizadas en una jerarquía definida teniendo responsabilidades e integrantes que serán descritos a continuación.

7.1.1. Comité Central de Gestión de Riesgos

Su responsabilidad principal es la de supervisar el sistema de forma general, toma de decisiones estratégicas, coordinación interinstitucional y la implementación de políticas nacionales relacionadas con la gestión de incendios.

Integrantes:

- Representantes del gobierno (Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia).
- Expertos en gestión de riesgos e incendios forestales.
- Representantes de ONGs.
- Técnicos especializados en prevención y control de incendios.

7.1.2. Centros Regionales de Monitoreo

Monitoreo y análisis de las condiciones climáticas y medioambientales de las zonas susceptibles a incendios como responsabilidades principales. Recopilación de datos sobre temperatura, humedad y otros factores que puedan influir en la propagación de incendios.

Integrantes:

- Personal especializado en meteorología y monitoreo ambiental.
- Técnicos en sistemas de alerta temprana y sensores de detección.

7.1.3. Comités Locales de Respuesta a Incendios

Implementación de las medidas preventivas a nivel local y respuesta rápida ante emergencias. Este comité se encarga de ejecutar las acciones inmediatas cuando se emite una alerta de incendio.

Integrantes:

- Líderes comunitarios.
- Autoridades locales.
- Voluntarios de la comunidad.

7.1.4. Equipos Técnicos y de Respuesta Inmediata

Este equipo tiene como responsabilidad la implementación y mantenimiento de los equipos tecnológicos utilizados para la detección temprana de incendios. Además, coordinarán la respuesta inmediata en el terreno, desplegando recursos humanos y materiales según sea necesario.

Integrantes:

- Técnicos en electrónica y telecomunicaciones (para la instalación y mantenimiento de sensores y sistemas de monitoreo).

- Bomberos y personal de respuesta inmediata entrenados.
- Voluntarios capacitados en primeros auxilios y manejo de incendios forestales.

7.1.5 Coordinación Interinstitucional

El sistema de alerta temprana requiere una fuerte coordinación entre varias entidades para garantizar la efectividad de las alertas y la respuesta oportuna ante un incendio. La coordinación será posible mediante una plataforma digital centralizada que conectará a las siguientes entidades:

- **Gobierno:** Enlaces con instituciones gubernamentales encargadas de la seguridad, el medio ambiente y la salud pública.
- **ONGs:** Proporcionarán apoyo en la capacitación, concienciación y recursos en las comunidades locales.
- **Comunidades Locales:** Aportarán información y recursos humanos para la detección y control de incendios.
- **Organismos Internacionales:** Como parte de la cooperación regional e internacional, se podrán integrar en caso de necesidad de recursos adicionales o conocimiento técnico.

7.1.6. Organigrama

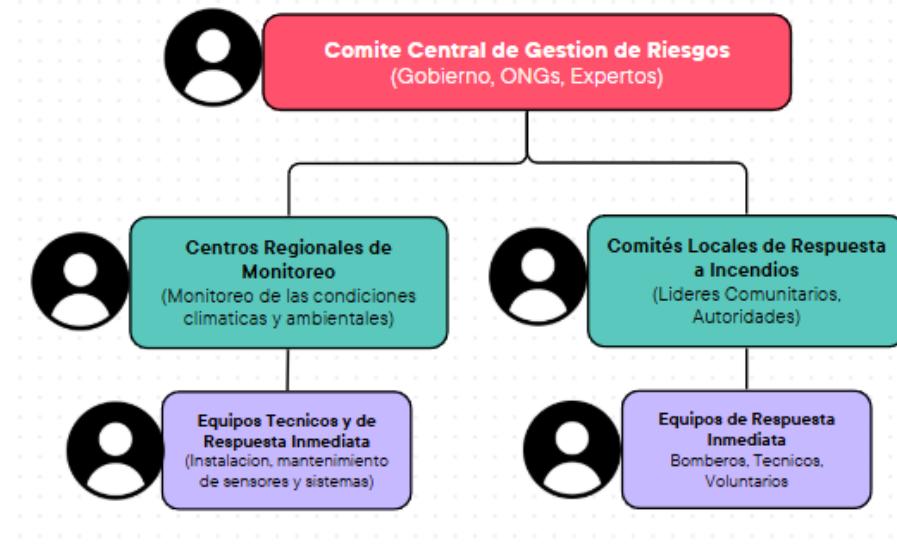
El organigrama del sistema de alerta temprana refleja la estructura jerárquica y funcional del proyecto, asegurando una coordinación eficiente entre los diferentes niveles de gestión y respuesta ante incendios. En este organigrama, se representan las principales entidades involucradas en el sistema y sus roles clave, desde la supervisión centralizada hasta las acciones locales de respuesta. A continuación, se describe cómo se integran los distintos componentes de la estructura organizacional:

- **Comité Central de Gestión de Riesgos:** Se ubica en la parte superior del organigrama, como la instancia decisional y estratégica, encargada de coordinar la implementación de políticas y supervisar el funcionamiento general del sistema.
- **Centros Regionales de Monitoreo:** Están subordinados al Comité Central y son responsables de la recopilación y análisis

de datos sobre las condiciones ambientales, proporcionando información clave para la toma de decisiones.

- **Comités Locales de Respuesta a Incendios:** Están en un nivel local, directamente encargados de la ejecución de medidas preventivas y la respuesta inmediata ante los incendios, coordinados con los centros regionales para una intervención más rápida.
- **Equipos Técnicos y de Respuesta Inmediata:** Se encuentran en un nivel operativo, a cargo de la implementación y mantenimiento de la tecnología de monitoreo y la respuesta en terreno, trabajando en estrecha colaboración con los comités locales.
- **Coordinación Interinstitucional:** Se refleja como una red transversal que conecta todos los niveles del sistema, garantizando la comunicación efectiva entre las diferentes entidades (gobierno, ONGs, comunidades locales, y organismos internacionales).

Figura N° : Organigrama



Fuente: Elaboración Propia

Este organigrama proporciona una visualización clara de las responsabilidades y relaciones entre los distintos actores involucrados en el sistema, permitiendo una gestión ágil y eficaz ante situaciones de emergencia.

7.2. Conjunto de Procesos

En esta sección, se detallan los procesos fundamentales para la operación del sistema de alerta temprana, que incluyen la recolección de datos, el análisis de los mismos, la generación de alertas y la respuesta ante emergencias.

7.2.1. Recolección de Datos

La recolección de datos es el primer paso fundamental para la operación del sistema. A través de los sensores instalados en las zonas de riesgo, se recogerán datos ambientales críticos como la temperatura, humedad, concentración de monóxido de carbono (CO), y la presencia de humo. Estos datos serán capturados de manera continua y enviados de forma segura a la plataforma de monitoreo central.

Los sensores contarán con paneles solares para garantizar su funcionamiento autónomo en áreas remotas. Además, se llevarán a cabo auditorías periódicas para asegurar que los sensores estén funcionando correctamente y que los datos recolectados sean precisos y actualizados.

7.2.2. Análisis de Datos

Una vez que los datos son recibidos por la plataforma de monitoreo, se deben analizar en tiempo real para detectar patrones anómalos que puedan indicar un posible incendio. El sistema utilizará algoritmos de análisis predictivo y reglas predefinidas para identificar variaciones significativas en los datos, como un aumento brusco de temperatura o la detección de humo o monóxido de carbono.

Cuando los datos superen ciertos umbrales definidos, el sistema enviará una alerta temprana a las autoridades competentes. Además, el análisis de datos será fundamental para realizar informes periódicos sobre la tendencia de incendios en diferentes regiones, lo que permitirá una planificación y prevención a largo plazo.

7.2.3. Generación de Alertas

El sistema generará alertas automáticas en caso de detectar condiciones críticas. Estas alertas incluirán información clave como la ubicación exacta del posible incendio, la gravedad del incidente, los recursos necesarios, y las recomendaciones para la intervención. Las alertas se enviarán a través de diferentes canales de comunicación, como:

- **Plataforma web y móvil:** A los equipos de respuesta rápida y a las autoridades responsables.
- **Mensajes de texto (SMS):** Para aquellos que no cuenten con acceso continuo a internet.
- **Correo electrónico:** Para autoridades y organismos internacionales involucrados.
- **Redes sociales y sistemas de comunicación local:** Para alertar a las comunidades cercanas y evitar que el incendio se propague.

Las alertas deben ser claras, concisas y contener toda la información necesaria para una respuesta eficaz. Además, el sistema debe permitir una retroalimentación constante para confirmar que las alertas han sido recibidas y están siendo procesadas adecuadamente.

7.2.4. Respuesta ante Emergencias

Una vez emitida una alerta, es crucial que el sistema implemente un protocolo de respuesta eficiente para asegurar que las autoridades y equipos de emergencia actúen con rapidez. Este protocolo de respuesta incluirá los siguientes pasos:

1. **Evaluación de la gravedad:** Los equipos de respuesta evaluarán el alcance del incendio utilizando la información proporcionada por el sistema (ubicación, tamaño estimado, condiciones climáticas, etc.).
2. **Despliegue de recursos:** Dependiendo de la magnitud del incendio, se activarán los recursos locales, regionales o nacionales. Los comités locales de respuesta y los bomberos recibirán instrucciones precisas sobre las áreas prioritarias de intervención.
3. **Coordinación interinstitucional:** En caso de que el incendio se extienda a varias regiones o se convierta en un desastre mayor, se activará la coordinación entre las diferentes entidades gubernamentales, ONGs, y organizaciones internacionales. Se utilizarán plataformas de comunicación digital para compartir información en tiempo real.
4. **Monitoreo de la evolución del incendio:** El sistema continuará monitoreando el incendio, actualizando la información sobre la propagación y las condiciones en tiempo real, lo que permitirá

ajustar la estrategia de intervención según sea necesario.

5. **Evaluación post-incendio:** Una vez que el incendio haya sido controlado, se procederá con una evaluación post-incendio. Se analizará la efectividad de la respuesta, se investigarán las causas del incendio (si no fueron naturales) y se recopilarán lecciones aprendidas para mejorar el sistema en futuras intervenciones.

7.2.5. Mantenimiento del Sistema

Para garantizar que el sistema de alerta temprana funcione de manera continua y efectiva, será necesario establecer un proceso de mantenimiento regular. Esto incluye:

- **Revisión y calibración de sensores:** Los sensores deberán ser inspeccionados y recalibrados periódicamente para asegurar la precisión de las lecturas. Además, se llevarán a cabo pruebas para verificar que los sensores estén transmitiendo los datos correctamente.
- **Actualización del software:** El sistema de monitoreo debe ser actualizado de manera constante para incorporar mejoras tecnológicas, corrección de errores, y adaptación a nuevas condiciones climáticas o geográficas.
- **Capacitación continua:** Los equipos de respuesta y los operadores del sistema de monitoreo deben recibir capacitación periódica para estar actualizados en el uso del sistema y en las mejores prácticas para la prevención y control de incendios.

7.2.6. Planificación y Reportes

El sistema debe incluir una funcionalidad de planificación y generación de reportes para facilitar la toma de decisiones a largo plazo. Esto incluirá la creación de planes de contingencia para temporadas de alto riesgo y la recopilación de datos históricos que permitan analizar las tendencias de incendios en diferentes regiones. Los reportes generados deben ser accesibles para las autoridades competentes y para la comunidad, lo que permitirá medir el impacto y la efectividad del sistema.

7.3. Clasificación de Procesos

Para una clasificación adecuada de los procesos mencionados anteriormente se utilizará tres grupos:

7.3.1. Procesos Clave

Los Procesos Clave son aquellos que directamente impactan la efectividad del sistema de alerta temprana y cuya ejecución adecuada es esencial para el cumplimiento de los objetivos principales del sistema, como la detección temprana y la respuesta oportuna ante un incendio.

7.3.2. Planificación y Reportes

Los Procesos de Soporte son aquellos que no están directamente involucrados en la operación diaria del sistema, pero que son necesarios para que los procesos clave puedan ejecutarse correctamente. Estos procesos son esenciales para garantizar la sostenibilidad y el buen funcionamiento del sistema.

7.3.3. Planificación y Reportes

Los Procesos Estratégicos son aquellos que están relacionados con la dirección y la planificación a largo plazo del sistema. Estos procesos se enfocan en la mejora continua y en asegurar que el sistema siga siendo relevante, eficiente y capaz de adaptarse a nuevos desafíos.

Figura N° : Clasificación de tipos de proceso

Tipo de Proceso	Descripción
Procesos Clave	Recolección de Datos
	Analisis de Datos
	Generación de Alertas
	Respuesta ante Emergencias
Procesos de Soporte	Mantenimiento del Sistema
	Capacitación Continua
	Planificación y Reportes
Procesos Estratégicos	Evaluación y Mejora del Sistema
	Desarrollo de Nuevas Tecnologías
	Coordinación Interinstitucional

Fuente: Elaboración Propia

La figura permite visualizar cómo los procesos clave son los más directamente involucrados en la misión del sistema, mientras que los procesos de soporte garantizan su operatividad y sostenibilidad, y los procesos estratégicos aseguran la evolución y adaptabilidad del sistema a largo plazo.

7.4. Estructura Salarial

La política de retribución para el sistema de alerta temprana se ha diseñado considerando tres elementos fundamentales: el análisis de los puestos, la valoración de los puestos de trabajo y la estructura salarial. Esta política garantiza una remuneración justa, equitativa y competitiva tanto a nivel interno (dentro del sistema) como en comparación con las remuneraciones del sector.

Figura N° : Tabla de Estructura Salarial

Categoría	Clase	Nivel Salarial	Denominación del Puesto	Nro de Ítems	Sueldo Mensual (Bs)	Costo Mensual(Bs)
Dirección Estratégica	Directivo	Nivel 1	Director/a del Comité Central de Gestión de Riesgos	1	Bs15.000,00	Bs15.000,00
Gestión y Supervisión	Directivo	Nivel 2	Coordinador/a de Centros Regionales de Monitoreo	2	Bs12.000,00	Bs24.000,00
Gestión Local	Técnico	Nivel 3	Coordinador/a de Comités Locales de Respuesta a	3	Bs9.500,00	Bs28.500,00
Técnicos Especializados	Profesional	Nivel 4	Especialista en Monitoreo Ambiental	5	Bs8.000,00	Bs40.000,00
Técnicos Operativos	Profesional	Nivel 5	Técnico de Sistemas de Alerta Temprana	6	Bs7.000,00	Bs42.000,00
Operativos y Voluntarios	Operativo	Nivel 6	Bombero/a Voluntario/a	20	Bs3.000,00	Bs60.000,00
Operativos y Voluntarios	Operativo	Nivel 7	Voluntario/a Local (capacitación y prevención)	50	Bs2.000,00	Bs100.000,00
Costo Mensual						Bs309.500,00
Costo Anual						Bs3.714.000,00
Total Items				87		

Fuente: Elaboración Propia

Esta tabla es una herramienta clave para garantizar una adecuada planificación de recursos humanos en el proyecto, a continuación detalla los puntos importantes de esta tabla:

- Clase: Esta columna agrupa a los puestos por su nivel de especialización. Los puestos en Clase Directivo se encargan de la toma de decisiones estratégicas, mientras que los puestos en Clase Profesional y Operativo son responsables de la ejecución técnica y operativa en el terreno.
- Nivel Salarial: Clasificación jerárquica de los puestos de acuerdo con sus responsabilidades, habilidades y experiencia requeridas.
- Denominación del Puesto: Este campo define el título de cada puesto de trabajo, reflejando las funciones y el rol específico dentro del sistema de alerta temprana.
- Nro. de Ítems: El número de personas que ocuparán el puesto dentro del sistema. Esto permite visualizar la demanda de personal según el

tamaño y las necesidades operativas del proyecto.

- Sueldo Mensual: Este es el salario bruto mensual que recibirá cada puesto. Se ha establecido en función de la complejidad del puesto y el nivel de responsabilidad asignado.
- Costo Mensual: Es el costo total mensual que la organización debe asumir por cada puesto, incluyendo beneficios adicionales, cargas sociales y otros costos asociados.

7.4.1. Contabilización

El propósito de la sección de "Contabilización" es proporcionar un desglose detallado de los pagos y costos asociados a la estructura salarial del sistema de alerta temprana para incendios en zonas rurales. Esta tabla permite visualizar de manera clara y precisa los montos previstos para cada puesto, teniendo en cuenta no solo el salario base, sino también los aportes patronales, las provisiones para beneficios laborales (aguinaldo, prima, previsión indemnización) y el total de los pagos anuales previstos. La finalidad de este desglose es asegurar una planificación financiera adecuada, optimizando los recursos disponibles y garantizando la transparencia en la asignación de los fondos para la implementación y mantenimiento del sistema de alerta temprana.

Figura N° : Tabla de Contabilización

Puesto	Escala Salarial	+Aporte Patronal (17.21%)	12 Mensualidades	Provisiones: Aguinaldo Prima	Previsión: Indemnización	Total Pagos Previstos	Nº Puestos	TOTAL AÑO
Director Ejecutivo	15.000,00	17.581,50	210.978,00	30.000,00	15.000,00	255.978,00	1	255.978,00
Coordinador de Monitoreo Regional	12.000,00	14.065,20	168.782,40	24.000,00	12.000,00	204.782,40	2	409.564,80
Líder Local de Respuesta	9.500,00	11.134,95	133.619,40	19.000,00	9.500,00	162.119,40	3	486.358,20
Técnico de Monitoreo Ambiental	8.000,00	9.376,80	112.521,60	16.000,00	8.000,00	136.521,60	5	682.608,00
Técnico en Respuesta Inmediata	7.000,00	8.204,70	98.456,40	14.000,00	7.000,00	119.456,40	6	716.738,40
Voluntario (Operador)	3.000,00	3.516,30	42.195,60	6.000,00	3.000,00	51.195,60	20	1.023.912,00
Voluntario Local	2.000,00	2.344,20	28.130,40	4.000,00	2.000,00	34.130,40	50	1.706.520,00
TOTAL GENERAL ANUAL								5.281.679,40

Fuente: Elaboración Propia

- Puesto: Define el puesto específico dentro de la estructura organizacional del sistema de alerta temprana.
- Escala Salarial: Refleja el nivel jerárquico o salarial asignado al puesto, según la complejidad y responsabilidad de las tareas.
- + Aporte Patronal (17.21%): Representa el porcentaje que se debe añadir al salario base como aporte del empleador, de

acuerdo con las normativas laborales bolivianas.

- 12 Mensualidades: Se calcula el sueldo mensual multiplicado por 12 para reflejar el total anual que se pagará por concepto de salario básico.
- Provisiones: Aguinaldo Prima: Este campo incluye el aguinaldo (la remuneración adicional anual en diciembre) y la prima de antigüedad u otras primas de acuerdo con la ley.
- Previsión Indemnización: Representa el monto destinado a la indemnización por despido o terminación de contrato, según las normativas laborales.
- Total Pagos Previstos: La suma total de los pagos previstos por concepto de salario base, aporte patronal, aguinaldo, provisiones y previsión indemnización.
- Nro Puestos: La cantidad de vacantes o puestos disponibles para cada puesto en la tabla.
- TOTAL AÑO: La suma de todos los pagos previstos para un puesto en todo el año, considerando los sueldos mensuales, el aporte patronal, provisiones y otros pagos.

7.5 Costos de Mobiliario

El sistema de alerta temprana para incendios en zonas rurales alejadas requiere la adquisición de diversos muebles, equipos de oficina y otros enseres que garantizarán su funcionamiento óptimo. Esta sección detalla los elementos que se deben adquirir, los proveedores disponibles y las cotizaciones correspondientes, asegurando la disponibilidad de recursos adecuados para el sistema.

7.5.1 Diseño de Instalaciones

Para el funcionamiento eficiente del sistema de alerta temprana, se debe contar con instalaciones bien diseñadas, que contemplen áreas tanto para la gestión administrativa como para el monitoreo y respuesta ante emergencias. El diseño debe distribuir los espacios de acuerdo a las necesidades operativas y funcionales, favoreciendo la interacción fluida entre los diferentes equipos de trabajo.

Áreas de las instalaciones:

1. Oficinas Administrativas:

- Escritorios, sillas ergonómicas y sistemas de archivado para gestionar documentos operativos y administrativos.
- Áreas de trabajo para los comités de coordinación interinstitucional y los responsables de la planificación estratégica.

2. Centro de Monitoreo:

- Espacios equipados con computadoras, monitores de alta resolución y estaciones de trabajo, para el análisis de datos recolectados por los sensores de alerta temprana.
- Estaciones de trabajo para la recepción de datos en tiempo real y la coordinación de respuestas a emergencias.

3. Áreas Operativas y de Respuesta:

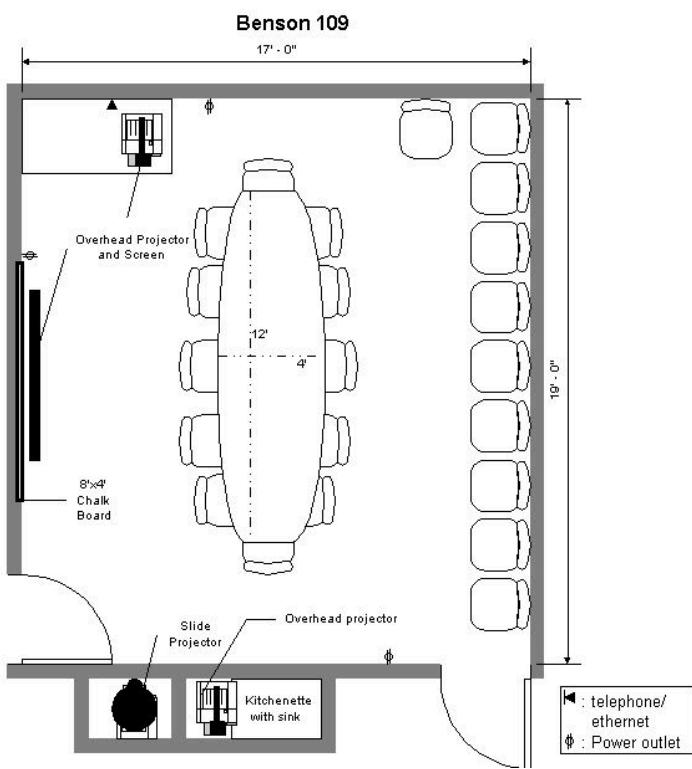
- Mesas de trabajo equipadas para el despliegue de equipos de emergencia.
- Sillas ergonómicas, equipos de telecomunicación y sistemas de gestión de emergencias para coordinar la respuesta en terreno.

4. Almacenamiento y Logística:

- Espacios adecuados para almacenar equipos de emergencia, herramientas, vehículos y materiales necesarios para las intervenciones.

Diagrama de Instalaciones: El diagrama a continuación muestra la distribución de las instalaciones, destacando los diferentes espacios necesarios para la operatividad del sistema de alerta temprana.

Figura N° : Diagrama de Instalaciones



Fuente: Elaboración Propia

7.5.2 Cotizaciones de Proveedores

Para asegurar que el sistema de alerta temprana funcione de manera eficiente, se debe proceder con la adquisición de mobiliario y equipos de oficina adecuados. A continuación, se presenta una tabla de cotizaciones proporcionadas por diferentes proveedores para satisfacer las necesidades de los diferentes centros de operación del sistema.

Figura N° : Tabla de Cotizaciones

Proveedor	Mobiliario	Especificación	Precio Referencial (USD)
Proveedora A	Escritorios de oficina	Madera resistente, con compartimentos	1750
Proveedora B	Sillas ergonómicas	Con ajuste de altura y soporte lumbar	840
Proveedora C	Archivos de oficina	Metal, capacidad de 5 cajones	1050
Proveedora D	Equipos de computación	Procesador i7, 16GB RAM, 1TB HDD, monitor 24"	4900
Proveedora E	Estaciones de trabajo	Con sillas, escritorios y sistemas de almacenamiento	2800
Proveedora F	Equipos de telecomunicación	Radios de comunicación de largo alcance	2100
Proveedora G	Mesas de trabajo para monito	Superficie anti-reflejo, soporte para equipos de monitoreo	2450
Proveedora H	Material de oficina (papel, bolígrafos, etc.)	Básico, suministros de oficina necesarios	560

Fuente: Elaboración Propia

7.5.3 Planificación de Adquisiciones

Para garantizar que los recursos estén disponibles a tiempo para el inicio de operaciones, es crucial realizar una planificación adecuada en cuanto a la adquisición de mobiliario y equipos. El proceso de adquisición debe considerar la selección de proveedores que ofrezcan los mejores precios, plazos de entrega y calidad de los productos.

Pasos en el proceso de adquisiciones:

1. Evaluación de Necesidades:
 - Determinar las necesidades específicas de cada área (oficinas administrativas, centro de monitoreo, áreas operativas, etc.).
 - Identificar los tipos de muebles y equipos requeridos para cada una de estas áreas, de acuerdo con las funciones.
2. Solicitud de Cotizaciones:
 - Solicitar cotizaciones de diferentes proveedores y compararlas en base a calidad, costo y plazos de entrega.
 - Asegurarse de que los proveedores seleccionados cumplan con los estándares establecidos.
3. Selección de Proveedores:

- Evaluar las cotizaciones de los proveedores en función de la calidad y el costo total de los productos.
- Seleccionar al proveedor más adecuado para cada tipo de mobiliario y equipo.

4. Formalización de la Compra:

- Establecer contratos con los proveedores seleccionados, especificando plazos de entrega, precios acordados y condiciones de pago.

5. Recepción y Distribución de los Bienes:

- Una vez recibidos los bienes, se distribuirán en las distintas instalaciones de acuerdo con el diseño y las necesidades operativas.

6. Instalación y Puesta en Marcha:

- El mobiliario y los equipos serán instalados y configurados en sus respectivos lugares. El personal será capacitado para el uso adecuado de los equipos, y se procederá a realizar una inspección para garantizar que todo esté en funcionamiento.

8. Inversiones y financiamiento

8.1. Inversión en activos fijos

8.1.1 Cuadro de inversiones programadas

TABLA : Cuadro de Inversiones Programadas

DETALLE	MONTO (\$)
ACTIVO FIJO	
Adecuaciones de Construcción	7.112,07
Vehículos	18.500,00
Maquinaria y Equipos	1.124.000,00
Herramientas y utensilios	859,00
Muebles y enseres	3.648,95
Imprevistos (5%)	57.706,00
TOTAL ACTIVO FIJO	1.211.826,02
ACTIVO INTANGIBLE	
Gastos de constitución	1.500,00
Gastos de capacitación	300,00
Imprevisto (3%)	54,00
TOTAL ACTIVO INTANGIBLE	1.854,00
ACTIVO CORRIENTE	
Materia prima y materiales	2.171.010,00
Efectivo en caja	125.142,56
TOTAL ACTIVO CORRIENTE	2.296.152,56
TOTAL INVERSIÓN	3.509.832,58

En la Tabla se detalla el Cuadro de inversiones programadas, donde se denotan los montos totales de Activo Fijo, Activo Intangible y Activo Corriente, con la suma de estos tres se obtiene el total de inversión del Proyecto.

En los Activos Fijos se tienen los Costos de Adecuaciones de Construcción del terreno que será alquilado, el costo del vehículo, costos de maquinaria y equipos, costos de herramientas y utensilios, costos de muebles y enseres, además de un costo de imprevistos que para el proyecto se consideró que sea un 4% de la suma de los demás costos. Se puede observar que la suma total de Activo Fijo llega a \$1.211.826,02.

En los Activos intangibles se tiene los Gastos de Constitución y Capacitación y un porcentaje de imprevistos del 3% de la suma de los gastos. Se puede observar que el total de Activo intangible es de 1854 \$.

En los Activos Corrientes se tienen los costos de materia prima y el efectivo en caja que se tiene. Se puede observar que la suma total de Activo Corriente es de \$2.296.152,56.

Con la sumatoria de los totales de activo fijo, activo intangible y activo corriente se tiene el total de inversión de \$3.509.832,58, que es el monto mínimo necesario para comenzar el proyecto.

8.1.2 Cuadro de inversiones para 4 meses

TABLA : Cuadro de inversión para 4 meses

DETALLE	PRIMER TRIMESTRE	SEGUNDO TRIMESTRE	TERCER TRIMESTRE	CUARTO TRIMESTRE	MONTO (\$)
ACTIVO FIJO					
Adecuaciones	2.844,83	2.133,62	1.066,81	1.066,81	7.112,07
Vehículos				18.500,00	18.500,00
Maquinaria y Equipos			562.000,00	562.000,00	1.124.000,00
Herramientas y utensilios			859,00		859,00
Muebles y enseres				3.648,95	3.648,95
Imprevistos (5%)	142,24	106,68	28.196,29	29.260,79	57.706,00
TOTAL ACTIVO FIJO	2.987,07	2.240,30	592.122,10	614.476,55	1.211.826,02
ACTIVO INTANGIBLE					
Gastos de constitución	1.500,00				1.500,00
Gastos de capacitación			300,00		300,00
Imprevisto (3%)	45,00		9,00		54,00
TOTAL ACTIVO INTANGIBLE	1.545,00	-	309,00	-	1.854,00
ACTIVO CORRIENTE					
Materia prima y materiales				2.171.010,00	2.171.010,00
Efectivo en caja				125.142,56	125.142,56
TOTAL ACTIVO CORRIENTE					2.296.152,56
TOTAL INVERSIÓN	4.532,07	2.240,30	592.431,10	614.476,55	3.509.832,58

fuente: elaboración propia

8.2. Depreciación de activos fijos

8.2.1 Cuadro de depreciaciones

TABLA : Cuadro de Depreciación

DETALLE DE ACTIVOS FIJOS	VALOR DE ADQUISICIÓN (VA)	VIDA ÚTIL (N)	DEPRECIACIÓN POR AÑO										VALOR RESIDUAL (VR)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ADECUACION PARA CONSTRUCCIONES	7.112,07	10	711,21	711,21	711,21	711,21	711,21	711,21	711,21	711,21	711,21	711,21	-
VEHICULOS	18.500,00	10	1.850,00	1.850,00	1.850,00	1.850,00	1.850,00	1.850,00	1.850,00	1.850,00	1.850,00	1.850,00	-
COMPRESOR DE AIRE	95.000,00	20	4.750,00	4.750,00	4.750,00	4.750,00	4.750,00	4.750,00	4.750,00	4.750,00	4.750,00	4.750,00	47.500,00
SECADOR DE AIRE	92.000,00	10	9.200,00	9.200,00	9.200,00	9.200,00	9.200,00	9.200,00	9.200,00	9.200,00	9.200,00	9.200,00	-
FILTRO DE AIRE	27.000,00	20	1.350,00	1.350,00	1.350,00	1.350,00	1.350,00	1.350,00	1.350,00	1.350,00	1.350,00	1.350,00	13.500,00
GENERADOR DE OXIGENO MEDICO	780.000,00	10	78.000,00	78.000,00	78.000,00	78.000,00	78.000,00	78.000,00	78.000,00	78.000,00	78.000,00	78.000,00	-
SISTEMAS DE CONTROL DE MATERIALES	50.000,00	15	3.333,33	3.333,33	3.333,33	3.333,33	3.333,33	3.333,33	3.333,33	3.333,33	3.333,33	3.333,33	16.666,67
TANQUES DE ALMACENAMIENTO	80.000,00	15	5.333,33	5.333,33	5.333,33	5.333,33	5.333,33	5.333,33	5.333,33	5.333,33	5.333,33	5.333,33	26.666,67
COMPUTADORA	2.500,00	5	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00	-
ESCRITORIO	369,65	10	36,97	36,97	36,97	36,97	36,97	36,97	36,97	36,97	36,97	36,97	-
SILLA DE OFICINA	275,00	10	27,50	27,50	27,50	27,50	27,50	27,50	27,50	27,50	27,50	27,50	-
ESTANTE DE MELAMINA	80,00	10	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	-
IMPRESORA	142,86	5	28,57	28,57	28,57	28,57	28,57	28,57	28,57	28,57	28,57	28,57	-
VENTILADORES	28,57	10	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	2,86	-
TELEFONO	72,00	10	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	-
ROUTER	180,87	10	18,09	18,09	18,09	18,09	18,09	18,09	18,09	18,09	18,09	18,09	-
kit DESTORNILLADOR	60,00	5	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	-
ALICATE	60,00	5	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	-
KIT LLAVES	84,00	5	16,80	16,80	16,80	16,80	16,80	16,80	16,80	16,80	16,80	16,80	-
TALADRO	100,00	5	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	-
BROCAS	335,00	5	67,00	67,00	67,00	67,00	67,00	67,00	67,00	67,00	67,00	67,00	-
TACHO DE BASURA	120,00	5	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	-
TEFLON	100,00	5	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	-
TOTAL DEPRECIACIÓN			105.328,85	105.328,85	105.328,85	105.328,85	105.328,85	104.628,48	104.628,48	104.628,48	104.628,48	104.628,48	104.333,33

En la tabla se pueden observar las depreciaciones tomando en cuenta desde el año 2024, que es el periodo 1 hasta el año 2033 que en este caso sería es el periodo 10, y en base a sumatorias se tienen las depreciaciones de cada periodo, estos dependiendo del valor de adquisición del ítem y de la vida útil del mismo, además del cálculo del valor residual total.

8.3. Amortización de activos diferidos

8.3.1 Cuadro de amortización de activo diferido en cuatro años

DETALLE DE ACTIVOS FIJOS	MONTO	AMORTIZACIÓN DIFERIDO			
		1	2	3	4
Activo Diferido	1.854,00	463,50	463,50	463,50	463,50
TOTAL DEPRECIACIÓN	1.854,00	463,50	463,50	463,50	463,50

En la tabla se observa las amortizaciones que son de activo diferido, que conforman el total de activo intangible de la tabla, este valor está dividido en 4 años.

8.3.2 Cuadro de amortización de deuda para 9 años

Para determinar el valor de las amortizaciones de todos los periodos es necesario calcular el Factor de recuperación de capital, para el cual se toma en cuenta una tasa de interés del 7% y el número de períodos.

$$FRC=((1+i)n*i(1+i)n-1)$$

$$FRC=((1+0.075)9*(1+0.075)9-1)$$

$$FRC=0.1568$$

Donde:

$$I = \text{Tasa de Interés} = 7.5\%$$

$$N= \text{número de períodos} = 9$$

$$FRC = \text{Factor de Recuperación de Capital}$$

TABLA : Cuadro Resumen de datos

i	7,5%
n	9
FRC	0,1568
P	2.105.899,55

fuente:elaboración propia

TABLA : Cuadro de Amortizaciones de Deuda para 9 años

AÑO	CAPITAL INICIAL	PAGO INTERES (r)	AMORTIZACIÓN DE CAPITAL (AK)	CUOTA (C)	CAPITAL FINAL (CF)
1	2.105.899,55	157.942,47	-\$172.193,42	-\$330.135,89	1.933.706,12
2	1.933.706,12	145.027,96	-\$185.107,93	-\$330.135,89	1.748.598,19
3	1.748.598,19	131.144,86	-\$198.991,03	-\$330.135,89	1.549.607,17
4	1.549.607,17	116.220,54	-\$213.915,35	-\$330.135,89	1.335.691,81
5	1.335.691,81	100.176,89	-\$229.959,00	-\$330.135,89	1.105.732,81
6	1.105.732,81	82.929,96	-\$247.205,93	-\$330.135,89	858.526,88
7	858.526,88	64.389,52	-\$265.746,37	-\$330.135,89	592.780,51
8	592.780,51	44.458,54	-\$285.677,35	-\$330.135,89	307.103,15
9	307.103,15	23.032,74	-\$307.103,15	-\$330.135,89	-

fuente:elaboración propia

En la tabla se pueden observar las amortizaciones de la proyección del proyecto en base al 60% del total de la inversión necesaria, y se determina el valor de las amortizaciones de 9.

En esta tabla muestra la proyección que se hizo del proyecto desde el año 2024 hasta el año 2032, también podemos notar el capital inicial que es de 2.105.899,55\$, el pago de interés, la amortización del capital (AK), la cuota C y el capital final.

8.4. Cuadro de costos

TABLA : Cuadro de Costos

AÑO 1 - 2024			
DETALLE	COSTO FIJO (CF)	COSTO VARIABLE (CV)	COSTO TOTAL
1.Costos desembolsables			2.459.180,67
1.1 Costos de Producción			2.239.855,80
Materia Prima y Materiales		2.171.010,00	2.171.010,00
Sueldos y salarios Personal Directo		68.845,80	68.845,80
1.2 Costos d Administración			41.462,16
Sueldos y Salarios Indirecto	19.025,76		19.025,76
Alquileres	14.400,00		14.400,00
Servicios Básicos	8.036,40		8.036,40
Material de Escritorio	184,60		184,60
1.3 Costos de Comercialización			19.920,24
Marketing		3.600,00	3.600,00
Sueldos y Salarios Personal Comer	16.320,24		16.320,24
1.4 Costos Financieros			157.942,47
Pago de Intereses	157.942,47		157.942,47
2. Costos No Desembolsables			105.792,35
Depreciación	105.328,85		105.328,85
Amortización de Activo Diferido	463,50		463,50
TOTAL COSTOS	321.701,82	2.243.455,80	2.564.973,02

fuente:elaboración propia

En esta tabla podemos observar el total de costos del año 2024, esta tabla también nos muestra el total de costo fijo que es 321.701,62\$, también tenemos el total del costo variable que es 2.179.170\$ y por último tenemos el Costo Total que es de 2.564.973,02\$.

TABLA : Cuadro de Costos

AÑO 2 - 2025			
DETALLE	COSTO FIJO (CF)	COSTO VARIABLE (CV)	COSTO TOTAL
1.Costos desembolsables			2.506.637,00
1.1 Costos de Producción			2.240.175,41
Materia Prima y Materiales		2.235.480,00	2.235.480,00
Sueldos y salarios Personal Directo		4.695,41	4.695,41
1.2 Costos d Administración			89.427,72
Sueldos y Salarios Indirecto	66.991,32		66.991,32
Alquileres	14.400,00		14.400,00
Servicios Básicos	8.036,40		8.036,40
Material de Escritorio	184,60		184,60
1.3 Costos de Comercialización			19.920,24
Marketing		3.600,00	3.600,00
Sueldos y Salarios Personal Comer	16.320,24		16.320,24
1.4 Costos Financieros			157.113,62
Pago de Intereses	157.113,62		157.113,62
2. Costos No Desembolsables			105.792,35
Depreciación	105.328,85		105.328,85
Amortización de Activo Diferido	463,50		463,50
TOTAL COSTOS	368.838,54	2.243.775,41	2.612.429,35

fuente:elaboración propia

En esta tabla podemos observar el total de costos del año 2025, esta tabla también nos muestra el total de costo fijo que es 368.838,54\$, también tenemos el total del costo variable que es 2.243.775,41\$ y por último tenemos el Costo Total que es de 2.612.429,35\$.

9. Evaluación

9.1. Estimar la Tasa de Descuento

- **Deuda inicial:** P=2,105,899.55
- **Tasa de interés de la deuda:** i=7.5%
- **Duración de la deuda:** n=9 años.
- **Flujos de inversión en activos :** 3,509,832.58

$$Tasa\ de\ descuento = Rd \times (1 - T)$$

Como no tenemos inversión propia esta sería la formula.

Rd=7.5% es la tasa de interés de la deuda

T: Supongamos una tasa impositiva estándar del 25%

Tasa de descuento= 7,5% * (1-25%)

Tasa de descuento= **5,625%**

9.2. Valor Actual Neto

VAN = Valor Actual Neto

i = Tasa de descuento o Costo de Oportunidad del Capital (COK)

C_n = Costos del periodo n (Flujo negativo) incluye la Inversión

B_n = Beneficios del periodo n (Flujo positivo)

F_n = Flujo de caja neto (Beneficios – Costos)

n = Número de período de actualización de los flujos

$$VAN = \sum_{n=0}^N \frac{B_n - C_n}{(1 + i)^n} = \sum_{n=0}^N \frac{F_n}{(1 + i)^n}$$

VAN= 7.847.760,28 \$

9.3. TASA INTERNA DE RETORNO TIR

- Es una tasa porcentual que indica la rentabilidad promedio anual que genera el capital que permanece invertido en el proyecto
- También se define como la tasa de descuento que hace que el VAN=0

$$VAN = \sum_{n=0}^N \frac{B_n - C_n}{(1 + i)^n} = \sum_{n=0}^N \frac{F_n}{(1 + i)^n}$$

VAN=34% COMO ES MÁS QUE LA TASA SE PUEDE DECIR QUE ES RENTABLE

9.4. VALOR ANUAL EQUIVALENTE

- VAE = Valor Anual Equivalente
- VAN = Valor Actual Neto
- i = Tasa de descuento o Costo de Oportunidad del Capital (COK)
- n = Número de período de capitalización de los flujos

$$VAE = VAN \frac{(1 + i)^n \cdot i}{(1 + i)^n - 1}$$

VAE= 1.134.497,086 \$

10. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad que se realizará a continuación nos ayudará a entender qué variables son más críticas y cómo pueden cambiar al variar otras variables involucradas en el desarrollo del proyecto:

10.1. Identificación de Variables Críticas

En este apartado, se describen las variables del proyecto que presentan mayor incertidumbre o impacto en los resultados económicos y operativos. Estas incluyen los costos iniciales de implementación, los gastos de operación y mantenimiento, la reducción de pérdidas económicas y ambientales por incendios, y la frecuencia de eventos de incendio. Se explicará por qué estas variables son determinantes para el análisis.

- Área afectada por incendios producidos en 2024
aproximadamente: 9.8 millones de hectáreas

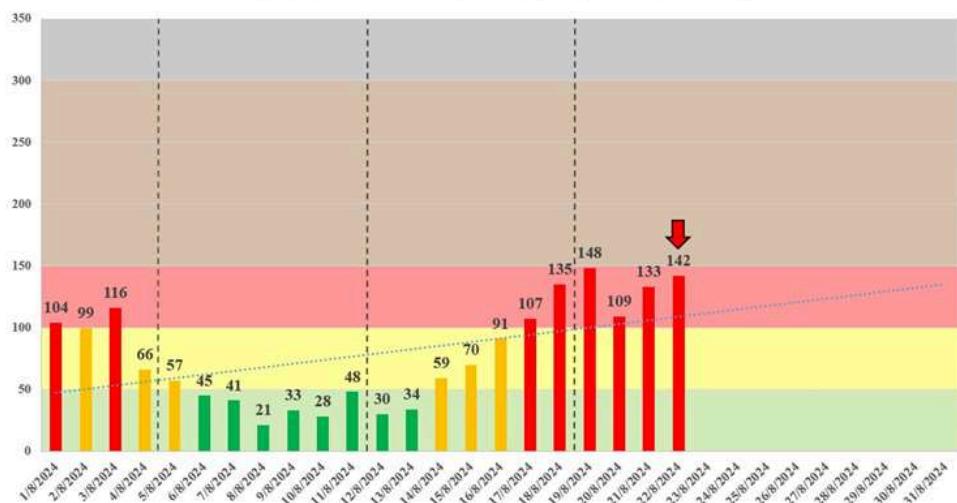
- Costo por hectárea quemada: 100 - 300 USD
(considerando la pérdida de flora y fauna. El costo podría elevarse si se trata de hectárea con presencia de especies en peligro de extinción)
- Costo de implementación del sistema de alerta(sensores, equipo de monitoreo, etc)
- Costo de operación: Aproximadamente 50000 (costo consumo energético, mantenimiento y monitoreo)
- Reducción de pérdidas por respuesta temprana
(aproximadamente con una respuesta temprana a emergencias se puede reducir los costos de daño en un 30%-50%)

Considerando estas variables es que se realizará el análisis de sensibilidad planteado en distintos escenarios, sin embargo se quiere dejar en claro que se podrían involucrar más costos generados por los incendios no controlados, como el impacto en la salud de la gente que vive en regiones cercanas al área, pudiendo generar problemas respiratorios, a consecuencia de la calidad del aire que ha sido afectada por los incendios.

FIGURA: Cuadro de Costos



INDICE DE LA CALIDAD DEL AIRE (ICA) – AGOSTO 2024



Fuente: Área de Monitoreo del Aire y Gases Vehiculares – Secretaría Municipal de Medio Ambiente

Actualización: 07:00 Hrs. 22-Ago-2024

* Valores de ICA obtenidos del monitoreo de partículas menores a 2.5 micrómetros (PM2.5)

Fuente: Área de monitoreo del Aire y Casos Vehiculares

Y también consideramos necesario considerar que mientras más tardía sea la alerta, los costos y pérdidas irán escalando, ya que para

intentar controlar los focos de fuego que para entonces ya serán muy agresivos y se precisará de una logística más costosa.

FIGURA: Cuadro de Costos



Fuente:Página web del Gobierno Autónomo Departamental Santa Cruz

Como se puede observar, ya se venía alertando por parte de pobladores y comunarios aledaños a algunos campos verdes, desde la fecha de 28/03

FIGURA: Cuadro de Costos

La Paz, 7 de septiembre de 2023 (ANF).- La Gobernación de Santa Cruz declaró este jueves alerta roja por los incendios forestales que afectan a esa región.

"Se activa la alerta roja a nivel departamental por incendios forestales de interfase", detalló Pablo Sauto secretario de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente.

Fuente:Página web de Agencia de Noticias Fides

La alerta roja a penas estaba siendo declarada casi 6 meses después, por lo que es preciso tener una sistema de alerta temprana que tenga la visibilidad para evitar sucesos trágicos.

10.1. Identificación de Variables Críticas

Aquí se detallan los escenarios planteados para el análisis de sensibilidad:

- **Escenario Optimista**
 - Área afectada: 5 millones de hectáreas.
 - Costo por hectárea afectada: \$60.
 - Reducción de pérdidas: 50%.
 - Implementación del sistema: 1,500,000 USD.
 - Resultado:

En un escenario utópico se plantea que el avance de los focos de fuego será lento, además de que se tendrá una acción casi inmediata ante las alertas.

- **Escenario Pesimista**

- Área afectada: 10 millones de hectáreas.
- Costo por hectárea afectada: \$300.
- Reducción de pérdidas: 30%.
- Implementación del sistema: 3,000,000 USD.
- Resultado:

En este escenario extremista se plantea que las alertas del sistema no serían atendidas por ninguna autoridad a cargo, además de que las hectáreas afectadas presenten

- **Escenario Base**

- Área afectada: 7.5 millones de hectáreas.
- Costo por hectárea afectada: \$90.
- Reducción de pérdidas: 40%.
- Implementación del sistema: 2,000,000 USD.
- Resultado:

10.2. Análisis Gráfico

10.3. Categorización de variables:

Variables críticas:

Área afectada por incendios: Determina el alcance del impacto económico y ambiental.

Costo por hectárea afectada: Refleja la magnitud de las pérdidas económicas directas.

Reducción de pérdidas (%): Mide la efectividad del sistema para minimizar el daño.

Variables dependientes:

Costo total daños: Depende del área afectada y el costo por hectárea.

Pérdidas evitadas: Relacionadas con la reducción de pérdidas y el costo total daños.

Ganancia neta: Depende de las pérdidas evitadas y el costo del sistema.

11. Conclusiones y recomendaciones