

ESCUELA DE POSGRADO NEWMAN

MAESTRÍA EN
GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN



“Propuesta de mejora en el uso de imágenes satelitales para mitigar la salinidad en zonas agrícolas de la región Ica: caso TECNONAVAL”

**Trabajo de Investigación
para optar el Grado a Nombre de la Nación de:**

Maestro en
Gestión de Tecnologías de la Información

Autores:

Bach. Mitma Ramirez, Carlos Andres

Docente Guía:

Dr. Espinoza Villalobos, Luis Enrique

TACNA – PERÚ

2023

RptSim5_Tesis_MitmaC

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

“El texto final, datos, expresiones, opiniones y apreciaciones contenidas en este trabajo son de exclusiva responsabilidad del (los) autor (es)”

Índice general

RESUMEN.....	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN.....	8
CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	11
1.1. Título del tema	11
1.2. Planteamiento del problema	11
1.3. Objetivos de la Investigación	14
1.3.1. Objetivo General.....	14
1.3.2. Objetivos Específicos	14
1.4. Metodología	14
1.5. Justificación	17
1.6. Definiciones	19
1.7. Alcances y Limitaciones.....	19
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	22
2.1. Conceptualización de las variables o tópicos clave	22
2.1.1. Uso de imágenes satelitales.....	22
2.2. Importancia de las variables o tópico clave.....	37
2.3. Análisis comparativo	39
2.4. Análisis crítico	41
CAPÍTULO III MARCO REFERENCIAL	42
3.1. Reseña histórica	42
3.2. Filosofía organizacional	43
3.3. Diseño organizacional.....	44
3.4. Productos y/o servicios	47
3.5. Diagnostico organizacional	48
CAPÍTULO IV RESULTADOS	52
4.1. Diagnóstico	52
4.1.1. Resultados de la entrevista	52
4.1.2. Diagrama de casusa y efecto	54
4.1.3. Análisis de Pareto.....	58
4.2. Diseño de mejora	60
4.2.1. Componentes de las acciones correctivas	65
4.3. Mecanismo de control	73

CONCLUSIONES.....	85
RECOMENDACIONES	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
ANEXOS.....	94

Índice de tablas

Tabla 1 Análisis FODA	49
Tabla 2 Análisis de pareto.....	58
Tabla 3 Matriz de acciones correctivas	61
Tabla 4 Formato de capacitación de usuarios finales	69
Tabla 5 Cronograma de actividades y seguimiento a la propuesta de mejora.....	80
Tabla 6 Costo anual	82
Tabla 7 Beneficios anuales	83

Índice de figuras

Figura 1 Tierras con salinidad.....	43
Figura 2 Estructura organizacional	45
Figura 3 Diagrama de causa - efecto.....	55
Figura 4 Diagrama de Pareto.....	59
Figura 5 Organigrama de desarrollo de algoritmos de procesamiento	66
Figura 6 Flujograma de integración de datos y tecnologías.....	68
Figura 7 Flujograma de servicio de consultoría personalizada.....	71

Índice de anexos

Anexo 1 Hoja de verificación.....	95
Anexo 2 Entrevista	96

RESUMEN

El objetivo principal de este estudio fue proponer una mejora para abordar el problema de la salinidad en las zonas agrícolas de la región Ica, específicamente mediante el uso optimizado de imágenes satelitales por parte de la empresa TECNONAVAL. Se llevó a cabo un diagnóstico exhaustivo de la situación actual de TECNONAVAL en relación con su capacidad para mitigar la salinidad en la agricultura mediante imágenes satelitales. Se utilizó un enfoque basado en diagramas de causa y efecto (Ishikawa) y un análisis de Pareto para identificar y priorizar las áreas críticas que requerían atención. A partir de este diagnóstico, se diseñó una propuesta de mejora que se desglosó en cuatro componentes clave: adquisición de datos satelitales avanzados, desarrollo de algoritmos de procesamiento, integración de datos geoespaciales y capacitación de usuarios finales. Los resultados revelaron que TECNONAVAL contaba con recursos tecnológicos y experiencia que podían aprovecharse mejor para abordar la salinidad en la agricultura. Se identificaron desafíos en recursos humanos, tecnológicos, procesos internos y comunicación con los agricultores. La propuesta de mejora se centró en mejorar la calidad de los datos satelitales adquiridos, desarrollar algoritmos personalizados para la detección de salinidad, integrar tecnologías geoespaciales y capacitar a los agricultores en el uso efectivo de estos datos. En conclusión, la propuesta de mejora presentada tuvo como objetivo fortalecer la capacidad de TECNONAVAL para gestionar la salinidad en la agricultura de la región Ica. Esta propuesta busca contribuir a una agricultura más sostenible y productiva en la región Ica.

Palabra clave: Salinidad de suelos, imágenes de satelitales, capacitación, agricultores.

ABSTRACT

The main objective of this study was to propose an improvement to address the problem of salinity in agricultural areas of the Ica region, specifically through the optimized use of satellite imagery by the company TECNONAVAL. A comprehensive diagnosis of TECNONAVAL's current situation regarding its capacity to mitigate salinity in agriculture was carried out using satellite imagery. An approach based on cause and effect diagrams (Ishikawa) and a Pareto analysis was used to identify and prioritize critical areas requiring attention. Based on this diagnosis, an improvement proposal was designed that was broken down into four key components: advanced satellite data acquisition, processing algorithm development, geospatial data integration, and end-user training. The results revealed that TECNONAVAL had technological resources and expertise that could be better leveraged to address salinity in agriculture. Challenges were identified in human resources, technology, internal processes and communication with farmers. The improvement proposal focused on improving the quality of the acquired satellite data, developing customized algorithms for salinity detection, integrating geospatial technologies, and training farmers in the effective use of these data. In conclusion, the improvement proposal presented aimed to strengthen TECNONAVAL's capacity to manage salinity in agriculture in the Ica region. This proposal seeks to contribute to a more sustainable and productive agriculture in the Ica region.

Keyword: Soil salinity, satellite images, training, farmers.

INTRODUCCIÓN

La problemática de la salinización de los suelos se ha vuelto de vital importancia en el contexto nacional. Este fenómeno, con su intensidad acentuada en las regiones costeras y valles del Perú, ejerce un impacto considerable sobre los proyectos de riego y la agricultura en general. La consecuencia más evidente es la restricción del desarrollo de actividades agrícolas y recreativas, llevando a una degradación del suelo que provoca que los agricultores abandonen sus tierras, generando pérdidas económicas significativas para los habitantes de la región de Ica.

Ica, una provincia ubicada en el sur de Perú, enfrenta esta problemática en su distrito homónimo. Este distrito, además de ser la capital de la región, ha experimentado un crecimiento económico considerable y se caracteriza por su clima desértico cálido, con altas temperaturas durante la mayor parte del año y precipitaciones escasas. La economía local se apoya en la agricultura y la agroindustria, siendo posible el riego de cultivos como uvas, espárragos y algodón gracias al río Ica. A pesar de su riqueza agrícola, el distrito enfrenta desafíos importantes vinculados a la salinidad del suelo, especialmente pronunciados en ciertos sectores. La presencia de suelos salinos con altos niveles de sales solubles afecta negativamente la producción agrícola y limita algunas actividades económicas.

La salinización del suelo en Ica se origina por diversas causas, como el uso excesivo de fertilizantes y la carencia de sistemas adecuados de drenaje y manejo del agua. Esta problemática deteriora la calidad del suelo y reduce la productividad de los cultivos, generando pérdidas económicas para los agricultores y afectando la calidad de vida de la población local. De acuerdo con especialistas del Ministerio del Ambiente, la salinización del suelo se manifiesta principalmente en las costas peruanas, siendo la costa norte la más afectada. En la sierra, esta problemática se

relaciona en gran medida con una gestión inadecuada del agua, mientras que en la selva está ligada a la deforestación, que convierte los suelos en terrenos desérticos debido al exceso de sal. En este contexto, el distrito de Ica también enfrenta el desafío de la salinización del suelo.

El presente proyecto de investigación desempeñará un rol fundamental al proporcionar información precisa y actualizada acerca de las áreas afectadas por el exceso de sal en el suelo, a través de la creación de mapas de salinidad. Estos mapas no solo serán herramientas valiosas para impulsar futuras investigaciones científicas, sino que también despertarán un mayor interés en esta novedosa metodología de recolección de datos. La investigación será un recurso confiable y actualizado sobre las áreas que enfrentan el desafío de la salinización del suelo. Los mapas de salinidad que se generen como resultado de este proyecto permitirán una identificación precisa y detallada de las zonas afectadas, facilitando la toma de decisiones informadas para abordar este problema. Proporcionando una base sólida de información acerca de la distribución y extensión de los suelos con exceso de sal, se estimularán más investigaciones científicas en esta área, lo que abrirá nuevas oportunidades para explorar enfoques y estrategias que mitiguen los efectos de la salinización y mejoren la productividad agrícola y el bienestar ambiental en estas regiones.

El contenido de esta tesis se estructura en varios capítulos, cada uno abordando aspectos específicos del estudio:

Capítulo 1: Este capítulo comprenderá el planteamiento del problema, los objetivos, la metodología, la justificación, las definiciones, el alcance y las limitaciones del estudio.

Capítulo 2: Este capítulo explorará el marco teórico relacionado con la salinización del suelo, incluyendo investigaciones previas, teorías y conceptos clave.

Capítulo 3: Este capítulo ofrecerá una reseña histórica, explorará la filosofía organizacional, el diseño organizacional, los productos y servicios, el diagnóstico organizacional y sectorial.

Capítulo 4: En este capítulo se presentarán y analizarán los resultados obtenidos a partir del análisis de imágenes satelitales y la creación de mapas de salinidad.

Capítulo 5: Las conclusiones derivadas de los resultados serán presentadas en este capítulo, junto con las recomendaciones para futuras investigaciones y acciones a tomar para abordar la problemática de la salinidad del suelo.

Finalmente, se presentarán la bibliografía y los anexos que respaldan el contenido de la tesis.

CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

1.1. Título del tema

“Propuesta de mejora en el uso de imágenes satelitales para mitigar la salinidad en zonas agrícolas de la región Ica: Caso TECNONAVAL”

1.2. Planteamiento del problema

A nivel global, la salinidad es un problema que aqueja la calidad de los suelos agrícolas, generalmente en zonas áridas que suelen cambiar debido al cambio climático, bajas precipitaciones, uso inadecuado de las aguas de riego y fertilizantes. Los terrenos salinos afectan a la germinación de las plantaciones y al propio suelo, en la primera genera una difícil absorción del agua, mayor toxicidad y alteraciones en su proceso fisiológico, lo cual afecta a su crecimiento y producción; por lo tanto, se pone en riesgo la sostenibilidad de los cultivos (Ramírez et al., 2017).

Además, en los terrenos salinos existen elevadas concentraciones de sales solubles, que definitivamente aumentan el potencial osmótico de la solución del propio terreno, y generando estrés fisiológico en las plantaciones (Terrazas, 2018).

La situación de salinización en el Perú se presenta mayormente en las regiones áridas costeras desde los años 70 y 80, sin embargo, en la actualidad no se cuenta con información actualizada sobre la cantidad de suelos afectados por salinización, la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) estimó que hay cerca de 300 mil hectáreas con problemas de drenaje y salinización a lo amplio de la zona costera (Hurtado Delgado, 2019). Asimismo, el Instituto Nacional de Desarrollo (INADE), afirma que desde los años 70 las costas del Perú contaban con un aproximado de 1 millón de hectáreas para riego, donde 750 mil hectáreas eran de

cultivos, las cuales 300 mil hectáreas tienen problemas de salinidad (Moscol Soto, 2018).

El 17 por ciento del total de la superficie agrícola global cuenta con irrigación, y en estos terrenos se produce el 40% de los alimentos del planeta. Cabe indicar que la salinización viene disminuyendo la superficie irrigada entre 1% y 2% anual, con mayor intensidad en las regiones áridas y semiáridas, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria. Particularmente, la región de América Latina y el Caribe es una de las más ricas del mundo en términos de recursos naturales, posee el 23% de las tierras potencialmente cultivables, el 12% de las tierras actualmente cultivadas y el 46% de los bosques tropicales del mundo. Sin embargo, las tres amenazas más importantes son la erosión, la pérdida de carbono orgánico y la salinización (FAO, 2015).

La situación de salinización en el Perú se presenta mayormente en las regiones áridas costeras desde los años 70 y 80, sin embargo, en la actualidad no se cuenta con información actualizada sobre la cantidad de suelos afectados por salinización, la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) estimó que hay cerca de 300 mil hectáreas con problemas de drenaje y salinización a lo amplio de la zona costera. Asimismo, el Instituto Nacional de Desarrollo (INADE), afirma que desde los años 70 las costas del Perú contaban con un aproximado de 1 millón de hectáreas para riego, donde 750 mil hectáreas eran de cultivos, las cuales 300 mil hectáreas tienen problemas de salinidad (Aimituma, Llanqui, & Fernández, 2022).

Actualmente, el tema de salinidad no es ajeno a la realidad nacional, este problema viene destacando en la costa peruana en zonas áridas y semiáridas, en lugares con períodos de sequía como en lugares templados, secos y trópicos secos. Se ha presentado ante el congreso del Perú el proyecto de Ley N° 7786-2020-CR (2021), "Proyecto de Ley que declara de interés Nacional y Necesidad Pública la

prevención de la Salinización del Suelo Agrícola”, que tiene por objeto proteger la seguridad alimentaria nacional, en este proyecto se menciona que uno de los temas relacionados a la salinidad es el mal manejo de drenaje. Por otra parte, no existe mucha información sobre salinidad en lugares altoandinos del Perú, según información recopilada este problema se centra más en la zona costera especialmente en los valles del norte en donde predomina la siembra de arroz.

La persistencia de la salinidad en las zonas agrícolas de la región Ica podría resultar en efectos devastadores. La productividad agrícola se vería severamente comprometida debido a la disminución en el crecimiento y rendimiento de los cultivos. La seguridad alimentaria de la población local y, en última instancia, la economía regional estaría amenazadas. La reducción de la superficie cultivable podría contribuir a la deforestación y la expansión de las áreas agrícolas, exacerbando los problemas medioambientales.

La necesidad de este estudio propone como una respuesta concreta para abordar la problemática de la salinidad en las zonas agrícolas de la región Ica. La propuesta de TECNONAVAL se posiciona como una solución integral y específica para este problema. A través de técnicas avanzadas de procesamiento de imágenes satelitales, se pretende identificar las áreas agrícolas afectadas por la salinidad y desarrollar un modelo analítico preciso. Este modelo no solo cuantificará los niveles de salinidad en el suelo de manera eficiente, sino que también establecerá un sistema de monitoreo continuo. La implementación de esta metodología proporcionará a los agricultores y a los encargados de tomar decisiones información detallada y en tiempo real. Esta información se convertirá en la base sobre la cual se podrán diseñar y aplicar estrategias de mitigación y manejo sostenible de la salinidad. Así, se garantizará la preservación de la productividad agrícola y, en última instancia, se asegurará la

seguridad alimentaria en toda la región. Por lo que, el estudio no solo identifica áreas afectadas por la salinidad, sino que también proporciona datos fundamentales para la implementación de soluciones prácticas y duraderas, convirtiéndose así en un recurso esencial para la agricultura de la región Ica.

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

- Elaborar una propuesta de mejora para mitigar la salinidad en las zonas agrícolas de la región Ica mediante el procesamiento de imágenes satelitales.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de los parámetros aplicados al estudio de los suelos salinos de la región de Ica.
- Desarrollar la propuesta de mejora para el procesamiento de imágenes satelitales que permita la detección precisa de áreas afectadas por la salinidad
- Establecer mecanismo de control para monitorear la eficacia en la gestión del procesamiento de imágenes satelitales

1.4. Metodología

Con el propósito de comprender y abordar la propuesta de mejora para la gestión de la empresa TECNONAVAL, se presenta a continuación la descripción detallada de la metodología que se seguirá. En el contexto de esta propuesta, se delinearán la metodología específica para llevar a cabo el diagnóstico, desarrollar el plan de acción y establecer los mecanismos de control.

Diagnóstico:

En la etapa de diagnóstico, se emplearán técnicas cualitativas, como entrevistas semiestructuradas con el responsable del equipo técnico de TECNONAVAL, para comprender en detalle los procesos actuales de procesamiento de imágenes satelitales y para identificar áreas problemáticas. Además, se utilizarán hojas de verificación para recopilar datos cualitativos sobre la gestión en el uso del procesamiento de imágenes satelitales. Se implementarán herramientas como el Diagrama de Pareto, basado en los datos recopilados en la hoja de verificación y entrevistas, y el Diagrama de Causa y Efecto (Ishikawa) para visualizar las relaciones entre las posibles causas de los problemas en la gestión de la empresa.

Plan de acción:

En el plan de acción, se utilizará la información recopilada durante el diagnóstico para desarrollar acciones específicas de mejora. En primer lugar, se seguirán pasos específicos, comenzando con una investigación detallada de “proveedores de datos satelitales”, TECNONAVAL llevará a cabo una meticulosa revisión del mercado, priorizando aquellos proveedores reconocidos por ofrecer imágenes de alta resolución y una frecuencia de revisita adecuada. Este proceso incluirá la evaluación de la calidad y disponibilidad de datos mediante contactos directos con proveedores potenciales, asegurando así una selección fundamentada y alineada con los objetivos de la propuesta de mejora.

En la siguiente etapa, “Acuerdos Estratégicos con Proveedores”, TECNONAVAL se compromete a negociar con los proveedores seleccionados para la adquisición de datos avanzados. La formalización de estos acuerdos contractuales será una etapa clave, abordando aspectos como costos, términos de revisita y otras condiciones relevantes. La transparencia y claridad en estos acuerdos garantizarán una colaboración efectiva y sostenible.

En lo que respecta al “Desarrollo de Algoritmos Personalizados”, TECNONAVAL asignará recursos significativos para la formación y contratación de expertos en procesamiento de imágenes satelitales. La creación de un equipo multidisciplinario con roles y responsabilidades claramente definidos será esencial. Este equipo se centrará en el diseño y refinamiento de algoritmos personalizados, asegurando su efectividad en la detección precisa de áreas afectadas por la salinidad en las zonas agrícolas identificadas.

En la fase de “Integración de Datos y Tecnologías Geoespaciales”, TECNONAVAL llevará a cabo una evaluación exhaustiva de tecnologías SIG disponibles en el mercado. La selección de tecnologías se basará en su capacidad para integrarse de manera eficiente con datos satelitales. Además, se establecerá un proceso detallado de integración de datos y tecnologías geoespaciales, diseñando un flujo de trabajo que optimice la colaboración entre estos sistemas.

Mecanismos de control:

Para los mecanismos de control, se desarrollarán indicadores clave de desempeño y se establecerán formatos específicos para su implementación. Estos formatos incluirán registros de cobertura de datos satelitales, evaluación de precisión del algoritmo, tasa de adopción de prácticas agrícolas, encuestas de satisfacción, auditorías internas y revisión tecnológica. Cada uno de estos formatos será diseñado para evaluar aspectos clave de la implementación y el impacto de las mejoras propuestas. Para lograrlo, se propone que, en el seguimiento continuo, se establecerá un sistema para evaluar la eficacia de la mejora, incluyendo la evaluación de niveles de salinidad en las zonas agrícolas, la frecuencia de revisita de imágenes satelitales y la comparación de datos actuales con datos históricos.

Para las acciones correctivas y retroalimentación, se implementarán medidas basadas en los resultados del seguimiento continuo y auditorías internas. Se recopilarán comentarios y opiniones de los agricultores para identificar áreas de mejora y ajustar los servicios según sea necesario.

En cuanto a la actualización tecnológica, se llevará a cabo una evaluación de las últimas tecnologías en imágenes satelitales y SIG para garantizar que TECNONAVAL siga ofreciendo soluciones de vanguardia. La planificación y ejecución de actualizaciones tecnológicas se realizarán según sea necesario.

Finalmente, se acompañará cada fase con un cronograma detallado que incluirá la implementación de acciones específicas y la realización de seguimientos periódicos. Estas modificaciones buscan asegurar la congruencia de la metodología con los principios de una propuesta de mejora.

1.5. Justificación

Justificación teórica

Desde una perspectiva teórica, esta propuesta de mejora se basa en una sólida fundamentación teórica respaldada por una amplia literatura científica y conceptual que ha explorado a fondo el problema de la salinidad en suelos agrícolas a nivel tanto regional como global. La comunidad académica ha llegado a un consenso general sobre los impactos negativos de la salinidad en la agricultura y la imperante necesidad de abordar este problema de manera eficiente. La utilización de imágenes satelitales como herramienta para el monitoreo y gestión de la salinidad en la agricultura ha sido validada en la teoría agrícola y geoespacial, respaldada por numerosos estudios que han demostrado su eficacia. Asimismo, el enfoque en la mejora continua, arraigado en la teoría de la gestión de calidad total, desempeña un papel fundamental en garantizar la competitividad y sostenibilidad de las organizaciones.

Justificación metodológica

Desde un punto de vista metodológico, la propuesta se apoya en un enfoque riguroso que combina métodos cualitativos y cuantitativos para lograr una evaluación exhaustiva de la situación en TECNONAVAL y la Región Ica. La utilización de la hoja de verificación como técnica de recolección de datos permite recopilar información específica y detallada sobre el proceso de adquisición y uso de imágenes satelitales en la empresa. La hoja de verificación se utiliza como un instrumento para evaluar la eficacia de las acciones correctivas propuestas y para medir el progreso a lo largo del tiempo. Además, la aplicación de herramientas como el diagrama de Pareto y el diagrama de causa-efecto (Ishikawa) refuerza el enfoque metodológico. El diagrama de Pareto permite identificar y priorizar las causas principales que contribuyen al uso no óptimo de imágenes satelitales en TECNONAVAL. Esta metodología integral garantiza la efectividad de la propuesta de mejora y su capacidad para abordar los desafíos identificados en TECNONAVAL.

Justificación práctica

Desde una perspectiva práctica, esta propuesta se ajusta a las necesidades y objetivos de TECNONAVAL en el contexto de la región Ica. La empresa se encuentra en una posición estratégica para abordar el problema de la salinidad en la agricultura, y la propuesta se alinea directamente con la mejora de sus servicios para mantener su competitividad en el mercado. Además, la aplicación de estas mejoras puede tener un impacto positivo directo en los agricultores de la región, al ayudarles a gestionar la salinidad de manera más efectiva y, por lo tanto, aumentar su productividad y sus ingresos agrícolas. La sostenibilidad empresarial también se considera fundamental, y la implementación de sistemas de control garantizará que TECNONAVAL continúe

brindando servicios de calidad a largo plazo, lo que es beneficioso tanto para la empresa como para la comunidad agrícola de la región Ica.

1.6. Definiciones

Contenido de sal: El contenido de sal en el suelo es el resultado de la evaporación, la lluvia, el desmonte de la vegetación, la infiltración del suelo y el riego (Firman, Wikantika, Budi , & Kondoh, 2020).

pH: El pH es un término químico utilizado para describir la condición de acidez, neutralidad y alcalinidad en una solución. Los términos acidez, neutralidad y alcalinidad se basan en el rango de valores de 0 a 6, 7 y 8 a 14, respectivamente (Firman, Wikantika, Budi , & Kondoh, 2020).

Salinización: La salinización del suelo es un proceso en el que aumenta la cantidad de sal soluble en el suelo, y es uno de los principales riesgos de degradación de la tierra que afecta a la salud del suelo, el contenido de nutrientes y la diversidad de especies (Han, y otros, 2022).

Teledetección: Es una técnica que se puede usar para obtener información espacial y temporal sobre la salinidad del suelo. Esta técnica implica obtener imágenes de sensores satelitales de teledetección o sensores de vehículos aéreos no tripulados con varios anchos de banda y rango, como multiespectrales e hiperespectrales, luego y luego utilizar métodos de modelado matemático o algoritmos de clasificación para establecer una buena relación cartográfica entre la salinidad del suelo medida y las señales de banda de la imagen para obtener la distribución espacial y temporal de la salinidad (Han, y otros, 2022).

1.7. Alcances y Limitaciones

El alcance de la presente investigación abarca la provincia de Chincha, ubicada en la Región Ica, Perú. Se centrará en el análisis de la salinidad en zonas agrícolas dentro

de esta provincia específica. La investigación se enfocará en la aplicación de tecnología de procesamiento de imágenes satelitales para la identificación y gestión de la salinidad en el suelo en esta área geográfica. Además, el estudio también abordará la creación de un modelo analítico para predecir y controlar los niveles de salinidad en el suelo agrícola de la provincia de Chincha.

En cuanto a la limitación geográfica, la investigación se circunscribe únicamente a la provincia de Chincha en la Región Ica, lo que podría limitar la generalización de los resultados a otras áreas geográficas con diferentes condiciones de suelo y clima.

Limitación de Escala: Dado que la investigación se enfoca en una provincia específica, los resultados pueden no ser aplicables a una escala más amplia, como toda la región Ica u otras regiones agrícolas.

Respecto a la disponibilidad de Datos, la investigación depende de la disponibilidad de datos satelitales y de otro tipo, lo que podría limitar la precisión y amplitud de los análisis realizados.

En cuanto a los factores externos, la salinidad en el suelo puede ser influenciada por varios factores, como cambios climáticos y prácticas agrícolas, que podrían no ser completamente controlados en el alcance de la investigación.

El modelo analítico este trabajo de investigación se limita a la creación del modelo analítico para predecir y controlar los niveles de salinidad que puede estar sujeta a la calidad de los datos disponibles y a la asunción de ciertas condiciones que podrían afectar su precisión.

Limitaciones Tecnológicas: La efectividad de la tecnología de procesamiento de imágenes satelitales podría estar sujeta a limitaciones técnicas, como la resolución de las imágenes y la disponibilidad de herramientas de análisis.

Variables no Consideradas en esta investigación se limita dado que se centra en la salinidad del suelo, la investigación podría no tener en cuenta otras variables que también afectan la productividad agrícola, como los niveles de nutrientes en el suelo. Finalmente, los aspectos socioeconómicos en esta investigación pueden no abordar completamente los aspectos socioeconómicos relacionados con la gestión de la salinidad en la agricultura.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Conceptualización de las variables o tópicos clave

2.1.1. Uso de imágenes satelitales

La salinidad del suelo es una medida de la concentración de todas las sales solubles en el agua del suelo, y suele expresarse como conductividad eléctrica (CE). Las principales sales minerales solubles son los cationes: sodio (Na^+), calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), potasio (K^+) y los aniones: cloruro (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}), bicarbonato (HCO_3^-), carbonato (CO_3^{2-}) y nitrato (NO_3^-). El agua del suelo hipersalina también puede contener boro (B), selenio (Se), estroncio (Sr), litio (Li), sílice (Si), rubidio (Rb), flúor (F), molibdeno (Mo), manganeso (Mn), bario (Ba) y aluminio (Al), algunos de los cuales pueden ser tóxicos para plantas y animales (Shahid, y otros, 2018).

Frecuentemente, la evaluación de la salinidad del suelo se realiza a través de costosas y demoradas pruebas de laboratorio. En este contexto, el empleo de la teledetección emerge como una alternativa más viable. Esta innovadora técnica, con un alto potencial para la adquisición de información del suelo, ha sido empleada para detectar la salinidad en el suelo tanto en dimensiones espaciales como temporales (García, González, Villazón, & Rodríguez, 2021).

La salinidad excesiva del suelo afecta a la estructura del suelo, reduce la permeabilidad, etc., y también afecta a la germinación de las semillas de los cultivos, dificulta la absorción de agua por los cultivos y coarta el crecimiento sano de los cultivos, lo que provoca una reducción del rendimiento alimentario y pone en peligro la seguridad alimentaria (Han y otros, 2022).

La salinización del suelo, llega a representar una limitación importante para el desarrollo de una actividad normal agrícola, reduciendo y en muchas ocasiones

generando que se impida la producción respecto al cultivo, asimismo la excesiva concentración de sales solubles en el sodio es intercambiable en su complejo, siendo una problemática cuya razón necesita de una medida correctiva especial, y una vez que se rehabilite la tierra, debe someterse a la práctica respecto al manejo de forma adecuada (Ministerio de Agricultura, 1976).

La evaluación de salinidad en lugares de Ica se llevó a cabo en base al estudio de suelos a nivel de fase considerando en valor conductual eléctrico respecto a los extractos de saturación, la relación de absorción del sodio y las reacciones de los suelos pH (Ministerio de Agricultura, 1976).

Los datos iniciales obtenidos a través de sensores terrestres, embarcados en aeronaves o satélites suelen ser procesados para mejorar la capacidad de distinguir entre suelos salinos y no salinos, o entre diferentes niveles de salinidad. Se han empleado diversas técnicas de procesamiento de datos de teledetección en la investigación de la salinidad del suelo. Estas técnicas abarcan la selección de las bandas más adecuadas, el análisis de componentes principales, la aplicación de transformaciones como la transformación de Kauth-Thomas o la transformación de intensidad-matiz-saturación, la división entre bandas, la diferenciación de imágenes, el uso de técnicas de reconocimiento de patrones que involucran clasificadores de máxima verosimilitud, redes neuronales, árboles de decisión, desmezclado (sub-píxel) de elementos de la superficie, clasificación difusa y técnicas de inversión de retrodispersión de radar (Ponvert & Aldunce, Tecnologías Espaciales, desastres y agricultura en Iberoamérica (I), 2019).

La utilización de satélites tiene como objetivo mejorar la precisión de los datos y la eficacia de los centros encargados de prevenir, monitorear y mitigar desastres naturales. Es fundamental garantizar la adquisición de datos de forma sencilla y

puntual (Ponvert & Aldunce, Tecnologías Espaciales, desastres y agricultura en Iberoamérica (I), 2019).

El centro de procesamiento o equipo encargado de la gestión de desastres debe contar con personal capacitado, así como con el hardware y software necesarios para integrar la información auxiliar preexistente con los datos recién adquiridos mediante detección remota. Idealmente, debería disponer de una estación receptora, un área destinada al procesamiento de datos y utilizar algoritmos avanzados para analizar grandes conjuntos de datos en un período de tiempo breve. Los productos finales de información, como mapas temáticos y estadísticas, deben estar listos en un plazo de 2-3 horas después de recibir los datos del satélite (Ponvert & Aldunce, Tecnologías Espaciales, desastres y agricultura en Iberoamérica (I), 2019).

Los datos deben ser accesibles en cualquier momento, lo que significa que deben estar disponibles y operativos en diversas condiciones temporales. Esto implica la combinación de datos obtenidos a través de sistemas ópticos y radares. Cuando se enfrenta a la presencia de nubes que obstaculizan la adquisición de datos, la combinación de sistemas de radar SAR puede ofrecer la información necesaria en términos de la frecuencia con la que se obtienen los datos (Ponvert & Aldunce, Tecnologías Espaciales, desastres y agricultura en Iberoamérica (I), 2019).

Una imagen Satelital es una representación visual de la superficie terrestre capturada por un sensor (dispositivo) montado en un satélite, la cual puede ser utilizada para múltiples propósitos, entre ellos el de interpretar las características del territorio tales como la cobertura vegetal (Lopez, Fernández, & Lozada, 2008) . Por su parte Quirós (2011), manifiesta que toda imagen satelital contiene datos detallados de cada elemento respecto al terreno en el momento de la toma y que los éxitos de uso dependen de la característica y calidad respecto a cada elemento que se llega a

apreciar en la imagen, para su aplicación se llega a considerar las primordiales características:

- Patrón – Asociación: Relación de elementos y ordenamiento espacial
- Forma: línea o contorno respecto a la escala
- Sitio: Ubicación geográfica o topografía
- Tono - Textura: Color o brillo en frecuencia respecto a los cambios de tonalidad

Además, infiere que el proceso de toda imagen satelital se realiza bajo las plataformas del SIG y sirve para que se analice de forma cuantitativa todo patrón espectral en las imágenes como texturas, tonalidades, formas y otros medios de característica reflejado en valores sobre píxeles, que luego se asocian referidos valores (Quirós, 2011).

Teledetección y salinización de los suelos

La teledetección, también conocida como el sensoramiento remoto, consiste en el registro de datos a través de sensores instalados en satélites o aeronaves. Esta técnica es relevante en la gestión de riesgos naturales, ya que la mayoría de los fenómenos geológicos, hidrológicos y atmosféricos son procesos recurrentes que dejan rastros de eventos pasados. Al revelar la ubicación de eventos anteriores y distinguir las condiciones en las que podrían ocurrir, la teledetección permite la identificación de áreas propensas a eventos naturales. Como resultado, se pueden implementar medidas de planificación para mitigar el impacto social y económico de los desastres (Ponvert & Lau, 2018).

El uso de la teledetección aérea es valioso en la gestión de amenazas naturales, ya que permite identificar áreas prioritarias, confirmar la interpretación de datos a una escala pequeña y descubrir características que podrían ser demasiado pequeñas para ser captadas por imágenes satelitales. Entre los sistemas aéreos disponibles, los más

beneficiosos para la evaluación de amenazas naturales y la planificación del desarrollo integral incluyen fotografías aéreas, radares aéreos y escáneres térmicos infrarrojos. Cada uno de estos sistemas presenta sus ventajas y limitaciones (Ponvert & Lau, 2018):

- Las fotografías aéreas son similares a lo que percibe el ojo humano y pueden ser en blanco y negro (la opción más económica), en color convencional o en color infrarrojo. Su utilización está condicionada por la disponibilidad de luz y las condiciones climáticas, pero sus imágenes son más detalladas que las de un radar a la misma escala.
- Los radares aéreos, por otro lado, son sensores activos que emiten su propia radiación y generan imágenes en blanco y negro. Por lo general, requieren de personal especializado para su interpretación. Los radares pueden operar en cualquier momento y en cualquier condición climática, lo que les permite explorar un área con mayor velocidad y medir distancias con mayor precisión que las fotografías aéreas.
- Los “scanners” térmicos infrarrojos emplean un semiconductor sensible a la radiación térmica infrarroja del espectro para crear imágenes que representan las características térmicas del terreno. La capacidad de estas imágenes térmicas es excepcional, pero debido a que este sistema aéreo solo puede operar a altitudes bajas (por debajo de 3,000 metros), su cobertura es más limitada en comparación con los radares o las fotografías aéreas. Además, su método de registro de imágenes conlleva ciertas distorsiones inherentes en las imágenes resultantes.

Una de las aplicaciones más importantes de la teledetección en la agricultura es la posibilidad de reconocer, identificar y clasificar la vegetación. La vegetación muestra

diferentes grados de reflectancia según su estado fisiológico, entre cuyas causas está la salinidad del suelo, de aquí que se hayan desarrollado trabajos que estudian y determinan la salinidad del suelo mediante la teledetección y el procesamiento digital de las imágenes (Ponvert & Lau, 2018). El agua salina es común en áreas secas, y los suelos formados a partir de depósitos marinos químicamente desgastados, como la pizarra, a menudo presentan salinidad. Por lo general, los suelos salinos reciben sales transportadas por el agua desde otras regiones. La salinización es más común en terrenos irrigados debido a un deficiente control del agua, siendo la principal fuente de sales el agua subterránea o de superficie. La acumulación de sales ocurre por la inundación de tierras bajas, la evaporación en depresiones sin salida y el aumento del nivel freático. Este proceso reduce la fertilidad de los suelos y, en casos extremos, puede llevar a la pérdida total de la tierra para fines agrícolas. En ocasiones, las tierras abandonadas debido a problemas de salinidad pueden ser propensas a la erosión causada por el agua o el viento, convirtiéndose en zonas desérticas (Ponvert & Aldunce, 2019).

En este sentido la teledetección se define como el proceso de análisis de la energía reflejada por los objetos, es decir es una técnica que puede aportar una información muy valiosa para distintos campos de intervención de la Geografía. Permite visibilizar, entre otras aplicaciones, los distintos usos y ocupaciones del suelo, a nivel espacial y temporal, observando las transformaciones territoriales, posibles de ser plasmadas posteriormente en una carta temática elaborada en un entorno SIG (Botana & Fernández, 2019).

Según Schowengerdt (2007) la teledetección se define, para nuestros propósitos, como la medición de las propiedades del objeto en la superficie de la tierra utilizando datos adquiridos de aviones y satélites. Por lo tanto, es un intento de medir algunos a

distancia, en lugar de in situ. Como no estamos en contacto directo con el objeto de interés, debemos confiar en señales propagadas de algún tipo, por ejemplo, ópticas, acústicas o de microondas. Si bien los datos de detección remota pueden consistir en mediciones discretas, puntuales o un perfil a lo largo de una ruta de vuelo, aquí estamos más interesados en mediciones en una cuadrícula espacial bidimensional, es decir, imágenes. Los sistemas de teledetección, particularmente los desplegados en satélites, proporcionan una visión repetitiva y consistente de la tierra que es invaluable para monitorear los cambios a corto y largo plazo y el impacto de las actividades humanas (Schowengerdt, 2007).

Tecnología de la información geográfica (SIG)

En 1962, Tomlinson, reconocido como el "padre del SIG" mucho antes de que la percepción remota satelital se expandiera entre los usuarios civiles, tuvo la visión de emplear computadoras para el análisis espacial en el proyecto conocido como "sistema de información geográfica canadiense" (CGIS). Simultáneamente, en el estado de Nueva York, EE. UU., se llevaba a cabo el proyecto de "inventario de recursos naturales y uso de la tierra" (LUNR), marcando así los inicios de los SIG operativos. Estas iniciativas sentaron las bases para el desarrollo de los conceptos fundamentales en la gestión y análisis de geoinformación, aunque el verdadero avance ocurrió en los años 70 con el auge de los sistemas informáticos (Aronoff, 1989). Con el fin de comprender la naturaleza y las características de los SIG, se presentan las siguientes definiciones:

- Un conjunto eficaz de herramientas diseñadas para adquirir, almacenar, recuperar y representar datos relacionados con el mundo real (Burrough, 1986 citado por Zerda, 2005).

- Según el Centro Nacional para Información Geográfica y Análisis (NCGIA, 1990), los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son definidos como un conjunto integrado de hardware, software y procesos diseñados para facilitar la adquisición, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y generación de resultados de datos con referencia espacial. Su objetivo es abordar problemas complejos en la planificación y gestión.
- Un conjunto de métodos, ya sea manuales o computacionales, aplicados para almacenar y manejar datos con referencias geográficas (Aronoff, 1989).

El mismo Aronoff (1989) señala que una parte fundamental de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) es la organización, y dentro de esta, el elemento humano adquiere una relevancia especial. Dado el amplio espectro de disciplinas relacionadas y la diversidad de información que estos sistemas manejan, procesan y generan, los SIG se caracterizan por ser sistemas altamente corporativos (Zerda, 2005). En este sentido, se puede afirmar que estos sistemas constituyen puntos de convergencia para diversas tecnologías y disciplinas tradicionales que incluye lo siguiente (NCGIA, 2015):

- Geografía: brinda el conocimiento sobre el mundo y la ubicación del hombre en él, tiene larga tradición en el análisis espacial y, provee las técnicas básicas del análisis y perspectiva espacial en la investigación.
- Cartografía: elabora la visualización de la información espacial; la mayor fuente de datos para los SIG son los mapas, tiene larga tradición en la confección de mapas que son los resultados típicos de los SIG y, finalmente, la moderna cartografía digital provee los métodos para la representación virtual del territorio.

- Percepción remota: las imágenes aéreas y espaciales son ricas fuentes de datos de los SIG, brinda técnicas de bajo costo para el procesamiento de imágenes de cualquier lugar del mundo; comprenden sofisticadas funciones de análisis y las clasificaciones de datos digitales pueden incluirse directamente como capas de información en los SIG.
- Fotogrametría: utiliza métodos para realizar precisas mediciones a partir de fotografías aéreas, siendo una importante fuente de datos.
- Agrimensura: provee datos de alta calidad sobre posiciones de diferentes tipos de objetos geográficos.
- Geodesia: es la fuente de datos de control de alta precisión.
- Estadística: de ella se derivan muchos modelos aplicados en los SIG, es importante para entender y evaluar el error y la incertidumbre de los datos que ingresan y la información que producen los SIG.
- Informática: provee los programas, el equipamiento (hardware) y técnicas para el ingreso, visualización y salidas gráficas de datos e información y su representación en 2 y 3 dimensiones; manejo de bases de datos, entre otros tantos recursos.
- Matemática: temas referidos a la geometría de los objetos geográficos y el territorio en general, son aplicables especialmente en el análisis espacial.

Dada la diversidad de disciplinas que aportan a las operaciones de los SIG, se amplía considerablemente el espectro de aplicaciones potenciales. Según Câmara y Queiroz (2004), se pueden identificar las siguientes áreas principales de uso:

- herramienta para producción de mapas,
- soporte para el análisis espacial de fenómenos,
- banco de datos geográficos, con avanzadas funciones de bases de datos.

Seguendo con la fundamentación teórica, de acuerdo con Câmara y Queiroz (2004), se pueden identificar los elementos siguientes en los Sistemas de Información Geográfica (SIG):

- interfaz con el analista,
- entrada e integración de datos,
- funciones de consulta y análisis espacial,
- visualización e impresión,
- almacenamiento y recuperación de datos (organizados en forma de un banco de datos geográficos).

Un sistema de información geográfica, conocido como SIG, constituye un sistema computacional diseñado para administrar información espacial. La inclusión del término "geográfica" implica que las ubicaciones de los datos son identificadas o pueden calcularse mediante coordenadas geográficas, como latitud y longitud. Aunque la mayoría de los SIG se centran en datos bidimensionales espaciales, algunos sistemas, de especial interés para los geólogos, poseen capacidades tridimensionales genuinas, permitiendo la representación de objetos como pliegues recostados (Bonham, 1994). El término "información" en un Sistema de Información Geográfica (SIG) sugiere que los datos están estructurados de manera que proporcionen conocimientos valiosos, que se presentan comúnmente en forma de mapas e imágenes en color, así como gráficos estadísticos, tablas y diversas respuestas interactivas en la pantalla. La palabra "sistema" implica que un SIG está compuesto por diversos elementos interconectados que desempeñan funciones distintas. En consecuencia, los SIG poseen capacidades funcionales que abarcan desde la captura de datos, la entrada, la manipulación y transformación, hasta la visualización, combinación, consulta, análisis, modelado y generación de resultados (

Bonham, 1994). Un SIG consiste en un paquete de programas informáticos con una interfaz de usuario que proporciona acceso a funciones particulares. El usuario puede controlar las operaciones SIG con una interfaz gráfica de usuario, comúnmente llamada GUI, o por medio de un lenguaje de comandos, que consiste en declaraciones de programa que dictan la secuencia y el tipo de operaciones (Bonham, 1994). Los SIG son herramientas computacionales destinadas a la manipulación de mapas, imágenes digitales y tablas de datos geocodificados, los cuales corresponden a elementos con ubicación geográfica, tales como los resultados obtenidos en un estudio geoquímico. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son diseñados para recopilar datos espaciales provenientes de diversas fuentes y almacenarlos de manera unificada en una base de datos. Frecuentemente, emplean diversas estructuras de datos digitales y representan fenómenos con variaciones espaciales mediante capas de datos (como la geología del subsuelo, la profundidad del nivel freático, la anomalía de gravedad de Bouguer, entre otros). Todas estas capas están georreferenciadas, lo que implica que se superponen de manera precisa en todas las ubicaciones (Bonham, 1994).

Un SIG es un sistema que crea, administra, analiza y mapea todo tipo de datos, conecta la información a un mapa, integrando su ubicación (dónde están las cosas) con todo tipo de información descriptiva (cómo son las cosas allí). Los beneficios incluyen una mejor comunicación y eficiencia, así como una mejor gestión y toma de decisiones. Los SIG son útiles en bastantes momentos del proceso de planificación, por ello parece cada vez más necesario su uso en estas tareas (Aguilar, Espinoza, & Wiese, 2023) .

Para comprender la naturaleza y características de los SIG se presentan las siguientes definiciones (Zerda, 2005):

Herramientas eficaces para recopilar, almacenar, recuperar y visualizar información del mundo real.

- Según el Centro Nacional para Información Geográfica y Análisis (NCGIA, 1990), los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se definen como sistemas que comprenden hardware, software y procesos diseñados para
- Facilitar la adquisición, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y producción de datos con referencia espacial, con el fin de abordar problemas complejos de planificación y gestión.
- Un conjunto de métodos, ya sea manuales o computarizados, utilizados para almacenar y manipular datos georreferenciados.

Debido a la variedad de disciplinas que contribuyen a las capacidades de los SIG, también existen numerosas posibles áreas de aplicación. Câmara et al. (2004) estas aplicaciones se pueden clasificar en las siguientes áreas principales:

- Instrumento para crear mapas detallados.
- Plataforma que facilita el análisis espacial de diferentes fenómenos.
- Almacén de datos geográficos con funciones avanzadas de bases de datos.

Teorías relacionadas al tema

Teoría de la Agricultura de Precisión: La Agricultura de Precisión (AP) se conceptualiza mediante un enfoque sistémico para reorganizar el sistema total de agricultura hacia una agricultura sostenible, de alta eficiencia y con bajos insumos. Este nuevo enfoque se beneficia principalmente del surgimiento y la convergencia de varias tecnologías, incluido el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), el sistema de información geográfica (GIS), componentes informáticos miniaturizados, control automático, sensores remotos y de campo, informática móvil y procesamiento avanzado de información. y telecomunicaciones. La industria agrícola ahora es capaz

de recopilar datos más completos sobre la variabilidad de la producción tanto en el espacio como en el tiempo. El deseo de responder a dicha variabilidad en una escala fina se ha convertido en el objetivo de la AP (Zhang, Wang, & Wang, 2002)

Teoría de la Teledetección: Explica cómo funcionan los sensores remotos, como las imágenes satelitales, y cómo se pueden utilizar para la observación de la Tierra y la detección de cambios. Además, se enfoca en la resolución espacial, espectral y temporal, clave para la calidad de los datos. El procesamiento de imágenes y el análisis de datos son fundamentales para convertir esta información en conocimiento útil, y su aplicabilidad es amplia, desde la agricultura hasta la climatología y la monitorización ambiental. En esencia, la teoría de la teledetección es la puerta que nos permite observar y entender nuestro planeta desde una perspectiva distante, facilitando la toma de decisiones informadas en una variedad de campos (Bravo , 2017).

Teoría de Sistemas de Información Geográfica (SIG): Los SIG son fundamentales para la gestión de datos geoespaciales, incluyendo imágenes satelitales. Ayudan en la integración y análisis de datos espaciales. En la actualidad, el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) está muy extendido y se utiliza en numerosas aplicaciones. Su uso más importante es como sistema de apoyo a la toma de decisiones, pero para ello es necesario combinar la información dentro del SIG de manera óptima, para que el decisor pueda extraer la información más relevante que le ayude a tomar la decisión. Además, tanto los datos almacenados en cada capa del SIG como el método utilizado para fusionar la información son inherentemente inciertos. Un SIG puede definirse como un sistema de hardware y software utilizado para la introducción, almacenamiento, recuperación, cartografía, visualización y análisis de datos geográficos. Un sistema de referencia es una característica común

a toda la información utilizada en un SIG, es decir, cada elemento almacenado en un SIG tiene un conjunto de coordenadas que hacen referencia a un lugar concreto de la Tierra. Se dice que esa información está “georreferenciada”. (Malpica, Alonso, & Sanz, 2007). Muchos han afirmado que la tecnología de los sistemas de información geográfica (SIG) se ha convertido en una poderosa fuerza en la práctica de la planificación, y algunos sugieren que puede llegar a ser un importante factor determinante de la teoría de la planificación (Aitken & Michel, 1995).

Teoría del cambio organizacional: En relación con esto, el proceso de cambio en las organizaciones ha dado lugar a la aparición de diversos modelos y enfoques que ofrecen soluciones para abordarlo. Uno de los enfoques más destacados es el modelo de las 3 etapas de Lewin, que se relaciona con la planificación del cambio a nivel individual, grupal, organizacional e incluso a nivel de la sociedad en su conjunto. Este enfoque proporciona una comprensión del comportamiento de las personas y los grupos dentro de una organización, lo que permite llevar a cabo procesos de cambio significativos.

En años recientes, este modelo ha recibido críticas por considerarse aplicable únicamente a cambios de escala relativamente pequeña, en situaciones de estabilidad, y por no abordar cuestiones políticas y conflictos sociales. A pesar de estas críticas, el modelo sigue siendo relevante y continuamente aplicado. Entre las principales barreras para la implementación del cambio se incluyen la falta de cooperación entre los colaboradores, el temor a modificar procedimientos y rutinas establecidas, y la resistencia inherente con la expectativa de que el nuevo proceso desaparezca para mantener el paradigma actual.

Las fuentes de resistencia al cambio se pueden clasificar en cinco categorías que influyen en la planificación y establecimiento de programas de cambio: percepciones

erróneas iniciales, falta de motivación para el cambio, ausencia de respuestas creativas, obstáculos de naturaleza política y cultural, y la carencia de las habilidades necesarias para llevar a cabo el cambio (Coria, Santibañez, Nme, & Rivera, 2016).

Gestión del uso del procesamiento de imágenes satelitales

Las imágenes satelitales proporcionan datos sobre la condición y la disposición de las coberturas del suelo con una resolución temporal, espectral y espacial adecuada para una variedad de investigaciones a lo largo del tiempo y a diferentes escalas. Los datos satelitales de la serie Landsat, que en la actualidad están disponibles de forma gratuita en varios servidores web, son ampliamente utilizados en estos tipos de estudios. No obstante, la gestión de un gran volumen de información y el procesamiento manual de estos datos representan un desafío significativo para dichas investigaciones (Castañeda, Jiménez, Latorre, & Luna, 2015).

Existe una variedad de métodos para recolectar y medir datos relacionados con variables que tienen una distribución espacial, lo que significa que están vinculados a ubicaciones geográficas específicas. De manera similar, se pueden obtener datos de variables que varían en el tiempo. Cuando se registran variables que están asociadas tanto a ubicaciones geográficas como a momentos temporales, se generan datos espacio-temporales. Dado que es posible registrar una o más variables para cada unidad de análisis, se pueden definir conjuntos de datos multivariados que representan datos espacio-temporales. El almacenamiento y procesamiento de bases de datos de esta naturaleza requiere una atención informática especial. En las últimas décadas, el avance en las tecnologías de medición de variables relacionadas con aspectos biofísicos, la reducción de los costos de los sensores y el aumento de la capacidad de cálculo, tanto secuencial como en paralelo, han facilitado el desarrollo y la consolidación de bases de datos masivas que involucran datos espacio-temporales en estudios relacionados con el medio ambiente (Castillo & Balzarini, 2019).

2.2. Importancia de las variables o t3pico clave

La importancia de gesti3n en el procesamiento de im3genes satelitales para mitigar la salinidad en zonas agr3colas de la regi3n Ica, se basa en la compresi3n y el an3lisis de variables y t3picos clave que influyen en la salinidad del suelo y su impacto en la agricultura. Estas variables son esenciales para el 3xito de la propuesta debido a su interacci3n compleja y su influencia en la toma de decisiones agr3colas informadas.

La salinidad del suelo es un punto de partida para abordar el problema. Determinar con precisi3n los niveles de salinidad es crucial para identificar las 3reas afectadas y aplicar estrategias de manejo adecuadas. El procesamiento de im3genes satelitales brinda una visi3n m3s amplia y actualizada de los niveles de salinidad regi3n, permitiendo una gesti3n m3s efectiva.

La salinidad del suelo es un factor esencial que determina la cantidad de sales solubles presentes en el suelo. Esta variable es fundamental ya que las altas concentraciones de sales pueden afectar negativamente la capacidad del suelo para retener agua, limitando la disponibilidad de nutrientes para las plantas y, en 3ltima instancia, afectando la productividad agr3cola.

La relaci3n entre la salinidad del suelo y rendimiento de los cultivos es de suma importancia. La concentraci3n de sales en el suelo puede tener un impacto significativo en la salud y el crecimiento de las plantas, lo que a su vez influye en la cantidad y calidad de los cultivos cosechados. Comprender como la salinidad afecta el rendimiento es crucial para desarrollar estrategias de mitigaci3n efectivas.

La importancia de estas variables radica en su interconexi3n y su influencia directa en la toma de decisiones agr3colas. El procesamiento de im3genes satelitales proporciona una oportunidad 3nica para cuantificar y visualizar estas variables en gran

escala, lo que contribuye a una gestión más precisa y sostenible de la salinidad en las zonas agrícolas de la región Ica.

El estudio de la salinidad en la agricultura ha sido abordado por diversos investigadores y científicos en el pasado. Algunas investigaciones relevantes que resaltan la importancia de las variables son:

Khasanov et al. (2023), este estudio abordó esta brecha al monitorear y cartografiar los cambios en las tierras de cultivo y la salinidad del suelo a nivel nacional en Uzbekistán desde 2000 hasta 2020, utilizando la plataforma Google Earth Engine. Los hallazgos revelaron que los fertilizantes minerales basados en fósforo contribuyen a la salinidad del suelo, mientras que no se observaron efectos significativos de otros agroquímicos en la salinidad del suelo. Además, se determinó que la salinidad del suelo tiene un impacto considerable en la producción agrícola de Uzbekistán. Esto ha llevado a una rápida disminución en la tasa de exportación de productos clave como algodón y trigo. Esta disminución en las exportaciones podría amenazar la economía de países como Bangladesh y la seguridad alimentaria de Afganistán, que dependen de estas importaciones.

Singh (2021), el exceso de sales en el suelo, que conduce a su salinización, representa una amenaza significativa tanto para la producción agrícola como para la salud del entorno. La salinidad del suelo es un problema extendido que afecta más de mil millones de hectáreas en alrededor de 100 países. Este artículo aborda de manera exhaustiva la gestión global de la salinidad del suelo mediante la utilización de tecnologías de teledetección y Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Hailu & Mehari (2021) aborda la problemática de la salinidad y sodicidad del suelo en zonas de regadío y seco, subrayando su impacto negativo en la sostenibilidad de la producción agrícola. Los suelos afectados por sales se consideran un proceso clave

de degradación del suelo y una causa significativa de disminución de la productividad, debido a su influencia perjudicial en las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo. El objetivo central del estudio es analizar los efectos de la salinidad/sodicidad en las interacciones suelo-agua y el crecimiento de las plantas en áreas de secano, con el propósito de una gestión más eficiente de los recursos naturales en la agricultura de regadío y secano. En conclusión, este artículo explora los impactos y las complejidades de la salinidad y sodicidad del suelo, resaltando cómo estos factores afectan las interacciones entre suelo, agua y plantas, y subrayando la importancia de gestionar adecuadamente estos problemas en contextos de regadío y secano.

2.3. Análisis comparativo

Para lograr una gestión efectiva en el procesamiento de imágenes satelitales para mitigar la salinidad en zonas agrícolas de la región Ica, específicamente en la provincia de Chincha, es crucial realizar un análisis comparativo de algunas de estas variables. A continuación, se presenta una síntesis narrativa:

La teoría de la teledetección, según lo mencionado por Bravo (2017), se enfoca en la adquisición de datos a distancia, especialmente a través de imágenes satelitales, y se utiliza para la observación de la Tierra desde una perspectiva distante. Esta técnica ha sido aplicada en una variedad de campos, incluyendo la agricultura y la climatología. Ponvert & Lau (2018) enfatizan que el sensoramiento remoto, una parte esencial de la teledetección, es útil en la gestión de amenazas naturales y permite identificar áreas expuestas a eventos naturales.

En este contexto, La teledetección, entendida como el proceso de análisis de la energía reflejada por objetos, se erige como una técnica valiosa para intervenir en la geografía. Al utilizar imágenes satelitales, se logra visibilizar los usos y ocupaciones

del suelo en distintos momentos y lugares, permitiendo la observación de transformaciones territoriales. Además, la teledetección proporciona una visión repetitiva y consistente de la tierra, lo cual resulta crucial para monitorear los cambios a corto y largo plazo y evaluar el impacto de las actividades humanas (Schowengerdt, 2007).

Por otro lado, la teoría de la agricultura de precisión, como explica Zhang y otros (2002), se basa en un enfoque sistémico que reorganiza la agricultura hacia una producción sostenible y eficiente. Utiliza tecnologías como GPS y sistemas de información geográfica para recopilar datos detallados sobre la variabilidad de la producción. Esta teoría se centra en la optimización de recursos y la reducción de insumos, personalizando la producción agrícola.

En relación con los Sistemas de Información Geográfica (SIG), Malpica et al. (2007) definen los SIG como sistemas de hardware y software para la gestión y análisis de datos geográficos. Estos sistemas son esenciales para la integración y análisis de datos espaciales, incluyendo información de teledetección. Aguilar et al. (2023) subrayan que los SIG son herramientas poderosas para la colecta, gestión y análisis de datos sobre el mundo real, facilitando la toma de decisiones informadas.

Este enfoque integral, respaldado por el trabajo pionero de Tomlinson en 1962 y los desarrollos significativos en los años 70, representa un hito en la gestión de la salinidad en la agricultura de la región. Si bien los desafíos organizativos y técnicos deben abordarse, los SIG emergen como herramientas fundamentales, donde Aronoff (1989) destaca la importancia del factor humano en los SIG, ya que estos sistemas son altamente corporativos y abarcan diversas disciplinas. La complejidad de gestionar información variada, capturada y procesada, subraya la relevancia de una organización eficiente y un enfoque interdisciplinario.

Tanto la teledetección como los SIG abordan la gestión de la salinidad desde perspectivas complementarias. La teledetección proporciona una visión amplia y dinámica del territorio, identificando patrones de salinidad y cambios en el uso del suelo. Por otro lado, los SIG permiten un análisis más detallado y la implementación de estrategias locales para mitigar la salinidad del suelo.

Ambas tecnologías son cruciales en la toma de decisiones informadas para mitigar la salinidad en zonas agrícolas. La teledetección brinda una visión panorámica, mientras que los SIG ofrecen herramientas más detalladas y específicas para un abordaje efectivo. La integración de ambos enfoques puede potenciar la capacidad de los expertos y responsables de la toma de decisiones para desarrollar estrategias sólidas y sostenibles en la gestión de la salinidad del suelo en la región Ica.

2.4. Análisis crítico

En primer lugar, es crucial abordar específicamente cómo cada una de las teorías - teledetección, agricultura de precisión y Sistemas de Información Geográfica (SIG) - se relaciona con los objetivos específicos de la investigación en la región Ica. Esto implica identificar las fortalezas y debilidades de cada teoría en el contexto del estudio de la salinidad en las zonas agrícolas de la provincia de Chincha.

En cuanto a la gestión del uso del procesamiento de imágenes satelitales, se menciona la importancia de estos datos para estudios ambientales y se señala el desarrollo y consolidación de bases de datos masivos de naturaleza espacio-temporal. Sin embargo, el análisis no aborda críticamente los desafíos y limitaciones asociados con el manejo de grandes volúmenes de datos espaciales y temporales. Tampoco se discuten las implicaciones éticas y sociales relacionadas con el uso de tecnologías de vigilancia, como la privacidad y el consentimiento informado.

CAPÍTULO III

MARCO REFERENCIAL

3.1. Reseña histórica

TECNONAVAL nació en 1990, donde los fundadores de TECNONAVAL comprendieron que la salinidad en el suelo era un obstáculo insuperable para los agricultores locales, limitando la productividad de sus cultivos y amenazando la seguridad alimentaria de la región. Esta problemática no solo afectaba los ingresos de las comunidades agrícolas, sino que también tenía un impacto negativo en el ecosistema circundante.

Desde sus humildes comienzos, TECNONAVAL se embarcó en una búsqueda implacable de soluciones. Inicialmente, se centraron en la investigación y el desarrollo de técnicas avanzadas de riego para controlar la salinidad en el suelo. Sin embargo, pronto se dieron cuenta de que necesitaban un enfoque más holístico y tecnológico para abordar el problema de manera efectiva.

Fue entonces cuando dieron un paso audaz hacia el futuro al abrazar la tecnología satelital. Pioneros en su campo, TECNONAVAL comenzó a utilizar imágenes satelitales para monitorear y evaluar la distribución de la salinidad en las tierras agrícolas. Esta innovación marcó el comienzo de una nueva era en la agricultura de la región Ica.

A lo largo de los años, TECNONAVAL siguió perfeccionando su enfoque y trabajando incansablemente en colaboración con las comunidades agrícolas. Implementaron sistemas de riego más eficientes, desarrollaron técnicas de drenaje avanzadas y proporcionaron asesoramiento técnico de vanguardia a los agricultores.

Uno de los momentos más destacados en la historia de TECNONAVAL fue su participación en un caso de estudio en la región Ica. Allí, demostraron de manera

convinciente cómo su enfoque mejorado en el uso de imágenes satelitales podía transformar la agricultura al mitigar la salinidad en tierras agrícolas. Los resultados fueron asombrosos, con un aumento significativo en la producción de cultivos y la calidad del suelo.

Hoy en día, TECNONAVAL es reconocida como líder en la industria de la agricultura y la tecnología satelital en Perú y más allá. Su compromiso con la innovación y la sostenibilidad ha dejado una huella imborrable en la región Ica y ha allanado el camino para un futuro más prometedor y fértil. La empresa continúa su misión de mejorar la agricultura, promover la seguridad alimentaria y contribuir al desarrollo sostenible en el Perú y en todo el mundo.

Figura 1
Tierras con salinidad



Nota: Imagen referencial de Google

3.2. Filosofía organizacional

La filosofía organizacional de una empresa, como TECNONAVAL, establece los principios y valores fundamentales que guían su cultura y comportamiento en todos

los niveles. A continuación, se presenta una posible descripción de la filosofía organizacional de TECNONAVAL:

Nuestra Misión: En TECNONAVAL, nuestra misión es proporcionar soluciones innovadoras y efectivas para abordar los desafíos agrícolas y medioambientales, especialmente en lo que respecta a la salinidad en la región Ica. Nos comprometemos a mejorar la calidad de vida de las comunidades agrícolas y promover la sostenibilidad ambiental a través de nuestro trabajo.

Visión: Buscamos ser líderes en la innovación y la implementación de soluciones para la mitigación de la salinidad en la agricultura, tanto a nivel regional como nacional. Queremos ser reconocidos por nuestro compromiso con la sostenibilidad y la excelencia en el servicio.

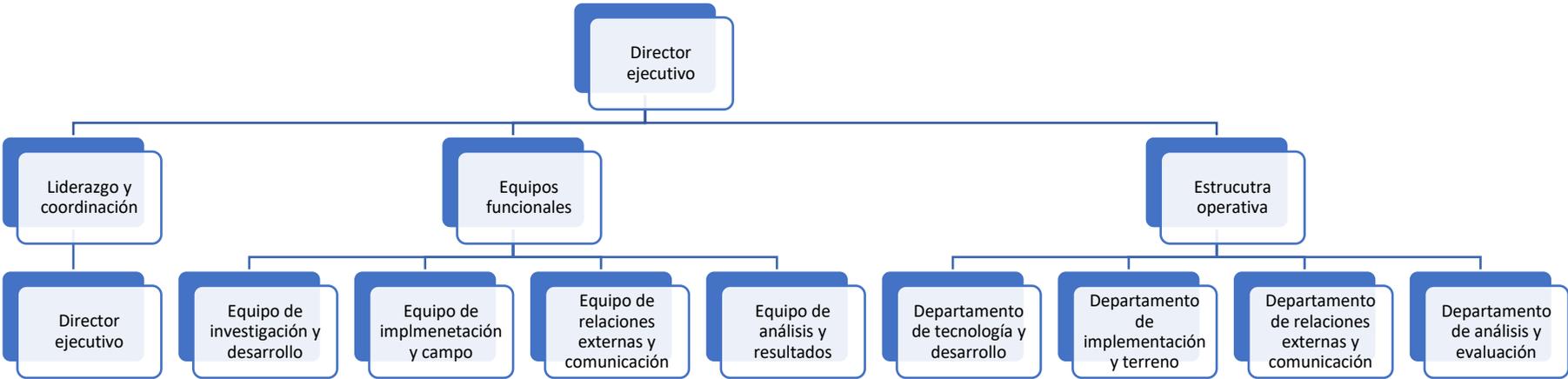
Compromiso con los Clientes: En TECNONAVAL, nuestros clientes son una prioridad. Nos esforzamos por comprender sus necesidades y proporcionar soluciones personalizadas y efectivas que agreguen valor a sus proyectos y operaciones.

Responsabilidad Social: Reconocemos nuestra responsabilidad en la comunidad y trabajamos para contribuir al bienestar de las personas y el entorno en el que operamos. Promovemos prácticas responsables y sostenibles en todas nuestras actividades.

3.3. Diseño organizacional

El diseño organizacional para la propuesta “Gestión en el procesamiento de imágenes satelitales para mitigar la salinidad en zonas agrícolas de la región Ica”, esta estructura proporciona información sobre cómo se gestiona la implementación de soluciones y la adopción de tecnologías, como el procesamiento de imágenes satelitales. A continuación, se presenta el diseño organizacional:

Figura 2
Estructura organizacional



1.Liderazgo y Dirección:

Director Ejecutivo: Encargado de supervisar y dirigir el proyecto en su totalidad, estableciendo la visión estratégica y asegurando la alineación con los objetivos de la organización.

2. Equipos Funcionales:

Equipo de Investigación y Desarrollo:

- Científicos de Datos: Analizan y desarrollan algoritmos para la interpretación de imágenes satelitales y el cálculo de salinidad en el suelo.
- Ingenieros de Software: Diseñan y construyen las herramientas de procesamiento y visualización de datos.
- Agrónomos: Contribuyen con su conocimiento sobre suelos y prácticas agrícolas para afinar los modelos.

Equipo de Implementación y Campo:

- Especialistas en Terreno: Trabajan directamente con los agricultores para recopilar datos, implementar soluciones y brindar capacitación.
- Coordinadores de Proyecto: Supervisan el despliegue en campo, garantizando la calidad y la comunicación fluida.

Equipo de Relaciones Externas y Comunicación:

- Gerente de Relaciones Externas: Establece colaboraciones con otras organizaciones, gobiernos locales y comunidades agrícolas.
- Especialista en Comunicación: Responsable de comunicar los avances del proyecto a la comunidad y a los medios.

Equipo de Análisis y Resultados:

- Analistas de Datos: Evalúan los resultados obtenidos a partir del procesamiento de imágenes y generan informes con recomendaciones para los agricultores.
- Especialistas en Medio Ambiente: Evalúan el impacto ambiental de las prácticas agrícolas y las soluciones propuestas.

3. Estructura Operativa:

- Departamento de Tecnología y Desarrollo: Encargado de la investigación y desarrollo de soluciones tecnológicas, incluido el procesamiento de imágenes y el desarrollo de software.
- Departamento de Implementación y Terreno: Responsable de la implementación de las soluciones en las zonas agrícolas, trabajando directamente con los agricultores.
- Departamento de Relaciones Externas y Comunicación: Se centra en establecer y mantener relaciones con otros actores clave y en comunicar los avances y logros del proyecto.
- Departamento de Análisis y Evaluación: Evalúa los resultados obtenidos, mejora los procesos y proporciona recomendaciones basadas en datos para optimizar el proyecto.

Este diseño organizacional se basa en la necesidad de una estructura multidisciplinaria que integre conocimientos tecnológicos y agronómicos, además de destacar la colaboración, la adaptabilidad y la sostenibilidad como aspectos centrales para abordar el desafío de la salinidad en zonas agrícolas de la región Ica.

3.4. Productos y/o servicios

Se describe los productos y/o servicios que se derivan de la propuesta de la empresa:

Servicios:

- Optimización del uso de imágenes satelitales para el monitoreo de la salinidad en áreas agrícolas.
- Desarrollo de expedientes para participación en licitaciones en el ámbito agrícola y medioambiental.
- Supervisión de proyectos de mitigación de la salinidad en zonas agrícolas.
- Inspecciones y análisis de operaciones en el sector agrícola de la región Ica.
- Implementación de soluciones técnicas para la gestión de la salinidad en suelos agrícolas.
- Asesoría técnica especializada en agricultura y temas medioambientales.

Beneficios:

- Mejora en la productividad agrícola
- Reducción de costos
- Sostenibilidad ambiental.
- Acceso a licitaciones y financiamiento
- Mayor conocimiento y asesoramiento técnico
- Optimización de recursos
- Crecimiento del negocio agrícola
- Cumplimiento de regulaciones medioambientales
- Mejora de la calidad de vida.

3.5. Diagnostico organizacional

Esta sección se centra en el análisis interno y externos en términos de su funcionamiento y cultura organizacional. Explora aspectos como la comunicación interna, la disposición al cambio, la colaboración entre departamentos y otros factores

que podrían influir en la implementación de soluciones basadas en imágenes satelitales.

Por supuesto, que aquí se presenta el análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) para la propuesta:

Tabla 1
Análisis FODA

INTERNAS	
FORTALEZAS	DEBILIDADES
Acceso a Datos Satelitales Avanzados	Insuficiente Experiencia Previas
Equipo de Desarrollo de Algoritmos	Costos de Operación
Capacitación Integral	Competencia
EXTERNAS	
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Demanda de Soluciones para la Salinidad	Competencia
Avances Tecnológicos	Cambios Climáticos
Colaboración con Instituciones Agrícolas	Regulaciones Ambientales:
	Desafíos Técnicos

Fortalezas:

- Acceso a Datos Satelitales Avanzados: TECNONAVAL tiene acuerdos estratégicos con proveedores de imágenes satelitales de alta resolución y frecuencia de revisita, lo que le proporciona datos de alta calidad y actualizados para monitorear la salinidad del suelo.

- **Equipo de Desarrollo de Algoritmos:** La empresa cuenta con un equipo de expertos en procesamiento de imágenes satelitales que ha desarrollado algoritmos personalizados efectivos para la detección precisa de áreas afectadas por la salinidad.
- **Capacitación Integral:** TECNONAVAL ha diseñado un programa de capacitación completo para agricultores y cuenta con un equipo de consultores preparados para brindar servicios personalizados, lo que mejora la adopción de tecnologías por parte de los agricultores.

Oportunidades:

- **Demanda de Soluciones para la Salinidad:** Existe una demanda creciente de soluciones para abordar la salinidad del suelo en la agricultura, lo que ofrece oportunidades de mercado para TECNONAVAL.
- **Avances Tecnológicos:** Los avances tecnológicos en imágenes satelitales y sistemas de información geográfica (SIG) pueden permitir mejoras adicionales en la precisión y la eficiencia de la detección de la salinidad.
- **Colaboración con Instituciones Agrícolas:** Colaborar con instituciones agrícolas locales y nacionales puede abrir puertas para expandir el alcance y la adopción de las soluciones de TECNONAVAL.

Debilidades:

- **Falta de Experiencia Previas:** TECNONAVAL puede carecer de experiencia previa en la gestión de proyectos agrícolas a gran escala, lo que podría generar desafíos de implementación.
- **Costos de Operación:** El acceso a datos satelitales avanzados y la formación de expertos pueden generar costos significativos de operación, lo que podría afectar la rentabilidad.

- Competencia: Otros competidores podrían ingresar al mercado con soluciones similares, lo que aumentaría la competencia.

Amenazas:

- Competencia: Pueden surgir competidores que ofrezcan soluciones similares, lo que podría afectar nuestra participación en el mercado.
- Cambios Climáticos: Los cambios climáticos pueden aumentar la salinidad del suelo en algunas áreas, lo que podría requerir una adaptación constante de las soluciones.
- Regulaciones Ambientales: Cambios en las regulaciones ambientales podrían impactar en la disponibilidad de ciertas tecnologías o en la forma en que se pueden aplicar.
- Desafíos Técnicos: Problemas técnicos en la adquisición, procesamiento o interpretación de imágenes satelitales podrían afectar la calidad y la utilidad de nuestros productos y servicios.

Este análisis FODA proporciona una visión general de los aspectos internos y externos que podrían influir en la implementación de la propuesta. A partir de esta evaluación, la organización puede aprovechar sus fortalezas y oportunidades mientras aborda sus debilidades y considera las amenazas para desarrollar estrategias efectivas y tomar decisiones informadas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Diagnóstico

La empresa TECNONAVAL se encuentra actualmente en una posición privilegiada para abordar el problema de la salinidad en las zonas agrícolas de la Región Ica, gracias a su experiencia en tecnología y su acceso a imágenes satelitales. Sin embargo, se ha identificado que la utilización de estas imágenes para mitigar la salinidad no está siendo explotada de manera óptima. Los agricultores de la Región Ica enfrentan un desafío constante relacionado con la salinidad del suelo, lo que afecta negativamente la productividad agrícola. El uso eficiente de imágenes satelitales puede proporcionar información valiosa para abordar este problema de manera efectiva.

4.1.1. Resultados de la entrevista

Para profundizar en el análisis de esta situación y entender las causas subyacentes, se llevó a cabo una entrevista orientada al responsable del equipo técnico de TECNONAVAL. La entrevista se centró en identificar los desafíos y obstáculos clave que han llevado a la subutilización de imágenes satelitales para mitigar la salinidad en zonas agrícolas de la Región Ica. Los siguientes puntos destacan los aspectos clave discutidos durante la entrevista:

Preguntas	Respuesta
¿Cuál es la experiencia y formación del equipo en el procesamiento de imágenes satelitales?	Nuestro equipo tiene experiencia en tecnología y análisis de datos, pero en cuanto al procesamiento de imágenes satelitales, admitimos que necesitamos fortalecer nuestras capacidades. Tenemos algunos miembros que han trabajado con estos datos, pero reconocemos que necesitamos más especialistas en esta área para aprovechar todo su potencial.

¿Qué acuerdos tienen con proveedores de imágenes satelitales y cómo afecta esto la calidad de los datos que reciben?

Actualmente, no hemos establecido acuerdos estratégicos con proveedores de imágenes satelitales. Dependemos principalmente de fuentes de acceso público, lo que puede afectar la calidad y la actualidad de los datos que recibimos. Estamos conscientes de que necesitamos mejorar esta área y fortalecer nuestras relaciones con proveedores de datos satelitales.

¿Han desarrollado algoritmos personalizados para detectar áreas afectadas por la salinidad en los datos satelitales?

No, hasta la fecha no hemos desarrollado algoritmos personalizados para identificar áreas afectadas por la salinidad en los datos satelitales. Estamos utilizando métodos más genéricos para este propósito, lo que podría no ser la opción más eficiente.

¿Cómo describirían la comunicación con los agricultores en relación con el uso de datos satelitales?

En ocasiones, la comunicación con los agricultores no es efectiva. La retroalimentación que recibimos de ellos también podría ser más detallada. Reconocemos que hay margen para mejorar esta área.

¿Han proporcionado capacitación a los agricultores sobre cómo utilizar los datos satelitales?

Sí, hemos proporcionado capacitación, pero creemos que la capacitación debe ser más amplia y detallada. Los agricultores necesitan una comprensión más profunda de cómo utilizar eficazmente los datos satelitales.

¿Ofrecen servicios de consultoría personalizada a los agricultores?

Ofrecemos servicios de consultoría, pero consideramos que podríamos mejorar la eficiencia y la personalización de estos servicios. Los agricultores necesitan soluciones adaptadas a sus necesidades específicas.

¿Por qué no han desarrollado algoritmos personalizados para detectar áreas afectadas por la salinidad en los datos satelitales?

Hasta ahora, no hemos dedicado suficientes recursos a la investigación y desarrollo de algoritmos personalizados. Esto es algo que debemos considerar seriamente.

¿Cómo describirían la comunicación y coordinar mejor los procesos internos para el procesamiento de datos satelitales. Actualmente, creemos que hay equipo en relación con el uso de imágenes satelitales?

¿Cómo evalúan su infraestructura tecnológica actual para el procesamiento de datos satelitales?

Consideramos que nuestra infraestructura puede no ser adecuada para el procesamiento eficiente de datos satelitales. Deberíamos evaluar y mejorar nuestra infraestructura tecnológica.

¿Con qué frecuencia actualizan el software y hardware utilizados en el procesamiento de imágenes satelitales?

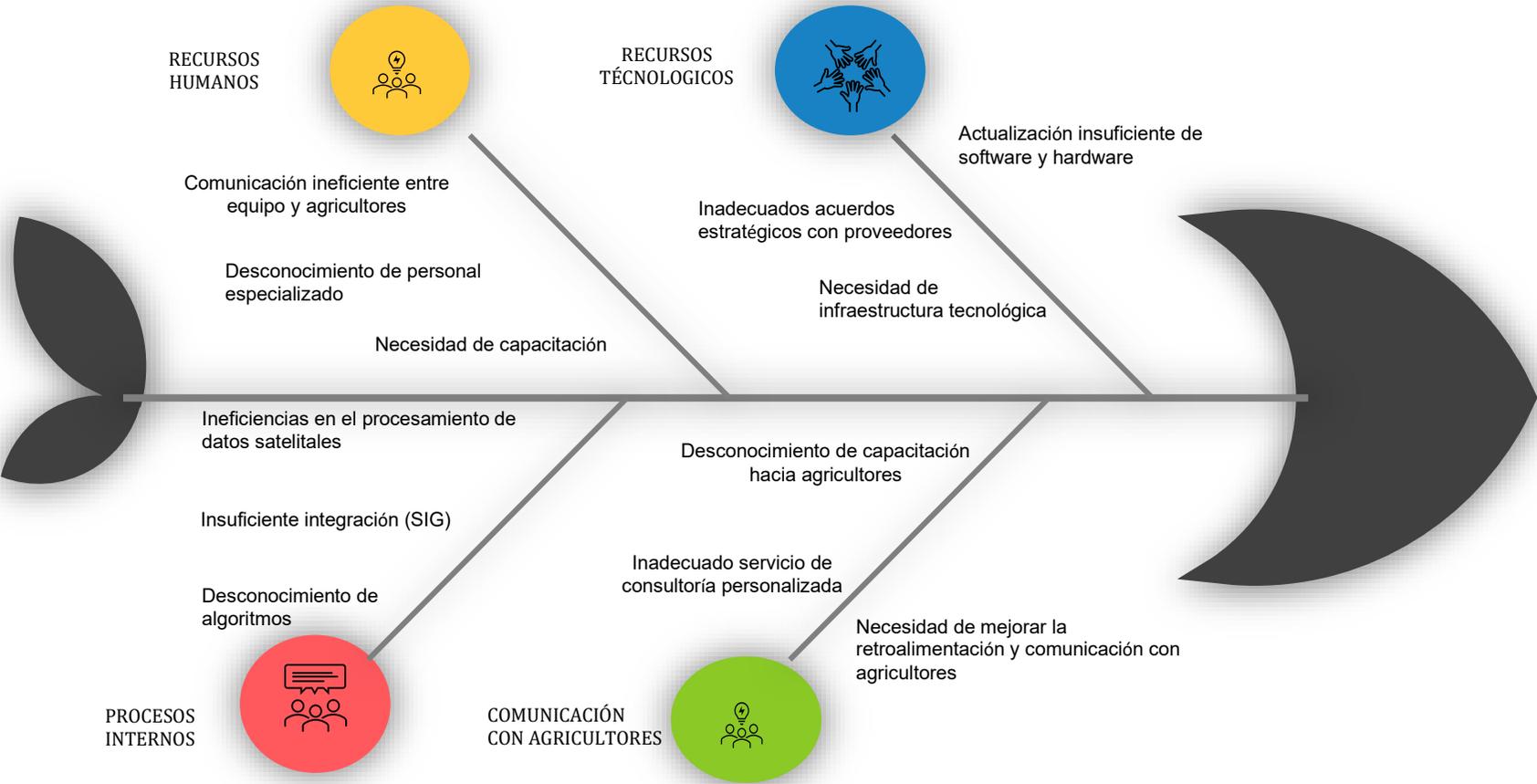
Reconocemos que no hemos mantenido una actualización constante de nuestro software y hardware. Esto podría estar afectando nuestro rendimiento y la calidad del procesamiento de datos.

Este diagnóstico, basado en una entrevista orientada al responsable del equipo técnico, subraya las áreas críticas que TECNONAVAL necesita abordar para optimizar su uso de imágenes satelitales en la mitigación de la salinidad en la agricultura de la Región Ica. La falta de especialización interna, acuerdos estratégicos, algoritmos personalizados, comunicación efectiva y una infraestructura tecnológica adecuada son los desafíos fundamentales que la empresa debe superar para lograr una solución efectiva y sostenible para el problema de la salinidad en la agricultura.

4.1.2. Diagrama de casusa y efecto

Durante esta entrevista, se identificaron varios desafíos y áreas de mejora que están obstaculizando el aprovechamiento completo de las imágenes satelitales, que se reflejará en el diagrama de causa y efecto:

Figura 3
Diagrama de causa - efecto



Este diagrama de causa y efecto (Ishikawa) proporciona una representación visual de las posibles causas que contribuyen al problema central de la utilización no óptima de imágenes satelitales en TECNONAVAL para la mitigación de la salinidad en la agricultura.

Recursos Humanos:

- Desconocimiento de personal especializado en procesamiento de imágenes satelitales: No hay suficientes empleados con experiencia en el procesamiento de imágenes satelitales.
- Necesidad de capacitación adicional para el equipo: El equipo actual requiere capacitación adicional para mejorar sus habilidades en el procesamiento de imágenes satelitales.
- Comunicación ineficiente entre el equipo y los agricultores: La comunicación entre el equipo de TECNONAVAL y los agricultores no es efectiva en términos de explicar el uso de los datos satelitales.

Recursos Tecnológicos:

- Inadecuadas o insuficientes relaciones con los proveedores de imágenes satelitales: TECNONAVAL no ha establecido acuerdos estratégicos con proveedores de imágenes satelitales para obtener datos satelitales de alta calidad.
- Necesidad de mejorar la infraestructura tecnológica: La infraestructura tecnológica actual puede no ser adecuada para el procesamiento eficiente de datos satelitales.
- Actualización insuficiente de software y hardware: El software y el hardware utilizados en el procesamiento de imágenes satelitales pueden estar desactualizados.

Procesos Internos:

- Desconocimiento de algoritmos personalizados para la detección de salinidad:
La empresa no ha desarrollado algoritmos personalizados para identificar áreas afectadas por la salinidad en los datos satelitales.
- Ineficiencias en el procesamiento de datos satelitales: Los procesos internos de procesamiento de datos satelitales pueden ser ineficientes y requieren mejoras.
- Insuficiente integración efectiva de sistemas de información geográfica (SIG):
Los sistemas de información geográfica (SIG) no se integran de manera efectiva con los datos satelitales.

Comunicación con Agricultores:

- Desconocimiento de capacitación adecuada para los agricultores sobre cómo utilizar los datos: Los agricultores no han recibido capacitación suficiente sobre cómo utilizar los datos proporcionados por TECNONAVAL.
- Necesidad de mejorar la retroalimentación y la comunicación con los agricultores: La retroalimentación y la comunicación con los agricultores deben mejorarse para garantizar que aprovechen al máximo los datos satelitales.
- Inadecuado servicio de consultoría personalizada: TECNONAVAL no ofrece servicios de consultoría personalizada a los agricultores en la actualidad de manera eficiente.

En el proceso de mejora continua y toma de decisiones estratégicas, es esencial contar con herramientas efectivas que ayuden a identificar y priorizar las áreas de enfoque más críticas. En este contexto, se ha elaborado un Diagrama de Pareto para

analizar la problemática relacionada con la utilización de imágenes satelitales en TECNONAVAL para mitigar la salinidad en la agricultura de la Región Ica.

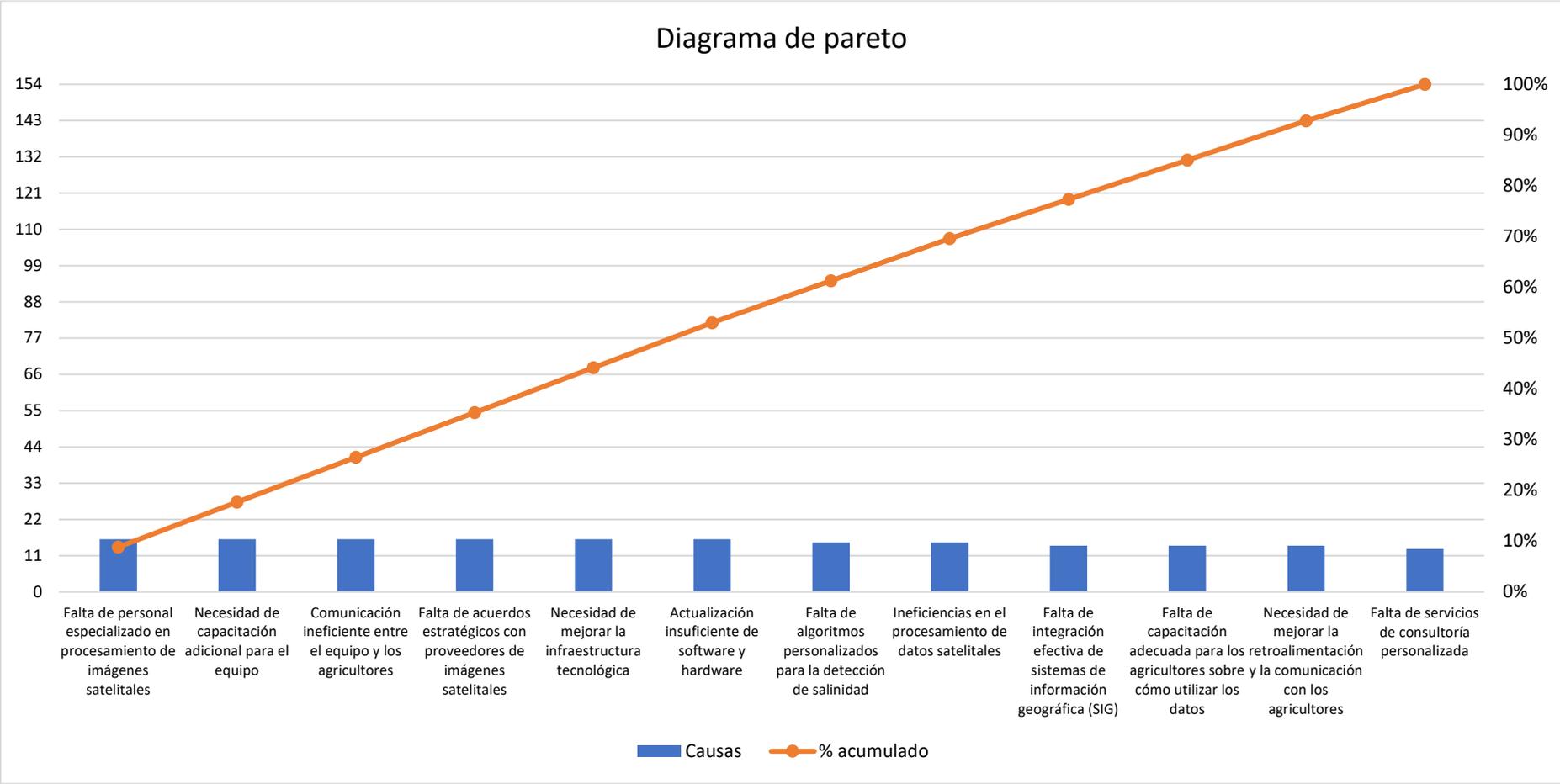
4.1.3. Análisis de Pareto

El análisis de Pareto es una herramienta que permite identificar y priorizar las causas o problemas más significativos en un conjunto de datos. En este contexto, se puede aplicar el análisis de Pareto para determinar las causas más relevantes que contribuyen a la subutilización de las imágenes satelitales en la mitigación de la salinidad en la agricultura. Para ello, se pueden recopilar datos adicionales sobre los problemas y obstáculos específicos que enfrenta TECNONAVAL en este sentido.

Tabla 2
Análisis de Pareto

DIAGRAMA DE PARETO				
Causas	Frecuencia relativa	Punto acumulado (%)	Frecuencia acumulada	% acumulado
Desconocimiento de personal especializado en procesamiento de imágenes satelitales	16	9%	16	9%
Necesidad de capacitación adicional para el equipo	16	9%	32	18%
Comunicación ineficiente entre el equipo y los agricultores	16	9%	48	27%
Inadecuados acuerdos estratégicos con proveedores de imágenes satelitales	16	9%	64	35%
Necesidad de mejorar la infraestructura tecnológica	16	9%	80	44%
Actualización insuficiente de software y hardware	16	9%	96	53%
Desconocimiento de algoritmos personalizados para la detección de salinidad	15	8%	111	61%
Ineficiencias en el procesamiento de datos satelitales	15	8%	126	70%
Insuficiente integración efectiva de sistemas de información geográfica (SIG)	14	8%	140	77%
Desconocimiento de capacitación adecuada para los agricultores sobre cómo utilizar los datos	14	8%	154	85%
Necesidad de mejorar la retroalimentación y la comunicación con los agricultores	14	8%	168	93%
Inadecuado servicio de consultoría personalizada	13	7%	181	100%
Total	181	100%		

Figura 4
Diagrama de Pareto



Este diagrama, basado en la metodología de Pareto, brinda una representación visual clara y concisa de las causas potenciales que contribuyen al uso no óptimo de imágenes satelitales. A través de un análisis exhaustivo de datos y clasificación de causas, hemos identificado las áreas prioritarias que merecen una atención inmediata. En las siguientes secciones, se explorará en detalle las principales causas identificadas y las acciones correctivas propuestas para mejorar la eficiencia en la utilización de imágenes satelitales en TECNONAVAL.

4.2. Diseño de mejora

En base a la identificación de los problemas en el diagnóstico, se ha desarrollado un diseño de mejora que incluye un plan de acción detallado. Este plan de acción está diseñado para abordar las áreas críticas que se identificaron en el diagnóstico y garantizar una mejora efectiva en el uso de imágenes satelitales para mitigar la salinidad en zonas agrícolas de la Región Ica. A continuación, se presenta la Matriz de Acciones Correctivas, que desglosa las acciones, los objetivos de mejora y las estrategias para cada componente del diseño de mejora:

Tabla 3

Matriz de acciones correctivas

Componentes	Acciones correctivas	Objetivos de la mejora	Estrategias a realizar	Medios	Acciones	Tarea/Recursos/ Plazos/Responsables
Adquisición de Datos Satelitales	1. Identificar y contactar proveedores de imágenes satelitales de alta resolución y frecuencia de revisita.	Asegurar acceso a datos satelitales de alta calidad.	1.Realizar investigación de mercado para identificar proveedores adecuados. 2.Establecer contacto con proveedores potenciales. 3.Evaluar la calidad y disponibilidad de datos	Búsqueda de proveedores de imágenes satelitales en línea, contactos de la industria	1.Realizar una revisión exhaustiva de proveedores de imágenes satelitales a nivel global. 2.Establecer una lista de proveedores potenciales con detalles sobre sus ofertas. 3.Iniciar conversaciones con los proveedores preseleccionados para evaluar su interés en colaborar con TECNONAVAL.	Tarea 1: Investigación de proveedores Recursos: Personal de investigación Plazo: 3 meses Responsable: Equipo de investigación
	2. Negociar acuerdos estratégicos con proveedores seleccionados para adquirir datos avanzados.	Establecer relaciones sólidas con proveedores.	1.Negociar términos de adquisición, incluyendo costos y términos de revisita. 2.Formalizar acuerdos contractuales.	Negociaciones directas con proveedores, contratos legales.	1.Iniciar negociaciones con proveedores seleccionados. 2.Acordar términos y condiciones de adquisición. 3.Formalizar acuerdos contractuales.	Tarea 1: Iniciar negociaciones. Recursos: Equipo de Negociación. Plazo: 6 meses. Responsable: Jefe de Adquisiciones.
Desarrollo de Algoritmos de Procesamiento	3. Asignar recursos para la formación y contratación de	Desarrollar capacidad interna para procesamiento.	1.Identificar necesidades de formación y	Recursos financieros para	1.Evaluar las necesidades de formación en el equipo existente.	Tarea 1: Evaluación de necesidades de formación.

	expertos en procesamiento de imágenes satelitales.		contratar expertos en procesamiento. 2. Proporcionar recursos y herramientas adecuadas.	capacitación y contratación.	2. Identificar expertos en procesamiento de imágenes satelitales y su disponibilidad. 3. Proporcionar recursos y herramientas necesarias para la capacitación y el trabajo.	Recursos: Personal de Recursos Humanos. Plazo: 4 meses. Responsable: Jefe de Recursos Humanos.
	4. Establecer un equipo de desarrollo de algoritmos con la tarea de diseñar y refinar algoritmos personalizados.	Desarrollar algoritmos efectivos.	Formar un equipo multidisciplinario de desarrollo. Definir cronogramas y tareas específicas.	Selección de expertos, asignación de tareas y plazos.	1. Seleccionar expertos en procesamiento para formar el equipo. 2. Definir roles y responsabilidades. 3. Establecer un cronograma de desarrollo de algoritmos.	Tarea 1: Selección de expertos. Recursos: Personal de Recursos Humanos. Plazo: 2 meses. Responsable: Jefe de Desarrollo de Algoritmos.
Integración de Datos y Tecnologías Geoespaciales	5. Evaluar y seleccionar tecnologías SIG para integrar con datos satelitales	Mejorar la capacidad de análisis espacial.	Evaluar tecnologías SIG disponibles en el mercado. Seleccionar las más adecuadas para las necesidades de	Evaluación de software SIG, comparativas de características.	1. Realizar un análisis de software SIG disponibles. 2. Evaluar sus capacidades de integración con datos satelitales y análisis espacial. 3. Seleccionar las tecnologías más adecuadas para las necesidades de TECNONAVAL.	Tarea 1: Análisis de software SIG. Recursos: Equipo de Tecnología. Plazo: 3 meses. Responsable: Jefe de Tecnología.
	6. Establecer un proceso de integración de datos y tecnologías	Lograr una integración efectiva.	Diseñar un flujo de trabajo para la integración de datos. Capacitar al personal en el	Diseño de procesos y capacitación.	1. Diseñar un flujo de trabajo que permita la integración de datos satelitales y tecnologías SIG.	Tarea 1: Diseño de flujo de trabajo. Recursos: Equipo de Tecnología.

	geoespaciales en el sistema.		uso de estas tecnologías.		2.Capacitar al personal en la ejecución de este flujo de trabajo.	Plazo: 4 meses. Responsable: Jefe de Tecnología.
Capacitación de Usuarios Finales	7. Diseñar un programa de capacitación detallado para agricultores, que incluya múltiples temas y sesiones.	Mejorar la capacidad de los agricultores.	Identificar las necesidades de capacitación de los agricultores. Diseñar un programa completo y participativo.	Investigación de necesidades de capacitación, diseño de programa.	1.Realizar una investigación de necesidades de capacitación entre los agricultores. 2.Diseñar un programa de capacitación que aborde múltiples temas y sea participativo.	Tarea 1: Investigación de necesidades de capacitación. Recursos: Equipo de Capacitación. Plazo: 3 meses. Responsable: Jefe de Capacitación.
	8. Preparar materiales educativos y herramientas prácticas para las sesiones de capacitación.	Facilitar el aprendizaje efectivo.	Crear materiales de capacitación adaptados a las necesidades locales. Desarrollar herramientas prácticas y ejemplos.	Creación de materiales educativos y herramientas prácticas.	1.Desarrollar materiales educativos que sean relevantes para las necesidades locales. 2.Crear herramientas prácticas y ejemplos que faciliten el aprendizaje de los agricultores.	Tarea 1: Creación de materiales educativos. Recursos: Equipo de Capacitación. Plazo: 5 meses. Responsable: Jefe de Capacitación.
	9. Realizar capacitación interna para el equipo de TECNONAVAL encargado de capacitar a los agricultores.	Garantizar que el equipo de capacitación esté preparado.	Proporcionar formación continua al personal de capacitación. Actualizar su conocimiento sobre las tecnologías.	Capacitación interna y actualización de conocimientos.	1.Proporcionar capacitación continua al personal de capacitación en temas relevantes. 2.Actualizar su conocimiento sobre las tecnologías y su aplicación en la agricultura.	Tarea 1: Programación de capacitación interna. Recursos: Equipo de Capacitación. Plazo: 2 meses.

						Responsable: Jefe de Capacitación.
Servicio de Consultoría Personalizada	10. Implementar sesiones de capacitación programadas para los agricultores, con énfasis en la aplicación práctica en el campo.	Apoyar a los agricultores en la aplicación de datos.	Programar sesiones de capacitación prácticas y adaptadas al calendario de los agricultores.	Planificación de sesiones y coordinación.	1.Programar sesiones de capacitación prácticas en función del calendario de los agricultores. 2.Asegurar que las sesiones se centren en la aplicación práctica en el campo	Tarea 1: Planificación de sesiones. Recursos: Equipo de Consultoría. Plazo: 4 meses. Responsable: Jefe de Consultoría.
	11. Establecer un equipo de consultores preparados para brindar servicios personalizados a los agricultores.	Ofrecer apoyo especializado a los agricultores.	Seleccionar y entrenar a consultores con experiencia en agricultura y datos satelitales.	Selección y formación de consultores.	1.Seleccionar consultores con experiencia en agricultura y datos satelitales. Proporcionar 2.capacitación específica a los consultores para que estén preparados para brindar servicios personalizados.	Tarea 1: Selección de consultores. Recursos: Equipo de Consultoría. Plazo: 3 meses. Responsable: Jefe de Consultoría.
	12. Diseñar una estructura de consulta y procesos para brindar asistencia a los agricultores según sus necesidades específicas.	Adaptar la consultoría a las necesidades individuales.	Desarrollar un proceso de consulta que incluya evaluación de necesidades y seguimiento personalizado.	Diseño de procesos y herramientas de evaluación.	1.Diseñar una estructura de consulta que permita la evaluación de las necesidades individuales de los agricultores. 2.Establecer un proceso de seguimiento personalizado para garantizar que las soluciones sean adaptadas.	Tarea 1: Diseño de estructura de consulta. Recursos: Equipo de Consultoría. Plazo: 4 meses. Responsable: Jefe de Consultoría.

Nota: Elaboración propia.

4.2.1. Componentes de las acciones correctivas

Estas acciones están diseñadas para abordar los desafíos identificados y mejorar la capacidad de la empresa para gestionar y mitigar la salinidad en la agricultura de la Región Ica. Por lo que, se proporcionan los formatos y descripciones visuales para cada uno de los componentes del diseño de mejora en la propuesta de TECNONAVAL:

Adquisición de Datos Satelitales Avanzados. TECNONAVAL debe establecer acuerdos estratégicos con proveedores de imágenes satelitales de alta resolución y frecuencia de revisita. Esto permitirá una cobertura más precisa y frecuente de la Región Ica, lo que es esencial para monitorear los cambios en la salinidad del suelo a lo largo del tiempo.

En esta sección, se presenta el formato que detalla los acuerdos estratégicos con proveedores de imágenes satelitales para la adquisición de datos satelitales avanzados. La tabla a continuación describe los campos clave de este formato:

Proveedor	Tipo de Imágenes	Resolución	Frecuencia de revisita
Proveedor XYZ	Imágenes de alta resolución	Alta	Revisita mensual
Proveedor ABC	Imágenes multiespectrales de media resolución	Media	Revisita trimestral
Proveedor DEF	Imágenes de radas de apertura sintética	Medía	Revisita anual

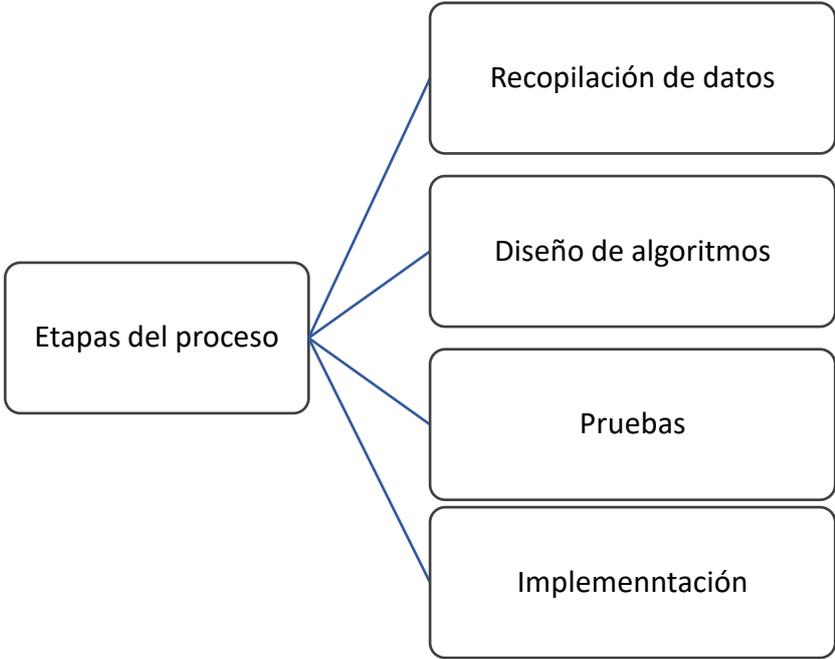
Nota: Elaboración propia.

Este formato proporciona una visión clara y organizada de los acuerdos estratégicos con proveedores de imágenes satelitales, incluyendo detalles importantes como el tipo de imágenes, la resolución, la frecuencia de revisita y el área cubierta. Esto asegura que TECNONAVAL pueda acceder a datos satelitales avanzados necesarios para monitorear la salinidad del suelo en la Región Ica de manera precisa y oportuna.

Desarrollo de Algoritmos de Procesamiento: Se deben desarrollar algoritmos personalizados para procesar las imágenes satelitales y detectar con precisión las áreas afectadas por la salinidad. Esto incluye la identificación de patrones de salinidad en el suelo y su evolución a lo largo de las estaciones.

En esta sección, se presenta un organigrama que ilustra el proceso de desarrollo de algoritmos personalizados para el procesamiento de imágenes satelitales y la detección precisa de áreas afectadas por la salinidad en la agricultura de la Región Ica. A continuación, se muestra el formato y la descripción visual:

Figura 5
Organigrama de desarrollo de algoritmos de procesamiento

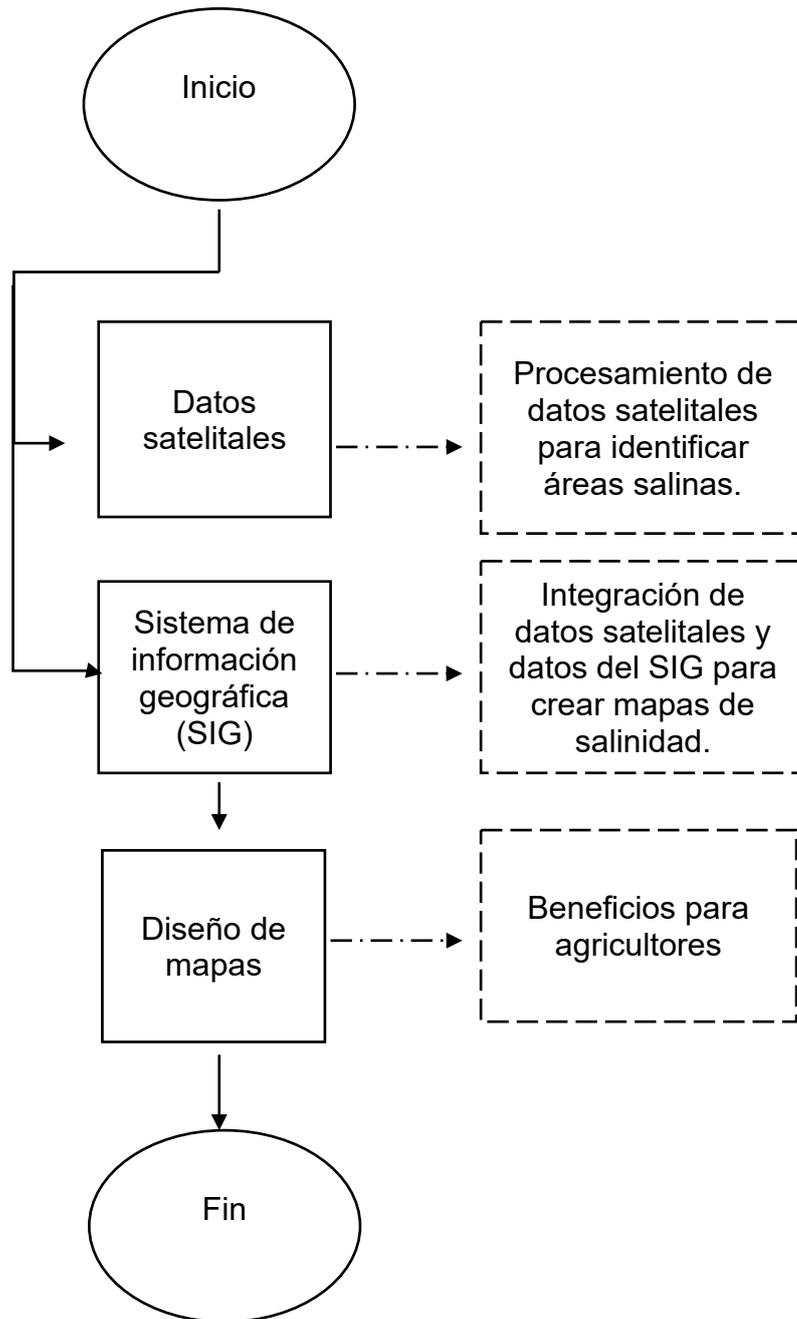


El organigrama muestra estas cuatro etapas del proceso de desarrollo de algoritmos de procesamiento, y se conectan mediante flechas para indicar la secuencia lógica. El proceso de desarrollo de algoritmos personalizados consta de las siguientes etapas:

- **Recopilación de Datos:** En esta etapa, se recopilan datos satelitales relevantes de la Región Ica. Estos datos servirán como base para el desarrollo de algoritmos de procesamiento. Se pueden obtener datos de fuentes como proveedores de imágenes satelitales y bases de datos geoespaciales.
- **Diseño de Algoritmos:** En el diseño de algoritmos, se crea una metodología específica para procesar las imágenes satelitales y detectar áreas afectadas por la salinidad. Se definen los pasos necesarios para identificar patrones de salinidad en el suelo y se establecen los parámetros de procesamiento.
- **Pruebas:** En esta etapa, se realizan pruebas exhaustivas de los algoritmos desarrollados. Se utilizan datos de prueba y ejemplos reales de la Región Ica. El objetivo es garantizar la precisión y confiabilidad de los algoritmos en la detección de salinidad.
- **Implementación:** Una vez que los algoritmos han pasado las pruebas con éxito, se implementan en el sistema de procesamiento de datos satelitales de TECNONAVAL. Los algoritmos se utilizan de manera regular para procesar las imágenes satelitales y proporcionar información actualizada sobre la salinidad en la región.

Integración de Datos y Tecnologías Geoespaciales: La empresa deberá integrar sistemas de información geográfica (SIG) y datos satelitales para crear mapas detallados de salinidad. Esto permitirá a los agricultores identificar áreas problemáticas y tomar decisiones informadas sobre la gestión del suelo.

Figura 6
Flujograma de integración de datos y tecnologías



Este flujograma refleja la secuencia de pasos para la integración de datos y tecnologías geoespaciales, comenzando con la adquisición de datos satelitales, pasando por la integración de sistemas de información geográfica y datos satelitales, y culminando en la creación de mapas detallados que brindan beneficios a los agricultores.

Capacitación de Usuarios Finales: TECNONAVAL debe ofrecer capacitación a los agricultores de la Región Ica sobre cómo utilizar los datos e información proporcionados para implementar prácticas agrícolas que mitiguen los efectos de la salinidad.

En este apartado, se describe visualmente el formato para el programa de capacitación de usuarios finales en la propuesta de TECNONAVAL. El formato incluye detalles sobre las sesiones de capacitación y la inscripción de agricultores interesados. A continuación, se muestra el formato y su descripción visual:

Tabla 4
Formato de capacitación de usuarios finales

Fecha		
Tema		
Ubicación		
Descripción	Contenido	Hora
Introducción a los Datos Satelitales	¿Qué son los datos satelitales? Importancia de los datos satelitales en la agricultura. Ejemplos de aplicaciones en la gestión de salinidad.	9:00 AM - 10:30 AM
Procesamiento y Análisis de Imágenes Satelitales	Cómo acceder a datos satelitales. Herramientas para el procesamiento de imágenes. Interpretación de imágenes y detección de áreas salinas.	10:45 AM - 12:15 PM

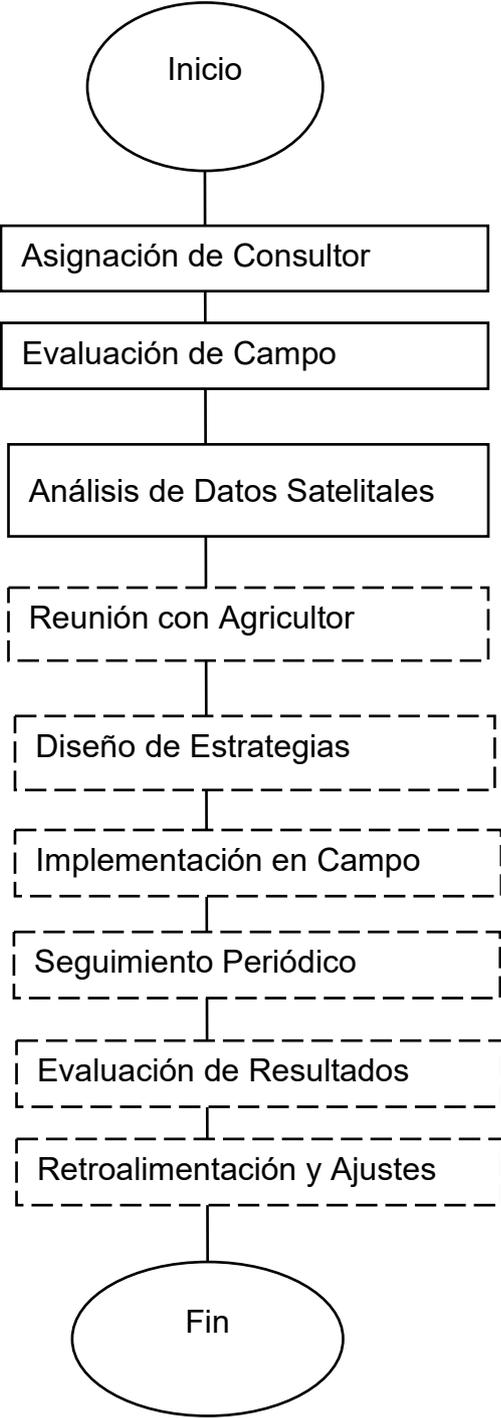
Receso		12:30 PM - 1:30 PM
Aplicaciones Prácticas en el Campo	Cómo utilizar los datos en la gestión del suelo. Estrategias para reducir la salinidad en sus campos. Estudio de casos exitosos.	1:45 PM - 3:15 PM
Sesiones preguntas	Resolución de dudas y discusión abierta.	3:30 PM - 4:30 PM

Nota: Elaboración propia.

Este formato facilita la organización y comunicación de las sesiones de capacitación para los usuarios finales, en este caso, los agricultores de la Región Ica. Ayuda a asegurar que los agricultores reciban la capacitación necesaria para utilizar eficazmente los datos satelitales proporcionados por TECNONAVAL en sus prácticas agrícolas.

Servicio de Consultoría Personalizada: La empresa podría ofrecer servicios de consultoría personalizada a los agricultores para ayudarles a interpretar los datos y diseñar estrategias específicas para sus campos.

Figura 7
Flujograma de servicio de consultoría personalizada



Este flujo de trabajo representa las etapas clave del servicio de consultoría personalizada de la siguiente manera:

El proceso comienza cuando un agricultor solicita la consultoría personalizada.

Asignación de Consultor: TECNONAVAL asigna un consultor especializado al agricultor.

Evaluación de Campo: El consultor visita el campo del agricultor y recopila datos relevantes.

Análisis de Datos Satelitales: El consultor utiliza datos satelitales para analizar la salinidad y otros parámetros.

Reunión con Agricultor: Se realiza una reunión entre el consultor y el agricultor para discutir los hallazgos.

Diseño de Estrategias: Basándose en los datos y necesidades del agricultor, el consultor diseña estrategias personalizadas.

Implementación en Campo: Las estrategias acordadas se implementan en el campo del agricultor.

Seguimiento Periódico: El consultor realiza un seguimiento continuo para ajustar las estrategias según sea necesario.

Evaluación de Resultados: Después de un período, se evalúan los resultados obtenidos.

Retroalimentación y Ajustes: Se retroalimenta al agricultor y se hacen ajustes para mejorar aún más.

El proceso termina con agricultores mejorando la gestión de la salinidad y aumentando la productividad agrícola.

Este proceso de consultoría personalizada asegura que los agricultores reciban asesoramiento específico para sus necesidades y se benefician de los datos satelitales proporcionados por TECNONAVAL. El consultor actúa como un socio en la toma de decisiones y la implementación de estrategias para mitigar la salinidad y mejorar la productividad agrícola en la región.

4.3. Mecanismo de control

A continuación, se presenta los formatos para implementar los mecanismos de control en la propuesta de mejora en el uso de imágenes satelitales para mitigar la salinidad en zonas agrícolas de la región Ica en TECNONAVAL:

Acción propuesta 1: Adquisición de datos satelitales avanzados

La Adquisición de Datos Satelitales Avanzados es una acción fundamental dentro de la propuesta de mejora de TECNONAVAL para mitigar la salinidad en zonas agrícolas de la región Ica. La calidad y disponibilidad de los datos satelitales son esenciales para monitorear de manera efectiva la salinidad del suelo y tomar decisiones informadas en la agricultura. En esta acción, se busca garantizar un acceso confiable a datos satelitales de alta resolución y frecuencia de revisita, lo que permitirá a TECNONAVAL mejorar su capacidad de proporcionar soluciones efectivas a los agricultores de la región.

- Indicador: Cobertura de datos satelitales de alta resolución adquiridos.
- Valor Esperado: Cubrir el 100% de la Región Ica con datos satelitales de alta resolución en los próximos 6 meses.
- Frecuencia de Medición: Mensual.
- Responsable de la Medición: Jefe de Adquisiciones.

Formato de Registro de Cobertura de Datos Satelitales					
Fecha	Área Cubierta (km ²)	Tipo de Imágenes	Resolución	Proveedor	Responsable

Nota: Elaboración propia.

Acción propuesta 2: Desarrollo de algoritmos de procesamiento personalizados

El Desarrollo de Algoritmos de Procesamiento Personalizados es una acción esencial en la propuesta de mejora de TECNONAVAL para abordar la salinidad en zonas agrícolas de la región Ica. La precisión en la detección y seguimiento de áreas afectadas por la salinidad es un factor clave en la gestión agrícola. Para lograr esto, TECNONAVAL se embarcará en el desarrollo de algoritmos personalizados que permitan procesar imágenes satelitales de manera específica y precisa.

- Indicador: Precisión del algoritmo en la identificación de áreas salinas.
- Valor Esperado: Lograr una precisión del 95% en la identificación de áreas afectadas por la salinidad en las imágenes procesadas.
- Frecuencia de Medición: Trimestral.
- Responsable de la Medición: Jefe de Desarrollo de Algoritmos.

Formato de Evaluación de Precisión del Algoritmo				
Fecha	Número de Imágenes Procesadas	Áreas Salinas Identificadas Correctamente	Precisión (%)	Responsable

Nota: Elaboración propia.

Acción propuesta 3: Capacitación de usuarios finales (Agricultores)

La capacitación de usuarios finales, en este caso, los agricultores de la región Ica, es un componente fundamental de la propuesta de mejora de TECNONAVAL. El acceso a datos e información de calidad es esencial, pero su verdadero valor radica en la capacidad de los agricultores para utilizarlos de manera efectiva en sus prácticas agrícolas. Por lo tanto, la acción propuesta número 3 se centra en la capacitación de

los agricultores para aprovechar al máximo los datos satelitales y las herramientas proporcionadas por TECNONAVAL.

- Indicador: Tasa de adopción de prácticas agrícolas recomendadas.
- Valor Esperado: Lograr una tasa de adopción del 80% en las prácticas agrícolas recomendadas basadas en los datos satelitales.
- Frecuencia de Medición: Semestral.
- Responsable de la Medición: Jefe de Capacitación.

Formato de Evaluación de Tasa de Adopción de Prácticas Agrícolas				
Fecha	Número de Agricultores Capacitados	Número de Agricultores que Adoptaron Prácticas Recomendadas	Tasa de Adopción (%)	Responsable

Nota: Elaboración propia.

Acción propuesta 4: Servicio de consultoría personalizada

Esta acción representa la esencia del compromiso de TECNONAVAL con los agricultores de la región Ica. Comprender las necesidades individuales y proporcionar soluciones personalizadas es fundamental para una gestión eficaz de la salinidad en la agricultura. En esta sección, se detallará cómo este servicio brindará un apoyo especializado a los agricultores, guiándolos desde la interpretación de los datos satelitales hasta la implementación de estrategias específicas en sus campos.

- Indicador: Nivel de satisfacción de los agricultores con el servicio de consultoría.
- Valor Esperado: Alcanzar un nivel de satisfacción del 90% o superior en las encuestas de retroalimentación.
- Frecuencia de Medición: Trimestral.

- Responsable de la Medición: Jefe de Consultoría.

Formato de Encuesta de Satisfacción del Servicio de Consultoría			
Fecha	Nivel de Satisfacción (en una escala del 1 al 5)	Comentarios/Sugerencias	Responsable

Nota: Elaboración propia.

Acción 5. Seguimiento Continuo: Se debe establecer un sistema de seguimiento continuo para evaluar la eficacia de la mejora. Esto implica monitorear la evolución de los niveles de salinidad en las zonas agrícolas y compararlos con datos históricos.

Formato de seguimiento continuo			
Fecha: _____			
Ubicación:			
Responsable del Seguimiento:			
Objetivo: Evaluar la eficacia de la mejora en la mitigación de la salinidad en las zonas agrícolas de la Región Ica.			
Indicadores de Seguimiento:			
<ul style="list-style-type: none"> • Niveles de salinidad en zonas de prueba. • Frecuencia de revisita de imágenes satelitales. • Comparación de datos actuales con datos históricos. 			
Mes / Trimestre	Niveles de Salinidad (%)	Frecuencia de Revisita	Comparación con Datos Históricos
Mes 1			
Mes 3			
Mes 6			

Mes 9			
Mes 12			
Acciones Correctivas: (Si es necesario)			

Nota: Elaboración propia.

Acción 6. Retroalimentación de los Agricultores: Se deben recopilar comentarios y opiniones de los agricultores que utilizan los servicios y datos proporcionados por TECNONAVAL. Esto ayudará a identificar áreas de mejora y ajustar los servicios según sea necesario.

Formato de retroalimentación
Fecha:
Ubicación:
Objetivo: Recopilar comentarios y opiniones de los agricultores que utilizan los servicios y datos proporcionados por TECNONAVAL.
1. ¿Cómo calificaría la utilidad de los servicios y datos proporcionados por TECNONAVAL para mitigar la salinidad en su área agrícola? (Escala del 1 al 5, donde 1 es muy insatisfactorio y 5 es muy satisfactorio) Calificación: _____
2. ¿Qué aspectos de los servicios le parecieron más útiles?
3. ¿Existen áreas en las que siente que los servicios pueden mejorar? Por favor, proporcione detalles.
4. ¿Ha observado mejoras en la gestión de la salinidad en su área agrícola desde que comenzó a utilizar los servicios de TECNONAVAL?
5. ¿Tiene alguna sugerencia adicional o comentario que desee compartir?
Firma del Agricultor:

Nota: Elaboración propia.

Acción 7. Auditorías Internas: Realizar auditorías internas periódicas para garantizar que los algoritmos de procesamiento de imágenes satelitales estén funcionando de manera óptima y que los datos proporcionados sean precisos.

Formato de auditoría interna

Fecha de la Auditoría:		
Auditor Principal:		
Proyecto:		
Objetivo de la Auditoría: Evaluar el funcionamiento de los algoritmos de procesamiento de imágenes satelitales y la precisión de los datos proporcionados.		
Resultados de la Auditoría:		
Aspecto Evaluado	Cumplimiento	Observaciones y Recomendaciones
Algoritmos de Procesamiento		
Precisión de Datos		
Firma del Auditor Principal:		

Nota: Elaboración propia.

Accione 8. Actualización Tecnológica: Mantenerse al tanto de las últimas tecnologías en imágenes satelitales y SIG para garantizar que TECNONAVAL siga ofreciendo soluciones de vanguardia.

Formato de Actualización Tecnológica		
Fecha de Revisión Tecnológica: _____		
Objetivo de la Revisión: Evaluar las últimas tecnologías en imágenes satelitales y SIG para garantizar que TECNONAVAL siga ofreciendo soluciones de vanguardia.		
Resultados de la Revisión:		
Tecnología Revisada	Viabilidad	Observaciones

Imágenes Satelitales		
Tecnologías SIG		
Acciones a Tomar en Base a la Revisión:		

Nota: Elaboración propia.

Estos formatos proporcionan una estructura para implementar y documentar los mecanismos de control en la propuesta de mejora de TECNONAVAL. Pueden ser adaptados y personalizados según las necesidades específicas de la empresa.

Cronograma de actividades

A continuación, se muestra un cronograma para implementar los mecanismos de control en la propuesta de mejora en el uso de imágenes satelitales para mitigar en zonas agrícolas de la región Ica en TECNONAVAL:

Análisis de costo – beneficios

En el análisis de costo-beneficio realizado para la propuesta de mejora de TECNONAVAL, se evaluaron los costos asociados con la implementación del proyecto y los beneficios esperados como resultado de estas acciones. Este enfoque analítico proporciona una visión integral de la viabilidad económica de la propuesta, permitiendo a las partes interesadas entender la relación entre los recursos financieros invertidos y los retornos esperados. En el caso de la propuesta de mejora de TECNONAVAL, que busca mitigar la salinidad en zonas agrícolas de la Región Ica mediante el uso de imágenes satelitales, el análisis de costo-beneficio proporciona información crucial para tomar decisiones informadas sobre su viabilidad y efectividad.

Tabla 6
Costo anual

Adquisición de datos satelitales	\$50 000
Recursos humanos	\$100 000
Desarrollo de algoritmos (inversión única)	\$40 000
Integración de datos y tecnologías geoespaciales	\$30 000
Capacitación de agricultores	\$25 000
Servicios de consultoría	\$45 000
Auditorías internas	\$15 000
Actualización tecnológica	\$20 000
Total de Costos Anuales	\$325 000

Nota: Elaboración propia.

En la tabla 6 se desglosan los costos anuales asociados a la propuesta de mejora de TECNONAVAL, dirigida a mitigar la salinidad en zonas agrícolas de la Región Ica mediante el uso de imágenes satelitales. Estos costos comprenden diversos aspectos clave, que incluyen la adquisición de datos satelitales, recursos humanos, desarrollo de algoritmos (como una inversión única), integración de datos y tecnologías

geoespaciales, capacitación de agricultores, servicios de consultoría, auditorías internas y actualización tecnológica. En conjunto, estos costos anuales ascienden a \$325,000. Estos gastos son esenciales para la implementación y el funcionamiento sostenible de la propuesta y deben evaluarse en el contexto de los beneficios esperados y la viabilidad económica del proyecto.

Tabla 7
Beneficios anuales

Ingresos adicionales	\$300 000
Ahorro en costos de suelo no productivo	\$40 000
Total de beneficios anuales	\$340 000

Nota: Elaboración propia.

En la Tabla 7 se presentan los beneficios anuales derivados de la implementación de la propuesta de mejora de TECNONAVAL, que se centra en la mitigación de la salinidad en zonas agrícolas de la Región Ica mediante el uso de imágenes satelitales. Estos beneficios anuales incluyen tanto ingresos adicionales por mejoras en la productividad agrícola, que ascienden a \$300,000, como ahorros en costos relacionados con la utilización de suelo no productivo, que alcanzan los \$40,000. La suma total de los beneficios anuales se cifra en \$340,000. Estos beneficios reflejan la contribución positiva que la propuesta puede generar en términos económicos y operativos para TECNONAVAL y los agricultores de la región, y se consideran un aspecto crucial al evaluar la relación costo-beneficio del proyecto.

Relación Beneficio- Costo

$$C/B = \frac{\text{Beneficios anuales}}{\text{Costos anuales}}$$

$$\frac{C}{B} = \frac{\$340\,000}{\$325\,000} = 1.05$$

La relación Beneficio-Costo (C/B) calculada para la propuesta de mejora de TECNONAVAL, que se enfoca en mitigar la salinidad en zonas agrícolas de la Región Ica mediante el uso de imágenes satelitales, es de 1.05. Esto indica que, por cada unidad monetaria invertida en la implementación de la propuesta, se obtiene un beneficio de 1.05 unidades monetarias. En términos prácticos, un C/B superior a 1.0 sugiere que el proyecto es financieramente favorable, ya que los beneficios superan los costos anuales, generando un rendimiento positivo. En este caso, la relación C/B de 1.05 respalda la viabilidad económica de la propuesta y sugiere que puede ser una inversión atractiva para TECNONAVAL y los agricultores de la región.

CONCLUSIONES

En primer lugar, el diagnóstico realizado ha revelado desafíos internos significativos que requieren una atención inmediata por parte de TECNONAVAL. La carencia de personal especializado en el procesamiento de imágenes satelitales se perfila como un obstáculo fundamental que debe ser superado para garantizar el éxito de la implementación de la propuesta de mejora. Además, se ha destacado la urgente necesidad de mejorar la capacitación tanto para el equipo interno de TECNONAVAL como para los agricultores locales. La comunidad agrícola en la Región Ica se enfrenta a desafíos continuos debido a la salinidad del suelo, lo que tiene un impacto perjudicial en la productividad de sus cultivos.

En segundo lugar, el desarrollo de algoritmos personalizados para el procesamiento de imágenes satelitales se proyecta como una herramienta altamente efectiva para identificar con precisión áreas afectadas por la salinidad. Esta capacidad de detección precisa es esencial para la toma de decisiones informadas en la gestión de suelos salinos. La precisión de los algoritmos permitirá a TECNONAVAL y a los agricultores locales intervenir de manera eficiente en las áreas afectadas, aplicando soluciones específicas y aumentando la productividad agrícola.

En tercer lugar, se ha destacado la falta de conocimiento y comunicación efectiva como un obstáculo clave en la utilización de datos satelitales. En consecuencia, se ha enfocado en la capacitación continua y en la mejora de la comunicación para maximizar el impacto de estas tecnologías. La implementación de un sistema de capacitación integral para los agricultores fortalecerá sus habilidades y conocimientos en el uso efectivo de datos satelitales, lo que, a su vez, mejorará su capacidad para gestionar y mitigar la salinidad en sus campos de manera eficiente. El entendimiento

profundo de los datos proporcionados será fundamental para tomar decisiones informadas y aplicar estrategias de gestión de suelos efectivas.

De manera general, la conclusión subraya la necesidad de un enfoque integral y especializado en la gestión de la salinidad en la agricultura. A través del desarrollo de algoritmos precisos, el establecimiento de equipos expertos y la implementación de programas de capacitación integrales, TECNONAVAL está en una posición óptima para abordar los desafíos de la salinidad en la Región Ica. Estas acciones benefician tanto a los agricultores locales, al mejorar la productividad y la sostenibilidad, como a TECNONAVAL, al posicionarse como líder en innovación agrícola en la región.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que TECNONAVAL contrate o proporcione capacitación continua a personal especializado en procesamiento de imágenes satelitales. Esta acción es esencial para mantener y mejorar la calidad del procesamiento de datos satelitales y garantizar la precisión en la detección de áreas afectadas por la salinidad.

Es crucial que TECNONAVAL continúe invirtiendo en el desarrollo de algoritmos personalizados para la detección de salinidad en los datos satelitales. La precisión en la identificación de áreas afectadas es fundamental para la toma de decisiones informadas y la eficacia en la gestión de suelos agrícolas. Esto puede lograrse a través de la colaboración con expertos en procesamiento de imágenes y la adopción de tecnologías de vanguardia.

La implementación de un sistema de capacitación integral para los agricultores debe mantenerse y ampliarse. Se recomienda desarrollar un programa continuo de capacitación que incluya talleres prácticos, materiales educativos y asistencia técnica personalizada para los agricultores. Además, es esencial establecer un plan de comunicación efectiva entre el equipo de TECNONAVAL y los agricultores. Esto implica la creación de canales de comunicación claros y accesibles, así como la generación de materiales de divulgación comprensibles que expliquen el uso de datos satelitales en la gestión de la salinidad.

Para futuras investigaciones, se sugiere explorar el campo de la agricultura de precisión mediante el uso de datos satelitales para personalizar aún más las prácticas agrícolas a nivel local. Esto puede incluir la optimización del uso de recursos, como agua y fertilizantes, y la mejora de la productividad agrícola en suelos afectados por la salinidad. Investigaciones en este sentido pueden brindar soluciones avanzadas y sostenibles a largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aitken, S., & Michel, S. (1995). Who Contrives the "Real" in GIS? Geographic Information, Planning and Critical Theory. *Cartography and Geographic Information Systems*, 22(1), 17-29. doi:<http://dx.doi.org/10.1559/152304095782540519>
- Aronoff, S. (1989). Geographic Information Systems: A management perspectiva. 294.
- Bonham, G. (1994). *Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with GIS* (Vol. 13). Canada: Pergamon. Obtenido de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=7OMiShJX0wAC&oi=fnd&pg=PR11&dq=Bonham-Carter,+G.+F.+\(1994\).+Introduction+to+GIS.+Geographic+Information+Systems+for+Geoscientists.+&ots=sbZ-yqPbWn&sig=kffQKAKWUaP4Eh0-3L835wuxgtc#v=onepage&q=Bonham-Carter%2C%20G](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=7OMiShJX0wAC&oi=fnd&pg=PR11&dq=Bonham-Carter,+G.+F.+(1994).+Introduction+to+GIS.+Geographic+Information+Systems+for+Geoscientists.+&ots=sbZ-yqPbWn&sig=kffQKAKWUaP4Eh0-3L835wuxgtc#v=onepage&q=Bonham-Carter%2C%20G).
- Castañeda, C., Jiménez, A., Latorre, B., & Luna, E. (2015). Tratamiento automático de imágenes Landsat en entorno SIG para gestión de espacios protegidos: Laguna de Gallocanta, España. *Asociación Española de Teledetección*. Obtenido de <https://digital.csic.es/handle/10261/128025>
- Firman, M., Wikantika, K., Budi, A., & Kondoh, A. (2020). Generating soil salinity, soil moisture, soil pH from satellite imagery and its analysis. *Information Processing in Agriculture*, 7(2), 294-306. doi:<https://doi.org/10.1016/j.inpa.2019.08.003>
- García, R., González, M., Villazón, J., & Rodríguez, S. (2021). Relación salinidad-cultivo de caña determinada por teledetección en el Ingenio Urbano Noris. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*.
- Hailu, B., & Mehari, H. (2021). Impacts of Soil Salinity/Sodicity on Soil-Water Relations and. *Journal of Natural Sciences Research*, 12(3). doi:10.7176/JNSR/12-3-01

- Khasanov, S., Kulmatov, R., Li, F., Amstel, A., Bartholomeus, H., Aslanov, I., . . . Chen, G. (2023). Impact assessment of soil salinity on crop production in Uzbekistan and its global significance. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 342. doi:<https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108262>
- Ponvert, D., & Lau, A. (2018). Uso de la teledetección en la gestión de desastres “naturales” en la agricultura. Apuntes y reflexiones. *Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo*.
- Zhang, N., Wang, M., & Wang, N. (2002). Precision agriculture—a worldwide overview. *Computers and Electronics in Agriculture*, 36(2), 113-132. doi:[https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(02\)00096-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1699(02)00096-0)
- Aguilar, E., Espinoza, P., & Wiese, K. (2023). Estudio del riesgo ante amenazas hidrometeorológicas en nicaragua utilizando herramientas SIG: Periodo del 2022. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 7(2), 219-232. doi:<https://doi.org/10.55467/reder.v7i2.134>
- Aimituma, K., Llanqui, S., & Fernández, H. (2022). Biorremediación de suelos salinos con enmiendas orgánicas de estiércol de cuy y vacuno, Cusco-Perú. *Revista Amazónica de Ciencias Ambientales y Ecológicas*, 2(1). doi:<https://doi.org/10.51252/reacae.v2i1.e388>
- Aldana, A., & Bosque, J. (2008). Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003. *Revista*.
- Bosque, S. (2000). Sistemas de Información Geográfica. *Ed. Rialp*.
- Botana, M., & Fernández, S. (2019). Teledetección como experiencias de aprendizaje. Una mirada desde geografía física I, geografía de los espacios marítimos y cartografía. *VII Congreso Nacional de Geografía de Universidades Públicas y*

XXI Jornadas de Geografía de la UNLP. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/110172>

Bravo , N. (2017). *Teoría. Teledetección espacial Landsat, Sentinel-2, Aster LIT y MODIS* (1a ed.). Perú: GEOMÁTICA AMBIENTAL S.R.L.

Burrough, P., McDonnell, R., & Lloyd, C. (2000). Principles of Geographical Information Systems. *Oxford University Press*.

Camara, G., & Clodoveu, D. (2004). Arquitetura de sistemas de Informação Geográfica. *Ministerio*. Obtenido de <https://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>

Câmara, G., & Queiroz. (2004). Arquitetura de sistemas de Informação Geográfica. Obtenido de <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>

Castillo, M., & Balzarini , M. (2019). Spatio-temporal data management of satellite imagery. *Agriscientia*, 36(2).
doi:<https://doi.org/10.31047/1668.298x.v36.n2.23410>

Chuvieco, E., Meza, E., Vargas, F., & Salas, F. (2002). Empleo de la teledetección en el análisis de la deforestación tropical el caso de la reserva forestal de Ticoporo (Venezuela). *Serie Geográfica*, 10.

Coria, A., Santibañez, A., Nme, O., & Rivera, I. (2016). Aplicación del modelo de Lewin a una OCS: cambio organizacional y liderazgo. *Gestión y estrategia*, 49. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11191/4918>

Han, L., Ding, J., Ge, X., He, B., Wang, J., Xie, B., & Zhang, Z. (2022). Using spatiotemporal fusion algorithms to fill in potentially absent satellite images for calculating soil salinity: A feasibility study. *Elsevier logo*, 111. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jag.2022.102839>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática. (2013). Aspectos técnicos de las imagenes Landsat. *INEGI*.

- Ley N° 7786-2020-CR. (2021). *Ley que declara el interés nacional y necesidad pública la prevención de la salinización del suelo agrícola*. Congreso de la República del Perú, Lima.
- Libretexts. (2023). *Esenciales de los sistemas de información geográfica (Campbell y Shin)*. OER.
- Lopez, E., Bocco, G., & Mendoza, M. (2006). Predicción del cambio de cobertura y uso del suelo. El caso de la ciudad de Morelia. *Investigaciones geográficas*. doi:<https://doi.org/10.14350/rig.59145>
- Lopez, F., Fernández, S., & Lozada, C. (2008). Análisis factorial con componentes principales para interpretación de imágenes satelitales “landsat tm 7” aplicado en una ventana del departamento de risaralda. *Scientia Et Technica*, 14(38), 241-246.
- Malpica, J., Alonso, M., & Sanz, M. (2007). Dempster–Shafer Theory in geographic information systems: A survey. *Expert Systems with Applications*, 32, 47-55. doi:10.1016/j.eswa.2005.11.011
- Marín, F. (2006). Repensando la figura del usuario de la información. *Acimed*, 14(5).
- Martínez, P., Palacios, J., Martínez, M., Zárate, R., Maco, J., & Escobedo, R. (2015). *Cobertura y uso de la tierra de las provincias de Alto Amazonas y Ramón Castilla*. Iquitos: Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana.
- Ministerio del Ambiente. (2021). Relación salinidad-cultivo de caña determinada por teledetección en el Ingenio Urbano Noris. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 30(2).
- Miraglia, M., Flores, A., Rivarola, M., Dliberis, M., Galván, L., Natale, D., & Rodríguez, M. (2010). Manual de Cartografía, Teleobservación y Sistemas de Información Geográfica. *Universidad Nacional de General Sarmiento*.

- Mozo, T., Buchinger, M., Dubois, J., Garzón, H., Godoy, G., & Guayara, C. (1999). *Ecología y conservación de recursos naturales renovables*. Santa Fé - Bogota.
- National Imagery Transmission Format. (2009). NITF for Arcgis User's Guide. *Calameo*.
- NCGIA. (2015). *Introduction to the Core Curriculum in GIS. Core Curriculum- Geographic Information Systems (1990)*. National Center for Geographic Information and Analysis, Santa Barbara, California, USA.
- Ponvert, D., & Aldunce, P. (2019). Tecnologías Espaciales, desastres y agricultura en Iberoamérica (I). *Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo*.
- Prabhakar, R., Somanathan, E., & Singh, B. (2006). How degraded are Himalayan forests? *Current Science*, 91(1).
- Puerta, R., Rengifo, J., & Bravo, N. (2013). Manual de ArcGis 10 Intermedio. *Departamento de Ciencias de los Recursos Naturales Renovables*.
- Quirós, M. (2011). *Tecnologías de la información geográfica (TIG). Cartografía, Fotointerpretación, Teledetección y SIG*. Salamanca.
- Ramos, P., Herrero, A., Arranz, J., Molina, J., Marquez, R., Ramos, P., & Arévalo, G. (2007). Uso eficiente y sostenible de los recursos naturales. *Salamanca*.
- Rial, P., & Gonzáles, L. (2001). Erdas imagine 8.4 Tour Guide. *United States of America*.
- Rodríguez, A., Rubiano, Y., Gutierrez, A., Jaime, B., Novia, R., Orlando, A., & Pulido, S. (2013). Cobertura vegetal y usos del suelo de la altillanura plana de los municipios de puerto López y puerto Gaitán, Meta. *Corpoica*.
- Rodriguez, H. (2011). Métodos de Análisis de Suelos y Plantas. Criterios de Interpretación. *Editorial Trillas*.

- Rodriguez, V., & Chica, M. (2012). Clasificación de imágenes de satélite mediante el programa libre: Nueva tendencia de algoritmo de I.A. *XV Congreso Nacional de Tecnologías de Información Geográfica*.
- Saenz, N. (1992). Los sistemas de información geográfica (SIG) una herramienta importante para la toma de cualquier decisión. *Ingeniería Civil*(28).
- Sanjurjo, J., & Kalliola, R. (2004). Manual para la elaboración de mosaicos de imágenes de satélite Landsat TM para la selva baja peruana. *Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana*.
- Schowengerdt, R. (2007). *Remote Sensing: Models and methods for image processing*. Arizona. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-369407-2.X5000-1>
- Seingier, G., Espejel, I., & Fermán, J. (2009). Cobertura vegetal y marginación en la costa mexicana. *Investigación ambiental*, 1(1).
- Shahid,, S., Zaman, M., & Heng , L. (2018). Soil Salinity: Historical Perspectives and a World Overview of the Problem. *Guideline for Salinity Assessment, Mitigation and Adaptation Using Nuclear and Related Techniques*. doi:<https://doi.org/10.1007/978-3-319-96190-3>
- Singh, A. (2021). Soil salinity: A global threat to sustainable development. 38, 39-67. doi:<https://doi.org/10.1111/sum.12772>
- Suarez, A., Padilla, O., & Pérez, P. (2014). Análisis y comparación de imágenes de diferentes sensores para verificar su utilidad y eficiencia en el estudio multitemporal. *Universidad de las fuerzas armadas*.
- Taboada, B. (2011). Cobertura vegetal, prácticas agropecuarias de conservación de suelos. *Boletín N° 04.11*.
- Zerda, H. (2005). Percepción remota y SIG en la planificación y la gestión ambiental. *Santiago del Estero: una mirada ambiental*, 333-354.

ANEXOS

Anexo 1 Hoja de verificación

Hoja de Verificación: Utilización de Imágenes Satelitales en TECNONAVAL		
Fecha:		
Entrevistado:		
Ubicación:		
Objetivo de la Verificación:		
Recopilar datos sobre cómo se obtienen, procesan y utilizan los datos satelitales en TECNONAVAL para abordar el problema de la salinidad en la agricultura de la Región Ica.		
Preguntas y Verificación:	SI	NO
¿La empresa TECNONAVAL tiene acceso a imágenes satelitales de alta resolución y frecuencia de revisita?		
¿Se ha establecido algún acuerdo estratégico con proveedores de imágenes satelitales para obtener estos datos?		
¿Cuál es la frecuencia de revisita de las imágenes satelitales que se utilizan en la empresa? (Especificar en días o meses)		
¿La empresa cuenta con personal capacitado en el procesamiento de imágenes satelitales y algoritmos personalizados?		
¿Se han desarrollado algoritmos personalizados para procesar las imágenes satelitales y detectar áreas afectadas por la salinidad?		
¿Cómo se almacenan y gestionan los datos satelitales en TECNONAVAL? (Describir el proceso)		
¿Se han integrado sistemas de información geográfica (SIG) con los datos satelitales para crear mapas de salinidad detallados?		
¿Se ha proporcionado capacitación a los agricultores de la Región Ica sobre el uso de los datos e información proporcionados por TECNONAVAL para mitigar la salinidad?		
¿La empresa ofrece servicios de consultoría personalizada a los agricultores para ayudarles a interpretar los datos y diseñar estrategias específicas para sus campos?		
¿Existen desafíos o obstáculos identificados en la utilización actual de imágenes satelitales para abordar la salinidad en la agricultura?		
Observaciones y Comentarios Adicionales:		

Anexo 2 Entrevista

Entrevistador: mi nombre es Carlos Andres Mitma Ramirez y estoy llevando a cabo esta entrevista en nombre de nuestra investigación. Agradecemos su tiempo y cooperación. Comencemos con las preguntas relacionadas con el diagnóstico.

1. ¿Cuál es la experiencia y formación del equipo en el procesamiento de imágenes satelitales?
2. ¿Qué acuerdos tienen con proveedores de imágenes satelitales y cómo afecta esto la calidad de los datos que reciben?
3. ¿Han desarrollado algoritmos personalizados para detectar áreas afectadas por la salinidad en los datos satelitales?
4. ¿Cómo describirían la comunicación con los agricultores en relación con el uso de datos satelitales?
5. ¿Han proporcionado capacitación a los agricultores sobre cómo utilizar los datos satelitales?
6. ¿Ofrecen servicios de consultoría personalizada a los agricultores?
7. ¿Por qué no han desarrollado algoritmos personalizados para detectar áreas afectadas por la salinidad en los datos satelitales?
8. ¿Cómo describirían la comunicación y coordinación interna en su equipo en relación con el uso de imágenes satelitales?
9. ¿Cómo evalúan su infraestructura tecnológica actual para el procesamiento de datos satelitales?
10. ¿Con qué frecuencia actualizan el software y hardware utilizados en el procesamiento de imágenes satelitales?

