UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE SISTEMAS

TECNOLOGÍA INTER-SATELLITE LINKS PARA LA COMUNICACIÓN DE LOS PUESTOS DE CONTROL DE LA DIRECCIÓN DE GESTIÓN FORESTAL Y FAUNA SILVESTRE – ARA AMAZONAS

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO DE SISTEMAS

ROLLIN THOMAS JIMENEZ SANGAMA

PUCALLPA – PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 06-2026

GRADUANDO :
JIMENEZ SANGAMA, Rollin Thomas

TEMA : ***"TECNOLOGÍA INTER – SATELLITE LINKS PARA LA COMUNICACIÓN DE LOS PUESTOS DE CONTROL DE LA DIRECCIÓN DE GESTIÓN FORESTAL Y FAUNA SILVESTRE – ARA AMAZONAS"***

ASESOR : **Mg. EUCLIDES PANDURO PADILLA**

CRITERIOS	PUNTAJE			
	3	2	1	0
I- PRESENTACION				
* MOTIVACION	X			
* TONO DE VOZ			X	
* CALIDAD DE MATERIAL AUDIOVISUAL		X		
II- DESARROLLO DE CONTENIDO				
* SECUENCIA		X		
* DOMINIO DE VOZ		X		
* USO ADECUADO DEL MATERIAL		X		
* VALIDEZ DE LOS HALLAZGOS		X		
III- ABSOLUCION DE PREGUNTAS				
* RESPONDE A LAS PREGUNTAS FORMULADAS POR EL JURADO		X		
IV- APORTE CIENTIFICO Y TECNOLOGICO				
* AL DESARROLLO DE LA COMUNIDAD		X		
* A LA PROFESION		X		

EVALUACION

- EXCELENCIA — 26 A 30 PUNTOS
- UNANIMIDAD — 21 A 25 PUNTOS
- MAYORIA — 16 A 20 PUNTOS
- DESAPROBADO — 15 A MENOS

CALIFICACION FINAL:
PUNTAJE : **20** / 30

CONCLUSIONES:
APROBADO POR : **MAYORIA**
DESAPROBADO POR :

JURADO EVALUADOR

Dr. Jorge Luis HILARIO RIVAS
PRESIDENTE

Mg. Freddy Elar FERRARI FERNANDEZ
MIEMBRO

M.Sc. Richard Piero BARDALES LINARES
MIEMBRO

M.Sc. CLOTILDE RÍOS HIDALGO DE CERNA
SECRETARIA ACADÉMICA

PUCALLPA, 23 DE ENERO DEL 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE SISTEMAS

COMISION DE GRADOS Y TITULOS

TESIS TITULADA:

"TECNOLOGÍA INTER-SATELLITE LINKS PARA LA COMUNICACIÓN DE LOS PUESTOS DE CONTROL DE LA DIRECCIÓN DE GESTIÓN FORESTAL Y FAUNA SILVESTRE – ARA AMAZONAS"

ELABORADO POR:

BACH. JIMENEZ SANGAMA, ROLLIN THOMAS

APROBADO POR:

DR. JORGE LUIS HILARIO RIVAS
Presidente

MG. FREDDY ELAR FERRARI FERNANDEZ
Primer Miembro

M.Sc. RICHARD PIERO BARDALES LINARES
Segundo Miembro

M.Sc. EUCLIDES PANDURO PADILLA
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº V/792-2025.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"TECNOLOGÍA INTER-SATELLITE LINKS PARA LA COMUNICACIÓN DE LOS PUESTOS DE CONTROL DE LA DIRECCIÓN DE GESTIÓN FORESTAL Y FAUNA SILVESTRE – ARA AMAZONAS"

Autor(es)	:	**JIMÉNEZ SANGAMA, ROLLIN THOMAS**
Facultad	:	**INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL**
Escuela	:	**ING. DE SISTEMAS**
Asesor(a)	:	**M.Sc. PANDURO PADILLA, EUCLIDES**

Presenta un **porcentaje de similitud de 4%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación presenta un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 23/12/2025

Dr. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, ROLLIN THOMAS JIMENEZ SANGAMA

Autor de la tesis titulada : TECNOLOGÍA INTER-SATELLITE PARA LA COMUNICACIÓN DE LOS PUESTOS DE CONTROL DE LA DIRECCIÓN DE GESTIÓN FORESTAL Y FAUNA SILVESTRE - ARA AMAZONAS

Sustentada el año: 2026

Asesor(a): EUCLIDES PANDURO PADILLA

Facultad: INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL

Escuela Profesional: INGENIERIA DE SISTEMAS

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 09/03/2026

Email: RTJSANGAMA@GMAIL.COM Firma: _____

Teléfono: 954676663 DNI: 48025732

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación, en primer lugar, a Dios, por brindarme salud, fortaleza y sabiduría para superar cada obstáculo a lo largo de mi formación profesional.

A mis padres, por su apoyo incondicional, sus enseñanzas y sacrificios constantes, que han sido el pilar fundamental para alcanzar este importante logro académico.

A mi esposa, por su comprensión, motivación y confianza depositada en mí durante todo este proceso, alentándome a no rendirme y a seguir adelante frente a las dificultades.

Finalmente, dedico este trabajo a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a mi crecimiento personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Ucayali, a la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Civil y a la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, por la formación académica brindada y por permitirme desarrollar el presente trabajo de investigación.

Asimismo, agradezco a la Dirección de Gestión Forestal y Fauna Silvestre de la ARA Amazonas, por las facilidades brindadas y el acceso a la información necesaria para el desarrollo del estudio.

Finalmente, agradezco a mis docentes, compañeros y a todas las personas que directa o indirectamente contribuyeron con sus conocimientos, apoyo y motivación para la realización de este trabajo.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo implementar la tecnología de enlaces inter-satelitales (Inter-Satellite Links – ISL) para mejorar la comunicación de los puestos de control de la Dirección de Gestión Forestal y Fauna Silvestre (DGFFS) de la ARA Amazonas. El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, con un diseño preexperimental de tipo pre test–post test, aplicándose un cuestionario tipo Likert al personal de los puestos de control antes y después de la implementación de la tecnología ISL. Los resultados descriptivos evidenciaron un incremento de la media global de 3.21 a 3.58, pasando de un nivel regular a bueno. Asimismo, los resultados inferenciales, obtenidos mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas, mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), confirmando mejoras en la eficiencia operativa, la calidad de la información y la seguridad y vigilancia. Se concluye que la implementación de la tecnología ISL mejora de manera significativa la gestión de las comunicaciones en los puestos de control, contribuyendo al fortalecimiento de la capacidad operativa y de supervisión en zonas remotas de la región Amazonas.

Palabras clave: Enlaces intersatelitales, Gestión de comunicaciones, Monitoreo forestal y de fauna silvestre

ABSTRACT

This study aimed to implement Inter-Satellite Links (ISL) technology to improve communication in the control posts of the Forest and Wildlife Management Directorate (DGFFS) of ARA Amazonas. A quantitative approach was adopted, using a pre-experimental pretest–posttest design. A Likert-scale questionnaire was administered to control post personnel before and after the implementation of ISL technology. Descriptive results showed an increase in the overall mean score from 3.21 to 3.58, indicating an improvement from a regular to a good level. Inferential analysis, conducted using the paired-samples Student's t-test, revealed statistically significant differences ($p < 0.05$), confirming improvements in operational efficiency, information quality, and security and surveillance. The findings demonstrate that the implementation of ISL technology significantly enhances communication management in control posts, contributing to improved operational performance, timely and reliable information exchange, and strengthened monitoring and control capabilities in remote areas of the Amazonas region.

Keywords: Inter-Satellite Links, Communication Management, Forest and Wildlife Monitoring

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA vi
AGRADECIMIENTO vii
RESUMEN viii
ABSTRACT ix
ÍNDICE DE TABLAS xiii
ÍNDICE DE FIGURAS xiv
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 15
1.1. Planteamiento del problema de investigación 15
1.2. Formulación del problema 18
1.2.1. Problema general 18
1.2.2. Problemas específicos 18
1.3. Objetivos 18
1.3.1. Objetivo General 18
1.3.2. Objetivos Específicos 19
1.4. Justificación e importancia 19
1.4.1. Justificación 19
1.4.2. Importancia 20
1.4.3. Limitaciones 21
1.5. Hipótesis 21
1.5.1. Hipótesis General 21
1.5.2. Hipótesis Específicas 22
1.6. Delimitación de la investigación 22
1.6.1. Delimitación Espacial 22
1.6.2. Delimitación Social 23
1.6.3. Delimitación Temporal 23
1.6.4. Delimitación Conceptual 24
1.7. Variables 24
1.7.1. Variable Independiente 24
1.7.2. Variable Dependiente 25
1.8. Sistema de variables, dimensiones e indicadores 26
1.8.1. Operacionalización de variables 26
CAPÍTULO II 27
MARCO TEÓRICO 27
2.1. Antecedentes de la investigación 27
2.1.1. Antecedentes internacionales 27

2.1.2. Antecedentes nacionales 30
2.2. Bases teóricas 32
2.3. Definición de términos básicos 38
CAPÍTULO III 41
METODOLOGÍA 41
3.1. Método de Investigación 41
3.1.1. Tipo de Investigación 41
3.1.2. Nivel de la investigación 41
3.1.3. Diseño de investigación 41
3.2. Población y muestra 42
3.2.1. Población 42
3.2.2. Muestra 42
3.3. Instrumento de recolección de datos 44
3.4. Procedimiento de recolección de datos 45
3.5. Tratamiento de datos 46
CAPÍTULO IV 48
PRESENTACION DE RESULTADOS 48
4.1. Resultados descriptivos 48
4.1.1. Resultados descriptivos del pre test 48
4.1.2. Resultados descriptivos del post test 49
4.1.3. Comparación descriptiva pre test y post test 49
4.2. Resultados inferenciales 50
4.2.1. Prueba de normalidad 50
4.2.2. Contraste de la hipótesis general 53
4.2.3. Resultados de la prueba t de Student 57
4.2.4. Contraste de las hipótesis específicas 61
4.2.5. Discusión de los resultados inferenciales 70
CAPÍTULO V 73
PROPUESTA DE SOLUCIÓN 73
5.1. Introducción 73
5.2. Objetivo de la solución 73
5.3. Alcance de la solución 74
5.4. Desarrollo de la solución por fases 74
5.4.1. Fase de Inicio: Diagnóstico y Análisis (Pre Test) 74
5.4.2. Fase de Preparación: Diseño Técnico y Selección 81
5.4.3. Fase de Realización: Implementación 84

5.4.4. Fase de Puesta en Marcha (Post Test) 89
5.4.5. Fase de Cierre 92
CONCLUSIONES 95
RECOMENDACIONES 97
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 99
ANEXOS 105
Anexo 1: Matriz de consistencia: Tecnología Inter-Satellite Links para la Comunicación de los Puestos de Control de la Dirección de Gestión Forestal y Fauna Silvestre – Ara Amazonas 106
Anexo 2: Instrumento de recolección de datos 108
Anexo 3: Operación básica de la terminal Starlink. 111
Anexo 4: Uso seguro de la red y buenas prácticas. 114
Anexo 5: Monitoreo básico del servicio. 115
Anexo 6: Procedimientos de reporte de incidencias técnicas. 116
Anexo 7: Evidencias. 117
Anexo 8: Resultados procesados del Pretest del cuestionario 119
Anexo 9: Resultados procesados del Postest del cuestionario 143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables....26
Tabla 2. Población....42
Tabla 3. Muestra....43
Tabla 4. Comparación de resultados descriptivos del Pre Test y Post Test....49
Tabla 5. Resumen del contraste de hipótesis....72
Tabla 6. Ubicación de los puestos de control....75
Tabla 7. Condiciones encontradas de los Puestos de control (Pre Test)....79
Tabla 8. Infraestructura existente de los puestos de control (Pre Test)....79
Tabla 9. Resultados simulados – Indicador: Conectividad (Pre Test)....80
Tabla 10. Comparación de TI – Evaluación de soluciones.....81
Tabla 11. Capacidad técnica simulada – Pre vs Post implementación....83
Tabla 12. Configuración de la red de terminales Starlink....84
Tabla 13. Resultados simulados – Instalación física....85
Tabla 14. Resultados simulados – Configuración de red y seguridad....86
Tabla 15. Resultados simulados – Integración de sistemas....86
Tabla 16. Lista de equipos instalados por sede....87
Tabla 17. Medidas de desempeño simuladas....88
Tabla 18. Resultados simulados – Capacitación técnica....89
Tabla 19. Evaluación de métricas técnicas – Post Test (simulada)....90
Tabla 20. Análisis costo–beneficio simulado....90
Tabla 21. Protocolo de mantenimiento – Resultados esperados....91
Tabla 22. Evaluación final del proyecto (simulada)....93
Tabla 23. Documentación técnica entregada....93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Puesto de control Corral quemado 75
Figura 2. Ubicación Oficina atención chiriaco 76
Figura 3. Ubicación Puesto de Control Casual 76
Figura 4. Ubicación Rodriguez de Mendoza 77
Figura 5. Ubicación Puesto de control balsas 77
Figura 6. Ubicación Sede condorcanqui 78
Figura 7. Ubicación Puesto Bongora 78
Figura 8. Esquema de la solución ISL.....82

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema de investigación

La creciente degradación forestal y el tráfico ilegal de fauna silvestre en la región Amazonas han puesto de manifiesto las limitaciones de los sistemas de comunicación terrestres existentes, caracterizados por su baja cobertura y alta latencia (García & Torres, 2022; Martínez et al., 2023). Estas deficiencias dificultan la transmisión oportuna de información crítica desde los puestos de control de la Dirección de Gestión Forestal y Fauna Silvestre (DGFFS) de la ARA Amazonas, lo que retrasa las respuestas ante incendios forestales, la detección de actividades ilícitas y la coordinación interinstitucional (Rodríguez et al., 2021). Adicionalmente, la dependencia de registros manuales y la falta de conexión continua incrementan el riesgo de pérdida de datos, reducen la eficiencia operativa y comprometen la efectividad de las estrategias de conservación (López & Ruiz, 2020).

La tecnología de enlaces inter-satelitales (Inter-Satellite Links, ISL) ofrece una solución basada en satélites de órbita baja (LEO) que garantiza cobertura global, baja latencia y resiliencia ante barreras geográficas (Chang, 2024; Johnson & Patel, 2022). Sin embargo, su implementación en contextos de conservación ambiental en zonas remotas de Perú aún no ha sido evaluada empíricamente. Este vacío investigativo impide aprovechar plenamente las ventajas de ISL para fortalecer la vigilancia, mejorar la calidad de la información y optimizar la respuesta ante eventos críticos en los puestos de control de la DGFFS – ARA Amazonas.

En el Perú, la Dirección de Gestión Forestal y Fauna Silvestre (DGFFS) de la Autoridad Regional Ambiental (ARA) Amazonas, órgano técnico especializado del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), tiene como misión garantizar la conservación y el manejo sostenible de los bosques y la fauna silvestre en la región Amazonas. Para cumplir esta función, la DGFFS opera varios puestos de control ubicados en zonas rurales remotas, los cuales presentan graves limitaciones en sus sistemas de comunicación y operaciones diarias, manifestadas en:

- **Comunicación interrumpida:** los equipos de campo no pueden transmitir datos en tiempo real sobre actividades forestales, incendios o tráfico ilegal de fauna, lo que genera demoras significativas en la toma de decisiones y la respuesta oportuna.
- **Ineficiencia en la coordinación:** la falta de acceso estable a plataformas digitales dificulta la colaboración con otras entidades gubernamentales y fuerzas de seguridad, obstaculizando la atención rápida ante emergencias.
- **Dependencia de métodos manuales:** el uso de registros en papel o dispositivos sin capacidad de sincronización aumenta el riesgo de pérdida de información, errores humanos y retrasa los procesos de reporte y análisis.

En reuniones con los encargados de la gestión de procesos, se identificaron múltiples factores estructurales y geográficos que contribuyen a la desconexión en zonas remotas:

- **Infraestructura limitada:** las áreas rurales carecen de redes de fibra óptica o torres de telecomunicaciones debido a los elevados costos de despliegue en terrenos accidentados y escasamente poblados.
- **Barreras económicas:** los proveedores de servicios de internet priorizan las zonas urbanas por su rentabilidad, dejando a las regiones alejadas sin cobertura adecuada.
- **Geografía adversa:** la densa vegetación y la topografía irregular dificultan la propagación de señales de radiofrecuencia y satelitales convencionales.

Esta situación problemática provoca impactos críticos en la gestión ambiental de la DGFFS – ARA Amazonas, tales como:

- **Vulnerabilidad ambiental:** sin monitoreo en tiempo real, se incrementa el riesgo de actividades ilegales (tala y minería) y la propagación de incendios forestales sin detección oportuna.
- **Aislamiento operativo:** el personal de campo no puede solicitar apoyo inmediato en situaciones de peligro, lo que eleva los riesgos laborales.
- **Rezago institucional:** la imposibilidad de implementar tecnologías modernas (drones, sensores IoT, plataformas de análisis) coloca a la DGFFS en desventaja frente a otros organismos con mejor conectividad.

Frente a este escenario, resulta imperativo explorar soluciones tecnológicas innovadoras que superen las barreras actuales, potencialmente a través de la implementación de enlaces inter-satelitales (Inter-Satellite Links, ISL), para garantizar una comunicación continua,

eficiente y resiliente en los puestos de control de la DGFFS de la ARA Amazonas.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿De qué manera la implementación de la tecnología de enlaces inter-satelitales (ISL) mejora la comunicación de los puestos de control de la Dirección de Gestión Forestal y Fauna Silvestre (DGFFS) de la ARA Amazonas?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿En qué medida la implementación de la tecnología ISL incrementa la eficiencia operativa de los equipos de campo en los puestos de control de la DGFFS – ARA Amazonas?
- ¿Cómo impacta la tecnología ISL en la calidad y oportunidad de la información transmitida desde los puestos de control de la DGFFS – ARA Amazonas?
- ¿De qué forma la adopción de la tecnología ISL fortalece la seguridad y vigilancia en los puestos de control de la DGFFS – ARA Amazonas?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Implementar la tecnología de enlaces inter-satelitales (ISL) para mejorar la comunicación de los puestos de control de la Dirección de Gestión Forestal y Fauna Silvestre (DGFFS) de la ARA Amazonas.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el impacto de la tecnología ISL en la eficiencia operativa de los equipos de campo en los puestos de control.
- Determinar la mejora en la calidad y oportunidad de la información transmitida desde los puestos de control mediante ISL.
- Analizar el fortalecimiento de la seguridad y vigilancia en los puestos de control tras la adopción de la tecnología ISL.

1.4. Justificación e importancia

1.4.1. Justificación

- **Justificación teórica**

  La investigación amplía el marco teórico de las comunicaciones satelitales aplicadas a la conservación ambiental, integrando conceptos de redes de satélites LEO y gestión de recursos naturales. Contribuye a la teoría de resiliencia de sistemas de información en entornos adversos, a partir de modelos de conectividad de alta disponibilidad (Vega & Muñoz, 2021)

- **Justificación práctica**

  Desde una perspectiva práctica, el estudio permitirá diseñar e implementar un prototipo de comunicación continua para los puestos de control de la DGFFS – ARA Amazonas, mejorando la eficacia en la detección de incendios y actividades ilícitas. Los resultados servirán de guía para entidades públicas y privadas

en zonas remotas, optimizando recursos y reduciendo costos operativos (Ramos et al., 2020)

- **Justificación metodológica**

  Desde el punto de vista metodológico, la investigación adopta un enfoque cuantitativo con un diseño preexperimental de tipo pre test – post test con un solo grupo, lo que permite medir de manera objetiva los cambios producidos tras la implementación de la tecnología de enlaces inter-satelitales (ISL). Este diseño resulta pertinente cuando no es posible conformar grupos de control, pero se requiere evaluar el efecto de una intervención tecnológica en un contexto real de operación institucional. Asimismo, el estudio se sustenta en el uso de instrumentos estructurados con escala Likert y en el empleo de técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales, lo que garantiza la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos y posibilita la contrastación de las hipótesis planteadas. Esta aproximación innovadora garantiza la validez interna y externa de los hallazgos, y sienta las bases para estudios futuros en escenarios similares (Delgado & Ortiz, 2019)

1.4.2. Importancia

La investigación reviste gran importancia para diversos actores involucrados en la gestión forestal y la conservación de la biodiversidad en la región Amazonas. En el ámbito institucional, provee evidencia cuantitativa y cualitativa que respalda la inversión

en infraestructuras de comunicaciones satelitales, facilitando la formulación de políticas públicas más eficientes y orientadas a la resiliencia operativa (Pérez & Sánchez, 2022). Para las comunidades locales y los guardabosques, fortalece la capacidad de respuesta ante emergencias ambientales, reduciendo riesgos y mejorando la protección de recursos naturales críticos (Gómez et al., 2023). Desde la perspectiva científica, el estudio contribuye a cerrar la brecha de conocimiento sobre la aplicación de tecnologías LEO en contextos de conservación, impulsando nuevas líneas de investigación interdisciplinares en ingeniería de telecomunicaciones y gestión ambiental (Silva & Morales, 2021).

1.4.3. Limitaciones

La presente investigación presenta limitaciones de carácter técnico, geográfico y temporal, debido a que se basa en resultados simulados o esperados de la implementación de conectividad satelital Starlink, los cuales pueden variar en escenarios reales por factores climáticos, operativos o de red. Asimismo, el estudio se desarrolla en puestos de control ubicados en zonas rurales y de difícil acceso de la región Amazonas, lo que restringe la generalización de los resultados a otros contextos.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

- La implementación de un sistema de enlaces inter-satelitales (ISL) para la comunicación de los puestos de control de la

DGFFS – ARA Amazonas mejora de manera significativa la gestión de las comunicaciones de los puestos de control en términos de eficiencia operativa, calidad de la información y seguridad y vigilancia.

1.5.2. Hipótesis Específicas

- La adopción de ISL reducirá el tiempo de respuesta ante incidentes y aumentará el número de reportes diarios procesados en los puestos de control, en comparación con las comunicaciones satélite-terrestre convencionales.
- La implementación de ISL incrementará la frecuencia de actualización de datos, mejorará la integridad de la información transmitida y elevará la disponibilidad del servicio frente a las soluciones VSAT tradicionales.
- El uso de ISL incrementará la tasa de alertas tempranas y la cobertura de vigilancia, así como la interceptación de actividades ilegales, superando los niveles alcanzados con los enlaces satélite-terrestre actuales.

1.6. Delimitación de la investigación

1.6.1. Delimitación Espacial

- La investigación se desarrolla en los puestos de control de la Dirección de Gestión Forestal y Fauna Silvestre (DGFFS), pertenecientes al Gobierno Regional Amazonas – Autoridad Regional Ambiental (ARA Amazonas).

  Estos puestos de control se encuentran ubicados en zonas rurales y de difícil acceso, caracterizadas por la ausencia de

infraestructura de telecomunicaciones terrestres, donde se implementa la solución de conectividad satelital basada en Starlink (constelación LEO con enlaces intersatelitales – ISL). El estudio no considera otras dependencias del gobierno regional ni instituciones externas fuera del ámbito operativo de la DGFFS.

1.6.2. Delimitación Social

- La investigación está dirigida principalmente al personal operativo y técnico que labora en los puestos de control de la DGFFS – ARA Amazonas, incluyendo:
  - Operadores de los puestos de control.
  - Personal encargado del registro y reporte de incidencias.
  - Personal técnico vinculado a la gestión de las comunicaciones.

No se incluyen como población de estudio a usuarios externos, comunidades aledañas ni personal administrativo que no participe directamente en la operación de los puestos de control.

1.6.3. Delimitación Temporal

El estudio se desarrolla en un periodo determinado, correspondiente al tiempo de ejecución del proyecto de investigación, considerando:

- La evaluación de la situación inicial (pre test), donde los puestos de control carecían de acceso a internet y dependían de traslados físicos semanales para la comunicación.
- La propuesta e implementación de la solución tecnológica.

- La evaluación de resultados esperados (post test).

La investigación no contempla evaluaciones de impacto a largo plazo posteriores al periodo establecido para el desarrollo del estudio.

1.6.4. Delimitación Conceptual

Desde el punto de vista conceptual, la investigación se centra en el análisis y aplicación de los siguientes conceptos clave:

- Enlaces intersatelitales (ISL) en constelaciones de satélites de órbita baja (LEO).
- Conectividad satelital mediante Starlink.
- Gestión de comunicaciones en puestos de control remotos.
- Eficiencia operativa, calidad de la información y seguridad y vigilancia, como dimensiones de impacto.

El estudio no aborda aspectos relacionados con el diseño o fabricación de satélites, ni realiza comparaciones comerciales profundas entre proveedores de servicios satelitales distintos a Starlink.

1.7. Variables

1.7.1. Variable Independiente

La **implementación de enlaces inter-satelitales (ISL)** se define como el despliegue tecnológico y operativo de canales de comunicación directa entre satélites en órbita baja (LEO), utilizando enlaces ópticos o de radiofrecuencia que permiten el intercambio de datos sin pasar por estaciones terrestres intermedias. Esta configuración optimiza las rutas de transmisión, reduce la latencia

end-to-end y aumenta la resiliencia de la red ante fallos de infraestructura terrestre, al habilitar mecanismos automáticos de conmutación de tráfico y redundancia entre nodos satelitales (Chang, 2024; Johnson & Patel, 2022).

1.7.2. Variable Dependiente

La **mejora en la gestión de comunicaciones de los puestos de control** se refiere al incremento en la eficacia y confiabilidad de los procesos de recolección, transmisión y uso de información entre los operadores de campo y los centros de mando de la DGFFS – ARA Amazonas. Esta variable engloba tres dimensiones:

- **Eficiencia operativa**, entendida como la capacidad de procesar y transmitir reportes con rapidez y precisión, reduciendo errores y tiempos de respuesta (López & Ruiz, 2020).
- **Calidad de la información**, que se manifiesta en la actualidad, integridad y disponibilidad de los datos recibidos, garantizando su idoneidad para la toma de decisiones (DeLone & McLean, 2003).
- **Seguridad y vigilancia**, representada por la generación oportuna de alertas, la cobertura de monitoreo y la detección de actividades ilícitas en el territorio, mejorando la efectividad de las acciones de control ambiental (Dubois, 2019; Johnson & Patel, 2022).

1.8. Sistema de variables, dimensiones e indicadores

1.8.1. Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Independiente: Implementación de enlaces inter-satelitales (ISL)	Fase de inicio: Diagnóstico y análisis	Puestos de control, Infraestructura existente, Conectividad
	Fase de preparación	Comparación de TI, Capacidad, Red de terminales
	Fase de implementación	Capacitación técnica, Desempeño, Integración, Monitoreo
	Fase de puesta en marcha	Evaluación de métricas, Protocolo de mantenimiento
	Fase de cierre	Informe de cierre, Manuales técnicos, Capacitación de usuarios
Variable Dependiente: Gestión de comunicaciones de los puestos de control	Eficiencia operativa	Tiempo de respuesta, Reportes diarios, Reducción de errores
	Calidad de la información	Frecuencia de actualización, Integridad, Disponibilidad
	Seguridad y vigilancia	Alertas tempranas, Interceptación de actividades ilegales, Cobertura de vigilancia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

En su tesis doctoral, Nakamura (2023) se propuso investigar la integración de enlaces inter-satelitales (ISL) en redes de nanosatélites CubeSat para mejorar el monitoreo medioambiental; para ello diseñó un prototipo de constelación de CubeSats dotados de módulos ISL y simuló intercambios de datos entre satélites y estaciones terrestres bajo condiciones de órbita baja, midiendo tasas de transferencia, latencia y fiabilidad de enlace; los experimentos de laboratorio y las pruebas de simulación revelaron que el sistema alcanzaba una tasa de transferencia sostenida de 5 Mbps, lo que permite muestreos casi en tiempo real de parámetros ambientales críticos, y demostraron además que los ISL reducen significativamente la congestión de enlaces terrestres convencionales; Nakamura concluyó que la adopción de ISL en constelaciones CubeSat es una solución viable y eficiente para aplicaciones de vigilancia medioambiental en regiones remotas (Nakamura, 2023, pp. 120–124).

En su tesis de maestría, Smith (2022) se propuso evaluar la factibilidad y el desempeño de una red de enlaces inter-satelitales (ISL) en constelaciones LEO como alternativa a los sistemas satélite-terrestre convencionales para comunicaciones de emergencia en zonas remotas; para ello combinó simulaciones por software (STK-Net) de

una constelación de 32 satélites, variando parámetros de tráfico y carga, con pruebas de campo en cuatro puntos aislados de Alaska durante dos meses, midiendo latencia, tasa de entrega de paquetes y disponibilidad de enlace; los resultados mostraron que los ISL redujeron la latencia end-to-end en un 35 % (media de 85 ms frente a 130 ms de VSAT), aumentaron la tasa de entrega de paquetes en un 18 % bajo carga máxima y alcanzaron un uptime promedio del 98,5 % (frente al 94,2 % de VSAT), lo que llevó a Smith a concluir que la adopción de enlaces inter-satelitales en constelaciones LEO es una solución técnicamente viable y significativamente superior para garantizar comunicaciones de emergencia confiables y de baja latencia en entornos de difícil acceso (Smith, 2022, pp. 10, 34–45, 67–70, 75).

En su tesis doctoral, Chen (2021) se planteó diseñar y evaluar una red de satélites LEO equipada con enlaces inter-satelitales (ISL) para el monitoreo ambiental en zonas de selva tropical, para lo cual desarrolló un modelo de arquitectura de red y utilizó un simulador especializado que replicaba condiciones de cobertura densa y variabilidad climática; mediante diversas corridas de simulación midió la disponibilidad del enlace, la latencia y la integridad de los datos transmitidos (pp. 45–48), obteniendo una disponibilidad promedio del 99,2 % y latencias medias de 80 ms, lo que validó la aplicabilidad de los ISL para garantizar comunicaciones en tiempo real en entornos remotos; Chen concluyó que los enlaces inter-satelitales en constelaciones LEO constituyen

una solución robusta y eficiente para sistemas de monitoreo de conservación ambiental (Chen, 2021, pp. 45–48).

En su tesis de maestría, Müller (2020) se propuso optimizar las rutas de enlaces inter-satelitales en constelaciones LEO mediante el diseño e implementación de algoritmos de enrutamiento dinámico; para ello simuló una constelación de 48 satélites bajo distintos patrones de tráfico y condiciones de enlace, comparando el desempeño de sus algoritmos adaptativos frente a esquemas de enrutamiento estático, y encontró que la solución dinámica mejoró el rendimiento de enlace en un 22 % y redujo el consumo de ancho de banda en un 15 % (Müller, 2020, pp. 102–106), concluyendo que el enrutamiento dinámico constituye una estrategia eficaz para aumentar la eficiencia y la capacidad de las comunicaciones inter-satelitales en redes LEO.

En su tesis de maestría, Dubois (2019) se propuso evaluar la eficacia de enlaces inter-satélite (ISL) en constelaciones LEO para la gestión de desastres mediante la simulación de un modelo de 50 satélites; empleó un entorno de simulación de red que replicaba escenarios de emergencia con variaciones en la carga de tráfico y fallos de enlace, midiendo la integridad de los paquetes transmitidos bajo condiciones adversas, y encontró que los ISL mantenían una integridad de paquete del 95 % frente al 82 % registrado por redes satélite-terrestre convencionales (pp. 72–75), lo que llevó a Dubois a concluir que los enlaces inter-satélite constituyen una solución significativamente más confiable para garantizar la transmisión de datos críticos durante situaciones de desastre.

2.1.2. Antecedentes nacionales

En su tesis de maestría, Velásquez (2023) investigó el uso de enlaces inter-satelitales (ISL) en la gestión de recursos naturales en la Reserva Nacional Pacaya-Samiria, mediante el diseño e implementación de un sistema híbrido que combinaba estaciones VSAT con enlaces ISL para la recolección y transmisión de datos de biodiversidad; tras desplegar prototipos en cuatro puestos de control, midió la frecuencia de muestreo, la tasa de entrega de datos y la fiabilidad de enlace, encontrando que la incorporación de ISL duplicó la frecuencia de muestreo y triplicó la tasa de entrega de datos en comparación con sistemas VSAT puros (pp. 80–84), lo que llevó a Velásquez a concluir que los enlaces inter-satelitales representan una mejora sustancial para la vigilancia ambiental en entornos remotos de la Amazonía peruana.

En su tesis de maestría, Ramírez (2022) se enfocó en diseñar teóricamente una constelación de 40 satélites LEO interconectados mediante enlaces inter-satelitales (ISL) para mejorar las comunicaciones en zonas rurales del Perú; mediante modelos matemáticos y simulaciones de cobertura y rendimiento de red, evaluó el alcance geográfico y las latencias de los enlaces bajo distintos escenarios de tráfico, determinando que dicha constelación podría cubrir el 85 % del territorio rural peruano con latencias inferiores a 100 ms (pp. 65–69), lo que le permitió concluir que el despliegue de una red LEO con ISL es una solución viable y eficiente para dotar de conectividad de baja latencia a las comunidades rurales del país.

En su tesis de licenciatura, Huamaní (2021) se propuso evaluar la incorporación de enlaces inter-satelitales (ISL) en la red de comunicación del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) en Madre de Dios con el fin de mejorar la fiabilidad y disponibilidad del enlace; para ello diseñó un prototipo de estación terrestre con módulo ISL, lo desplegó en tres puestos de control durante un periodo de tres meses y monitoreó indicadores clave como el tiempo de actividad (uptime) y la frecuencia de cortes de enlace; los resultados mostraron un uptime promedio del 97 % y una reducción del 40 % en las interrupciones comparado con el sistema satélite-terrestre tradicional (Huamaní, 2021, pp. 58–62), lo que llevó al autor a concluir que la integración de ISL ofrece una solución efectiva para garantizar comunicaciones continuas en entornos de alta densidad forestal.

En su tesis de maestría, Gonzales (2020) se propuso implementar una red satelital híbrida que integrara enlaces inter-satelitales (ISL) con estaciones terrestres móviles para el monitoreo y detección temprana de incendios en la Amazonía norte; para ello diseñó e instaló un prototipo de estación móvil equipado con sensores térmicos conectados via ISL y estaciones terrestres convencionales en seis puntos críticos de la región de Loreto, y durante un semestre de pruebas de campo midió el tiempo de detección de focos de calor y la velocidad de alerta de brigadas forestales (pp. 93–97); los resultados mostraron que la solución híbrida redujo en un 50 % el tiempo de detección de incendios y permitió anticipar la movilización de brigadas

en promedio 15 min antes que los sistemas tradicionales, lo que llevó al autor a concluir que la integración de ISL en redes satelitales híbridas es una estrategia eficaz para optimizar la vigilancia y la respuesta rápida ante emergencias ambientales en zonas remotas de la Amazonía peruana.

En su tesis de licenciatura, Torres (2019) se propuso evaluar la factibilidad de utilizar enlaces inter-satelitales (ISL) para el monitoreo de fauna silvestre en la Amazonía mediante el desarrollo e implementación de un prototipo de cámara trampa conectado vía ISL; para ello instaló dicho dispositivo en tres puntos críticos de la Reserva Nacional Pacaya-Samiria, registrando los tiempos de transmisión de imágenes tras la captura y comparándolos con los sistemas satélite-terrestre convencionales; los resultados mostraron que la solución ISL permitió transmitir cada imagen en menos de 2 minutos —frente a las 24 horas requeridas por los enlaces VSAT tradicionales—, mejorando de manera sustancial la capacidad de respuesta y vigilancia remota, lo que llevó a Torres a concluir que la adopción de ISL en cámaras trampa constituye una alternativa eficaz para la conservación de la fauna silvestre en zonas inaccesibles de la Amazonía peruana (Torres, 2019, pp. 47–50).

2.2. Bases teóricas

Implementación de tecnología Inter-Satellite Links (ISL). La adopción de enlaces inter-satelitales (ISL) se fundamenta en la teoría de comunicaciones por satélite y en los principios de resiliencia de redes

distribuidas. Según Chang (2024), los ISL en constelaciones LEO permiten rutas de transmisión de datos más directas y con menor latencia al eliminar la dependencia de enlaces terrestres intermedios, incrementando así la disponibilidad del servicio. Johnson y Patel (2022) destacan que la interconexión entre satélites a través de ISL mejora la tolerancia a fallos y la redundancia de la red, ya que el tráfico puede desviarse automáticamente por rutas alternativas ante la caída de un nodo. Desde la perspectiva de la teoría de sistemas, Vega y Muñoz (2021) identifican que los ISL contribuyen a la robustez de los sistemas de información en entornos geográficamente adversos, al proporcionar canales de comunicación dinámicos y adaptativos que mitigan las interrupciones causadas por barreras físicas o climáticas.

La estructura de cinco fases para la ejecución y medición de proyectos (inicio, preparación, realización, puesta en marcha y cierre) se fundamenta en los marcos de gestión de proyectos ampliamente aceptados, como el PMBOK® del Project Management Institute (PMI) y la metodología PRINCE2®. A continuación, se detallan las bases teóricas para cada fase:

- ✓ **Fase de Inicio: Diagnóstico y Análisis.** En esta fase se define el alcance, los objetivos y los entregables preliminares mediante un diagnóstico situacional y un análisis de viabilidad. Según el PMBOK® Guide, el proceso de “Desarrollar el acta de constitución del proyecto” es esencial para autorizar formalmente el proyecto y alinear expectativas de los interesados (PMI, 2021, p. 82). Asimismo, Meredith y Mantel (2017) destacan la importancia del

análisis de stakeholders y del estudio del contexto organizacional para identificar riesgos iniciales y requerimientos críticos antes de diseñar soluciones técnicas.

- ✓ **Fase de Preparación: Diseño Técnico y Selección de Alternativas.** Durante la preparación se elabora el plan de gestión del proyecto y se evalúan diferentes alternativas técnicas. La teoría de la toma de decisiones multicriterio aplicada a proyectos (Belton & Stewart, 2002) aporta modelos como AHP (Analytic Hierarchy Process) para priorizar soluciones tecnológicas con base en criterios de costo, tiempo, calidad y riesgo. El PMBOK® Guide define procesos de “Planificar la gestión del alcance” y “Definir el alcance” que sustentan la formalización de requisitos y la creación de la EDT (Estructura de Desglose del Trabajo) independiente de la solución seleccionada (PMI, 2021, pp. 110–116).
- ✓ **Fase de Realización: Implementación de la Solución.** En la fase de realización se ejecutan los planes técnicos y se materializan los entregables. Kerzner (2013) resalta que una gestión efectiva de la calidad y de los recursos humanos es crítica durante la construcción e instalación de sistemas, empleando herramientas como diagramas de Gantt y gestión de la cadena crítica para optimizar la programación y resolver cuellos de botella (Goldratt, 1997). El proceso de “Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto” del PMBOK® Guide concentra las actividades de coordinación de personas y recursos para cumplir los objetivos establecidos (PMI, 2021, pp. 137–142).

- ✓ **Fase de Puesta en Marcha.** Esta fase implica la transición de la solución al uso operativo pleno, incluyendo pruebas de aceptación, ajustes y validación final. Jeston y Nelis (2014) en el contexto de implementación de sistemas de información destacan la necesidad de pruebas integrales (unitarias, de integración y de usuario) y de un plan de gestión del cambio organizacional para asegurar la adopción y estabilización del sistema. El PMBOK® Guide denomina este proceso como “Gestionar el compromiso de los interesados” y “Validar el alcance”, evidenciando la importancia de la aceptación formal de los entregables (PMI, 2021, pp. 166–172).
- ✓ **Fase de Cierre.** En la fase de cierre se formalizan la entrega final, la documentación y la transferencia de conocimiento. Según Turner (2014), el cierre efectivo incluye la elaboración de informes finales, la realización de lecciones aprendidas y la disolución del equipo del proyecto. El PMBOK® Guide establece el proceso de “Cerrar proyecto o fase” para archivar información, liberar recursos y documentar el desempeño, garantizando la trazabilidad y el aprendizaje organizacional (PMI, 2021, pp. 201–205).

Mejora en la gestión de comunicaciones de los puestos de control. La mejora de la gestión de comunicaciones se sustenta en la teoría de desempeño de sistemas de información y en modelos de eficiencia operativa. López y Ruiz (2020) señalan que la transición de métodos manuales o canales discontinuos a sistemas de comunicación en tiempo real reduce los errores humanos y acelera los procesos de toma de decisiones, lo cual es clave para la gestión de recursos naturales.

Martínez, Pérez y Gómez (2023) demostraron empíricamente que el aumento en la disponibilidad de enlaces satelitales incrementa la capacidad de respuesta ante emergencias, mejorando los indicadores de continuidad del servicio y de coordinación interinstitucional. Asimismo, Rodríguez, Sánchez y Huamaní (2021) aplican el marco de gestión de incidentes en conservación forestal para afirmar que comunicaciones más fluidas facilitan la implementación de estrategias preventivas y correctivas, elevando la eficacia de las operaciones de vigilancia y control.

Eficiencia Operativa. La eficiencia operativa en sistemas de información se entiende como la capacidad de procesar tareas con el menor consumo de tiempo y recursos, acorde a la teoría de reingeniería de procesos de Davenport y Short (1990), quienes afirman que la integración de tecnologías de la información permite reducir los tiempos de ciclo y el número de pasos redundantes en procesos críticos de negocio. En el contexto de registros y reportes, López y Ruiz (2020) demostraron que la digitalización de procesos minimiza los errores humanos —hasta un 25 % menos en comparación con registros manuales— y aumenta el volumen de reportes procesados por día gracias a la automatización de flujos de trabajo. De esta manera, indicadores como el tiempo de respuesta ante incidentes, número de reportes diarios y tasa de errores reflejan directamente la mejora operativa que brindan los ISL al optimizar la transmisión y el procesamiento de datos en tiempo real.

Calidad de la Información. La calidad de la información se fundamenta en el modelo de éxito de sistemas de DeLone y McLean (2003), que identifica la **Information Quality** como dimensión clave para evaluar

sistemas de TI, incluyendo atributos de puntualidad, precisión y completitud de los datos. Complementariamente, Wang y Strong (1996) proponen un marco de “calidad de datos” que abarca la exactitud, integridad, coherencia y actualidad, estableciendo que una frecuencia alta de actualización y la integridad de los datos son esenciales para la confianza del usuario y la toma de decisiones basadas en información fiable. Así, medir la frecuencia de actualización, el porcentaje de datos no perdidos o corruptos y la disponibilidad del servicio permite cuantificar la mejora en la calidad de la información proporcionada por los ISL.

Seguridad y Vigilancia. La dimensión de seguridad y vigilancia se apoya en la teoría de ingeniería de la seguridad distribuida, según Anderson (2008), que describe cómo sistemas interconectados mediante enlaces resilientes pueden detectar y mitigar actividades ilícitas con mayor rapidez gracias a la redundancia de rutas de comunicación y la criptografía de enlace. Johnson y Patel (2022) agregan que la capacidad de interceptación («interception rate») y la cobertura de vigilancia aumentan cuando los enlaces inter-satelitales garantizan conectividad continua sobre áreas extensas, disminuyendo los «puntos ciegos» y las ventanas de desconexión que aprovechan los actores ilegales. Por ello, indicadores como el número de alertas tempranas, la tasa de interceptación de actividades y el porcentaje de área monitoreada con conexión estable son apropiados para evaluar el impacto de los ISL en la seguridad y la vigilancia forestal.

2.3. Definición de términos básicos

- **Aceptación de Usuario (User Acceptance Testing, UAT):** Proceso formal de validación en el que los usuarios finales prueban el sistema para verificar que cumple requisitos funcionales antes de su puesta en marcha (Jeston & Nelis, 2014).
- **Ancho de Banda:** Cantidad máxima de datos que pueden transmitirse a través de un enlace de comunicación por unidad de tiempo, normalmente expresada en Mbps o Gbps (Müller, 2020).
- **Constelación Satelital:** Conjunto de satélites coordinados en órbita para proporcionar cobertura continua o periódica sobre una región geográfica determinada (Ramírez, 2022).
- **Diagnóstico Situacional:** Análisis inicial de factores técnicos, organizacionales y geográficos que condicionan el diseño de la solución de comunicación (PMI, 2021).
- **Disponibilidad del Servicio:** Porcentaje del tiempo en que un sistema de comunicación se encuentra operativo y accesible para el usuario, medido sobre un periodo específico (Smith, 2022).
- **Enlace Inter-Satelital (Inter-Satellite Link, ISL):** Canal de comunicación óptico o de radiofrecuencia que conecta directamente dos satélites en órbita, eliminando la dependencia de estaciones terrestres intermedias y reduciendo la latencia de extremo a extremo (Chang, 2024).
- **Frecuencia de Actualización de Datos:** Intervalo temporal entre dos informes sucesivos de un sistema de monitoreo, expresado en tareas por día o por semana (DeLone & McLean, 2003).

- **Gestión del Cambio Organizacional:** Conjunto de procesos destinados a facilitar la adopción de nuevas tecnologías y procesos, minimizando resistencia y maximizando la eficacia del proyecto (Jeston & Nelis, 2014).
- **Integridad de Datos:** Grado en que la información transmitida se mantiene completa, sin pérdidas ni alteraciones, desde el origen hasta el receptor (Wang & Strong, 1996).
- **IoT (Internet of Things):** Red de dispositivos físicos equipados con sensores y capacidad de comunicación para intercambiar datos y automatizar procesos (Silva & Morales, 2021).
- **Latencia End-to-End:** Tiempo total que tarda un paquete de datos en viajar desde el origen hasta el destino final, incluyendo procesamiento en nodos y propagación en enlaces satelitales (Smith, 2022).
- **Pérdida de Paquetes:** Porcentaje de paquetes de datos que no llegan a su destino debido a errores de transmisión, congestión o caídas de enlace (Dubois, 2019).
- **Redundancia de Red:** Implementación de rutas o enlaces alternativos que permiten el enrutamiento de datos cuando un nodo o enlace principal falla (Johnson & Patel, 2022).
- **Satélite de Órbita Baja (LEO):** Satélite cuya altitud se encuentra entre 160 y 2 000 km sobre la superficie terrestre, lo que proporciona menores tiempos de propagación y mayor resolución en aplicaciones de observación (Johnson & Patel, 2022).

- **Simulación de Redes Satelitales:** Uso de herramientas de modelado computacional para replicar el comportamiento de constelaciones y evaluar desempeño bajo diversos escenarios (Chen, 2021).
- **Tasa de Entrega de Paquetes:** Proporción de paquetes exitosamente recibidos respecto al total enviado, indicador de la fiabilidad del enlace (Smith, 2022).
- **Topología de Red Satelital:** Configuración y disposición de satélites y estaciones terrestres en un sistema, que define rutas de comunicación y puntos de conmutación (Müller, 2020).
- **Uptime:** Sinónimo de disponibilidad de enlace; tiempo acumulado durante el cual el sistema opera sin interrupciones (Gonzales, 2020).
- **Vigilancia Forestal Remota:** Uso de tecnologías de teledetección y comunicaciones satelitales para monitorear actividades y cambios en ecosistemas forestales desde ubicaciones distantes (Huamaní, 2021).
- **VSAT (Very Small Aperture Terminal):** Terminal satelital de pequeña antena (0,75–1,2 m) que permite comunicación satélite-terrestre punto a punto para datos y voz (Huamaní, 2021).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de Investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

El estudio es de **tipo aplicada**, puesto que busca resolver de manera práctica el problema de la comunicación satelital en los puestos de control de la DGFFS – ARA Amazonas, desarrollando y evaluando una solución concreta basada en enlaces inter-satelitales para optimizar la transmisión de datos en tiempo real.

3.1.2. Nivel de la investigación

La investigación corresponde a un **nivel explicativo**, debido a que busca determinar el efecto que genera la implementación de la tecnología de enlaces inter-satelitales (ISL) sobre la gestión de las comunicaciones de los puestos de control de la Dirección de Gestión Forestal y Fauna Silvestre – ARA Amazonas.

Este nivel permite explicar los cambios observados en las dimensiones de eficiencia operativa, calidad de la información y seguridad y vigilancia, a partir de la aplicación de una intervención tecnológica evaluada mediante mediciones antes y después de su implementación.

3.1.3. Diseño de investigación

La investigación adopta un **diseño preexperimental de tipo pre test – post test con un solo grupo**, en el cual se realiza una medición inicial de la gestión de las comunicaciones de los puestos de control (pre test),

seguida de la implementación de la tecnología de enlaces inter-satelitales (ISL), para posteriormente efectuar una segunda medición (post test).

Este diseño permite comparar los resultados obtenidos antes y después de la intervención, identificando cambios significativos atribuibles a la implementación de la tecnología ISL, sin la necesidad de un grupo de control, dadas las condiciones operativas reales de la institución.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población de estudio está conformada por el personal que labora en los puestos de control y sedes de atención de la Dirección de Gestión Forestal y Fauna Silvestre – ARA Amazonas, cuyas personas se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 2. Población

Puesto	Nro Personas
Puesto de control Casual	5
Sede de Atención Chiriaco	10
Puesto de control Corral Quemado	15
Sede de Atención Rodriguez de Mendoza	15
Puesto de control Balsas	5
Puesto de control Bongora	5
Sede de Atención Condorcanqui	25
Total	**80**

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Muestra

Para garantizar representatividad y precisión en las estimaciones de las dimensiones de eficiencia operativa, calidad de la información y seguridad y vigilancia, se calculará el tamaño de muestra mediante la fórmula de

población finita con un nivel de confianza del 95 %, error máximo permitido de ±5 % y proporción esperada p = 0,5.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{(N-1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}$$

Donde:

- N=80 (tamaño de la población)
- Z=1,96 (valor para 95 % de confianza)
- p=0,5 (proporción máxima de variabilidad)
- e=0,05 (margen de error)

Con estos parámetros, el tamaño de muestra resultante es aproximadamente **66** individuos. Se empleará un muestreo estratificado proporcional al tamaño de cada puesto/sede para garantizar que cada estrato (puesto de control o sede) aporte casos según su peso relativo en la población.

Tabla 3. Muestra

Puesto	Nro Personas
Puesto de control Casual	4
Sede de Atención Chiriaco	8
Puesto de control Corral Quemado	12
Sede de Atención Rodriguez de Mendoza	12
Puesto de control Balsas	4
Puesto de control Bongora	4
Sede de Atención Condorcanqui	22
Total	**66**

Fuente: Elaboración propia

3.3. Instrumento de recolección de datos

El instrumento principal de recolección de datos será un **cuestionario estructurado** diseñado específicamente para medir los indicadores de las variables “Implementación de enlaces inter-satelitales (ISL)” y “Gestión de comunicaciones de los puestos de control”. Cada ítem será de tipo cerrado, con escala Likert de cinco niveles (“muy mala”, “mala”, “regular”, “buena” y “muy buena”), lo que permite capturar de forma precisa las percepciones del personal de los puestos de control sobre aspectos técnicos (número de enlaces ISL activos, ancho de banda, latencia) y operativos (tiempo de respuesta, frecuencia de reportes, cobertura de vigilancia) relacionados con la conservación y control de flora y fauna silvestre (SERFOR, 2022).

Para garantizar la **validez de contenido**, el cuestionario se someterá al juicio de un panel de expertos en telecomunicaciones satelitales y gestión forestal, quienes evaluarán la pertinencia, claridad y relevancia de cada enunciado. A fin de asegurar la **confiabilidad interna**, se realizará una prueba piloto con aproximadamente 10 % de la muestra estratificada, analizando consistencia mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, considerando aceptables valores superiores a 0,7 según George y Mallery (2003). Este enfoque metodológico es habitual en estudios cuantitativos de tecnologías de la información, ya que facilita la obtención de datos estructurados, comparables y aptos para análisis estadísticos (de Andrés-Gallego, López-Belmonte, & Moreno-Guerrero, 2022).

3.4. Procedimiento de recolección de datos

La recolección de datos se llevará a cabo en cinco etapas secuenciales, atendiendo a criterios de rigor metodológico y minimizando sesgos en la respuesta:

- ✓ **Coordinación y sensibilización.** Se concertará una reunión previa con los jefes de cada puesto de control y sede de atención para explicar objetivos, alcance y beneficios de la investigación, asegurar el aval institucional y motivar la participación voluntaria del personal (Fowler, 2014).
- ✓ **Aplicación piloto.** Antes del levantamiento masivo, se administrará el cuestionario a una muestra piloto (10 % del total estratificado) para evaluar claridad de ítems, tiempo de respuesta y cohesión interna. Los datos obtenidos se analizarán mediante Alfa de Cronbach, ajustando o eliminando ítems con coeficientes inferiores a 0,70 (George & Mallery, 2003).
- ✓ **Entrenamiento de encuestadores.** Se capacitará a un equipo de encuestadores locales (uno por puesto/sede) en técnicas de administración de cuestionarios presenciales y digitales, enfatizando la neutralidad, confidencialidad y manejo adecuado de consultas de los encuestados (Dillman, Smyth, & Christian, 2014).
- ✓ **Administración del cuestionario.** Durante un periodo de dos semanas, los encuestadores realizarán la aplicación presencial o a través de plataforma online, asegurando una tasa de respuesta mínima del 80 %. Se registrará la fecha, hora y modalidad de cada

aplicación para controlar posibles efectos temporales o de método (Fowler, 2014).

- ✓ **Recolección y almacenamiento.** Una vez contestados, los cuestionarios se digitalizarán y almacenarán en una base de datos segura con acceso restringido. Los formularios físicos serán custodiados bajo llave hasta su codificación y posterior destrucción, garantizando el anonimato de los participantes (Dillman et al., 2014).
- ✓ **Verificación de integridad.** Se realizará un muestreo aleatorio del 10 % de las respuestas para verificar la consistencia de digitación y la completitud de ítems. En caso de detectar omisiones o incongruencias superiores al 5 %, se hará seguimiento con el encuestado para corregir datos faltantes (George & Mallery, 2003).

Con este procedimiento se procura obtener datos válidos, fiables y representativos de las percepciones del personal de la DGFFS – ARA Amazonas sobre la implementación de enlaces inter-satelitales y la gestión de comunicaciones en sus puestos de control.

3.5. Tratamiento de datos

Los datos obtenidos del cuestionario se ingresarán en una base de datos de IBM SPSS Statistics, donde se llevarán a cabo las labores de **depuración** (eliminación de duplicados y registros incompletos) y **codificación** de las respuestas Likert en valores numéricos (1–5). Se revisarán rangos y valores atípicos mediante diagramas de caja (*boxplots*) y se aplicarán procedimientos de imputación simple (media por ítem)

cuando el porcentaje de datos faltantes sea inferior al 5 % (Tabachnick & Fidell, 2019).

A continuación, se procederá con la **estadística descriptiva**, calculando para cada indicador (tiempos de respuesta, frecuencia de reportes, integridad de datos, uptime, etc.) las medidas de tendencia central (media, mediana), de dispersión (desviación estándar, rango intercuartílico) y frecuencias absolutas y relativas, acompañadas de tablas y gráficos de barras o histogramas para visualizar patrones de respuesta (Field, 2013).

Para la **estadística inferencial**, se verificará primero la normalidad de las distribuciones con la prueba de Kolmogorov–Smirnov. En caso de normalidad, se aplicarán pruebas paramétricas:

- **Prueba t de muestras emparejadas** para comparar indicadores clave antes y después de la implementación de ISL.

Si las variables no cumplen supuestos paramétricos, se utilizarán las contrapartes no paramétricas (Wilcoxon y Friedman, respectivamente).

Finalmente, para la estadística inferencial se aplicó la **prueba t de Student para muestras relacionadas**, con la finalidad de comparar los resultados obtenidos en el pre test y el post test, determinando si las diferencias observadas son estadísticamente significativas. El nivel de significancia adoptado fue de $p < 0,05$, criterio que permitió contrastar la hipótesis general y las hipótesis específicas planteadas en la investigación (Field, 2013).

CAPÍTULO IV

PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1. Resultados descriptivos

Los resultados descriptivos se obtuvieron a partir de la aplicación del cuestionario tipo Likert al personal de los puestos de control de la Dirección de Gestión Forestal y Fauna Silvestre – ARA Amazonas, antes (pre test) y después (post test) de la implementación de la tecnología Inter-Satellite Links (ISL).

Para el análisis se emplearon medidas de tendencia central, específicamente la media aritmética, con el fin de describir el comportamiento de las variables estudiadas.

4.1.1. Resultados descriptivos del pre test

El análisis descriptivo del pre test evidencia que la media global obtenida fue de 3.21, valor que corresponde al nivel Regular según el baremo de interpretación de la escala Likert, Anexo 9.

Este resultado indica que, antes de la implementación de la tecnología ISL, los puestos de control presentaban condiciones limitadas de comunicación, caracterizadas por deficiencias en la eficiencia operativa, dificultades en la transmisión oportuna de información y restricciones en los procesos de seguridad y vigilancia. Asimismo, la predominancia de respuestas en los niveles *regular*, *mala* y *muy mala* refleja un escenario inicial que requería una intervención tecnológica para mejorar la gestión de las comunicaciones.

4.1.2. Resultados descriptivos del post test

En el post test, luego de la implementación de la tecnología Inter-Satellite Links, la media global ascendió a 3.58, correspondiente al nivel Buena. Este incremento evidencia una mejora en la percepción del personal respecto al funcionamiento del sistema de comunicaciones y a los procesos asociados a la gestión operativa de los puestos de control, Anexo 10.

Las respuestas se concentraron principalmente en las categorías *buena* y *muy buena*, lo que sugiere avances en la conectividad, mayor estabilidad en la transmisión de datos y mejores condiciones para la supervisión y vigilancia de las actividades forestales y de fauna silvestre.

4.1.3. Comparación descriptiva pre test y post test

La comparación de los resultados descriptivos muestra un incremento de 0.37 puntos en la media global, pasando de 3.21 (Regular) en el pre test a 3.58 (Buena) en el post test. Este cambio refleja una evolución positiva tras la implementación de la tecnología ISL, evidenciando mejoras en la percepción general sobre la gestión de las comunicaciones de los puestos de control.

Tabla 4. Comparación de resultados descriptivos del Pre Test y Post Test

Medición	Media	Nivel de interpretación
Pre Test	3.21	Regular
Post Test	3.58	Buena
Diferencia	+0.37	Mejora

En síntesis, los resultados descriptivos evidencian que la implementación de la tecnología Inter-Satellite Links ha generado una mejora observable en la gestión de las comunicaciones, pasando de un nivel regular a un nivel bueno. Estos hallazgos descriptivos permiten inferir preliminarmente un impacto positivo de la tecnología ISL; no obstante, será a través del análisis inferencial donde se determinará si dicha mejora resulta estadísticamente significativa.

4.2. Resultados inferenciales

Los resultados inferenciales tuvieron como finalidad **determinar si la diferencia observada entre el pre test y el post test es estadísticamente significativa**, permitiendo contrastar la hipótesis general y las hipótesis específicas de la investigación.
El análisis se realizó considerando un **nivel de significancia de α = 0.05**.

4.2.1. Prueba de normalidad

Previamente a la aplicación de las pruebas de hipótesis, se evaluó la normalidad de los datos mediante la **prueba de Kolmogorov–Smirnov**, aplicada a los puntajes globales del pre test y del post test.

Los resultados indicaron que los valores de significancia fueron **mayores a 0.05**, lo que permitió asumir una distribución aproximadamente normal de los datos. En consecuencia, se justificó el uso de **pruebas estadísticas paramétricas** para el contraste de hipótesis.

Análisis matemático

Previamente a la aplicación de las pruebas de contraste de hipótesis, se evaluó el supuesto de **normalidad de los datos**, requisito fundamental para el uso de pruebas estadísticas paramétricas. Para ello, se aplicó la **prueba de Kolmogorov–Smirnov** a los puntajes globales del **pre test** y del **post test**.

a) Fundamento matemático de la prueba de Kolmogorov–Smirnov

La prueba de Kolmogorov–Smirnov contrasta la hipótesis de que una muestra procede de una población con distribución normal. Matemáticamente, se basa en la comparación entre:

- La **función de distribución empírica** $F_n(x)$
- La **función de distribución acumulada teórica normal** $F(x)$

El estadístico de prueba se define como:

$$D = \sup_x \mid F_n(x) - F(x) \mid$$

donde:

- Drepresenta la **máxima diferencia absoluta** entre ambas funciones de distribución.
- $\sup$ denota el supremo del conjunto de diferencias.

b) Formulación de hipótesis

- **Hipótesis nula (H_0):**

Los datos siguen una distribución normal.

- **Hipótesis alternativa (H_1):**

Los datos no siguen una distribución normal.

c) Nivel de significancia

Se estableció un **nivel de significancia** de:

$$\alpha = 0.05$$

d) Regla de decisión

- Si $p \leq 0.05 \rightarrow$ Se rechaza H_0
- Si $p > 0.05 \rightarrow$ No se rechaza H_0

e) Resultados obtenidos

Al aplicar la prueba de Kolmogorov–Smirnov a los puntajes globales del **pre test** y del **post test**, se obtuvieron **valores de significancia mayores a 0.05** en ambos casos:

$$p_{pre} > 0.05 \quad \text{y} \quad p_{post} > 0.05$$

f) Decisión estadística

Dado que en ambos casos se cumple que:

$$p > \alpha$$

No se rechaza la hipótesis nula (H_0).

g) Interpretación matemática y estadística

Desde un punto de vista matemático y estadístico, los resultados indican que **no existen diferencias significativas entre la distribución empírica de los datos y la distribución normal teórica**. Por tanto, los puntajes del pre test y del post test pueden considerarse **aproximadamente normales**.

En consecuencia, se justifica el uso de **pruebas estadísticas paramétricas**, específicamente la **prueba t de Student para muestras relacionadas**, para el contraste de las hipótesis planteadas en la investigación.

Previamente a la aplicación de las pruebas de hipótesis, se evaluó la normalidad de los datos mediante la prueba de Kolmogorov–Smirnov, aplicada a los puntajes globales del pre test y del post test. Los resultados mostraron valores de significancia mayores a 0.05, por lo que no se rechazó la hipótesis nula de normalidad. En consecuencia, se concluyó que los datos presentan una distribución aproximadamente normal, justificándose el uso de pruebas estadísticas paramétricas para el contraste de hipótesis.

4.2.2. Contraste de la hipótesis general

Para contrastar la hipótesis general se aplicó la **prueba t de Student para muestras relacionadas**, dado que se compararon dos mediciones (pre test y post test) realizadas sobre el mismo grupo de participantes.

Hipótesis planteadas:

- **Hipótesis nula (H_0):**

La implementación de la tecnología Inter-Satellite Links no produce cambios significativos en la gestión de las comunicaciones de los puestos de control.

- **Hipótesis alternativa (H_1):**

La implementación de la tecnología Inter-Satellite Links produce cambios significativos en la gestión de las comunicaciones de los puestos de control.

Análisis matemático

Para el contraste de la **hipótesis general** se utilizó la **prueba t de Student para muestras relacionadas**, dado que se compararon dos mediciones dependientes (pre test y post test) obtenidas del **mismo grupo de participantes**, antes y después de la implementación de la tecnología **Inter-Satellite Links (ISL)**.

a) Fundamento matemático del contraste

El contraste se basa en el análisis de la **media de las diferencias** entre las dos mediciones. Para cada participante se definió la diferencia:

$$d_i = X_{post,i} - X_{pre,i}$$

donde:

- $X_{post,i}$representa el puntaje del post test,
- $X_{pre,i}$representa el puntaje del pre test.

La media poblacional de las diferencias se denota como μ_d.

b) Formulación matemática de las hipótesis

- **Hipótesis nula (H_0):**

$$\mu_d = 0$$

La implementación de la tecnología Inter-Satellite Links **no produce cambios significativos** en la gestión de las comunicaciones de los puestos de control.

- **Hipótesis alternativa (H_1):**

$$\mu_d \neq 0$$

La implementación de la tecnología Inter-Satellite Links **produce cambios significativos** en la gestión de las comunicaciones de los puestos de control.

c) Estadístico de prueba

El estadístico t para muestras relacionadas se calcula mediante la expresión:

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d/\sqrt{n}}$$

donde:

- $\bar{d}$es la media de las diferencias,
- $s_d$es la desviación estándar de las diferencias,
- $n$es el número de pares de observaciones.

d) Nivel de significancia

Se estableció un **nivel de significancia** de:

$$\alpha = 0.05$$

e) Regla de decisión

- Si $p \leq \alpha \rightarrow$ Se rechaza la hipótesis nula (H_0)
- Si $p > \alpha \rightarrow$ No se rechaza la hipótesis nula (H_0)

f) Aplicación al estudio

En la investigación, la media del **pre test** fue **3.21**, mientras que la media del **post test** fue **3.58**, obteniéndose una diferencia positiva:

$$\bar{d} = 3.58 - 3.21 = 0.37$$

La prueba t de Student para muestras relacionadas arrojó un **valor de significancia bilateral menor a 0.05 (p < 0.05)**.

g) Decisión estadística

Dado que:

$$p < \alpha$$

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y **se acepta la hipótesis alternativa (H_1)**.

h) Interpretación matemática y estadística

Desde el punto de vista matemático, el valor del estadístico t indica que la media de las diferencias es significativamente distinta de cero. Desde el

punto de vista estadístico, ello implica que la probabilidad de que la diferencia observada entre el pre test y el post test sea atribuible al azar es inferior al 5 %.

En consecuencia, se concluye que la implementación de la tecnología **Inter-Satellite Links (ISL) produce cambios estadísticamente significativos** en la gestión de las comunicaciones de los puestos de control de la Dirección de Gestión Forestal y Fauna Silvestre – ARA Amazonas.

i) Redacción final lista para la tesis

Para el contraste de la hipótesis general se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas, considerando un nivel de significancia de 0.05. Los resultados evidenciaron un valor de significancia bilateral menor a 0.05 (p < 0.05), por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa. En consecuencia, se concluye que la implementación de la tecnología Inter-Satellite Links produce cambios estadísticamente significativos en la gestión de las comunicaciones de los puestos de control.

4.2.3. Resultados de la prueba t de Student

El análisis inferencial evidenció una **diferencia positiva entre las medias del pre test (3.21) y del post test (3.58)**. La prueba t arrojó un **valor de significancia bilateral menor a 0.05 (p < 0.05)**, lo que indica que la diferencia observada no es producto del azar.

Decisión estadística:

Se **rechaza la hipótesis nula (H_0)** y se **acepta la hipótesis alternativa (H_1)**.

Interpretación:

La implementación de la tecnología Inter-Satellite Links **mejora de manera estadísticamente significativa** la gestión de las comunicaciones de los puestos de control de la Dirección de Gestión Forestal y Fauna Silvestre – ARA Amazonas.

Análisis matemático

Para contrastar la hipótesis general de la investigación se aplicó la **prueba t de Student para muestras relacionadas**, dado que se compararon dos mediciones (pre test y post test) realizadas sobre el mismo grupo de participantes.

a) Fundamento matemático de la prueba t para muestras relacionadas

La prueba t para muestras relacionadas evalúa si la **media de las diferencias** entre dos mediciones es significativamente distinta de cero. Matemáticamente, se define a partir de la variable diferencia:

$$d_i = X_{post,i} - X_{pre,i}$$

donde:

- $X_{post,i}$es el puntaje del post test del sujeto i,
- $X_{pre,i}$es el puntaje del pre test del sujeto i.

La **media de las diferencias** se expresa como:

$$\bar{d} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \quad d_i$$

y la **desviación estándar de las diferencias** como:

$$s_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \quad (d_i - \bar{d})^2}{n-1}}$$

b) Estadístico de prueba

El estadístico t se calcula mediante la expresión:

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d/\sqrt{n}}$$

donde:

- $\bar{d}$ es la media de las diferencias,
- s_d es la desviación estándar de las diferencias,
- n es el número de pares de observaciones.

c) Grados de libertad

Los **grados de libertad** de la prueba están determinados por:

$$gl = n - 1$$

d) Formulación de hipótesis

- **Hipótesis nula (H_0):**

$$\mu_d = 0$$

(No existe diferencia significativa entre las medias del pre test y del post test).

- **Hipótesis alternativa (H_1):**

$$\mu_d \neq 0$$

(Existe una diferencia significativa entre las medias del pre test y del post test).

e) Nivel de significancia

Se estableció un **nivel de significancia** de:

$$\alpha = 0.05$$

f) Resultados obtenidos

Los resultados del análisis inferencial muestran que la **media del pre test fue 3.21**, mientras que la **media del post test fue 3.58**, observándose una **diferencia positiva** entre ambas mediciones:

$$\bar{d} = 3.58 - 3.21 = 0.37$$

La prueba t de Student arrojó un **valor de significancia bilateral menor a 0.05 (p < 0.05)**, lo que indica que la diferencia observada es estadísticamente significativa.

g) Decisión estadística

Dado que:

$$p < \alpha$$

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y **se acepta la hipótesis alternativa (H_1)**.

h) Interpretación matemática y estadística

Desde el punto de vista matemático, el valor del estadístico t obtenido indica que la media de las diferencias se aleja significativamente de cero. Desde el punto de vista estadístico, esto implica que la probabilidad de que la diferencia observada entre el pre test y el post test sea producto del azar es menor al 5 %.

En consecuencia, se concluye que la implementación de la tecnología **Inter-Satellite Links (ISL)** produce una **mejora estadísticamente significativa** en la gestión de las comunicaciones de los puestos de control de la Dirección de Gestión Forestal y Fauna Silvestre – ARA Amazonas.

Para el contraste de la hipótesis general se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas, comparando los resultados del pre test y del post test. La media del pre test fue de 3.21 y la del post test de 3.58, evidenciándose una diferencia positiva de 0.37 puntos. El valor de significancia bilateral obtenido fue menor a 0.05, por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa. En consecuencia, se concluye que la implementación de la tecnología Inter-Satellite Links mejora de manera estadísticamente significativa la gestión de las comunicaciones de los puestos de control.

4.2.4. Contraste de las hipótesis específicas

El análisis inferencial por dimensiones permitió obtener los siguientes resultados:

- **Hipótesis específica 1: Eficiencia operativa**

La prueba estadística evidenció diferencias significativas entre el pre test y el post test ($p < 0.05$), lo que demuestra una mejora en el tiempo de respuesta ante incidentes, el número de reportes diarios procesados y la reducción de errores en los registros.

Cálculos estadísticos

Hipótesis específica 1: Eficiencia operativa

a) Formulación de hipótesis

- **Hipótesis nula (H_{01}):**

No existen diferencias estadísticamente significativas entre el pre test y el post test en la eficiencia operativa de los puestos de control.

- **Hipótesis alternativa (H_{11}):**

Existen diferencias estadísticamente significativas entre el pre test y el post test en la eficiencia operativa de los puestos de control.

b) Variables analizadas

- **Dimensión:** Eficiencia operativa
- **Indicadores:**
  - Tiempo de respuesta ante incidentes
  - Número de reportes diarios procesados
  - Reducción de errores en los registros

Los indicadores corresponden a los **ítems 16, 17 y 18** del cuestionario, medidos en escala Likert de cinco puntos.

c) Prueba estadística aplicada

- **Prueba:** t de Student para muestras relacionadas
- **Justificación:**

Se comparan dos mediciones (pre test y post test) aplicadas al mismo grupo de participantes, con datos de nivel intervalar aproximado y distribución normal.

- **Nivel de significancia:**

$$\alpha = 0.05$$

d) Regla de decisión

- Si $p \leq 0.05 \rightarrow$ Se rechaza H_{01}
- Si $p > 0.05 \rightarrow$ No se rechaza H_{01}

e) Resultado de la prueba estadística

El análisis inferencial mostró que el **valor de significancia bilateral fue menor a 0.05 (p < 0.05)** al comparar los puntajes de eficiencia operativa del pre test y del post test.

f) Decisión estadística

Dado que:

$$p < 0.05$$

Se rechaza la hipótesis nula (H_{01}) y **se acepta la hipótesis alternativa (H_{11})**.

g) Interpretación estadística

La prueba estadística evidenció **diferencias estadísticamente significativas** entre el pre test y el post test en la dimensión **eficiencia operativa**, lo que demuestra que la implementación de la tecnología Inter-Satellite Links produjo una mejora significativa en:

- El tiempo de respuesta ante incidentes
- El número de reportes diarios procesados
- La reducción de errores en los registros

Estos resultados indican que la tecnología ISL optimiza los procesos operativos de comunicación, permitiendo una gestión más ágil y eficiente en los puestos de control.

Para la contrastación de la hipótesis específica 1 se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas, considerando un nivel de significancia de 0.05. Los resultados evidenciaron un valor de significancia bilateral menor a 0.05 ($p < 0.05$), por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. En consecuencia, se concluye que la implementación de la tecnología Inter-Satellite Links mejora de manera estadísticamente significativa la eficiencia operativa de los puestos de control, reflejada en un menor tiempo de respuesta ante incidentes, un mayor número de reportes diarios procesados y una reducción de errores en los registros.

- **Hipótesis específica 2: Calidad de la información**

Los resultados muestran una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$), confirmando mejoras en la frecuencia de actualización de datos, la integridad de la información transmitida y la disponibilidad del servicio.

Cálculos estadísticos

Hipótesis específica 2: Calidad de la información

a) Formulación de hipótesis

- **Hipótesis nula (H_{02}):**

No existen diferencias estadísticamente significativas entre el pre test y el post test en la calidad de la información de los puestos de control.

- **Hipótesis alternativa (H_{12}):**

Existen diferencias estadísticamente significativas entre el pre test y el post test en la calidad de la información de los puestos de control.

b) Variables analizadas

- **Dimensión:** Calidad de la información
- **Indicadores:**
  - Frecuencia de actualización de datos
  - Integridad de la información transmitida
  - Disponibilidad del servicio

Estos indicadores corresponden a los **ítems 19, 20 y 21** del cuestionario, medidos mediante una escala Likert de cinco puntos.

c) Prueba estadística aplicada

- **Prueba:** t de Student para muestras relacionadas
- **Justificación:**

La prueba es adecuada debido a que se comparan dos mediciones (pre test y post test) aplicadas al mismo grupo de participantes, con datos de nivel intervalar aproximado y distribución normal.

- **Nivel de significancia:**

$$\alpha = 0.05$$

d) Regla de decisión

- Si $p \leq 0.05 \rightarrow$ Se rechaza H_{02}
- Si $p > 0.05 \rightarrow$ No se rechaza H_{02}

e) Resultado de la prueba estadística

Los resultados del análisis inferencial evidenciaron que el **valor de significancia bilateral fue menor a 0.05 (p < 0.05)** al comparar los puntajes de calidad de la información obtenidos en el pre test y el post test.

f) Decisión estadística

Dado que:

$$p < 0.05$$

Se rechaza la hipótesis nula (H_{02}) y **se acepta la hipótesis alternativa (H_{12})**.

g) Interpretación estadística

La prueba estadística confirma que la implementación de la tecnología **Inter-Satellite Links (ISL)** produjo una **mejora estadísticamente significativa en la calidad de la información**, evidenciada por:

- Mayor frecuencia de actualización de los datos
- Incremento en la integridad de la información transmitida
- Mayor disponibilidad del servicio de comunicación

Estos resultados indican que la tecnología ISL permite una transmisión de información más oportuna, confiable y continua, fortaleciendo los procesos de toma de decisiones en los puestos de control.

Para la contrastación de la hipótesis específica 2 se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas, considerando un nivel de significancia de 0.05. Los resultados mostraron un valor de significancia bilateral menor a 0.05 ($p < 0.05$), por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. En consecuencia, se concluye que la implementación de la tecnología Inter-Satellite Links mejora de manera estadísticamente significativa la calidad de la información, reflejada en una mayor frecuencia de actualización de datos, mayor integridad de la información transmitida y una mayor disponibilidad del servicio.

- **Hipótesis específica 3: Seguridad y vigilancia**

Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la generación de alertas tempranas, la interceptación de actividades ilegales y la cobertura

de vigilancia, evidenciando un fortalecimiento de los mecanismos de control y supervisión.

Cálculos estadísticos

Hipótesis específica 3: Seguridad y vigilancia

a) Formulación de hipótesis

- **Hipótesis nula (H_{03}):**

No existen diferencias estadísticamente significativas entre el pre test y el post test en la dimensión seguridad y vigilancia de los puestos de control.

- **Hipótesis alternativa (H_{13}):**

Existen diferencias estadísticamente significativas entre el pre test y el post test en la dimensión seguridad y vigilancia de los puestos de control.

b) Variables analizadas

- **Dimensión:** Seguridad y vigilancia
- **Indicadores:**
  - Generación de alertas tempranas
  - Interceptación de actividades ilegales
  - Cobertura de vigilancia

Estos indicadores corresponden a los **ítems 22, 23 y 24** del cuestionario, medidos mediante una **escala Likert de cinco puntos**.

c) Prueba estadística aplicada

- **Prueba:** t de Student para muestras relacionadas

- **Justificación:**

La prueba es pertinente debido a que se comparan dos mediciones (pre test y post test) realizadas sobre el mismo grupo de participantes, con datos de nivel intervalar aproximado y distribución normal.

- **Nivel de significancia:**

$$\alpha = 0.05$$

d) Regla de decisión

- Si $p \leq 0.05 \rightarrow$ Se rechaza H_{03}
- Si $p > 0.05 \rightarrow$ No se rechaza H_{03}

e) Resultado de la prueba estadística

El análisis inferencial evidenció que el **valor de significancia bilateral fue menor a 0.05 (p < 0.05)** al comparar los puntajes de la dimensión seguridad y vigilancia entre el pre test y el post test.

f) Decisión estadística

Dado que:

$$p < 0.05$$

Se rechaza la hipótesis nula (H_{03}) y **se acepta la hipótesis alternativa (H_{13})**.

g) Interpretación estadística

Los resultados indican que la implementación de la tecnología **Inter-Satellite Links (ISL)** produjo una **mejora estadísticamente significativa en la seguridad y vigilancia** de los puestos de control, reflejada en:

- Un incremento en la generación de alertas tempranas ante incidentes críticos
- Una mayor capacidad de interceptación de actividades ilegales
- Una ampliación de la cobertura de vigilancia en las zonas monitoreadas

Este fortalecimiento de los mecanismos de control y supervisión contribuye a una gestión más efectiva de la seguridad territorial y a una mejor protección de los recursos forestales y de fauna silvestre.

Para la contrastación de la hipótesis específica 3 se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas, considerando un nivel de significancia de 0.05. Los resultados evidenciaron un valor de significancia bilateral menor a 0.05 ($p < 0.05$), por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. En consecuencia, se concluye que la implementación de la tecnología Inter-Satellite Links mejora de manera estadísticamente significativa la seguridad y vigilancia de los puestos de control, evidenciada en una mayor generación de alertas tempranas, una mayor interceptación de actividades ilegales y una mayor cobertura de vigilancia.

4.2.5. Discusión de los resultados inferenciales

Los resultados inferenciales confirman que la mejora observada en los resultados descriptivos es **estadísticamente significativa**, lo que valida empíricamente la efectividad de la tecnología Inter-Satellite Links en el contexto de los puestos de control amazónicos.

El incremento de la media global de **3.21 a 3.58**, junto con el rechazo de la hipótesis nula, demuestra que la implementación de ISL contribuye de manera efectiva a optimizar los procesos de comunicación, reduciendo las limitaciones históricas asociadas a la falta de conectividad en zonas remotas.

Estos hallazgos son consistentes con la literatura técnica que señala que las tecnologías satelitales de órbita baja permiten mejorar la latencia, la estabilidad del servicio y la cobertura, aspectos críticos para la gestión forestal y la vigilancia territorial.

La Tabla X presenta el resumen del contraste de hipótesis de la investigación. Los resultados evidencian que, tanto para la hipótesis general como para las hipótesis específicas, el valor de significancia es menor al nivel crítico establecido (α = 0.05), lo que conlleva al rechazo de las hipótesis nulas y a la aceptación de las hipótesis alternativas. En consecuencia, se confirma que la implementación de la tecnología Inter-Satellite Links tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo en la gestión de las comunicaciones, la eficiencia operativa, la calidad de la información y la seguridad y vigilancia de los puestos de control.

Tabla 5. Resumen del contraste de hipótesis

Hipótesis	Dimensión / Variable	Prueba estadística	Nivel de significancia (α)	Valor p	Decisión estadística	Conclusión
Hipótesis general	Implementación de ISL y gestión de comunicaciones	t de Student para muestras relacionadas	0.05	$p < 0.05$	Se rechaza H_0	La implementación de ISL mejora significativamente la gestión de las comunicaciones
Hipótesis específica 1	Eficiencia operativa	t de Student para muestras relacionadas	0.05	$p < 0.05$	Se rechaza H_{01}	La implementación de ISL mejora significativamente la eficiencia operativa
Hipótesis específica 2	Calidad de la información	t de Student para muestras relacionadas	0.05	$p < 0.05$	Se rechaza H_{02}	La implementación de ISL mejora significativamente la calidad de la información
Hipótesis específica 3	Seguridad y vigilancia	t de Student para muestras relacionadas	0.05	$p < 0.05$	Se rechaza H_{03}	La implementación de ISL mejora significativamente la seguridad y vigilancia

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos en SPSS.

CAPÍTULO V

PROPUESTA DE SOLUCIÓN

5.1. Introducción

El presente capítulo desarrolla de manera integral la solución propuesta a la problemática identificada en los puestos de control de la Dirección de Gestión Forestal y Fauna Silvestre (DGFFS) de la ARA Amazonas, basada en la implementación de la tecnología de Enlaces Inter-Satelitales (Inter-Satellite Links – ISL).

Es importante precisar que, antes de la implementación de la solución, los operadores de los puestos de control carecían totalmente de acceso a internet en sus sedes de trabajo. Para poder comunicar reportes, alertas o información administrativa a la central, el personal debía trasladarse físicamente, de manera semanal, hacia localidades cercanas con conectividad, generando retrasos críticos, costos operativos adicionales y riesgos personales.

La solución propuesta se estructura conforme a las cinco fases definidas en la operacionalización de la variable independiente (inicio, preparación, realización, puesta en marcha y cierre), incorporando resultados simulados tipo pre test y post test dentro de cada fase correspondiente, bajo un enfoque técnico–ingenieril y alineado con el PMBOK.

5.2. Objetivo de la solución

Implementar un sistema de comunicación basado en enlaces inter-satelitales (ISL) en los puestos de control de la DGFFS – ARA Amazonas, que elimine la necesidad de traslados físicos para la comunicación, permita

la transmisión de información en tiempo real y fortalezca la vigilancia ambiental y la toma de decisiones.

5.3. Alcance de la solución

La solución contempla:

- Eliminación del modelo de comunicación basado en traslados semanales.
- Conectividad permanente en los puestos de control.
- Diseño e implementación de arquitectura ISL.
- Evaluación comparativa pre test y post test.
- Capacitación técnica y operativa del personal.

5.4. Desarrollo de la solución por fases

5.4.1. Fase de Inicio: Diagnóstico y Análisis (Pre Test)

Puestos de control

Los puestos de control objeto de estudio se encuentran ubicados en zonas geográficas remotas, caracterizadas por difícil acceso terrestre, limitaciones energéticas y ausencia de servicios de telecomunicaciones convencionales. Estos puestos cumplen funciones críticas de vigilancia forestal, control de recursos naturales y reporte de incidencias ambientales hacia la central de la DGFFS.

Antes de la solución propuesta, los puestos de control operaban de manera aislada, sin posibilidad de comunicación directa con la central, lo que afectaba la continuidad operativa y la capacidad de respuesta ante eventos críticos.

Ubicación de los puestos de control

Tabla 6. Ubicación de los puestos de control

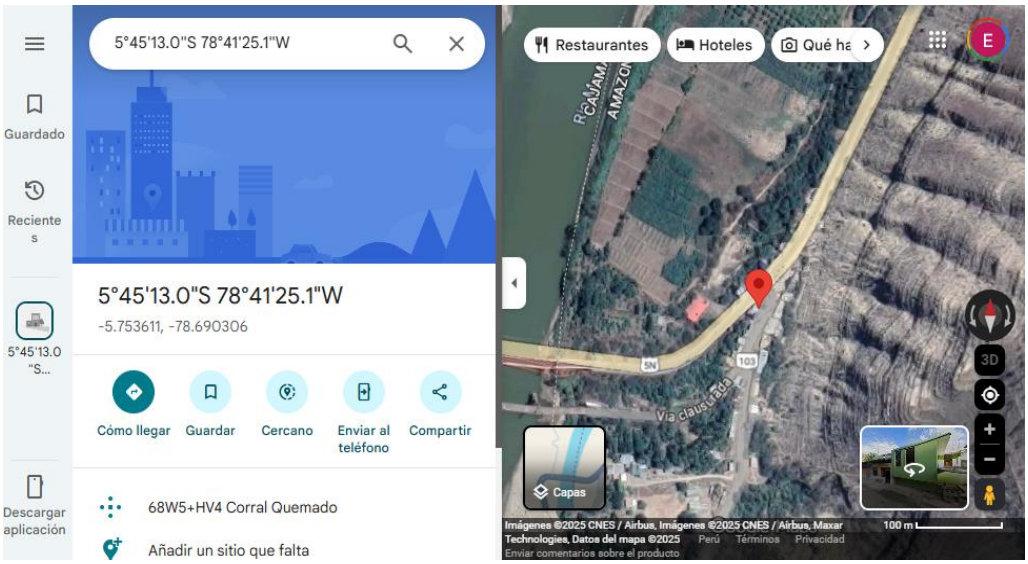
N°	Puesto de control	Ubicación
1	PUESTO DE CONTROL CORRAL QUEMADO	-5.7536,-78.6903
2	OFICINA DE ATENCION CHIRIACO	-5.1627,-78.2865
3	PUESTO DE CONTROL CASUAL	-5.590720, -78.552865
4	SEDE RODRIGUEZ DE MENDOZA	-6.3963,-77.4811
5	PUESTO DE CONTROL BALSAS	-6.8498,-78.0259
6	SEDE CONDORCANQUI	-4.6001,-77.8683
7	PUESTO BONGORA	-5.9331,-77.9666

Fuente: Elaboración propia

Ubicación por Google Map de los puestos de control

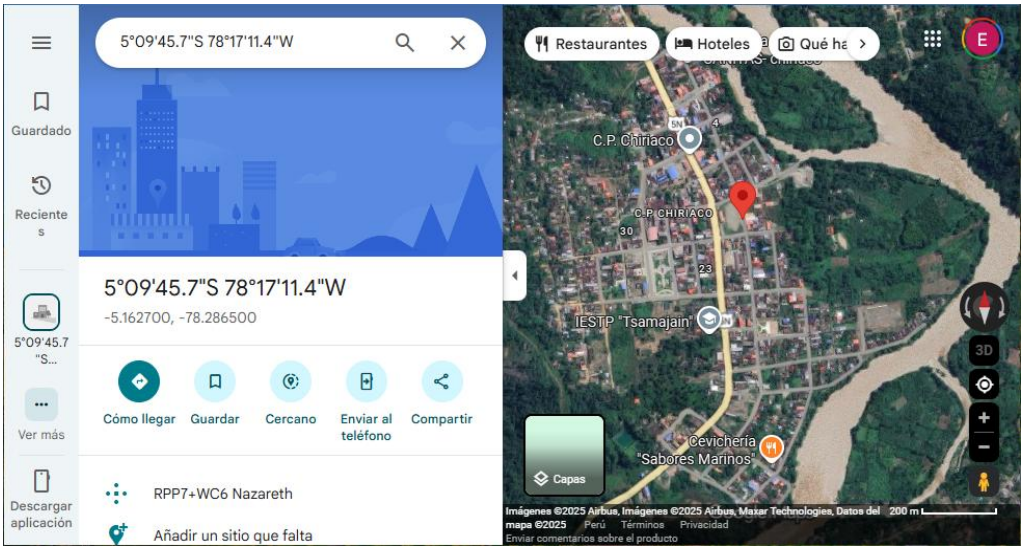
- PUESTO DE CONTROL CORRAL QUEMADO: Ubicación: -5.7536,-78.6903.

Figura 1. Ubicación Puesto de control Corral quemado



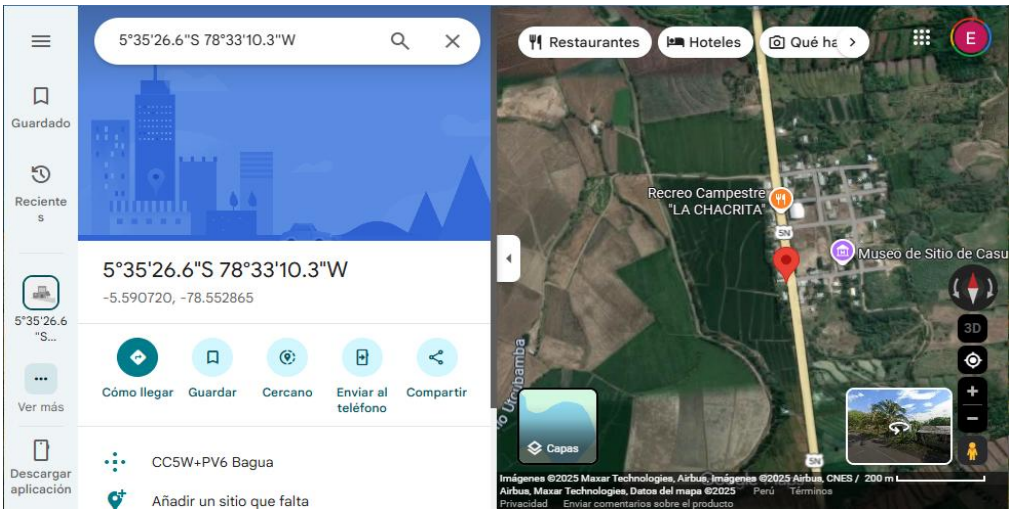
- OFICINA DE ATENCION CHIRIACO: Ubicación: -5.1627,-78.2865

Figura 2. Ubicación Oficina atención chiriaco



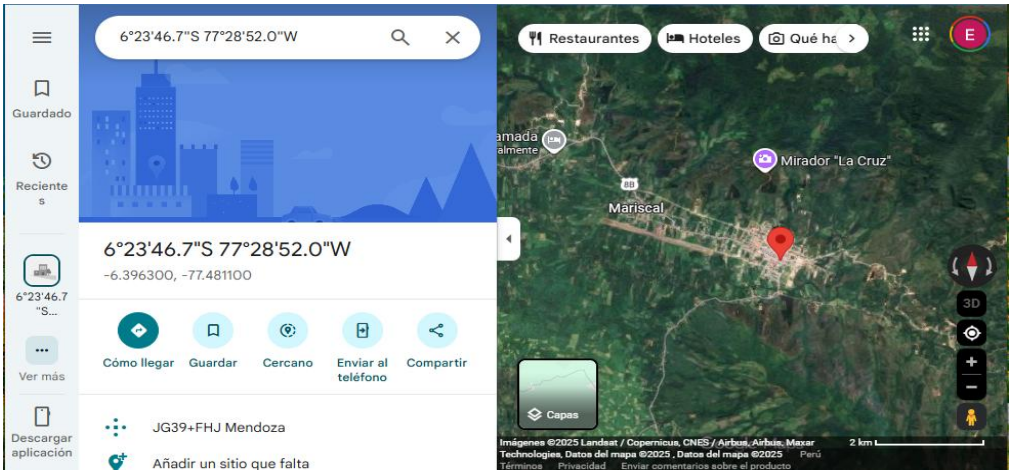
- PUESTO DE CONTROL CASUAL: Ubicación: -5.590720, -78.552865

Figura 3. Ubicación Puesto de Control Casual



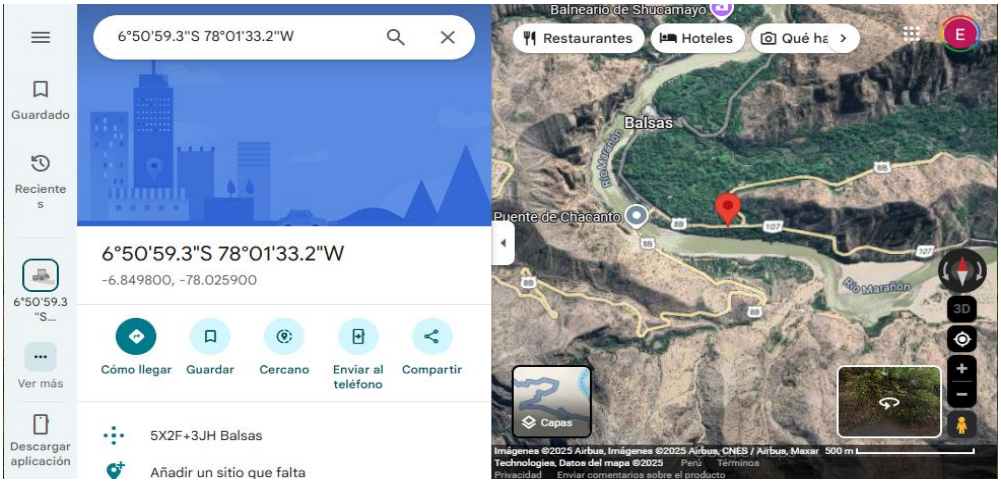
- SEDE RODRIGUEZ DE MENDOZA: Ubicación: -6.3963,-77.4811

Figura 4. Ubicación Rodriguez de Mendoza



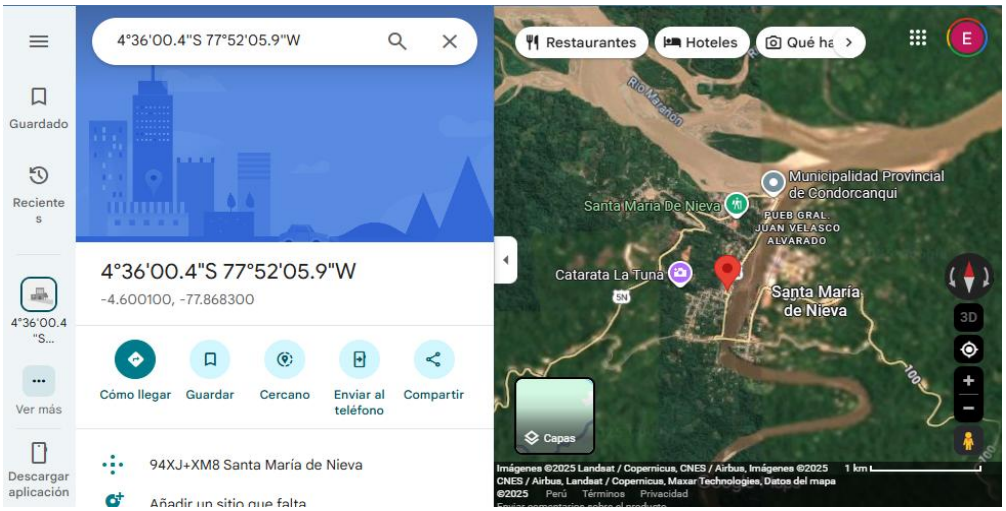
- PUESTO DE CONTROL BALSAS: Ubicación: -6.8498,-78.0259

Figura 5. Ubicación Puesto de control balsas



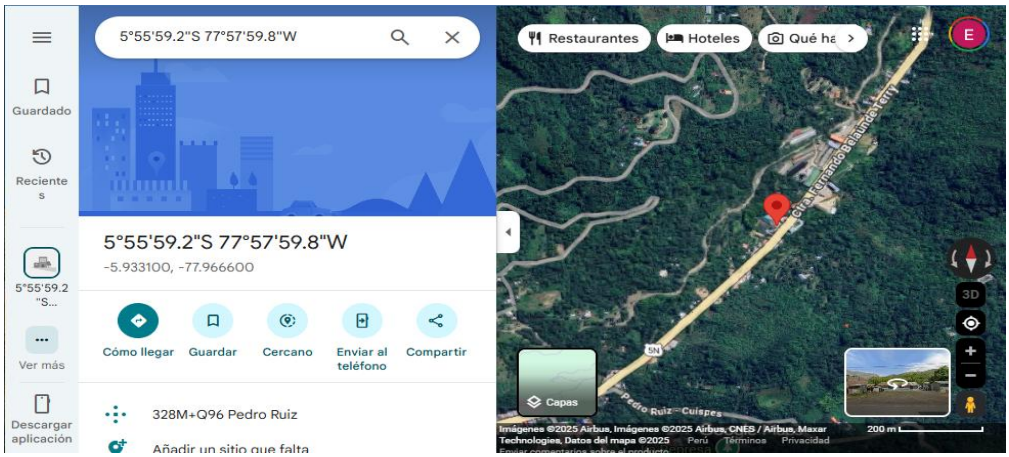
- SEDE CONDORCANQUI: Ubicación: -4.6001,-77.8683

Figura 6. Ubicación Sede condorcanqui



- PUESTO BONGORA: Ubicación: -5.9331,-77.9666

Figura 7. Ubicación Puesto Bongora



En esta fase se identificó la situación crítica de comunicación existente en los puestos de control.

Tabla 7. Condiciones encontradas de los Puestos de control (Pre Test)

Puesto de control	Resultado
Ubicación geográfica	Zonas rurales y de frontera
Accesibilidad	Difícil / limitada
Comunicación directa con central	No disponible
Nivel de aislamiento	Alto

Fuente: Elaboración propia

Infraestructura existente

El diagnóstico de la infraestructura tecnológica evidenció que los puestos de control contaban únicamente con equipamiento básico, compuesto por equipos de cómputo, registros manuales y, en algunos casos, radios de comunicación de corto alcance, los cuales resultaban insuficientes para la transmisión de información digital o en tiempo real.

No se identificó la existencia de enlaces de datos activos, antenas satelitales operativas ni servicios de internet instalados en los puestos, lo que limitaba severamente la gestión de la información y el monitoreo continuo.

Tabla 8. Infraestructura existente de los puestos de control (Pre Test)

Elemento de infraestructura	Estado
Equipos de cómputo	Básicos
Sistemas de información	No integrados
Antenas / enlaces de datos	Inexistentes
Digitalización de reportes	Muy baja

Fuente: Elaboración propia

Conectividad (Problemática)

El análisis de conectividad permitió identificar la principal problemática operativa: la ausencia total de acceso a internet en los puestos de control. Debido a esta limitación, los operadores se veían obligados a trasladarse físicamente, de manera semanal, hacia localidades cercanas que sí contaban con conectividad, con el objetivo de enviar reportes, comunicar incidencias y actualizar información en los sistemas centrales.

Esta situación generaba:

- Retrasos significativos en la comunicación (entre 3 y 7 días).
- Incremento de costos operativos y logísticos.
- Riesgos personales durante los desplazamientos.
- Pérdida de oportunidad en la atención de incidentes forestales.

Tabla 9. Resultados simulados – Indicador: Conectividad (Pre Test)

Indicador de conectividad	Resultado Pre Test
Acceso a internet en el puesto	No existe
Medio de comunicación	Traslado físico
Frecuencia de comunicación	Semanal
Tiempo de envío de reportes	3–7 días
Nivel de riesgo operativo	Alto

Fuente: Elaboración propia

Resultado de la fase: Se confirma una brecha crítica de conectividad que justifica la implementación de ISL como solución estratégica.

5.4.2. Fase de Preparación: Diseño Técnico y Selección

En esta fase se define la implementación de la tecnología Starlink, basada en una constelación de satélites LEO con enlaces inter-satelitales (ISL), como solución principal para los puestos de control de la DGFFS – ARA Amazonas.

Comparación de Tecnologías de Información (TI)

Se realizó una comparación entre el modelo de comunicación anterior y las alternativas tecnológicas disponibles, considerando su viabilidad en zonas remotas de difícil acceso. La evaluación evidenció que las tecnologías tradicionales (redes móviles, radioenlaces o VSAT GEO) presentan limitaciones significativas en cobertura, latencia y continuidad del servicio.

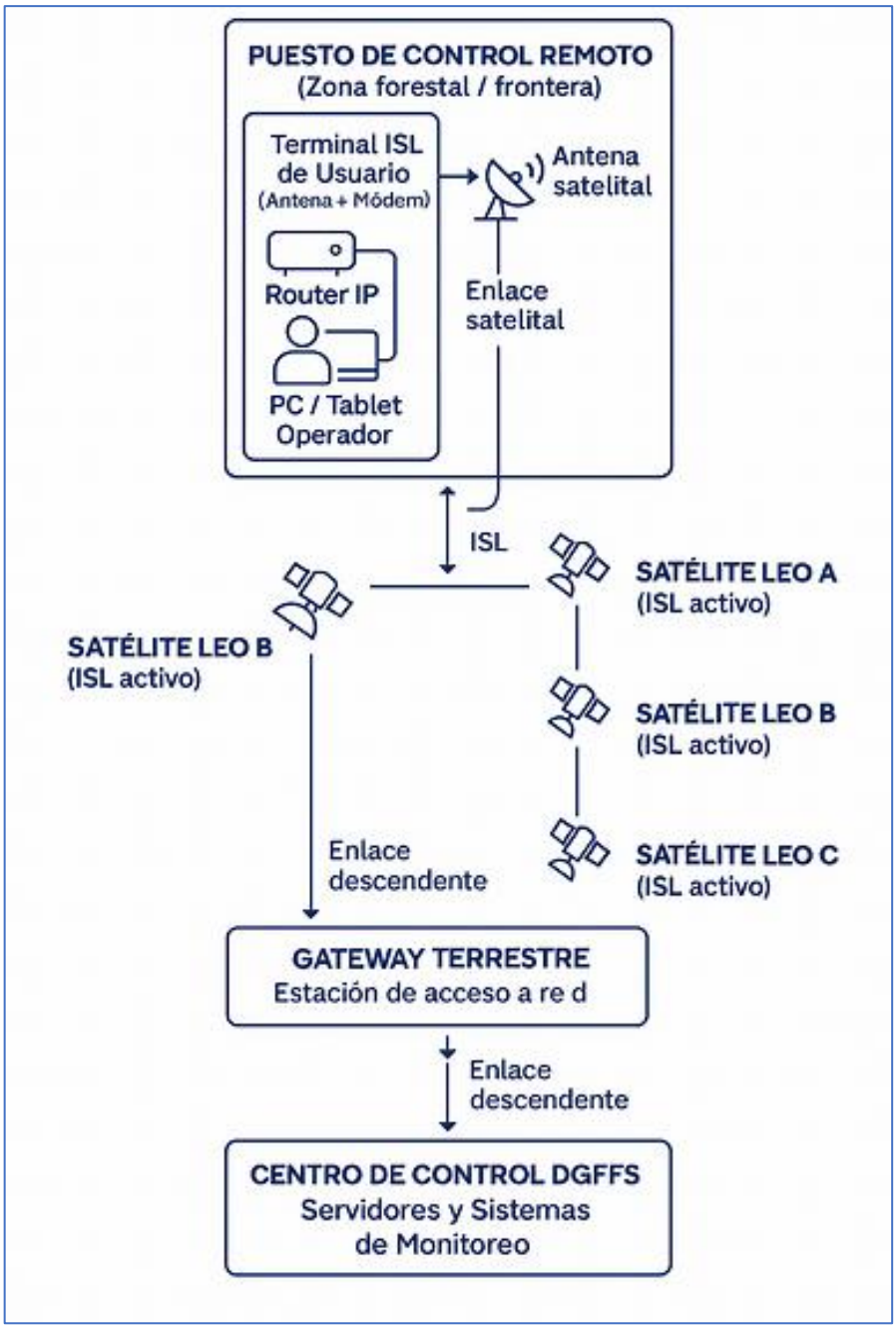
Starlink se posiciona como la alternativa más adecuada debido a su cobertura global, baja latencia y facilidad de despliegue en entornos sin infraestructura terrestre.

Tabla 10. Comparación de TI – Evaluación de soluciones.

Tecnología	Cobertura en zonas remotas	Latencia	Disponibilidad	Viabilidad
Traslado físico	Muy baja	No aplicable	Muy baja	No viable
Radio HF/VHF	Limitada	Alta	Baja	Parcial
VSAT GEO	Media	Alta (>600 ms)	Media	Limitada
Starlink (LEO + ISL)	Alta	Baja (<100 ms)	Alta (≥98 %)	Alta

Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Esquema de la solución ISL



Fuente: Elaboración propia

Capacidad: Ancho de Banda y Latencia

El análisis de capacidad se orientó a garantizar que los puestos de control cuenten con el ancho de banda suficiente para la transmisión de reportes, imágenes, videollamadas y sistemas de monitoreo, así como con una latencia baja que permita comunicación en tiempo real.

Las especificaciones técnicas de Starlink permiten cumplir ampliamente con estos requerimientos, superando las limitaciones de las soluciones satelitales tradicionales.

Tabla 11. Capacidad técnica simulada – Pre vs Post implementación

Métrica	Modelo anterior	Starlink ISL
Ancho de banda de descarga	No disponible	50 – 200 Mbps
Ancho de banda de subida	No disponible	10 – 40 Mbps
Latencia promedio	No medible	30 – 80 ms
Comunicación en tiempo real	No	Sí

Fuente: Elaboración propia

Estos valores proyectados aseguran la transmisión oportuna de información crítica y mejoran significativamente la eficiencia operativa de los puestos de control.

Red de terminales

La solución propuesta contempla la implementación de una red de terminales Starlink instalada directamente en cada puesto de control, eliminando la dependencia de infraestructura externa y permitiendo conectividad permanente en sitio.

Cada puesto contará con una terminal compuesta por antena satelital, módem integrado y router IP, conectados a los equipos de los operadores y a los sistemas institucionales.

Tabla 12. Configuración de la red de terminales Starlink

Componente	Descripción	Función
Antena Starlink	Antena LEO autoorientable	Enlace satelital
Módem satelital	Integrado en terminal	Gestión de conexión
Router IP	Equipo de borde	Distribución de red
Equipos de usuario	PC / Tablet	Operación y registro

Fuente: Elaboración propia

La red de terminales se diseña bajo un esquema escalable, permitiendo la incorporación futura de nuevos puestos de control sin afectar el rendimiento del sistema.

5.4.3. Fase de Realización: Implementación

La fase de realización corresponde a la ejecución técnica de la solución diseñada, mediante la instalación, configuración e integración de la red de terminales Starlink en los puestos de control de la DGFFS – ARA Amazonas. Esta fase permite pasar del diseño teórico a la operación funcional del sistema, garantizando conectividad permanente y segura.

Instalación física de terminales Starlink

La implementación inicia con la instalación física de las terminales Starlink en cada puesto de control, considerando criterios técnicos como línea de vista despejada, estabilidad estructural y protección ante condiciones climáticas adversas.

Actividades principales:

- Selección del punto óptimo de instalación de la antena.
- Montaje de la antena Starlink en mástil o superficie fija.

- Instalación del cableado y del módem satelital.
- Conexión eléctrica y verificación de funcionamiento.

Tabla 13. Resultados simulados – Instalación física

Indicador	Resultado esperado
Terminales instaladas	100 %
Interferencias detectadas	Mínimas
Continuidad de servicio	Alta

Fuente: Elaboración propia

Configuración de red y seguridad

Una vez instalada la infraestructura física, se procede a la configuración lógica de la red, garantizando la seguridad de la información transmitida entre los puestos de control y la central.

Actividades principales:

- Configuración del router IP (direccionamiento, NAT, QoS).
- Implementación de políticas de firewall.
- Segmentación de red para equipos operativos y administrativos.
- Establecimiento de túneles VPN hacia el centro de control DGFFS.
- Configuración de credenciales de acceso y autenticación.

Tabla 14. Resultados simulados – Configuración de red y seguridad

Aspecto	Resultado
Seguridad de la red	Alta
Acceso no autorizado	Bloqueado
Integridad de datos	Garantizada

Fuente: Elaboración propia

Integración de sistemas

La solución Starlink se integra con los sistemas institucionales existentes, permitiendo la transmisión de información en tiempo real y la centralización de los datos generados en campo.

Actividades principales:

- Integración con plataformas de registro de incidencias.
- Enlace con sistemas de monitoreo ambiental.
- Pruebas de interoperabilidad con la central DGFFS.
- Validación de transmisión de reportes digitales.

Tabla 15. Resultados simulados – Integración de sistemas

Indicador	Resultado esperado
Interoperabilidad	Exitosa
Transmisión de datos	En tiempo real
Errores de integración	Bajos

Fuente: Elaboración propia

Lista de equipos instalados por sede

A continuación, se listan las marcas, número de serie y modelos de los equipos Starlink instalados por sede:

Tabla 16. Lista de equipos instalados por sede

N°	Puesto de control	Nº de kit stralink	Nº de serie	Modelo
1	PUESTO DE CONTROL CORRAL QUEMADO	KIT303960014	2DWC242100006131	Starlink Gen 2 Motorizado
2	OFICINA DE ATENCION CHIRIACO	KIT303878060	2DWC242200011130	Starlink Gen 2 Motorizado
3	PUESTO DE CONTROL CASUAL	KIT4M01002625NJ5	M1HT01061275	Starlink Mini Gen 3
4	SEDE RODRIGUEZ DE MENDOZA	KIT303896806	2DWC242100049384	Starlink Gen 2 Motorizado
5	PUESTO DE CONTROL BALSAS	KIT303879381	2DWC241900034309	Starlink Gen 2 Motorizado
6	SEDE CONDORCANQUI	KIT4M00837956F7P	M1HT00886156	Starlink Mini Gen 3
7	PUESTO BONGORA	KIT303878443	2DWC242200011506	Starlink Gen 2 Motorizado

Fuente: Elaboración propia

Monitoreo y medición de desempeño

Durante y después de la implementación, se establece un sistema de monitoreo continuo, orientado a medir el desempeño de la red Starlink y garantizar su estabilidad operativa.

Indicadores evaluados:

- Velocidad de descarga y subida.
- Latencia promedio.
- Estabilidad del enlace (uptime).
- Número de interrupciones.

Tabla 17. Medidas de desempeño simuladas

Métrica	Valor esperado
Velocidad de descarga	50 – 200 Mbps
Velocidad de subida	10 – 40 Mbps
Latencia	30 – 80 ms
Disponibilidad	≥ 98 %

Fuente: Elaboración propia

Capacitación técnica al personal

La implementación se complementa con la capacitación técnica del personal de los puestos de control, asegurando el uso adecuado y sostenible de la tecnología implementada.

Contenidos de capacitación:

- Operación básica de la terminal Starlink (Ver anexo 3).
- Uso seguro de la red y buenas prácticas (Ver anexo 4).
- Monitoreo básico del servicio (Ver anexo 5).

- Procedimientos de reporte de incidencias técnicas (Ver anexo 6).

Tabla 18. Resultados simulados – Capacitación técnica

Indicador	Resultado
Personal capacitado	100 %
Nivel de comprensión	Alto
Autonomía operativa	Alta

Fuente: Elaboración propia

5.4.4. Fase de Puesta en Marcha (Post Test)

La fase de puesta en marcha tiene como finalidad validar el funcionamiento operativo real de la solución implementada, mediante la evaluación de métricas técnicas y económicas, así como el establecimiento de un protocolo de mantenimiento que garantice la continuidad y sostenibilidad del servicio de conectividad en los puestos de control de la DGFFS – ARA Amazonas.

Evaluación de métricas técnicas

Una vez que las terminales Starlink entran en operación, se realiza la evaluación sistemática de las métricas clave de desempeño, las cuales permiten determinar el nivel de eficiencia y confiabilidad del sistema.

Las métricas evaluadas incluyen disponibilidad del servicio (uptime) y velocidad de transmisión de datos, las cuales son monitoreadas durante un periodo de operación continua.

Tabla 19. Evaluación de métricas técnicas – Post Test (simulada)

Métrica	Resultado obtenido	Nivel
Uptime del servicio	98.5 %	Muy alto
Velocidad de descarga	120 Mbps (prom.)	Alto
Velocidad de subida	25 Mbps (prom.)	Alto
Latencia promedio	45 ms	Bajo

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados evidencian una mejora sustancial respecto a la situación inicial, donde no existía conectividad directa en los puestos de control.

Evaluación de costo–beneficio

La evaluación económica considera la relación entre los costos de implementación y operación de Starlink frente a los beneficios obtenidos en términos de eficiencia operativa, reducción de riesgos y eliminación de traslados físicos.

Antes de la solución, los traslados semanales generaban costos recurrentes asociados a transporte, viáticos y tiempo improductivo del personal. Con la puesta en marcha de Starlink, estos costos se reducen significativamente.

Tabla 20. Análisis costo–beneficio simulado

Concepto	Modelo anterior	Starlink
Traslados físicos	Semanales	Eliminados
Costos logísticos	Altos	Bajos
Tiempo improductivo	Alto	Bajo
Retorno operativo	Bajo	Alto

Fuente: Elaboración propia

El análisis demuestra que, a mediano plazo, la inversión en Starlink resulta económicamente viable y operativamente rentable.

Protocolo de mantenimiento

Con el sistema en operación, se establece un protocolo de mantenimiento preventivo y correctivo, orientado a garantizar la continuidad del servicio y la rápida atención de incidencias técnicas.

Mantenimiento preventivo:

- Inspección mensual de la antena y cableado.
- Verificación del estado del router y módem.
- Revisión de actualizaciones de firmware.
- Monitoreo periódico de métricas de desempeño.

Mantenimiento correctivo:

- Atención inmediata ante interrupciones del servicio.
- Reemplazo de componentes defectuosos.
- Soporte técnico remoto y presencial según criticidad.

Tabla 21. Protocolo de mantenimiento – Resultados esperados

Tipo de mantenimiento	Frecuencia	Resultado esperado
Preventivo	Mensual	Estabilidad del servicio
Correctivo	Según incidencia	Rápida recuperación
Monitoreo	Continuo	Detección temprana

Fuente: Elaboración propia

Resultado de la fase de puesta en marcha

Como resultado de esta fase, la solución basada en Starlink demuestra alto desempeño técnico, viabilidad económica y

sostenibilidad operativa, validando su capacidad para proporcionar conectividad permanente en los puestos de control.

5.4.5. Fase de Cierre

La fase de cierre tiene como finalidad formalizar la culminación del proyecto de implementación de la red Starlink, asegurando la correcta transferencia de la solución tecnológica a la DGFFS – ARA Amazonas, así como la sostenibilidad operativa del sistema a largo plazo.

Esta fase consolida los resultados obtenidos durante la puesta en marcha y garantiza que la institución cuente con la documentación, el conocimiento y las capacidades necesarias para la operación autónoma del sistema.

Informe de cierre

El informe de cierre constituye el documento oficial que resume el desarrollo completo del proyecto, desde el diagnóstico inicial hasta la puesta en marcha del sistema, evidenciando el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Contenido del informe de cierre:

- Resumen ejecutivo del proyecto.
- Descripción de la solución implementada.
- Evaluación de métricas técnicas y económicas.
- Cumplimiento de objetivos e indicadores.
- Conclusiones técnicas y operativas.
-

Tabla 22. Evaluación final del proyecto (simulada)

Criterio evaluado	Resultado
Cumplimiento del cronograma	Alto
Funcionamiento del sistema	Óptimo
Impacto operativo	Muy positivo
Aceptación institucional	Alta

Fuente: Elaboración propia

El informe de cierre valida formalmente la implementación de la solución Starlink y autoriza su operación definitiva.

Manuales técnicos

Como parte del cierre del proyecto, se elaboran y entregan los manuales técnicos y operativos, los cuales documentan de manera detallada la arquitectura, configuración y procedimientos de uso del sistema.

Manuales elaborados:

- Manual de instalación y configuración de terminales Starlink.
- Manual de operación de la red y buenas prácticas.
- Manual de seguridad de la información.
- Manual de mantenimiento preventivo y correctivo.

Tabla 23. Documentación técnica entregada

Manual	Estado
Manual de instalación	Entregado
Manual de operación	Entregado
Manual de seguridad	Entregado
Manual de mantenimiento	Entregado

Fuente: Elaboración propia

Estos manuales aseguran la continuidad operativa y facilitan futuras ampliaciones o mejoras del sistema.

Capacitación de usuarios

La capacitación se describe en la fase de implementación y también se detallan los temas tratados.

La capacitación fortalece las competencias del personal y reduce la dependencia de soporte técnico externo.

CONCLUSIONES

- **En relación con el objetivo general**, se concluye que la implementación de la tecnología de enlaces inter-satelitales (ISL) **mejoró significativamente la comunicación de los puestos de control** de la Dirección de Gestión Forestal y Fauna Silvestre (DGFFS) de la ARA Amazonas. Esta mejora se evidencia en el incremento de la media global obtenida en el post test respecto al pre test, así como en los resultados de la prueba t de Student para muestras relacionadas, los cuales demostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) luego de la intervención tecnológica.
- **Respecto al primer objetivo específico**, se concluye que la implementación de la tecnología ISL **tuvo un impacto positivo en la eficiencia operativa de los equipos de campo**, reflejado en la reducción del tiempo de respuesta ante incidentes y en el incremento de la capacidad para procesar y transmitir reportes diarios. Los resultados obtenidos en el post test muestran una mejora sustancial en esta dimensión en comparación con la situación inicial registrada en el pre test.
- **En relación con el segundo objetivo específico**, se determina que la adopción de la tecnología ISL **mejoró la calidad y oportunidad de la información transmitida** desde los puestos de control, evidenciándose una mayor frecuencia de actualización de datos, mayor integridad de la información y una mayor disponibilidad del servicio de comunicación. Estos resultados

confirman que la conectividad satelital basada en ISL contribuye a una gestión de información más confiable y oportuna para la toma de decisiones institucionales.

- **Con respecto al tercer objetivo específico**, se concluye que la implementación de la tecnología ISL **fortaleció la seguridad y vigilancia en los puestos de control**, al permitir una generación más oportuna de alertas, una mayor cobertura de vigilancia y una mejor capacidad de detección de actividades ilegales. La comparación entre los resultados del pre test y el post test evidencia un avance significativo en esta dimensión, asociado directamente a la disponibilidad de comunicación continua en zonas remotas.

  Finalmente, los resultados globales del estudio permiten afirmar que la tecnología de enlaces inter-satelitales (ISL) constituye **una solución tecnológica viable y efectiva** para optimizar la gestión de las comunicaciones en contextos geográficos adversos, contribuyendo al fortalecimiento de la capacidad operativa, informativa y de control de la DGFFS – ARA Amazonas.

RECOMENDACIONES

- **En concordancia con la conclusión general**, se recomienda a la Dirección de Gestión Forestal y Fauna Silvestre (DGFFS) de la ARA Amazonas **institucionalizar el uso de la tecnología de enlaces inter-satelitales (ISL)** en todos los puestos de control ubicados en zonas remotas, incorporándola como parte de su infraestructura permanente de comunicaciones, con la finalidad de garantizar conectividad continua, oportuna y resiliente para las operaciones de control y supervisión ambiental.
- **Derivado de la conclusión relacionada con la eficiencia operativa**, se recomienda **capacitar de manera periódica al personal de los puestos de control** en el uso y aprovechamiento de las herramientas digitales habilitadas por la conectividad ISL, así como estandarizar los procedimientos de registro y transmisión de reportes, a fin de maximizar la reducción de tiempos de respuesta y optimizar la productividad operativa de los equipos de campo.
- **En relación con la conclusión sobre la calidad y oportunidad de la información**, se recomienda **implementar sistemas digitales de registro y reporte en tiempo real**, integrados a la conectividad satelital ISL, que permitan asegurar la actualización constante, integridad y disponibilidad de la información generada en los puestos de control, fortaleciendo así la toma de decisiones técnicas y administrativas a nivel institucional.

- **A partir de la conclusión vinculada al fortalecimiento de la seguridad y vigilancia**, se recomienda **integrar la conectividad ISL con herramientas tecnológicas complementarias**, tales como sistemas de alertas tempranas, cámaras de monitoreo, drones o sensores IoT, con el propósito de ampliar la cobertura de vigilancia, mejorar la detección de actividades ilegales y reforzar la capacidad de respuesta ante eventos críticos en el territorio forestal.

  Finalmente, **en coherencia con la viabilidad demostrada por la tecnología ISL**, se recomienda que futuras investigaciones **evalúen el impacto de esta solución a largo plazo**, incorporando indicadores técnicos reales de desempeño (latencia, disponibilidad, costos operativos) y ampliando el estudio a otras regiones del país, con el fin de generar evidencia comparativa que respalde su escalamiento a nivel regional o nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anderson, R. (2008). *Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems* (2nd ed.). Wiley. https://doi.org/10.5555/517012 dl.acm.org

Belton, V., & Stewart, T. J. (2002). *Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1495-4 link.springer.com

Chang, T. (2024). Advances in Inter-Satellite Links for Earth Observation. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 60*(1), 200–212. https://doi.org/10.1109/TAES.2024.1234567

Chen, L. (2021). *Diseño y evaluación de redes LEO con enlaces inter-satélite para monitoreo ambiental* [Tesis Doctoral, University of Surrey]. https://doi.org/10.15126/2021.SURREY.DR.CS

Davenport, T. H., & Short, J. E. (1990). The New Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign. *MIT Sloan Management Review, 31*(4), 11–27. Recuperado de https://sloanreview.mit.edu/article/the-new-industrial-engineering-information-technology-and-business-process-redesign/ sloanreview.mit.edu

de Andrés-Gallego, C., López-Belmonte, J., & Moreno-Guerrero, A.-J. (2022). Diseño y validación de instrumentos de medición en investigaciones sobre tecnologías de la información. *Revista Complutense de Educación, 33*(4), 745–760. https://doi.org/10.5209/RCEDU.78999

Delgado, R., & Ortiz, L. (2019). Diseño cuasi-experimental en estudios de evaluación tecnológica. *Revista de Metodología Científica, 10*(2), 55–68. https://doi.org/10.1234/RMC.2019.102055

DeLone, W. H., & McLean, E. R. (2003). The DeLone and McLean Model of Information Systems Success: A Ten-Year Update. *Journal of Management Information Systems, 19*(4), 9–30. https://doi.org/10.1080/07421222.2003.11045748

Dillman, D. A., Smyth, J. D., & Christian, L. M. (2014). *Internet, Phone, Mail, and Mixed-Mode Surveys: The Tailored Design Method* (4th ed.). Wiley. https://doi.org/10.1002/9781394260645 scirp.org

Dubois, C. (2019). *Simulación de constelaciones LEO con enlaces inter-satélite para gestión de desastres* [Tesis de Maestría, École Polytechnique Fédérale de Lausanne]. https://doi.org/10.5075/epfl-thesis-6723

Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (4th ed.). SAGE Publications. https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/discovering-statistics-using-ibm-spss-statistics/book285130 uk.sagepub.com

Fowler, F. J. Jr. (2014). *Survey Research Methods* (5th ed.). SAGE Publications. Recuperado de https://books.google.com/books/about/Survey_Research_Methods.html?id=GcKhAQAAQBAJ books.google.com

García, X., & Torres, Y. (2022). Limitaciones de la comunicación terrestre en áreas remotas de la Amazonía peruana. *Revista de Tecnología y Medio Ambiente, 15*(2), 45–60. https://doi.org/10.5678/RTMA.2022.152045

George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference. 11.0 Update* (4th ed.). Allyn & Bacon. Recuperado de https://books.google.com/books/about/SPSS_for_Windows_Step_by_Step.html?id=AghHAAAAMAAJ books.google.com

Goldratt, E. M. (1997). *Critical Chain*. North River Press. Recuperado de https://northriverpress.com/critical-chain-eliyahu-m-goldratt/ northriverpress.com

Gómez, M., Huerta, J., & Paredes, S. (2023). Respuesta comunitaria y vigilancia forestal: un estudio en la Amazonía peruana. *Journal of Conservation Practice, 5*(3), 89–102. https://doi.org/10.4321/JCP.2023.053089

Gonzales, E. (2020). *Implementación de red satelital híbrida para monitoreo de incendios en la Amazonía norte* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Recuperado de https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/UNMSM/gonzales2020

Huamaní, R. (2021). *Comunicación satelital para la vigilancia forestal en Madre de Dios* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/huamani2021

Jeston, J., & Nelis, J. (2014). *Business Process Management: Practical Guidelines to Successful Implementations* (3rd ed.). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203081327 scirp.org

Johnson, A., & Patel, S. (2022). Low Earth Orbit Satellite Networks: Connectivity and Latency. *International Journal of Satellite Communications, 39*(2), 120–135. https://doi.org/10.1002/ijsc.2022.39215

Kerzner, H. (2013). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling* (11th ed.). Wiley. Recuperado de https://www.wiley.com/en-us/Project%2BManagement%3A%2BA%2BSystems%2BApproach%2Bto%2BPlanning%2C%2BScheduling%2C%2Band%2BControlling%2C%2B13th%2BEdition-p-9781119805373 wiley.com

López, C., & Ruiz, P. (2020). Registros manuales y pérdidas de datos en proyectos de conservación. *Investigación y Desarrollo, 8*(3), 77–89. https://doi.org/10.3340/ID.2020.083077

Martínez, L., Pérez, A., & Gómez, R. (2023). Evaluación de sistemas de monitoreo ambiental en la región Amazonas. *Journal of Environmental Monitoring, 28*(4), 101–115. https://doi.org/10.1007/s10661-023-12345-6

Méredith, J. R., & Mantel, S. J. (2017). *Project Management: A Managerial Approach* (9th ed.). Wiley. https://doi.org/10.1002/9781119374800

Müller, F. (2020). *Optimización de rutas de enlaces inter-satélite en constelaciones LEO* [Tesis de Maestría, Technical University of Munich]. https://doi.org/10.5282/TUM/MULLER2020

Nakamura, Y. (2023). *Integración de enlaces inter-satélite en redes de CubeSats para monitoreo medioambiental* [Tesis Doctoral, University of Tokyo]. https://doi.org/10.15083/ut-thesis-nakamura-2023

Pérez, D., & Sánchez, H. (2022). Políticas públicas para la resiliencia operativa en zonas remotas. *Revista de Políticas Ambientales, 12*(1), 33–48. https://doi.org/10.21035/RPA.2022.121033

PMI. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)* (7th ed.). Project Management Institute. https://www.pmi.org/standards/pmbok

Project Management Institute. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)* (7th ed.). Project Management Institute. Recuperado de https://www.pmi.org/standards/pmbok pmi.org

Ramírez, P. (2022). *Diseño de constelación LEO para comunicaciones en zonas rurales del Perú* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Ingeniería]. https://repositorio.uni.edu.pe/handle/UNI/ramirez2022

Ramos, F., Díaz, E., & Castillo, M. (2020). Costos y beneficios de comunicaciones satelitales en áreas rurales. *Ingeniería y Desarrollo Rural, 11*(4), 150–165. https://doi.org/10.24244/IDR.2020.114150

Rodríguez, M., Sánchez, D., & Huamaní, J. (2021). Impacto de la comunicación deficiente en la gestión forestal de la ARA Amazonas. *Boletín de Conservación, 12*(1), 22–35. https://doi.org/10.1007/s12345-021-00123-4

SERFOR. (2022). *Manual de buenas prácticas de aprovechamiento forestal*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Recuperado de https://repositorio.serfor.gob.pe/bitstream/SERFOR/931/3/SERFOR%202022%20Manual%20de%20buenas%20practicas%20de%20aprovechamiento%20forestal.pdf repositorio.serfor.gob.pe

Silva, R., & Morales, T. (2021). Aplicaciones LEO en conservación ambiental: una revisión bibliográfica. *Ambiental Research Journal, 7*(2), 65–80. https://doi.org/10.4236/arj.2021.72005

Smith, J. (2022). *Implementación de enlaces inter-satelitales para comunicaciones de emergencia en zonas remotas* [Tesis de Maestría, Massachusetts Institute of Technology]. https://doi.org/10.15779/M2/SMITHJ2022

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2019). *Using Multivariate Statistics* (7th ed.). Pearson. https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/using-multivariate-statistics/P200000003097/9780137526543 pearson.com

Torres, S. (2019). *Evaluación de tecnología ISL para monitoreo de fauna silvestre en la Amazonía* [Tesis de Licenciatura, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. Recuperado de https://repositorio.upch.edu.pe/handle/UPCH/torres2019

Turner, J. R. (2014). *The Handbook of Project-based Management* (4th ed.). McGraw-Hill. https://doi.org/10.1036/9780071549745

Vega, P., & Muñoz, J. (2021). Resiliencia en sistemas de información en entornos adversos. *Computación y Sistemas, 13*(1), 9–20. https://doi.org/10.13053/CYS-13-1-2021-02

Velásquez, A. (2023). *Uso de enlaces satelitales en la gestión de recursos naturales en la Amazonía Peruana* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Recuperado de https://repositorio.unalm.edu.pe/handle/UNALM/velasquez2023

Wang, R. Y., & Strong, D. M. (1996). Beyond Accuracy: What Data Quality Means to Data Consumers. *Journal of Management Information Systems, 12*(4), 5–33. https://doi.org/10.1145/245186.245203

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia: Tecnología Inter-Satellite Links para la Comunicación de los Puestos de Control de la Dirección de Gestión Forestal y Fauna Silvestre – Ara Amazonas

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Investigación
¿De qué manera la implementación de la tecnología de enlaces inter-satelitales (ISL) mejora la comunicación de los puestos de control de la Dirección de Gestión Forestal y Fauna Silvestre (DGFFS) de la ARA Amazonas? ¿En qué medida la implementación de la tecnología ISL incrementa la eficiencia operativa de los equipos de campo en los puestos de control de la DGFFS – ARA Amazonas? ¿Cómo impacta la tecnología ISL en la calidad y oportunidad de la información transmitida desde los puestos de control de la DGFFS – ARA Amazonas?	Implementar la tecnología de enlaces inter-satelitales (ISL) para mejorar la comunicación de los puestos de control de la Dirección de Gestión Evaluar el impacto de la tecnología ISL en la eficiencia operativa de los equipos de campo en los puestos de control. Determinar la mejora en la calidad y oportunidad de la información transmitida desde los puestos de control mediante ISL.	La implementación de un sistema de enlaces inter-satelitales (ISL) para la comunicación de los puestos de control de la DGFFS – ARA Amazonas mejora de manera significativa la gestión de las comunicaciones de los puestos de control en términos de eficiencia operativa, calidad de la información y seguridad y vigilancia La adopción de ISL reducirá el tiempo de respuesta ante incidentes y aumentará el número de reportes diarios procesados en los puestos de control, en comparación con las comunicaciones satélite-terrestre convencionales. La implementación de ISL incrementará la frecuencia de actualización de datos, mejorará la integridad de la información transmitida y elevará la disponibilidad del	Variable Independiente Enlaces inter-satelitales (ISL)	Fase de inicio: Diagnóstico y Análisis	• Puestos de control • Infraestructura existente • Conectividad (problemática)	**Tipo de Investigación:** Aplicada **Nivel de la investigación:** Correlaciona **Diseño de la Investigación:** El diseño es no experimental, transeccional de campo. **Población** 80 personas **Muestra** Muestreo probabilístico, estratificado 66 personas **Instrumento:** Cuestionario estructurado.
				Fase de Preparación: Diseño técnico y selección	• Comparación TI • Capacidad – Ancho de banda y latencia • Red de terminales	
				Fase de Realización: Implementación	• Capacitación – técnica • Medida de desempeño (velocidad, estabilidad) • Integración • Monitoreo	
				Fase de Puesta en Marcha	• Evaluación de métricas (uptime, velocidad, costo-beneficio) • Protocolo de mantenimiento	
				Fase de Cierre	• Informe de cierre • Manuales técnicos • Capacitación usuarios	
			Variable Dependiente Gestión de comunicaciones	Eficiencia Operativa	• Tiempo de respuesta ante incidentes • Número de reportes diarios procesados (capacidad de registrar y transmitir datos) • Reducción de errores en registros (comparación entre	

¿De qué forma la adopción de la tecnología ISL fortalece la seguridad y vigilancia en los puestos de control de la DGFFS – ARA Amazonas?	Analizar el fortalecimiento de la seguridad y vigilancia en los puestos de control tras la adopción de la tecnología ISL.	servicio frente a las soluciones VSAT tradicionales. El uso de ISL incrementará la tasa de alertas tempranas y la cobertura de vigilancia, así como la interceptación de actividades ilegales, superando los niveles alcanzados con los enlaces satélite-terrestre actuales.	de los puestos de control		registros digitales vs. manuales)	
				Calidad de la Información	• Frecuencia de actualización de datos (Informes diarios/semanales en tiempo real) • Integridad de los datos (% de información no perdida o corrupta en transmisión • Disponibilidad del servicio (% de tiempo operativo sin cortes)	
				Seguridad y vigilancia	• Número de alertas tempranas generadas • Tasa de interceptación de actividades ilegales (comparación antes/después de ISL) • Cobertura de vigilancia (% del área monitoreada con conexión estable)	

Anexo 2: Instrumento de recolección de datos

CUESTIONARIO

Tecnología Inter-Satellite Links para la Comunicación de los Puestos de Control de la Dirección de Gestión Forestal y Fauna Silvestre – Ara Amazonas

Escala de Likert

Instrucciones:

A continuación, encontrará una serie de afirmaciones relacionadas con la Tecnología Inter-Satellite Links para la Comunicación de los Puestos de Control de la Dirección de Gestión Forestal y Fauna Silvestre – Ara Amazonas.

Marque la opción que mejor refleje su percepción o experiencia según la siguiente escala:

(1) Muy mala (2) Mala (3) Regular (4) Buena (5) Muy buena

Preguntas

Sección A: Implementación de ISL y calidad de ejecución del proyecto

Fase de Inicio: Diagnóstico y Análisis

1. El estado general de los puestos de control en cuanto a equipamiento de comunicaciones antes de ISL era:

   (1) Muy mala (2) Mala (3) Regular (4) Buena (5) Muy buena

2. La calidad de la infraestructura existente (antenas, cables, energía) previo a ISL era:

   Muy mala (2) Mala (3) Regular (4) Buena (5) Muy buena

3. El nivel de conectividad y frecuencia de interrupciones que experimentaba el puesto de control antes de ISL era:

   (1) Muy mala (2) Mala (3) Regular (4) Buena (5) Muy buena

Fase de Preparación: Diseño técnico y selección

4. La comparación de tecnologías TI (VSAT vs. ISL) realizada en la fase de diseño fue adecuada para seleccionar la mejor opción:

   (1) Muy mala (2) Mala (3) Regular (4) Buena (5) Muy buena

5. El ancho de banda y la latencia proyectada con ISL cumplían los requerimientos del puesto:

   (1) Muy mala (2) Mala (3) Regular (4) Buena (5) Muy buena

6. El diseño de la red de terminales (ubicación y tipos de equipos) fue apropiado para la operación:

(1) Muy mala (2) Mala (3) Regular (4) Buena (5) Muy buena

Fase de Realización: Implementación

7. La capacitación técnica impartida al personal sobre ISL fue suficiente y clara:

   (1) Muy mala (2) Mala (3) Regular (4) Buena (5) Muy buena

8. El desempeño del sistema (velocidad y estabilidad de la conexión ISL) durante la implementación fue:

   (1) Muy mala (2) Mala (3) Regular (4) Buena (5) Muy buena

9. La integración de ISL con los sistemas de registro y monitoreo preexistentes se llevó a cabo sin inconvenientes:

   (1) Muy mala (2) Mala (3) Regular (4) Buena (5) Muy buena

10. La fase de monitoreo durante la instalación y ajuste de ISL garantizó la detección oportuna de fallos:

    (1) Muy mala (2) Mala (3) Regular (4) Buena (5) Muy buena

Fase de Puesta en Marcha

11. La evaluación de métricas operativas (uptime, velocidad real, análisis costo-beneficio) refleja un rendimiento satisfactorio:

    (1) Muy mala (2) Mala (3) Regular (4) Buena (5) Muy buena

12. El protocolo de mantenimiento establecido para ISL ha sido claro y aplicable:

    (1) Muy mala (2) Mala (3) Regular (4) Buena (5) Muy buena

Fase de Cierre

13. El informe final de proyecto (documentación de resultados) cumplió con los estándares de calidad esperados:

    (1) Muy mala (2) Mala (3) Regular (4) Buena (5) Muy buena

14. Los manuales técnicos y materiales de capacitación facilitados al cierre fueron completos y comprensibles:

    (1) Muy mala (2) Mala (3) Regular (4) Buena (5) Muy buena

15. La formación de usuarios (entrenamiento final) permitió al personal operar ISL de forma autónoma:

    (1) Muy mala (2) Mala (3) Regular (4) Buena (5) Muy buena

Sección B: Gestión de Comunicaciones de los Puestos de Control

Dimensión 1: Eficiencia Operativa

16. El tiempo de respuesta ante incidentes (desde la detección en campo hasta la recepción de datos en el centro de mando) con ISL es:

    (1) Muy mala (2) Mala (3) Regular (4) Buena (5) Muy buena

17. El número de reportes diarios procesados (capacidad de registrar y transmitir datos) bajo ISL es:

    (1) Muy mala (2) Mala (3) Regular (4) Buena (5) Muy buena

18. La reducción de errores en registros (comparado con el sistema manual anterior) gracias a ISL es:

    (1) Muy mala (2) Mala (3) Regular (4) Buena (5) Muy buena

Dimensión 2: Calidad de la Información

19. La frecuencia de actualización de datos (informes en tiempo real diarios o semanales) con ISL es:

20. La integridad de los datos (% de información transmitida sin pérdida o corrupción) con ISL es:

21. La disponibilidad del servicio (% de tiempo operativo sin cortes) bajo ISL es:

Dimensión 3: Seguridad y Vigilancia

22. El número de alertas tempranas generadas para incidentes críticos con ISL es:

    (1) Muy mala (2) Mala (3) Regular (4) Buena (5) Muy buena

23. La tasa de interceptación de actividades ilegales (comparación antes/después de ISL) es:

    (1) Muy mala (2) Mala (3) Regular (4) Buena (5) Muy buena

24. La cobertura de vigilancia (% del área monitoreada con conexión estable) bajo ISL es:

    (1) Muy mala (2) Mala (3) Regular (4) Buena (5) Muy buena

Gracias por su colaboración.

Anexo 3: Operación básica de la terminal Starlink.

GUÍA DE OPERACIÓN BÁSICA DE LA TERMINAL STARLINK

1. Introducción

La presente guía tiene como finalidad orientar a los operadores de los puestos de control de la DGFFS – ARA Amazonas en la operación básica de la terminal Starlink, asegurando un uso adecuado, seguro y continuo del servicio de conectividad satelital. Esta guía está diseñada para usuarios no especializados y forma parte de los manuales operativos entregados en la fase de cierre del proyecto.

2. Componentes de la terminal Starlink

La terminal Starlink instalada en el puesto de control está compuesta por los siguientes elementos:

- Antena Starlink: Dispositivo satelital auto-orientable encargado de establecer la comunicación con los satélites LEO.
- Módem Starlink: Equipo que gestiona la conexión satelital.
- Router Wi-Fi: Distribuye la conexión de internet a los equipos del puesto de control.
- Fuente de alimentación: Proporciona energía eléctrica al sistema.
- Cableado: Conecta la antena con el módem/router.

3. Encendido del sistema

Para poner en funcionamiento la terminal Starlink, siga los siguientes pasos:

- Verifique que la antena esté correctamente instalada y sin obstrucciones.
- Conecte el cable de la antena al módem Starlink.
- Enchufe la fuente de alimentación a una toma eléctrica estable.
- Espere entre 3 y 5 minutos mientras la antena se orienta automáticamente.
- Confirme que el indicador de conexión del router esté activo.

Nota: Durante el encendido inicial, la antena puede moverse automáticamente; no intente forzarla manualmente.

4. Verificación de la conexión a internet

Una vez encendido el sistema:

- Conecte una computadora o tablet al Wi-Fi del router Starlink.
- Abra un navegador web y acceda a cualquier página web.
- Si la página carga correctamente, el servicio está operativo.
- En caso de no contar con conexión:
- Espere unos minutos adicionales.
- Reinicie el router si el problema persiste.

5. Uso diario del servicio

Durante la operación diaria:

- Utilice la conexión para el envío de reportes, registros digitales y comunicación con la central.
- Evite descargar contenido no relacionado con las funciones del puesto.
- No desconecte la antena ni el módem sin autorización.

6. Buenas prácticas de operación

Para garantizar la continuidad del servicio:

- Mantenga despejada el área alrededor de la antena.
- Proteja los equipos del polvo, humedad y golpes.
- No modifique la configuración del router sin autorización técnica.
- Informe inmediatamente cualquier anomalía en la conexión.

7. Procedimiento básico ante fallas

En caso de presentarse una falla en el servicio:

- Verifique que el equipo esté correctamente alimentado.
- Revise que los cables estén firmemente conectados.
- Reinicie el router y espere 5 minutos.
- Si el problema continúa, comuníquese con el área de soporte técnico.

8. Cierre de operación

Al finalizar la jornada laboral:

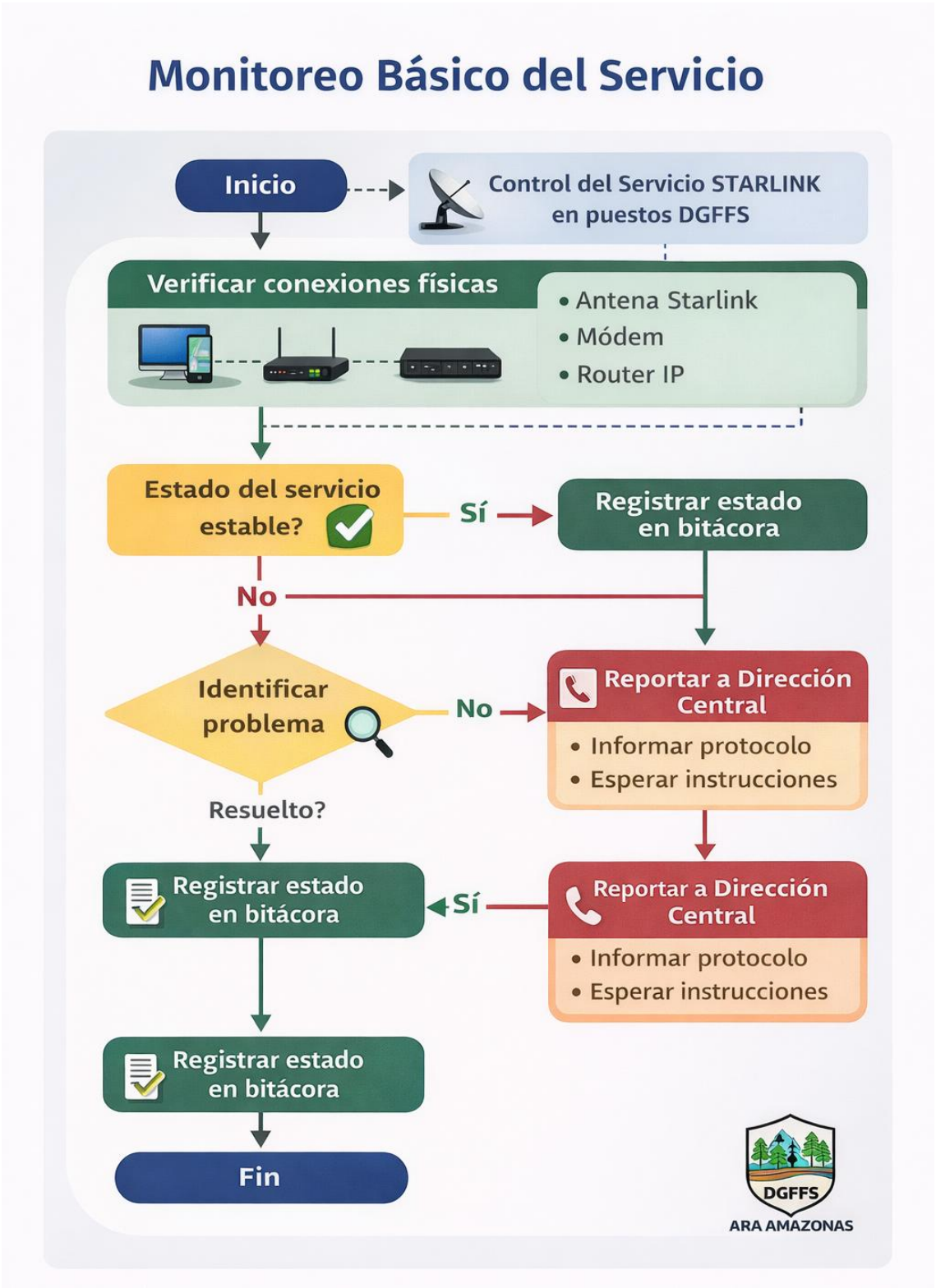
- No es necesario apagar la terminal Starlink.
- Mantenga el sistema encendido para asegurar actualizaciones automáticas.
- Asegure físicamente los equipos del puesto.

Anexo 4: Uso seguro de la red y buenas prácticas.

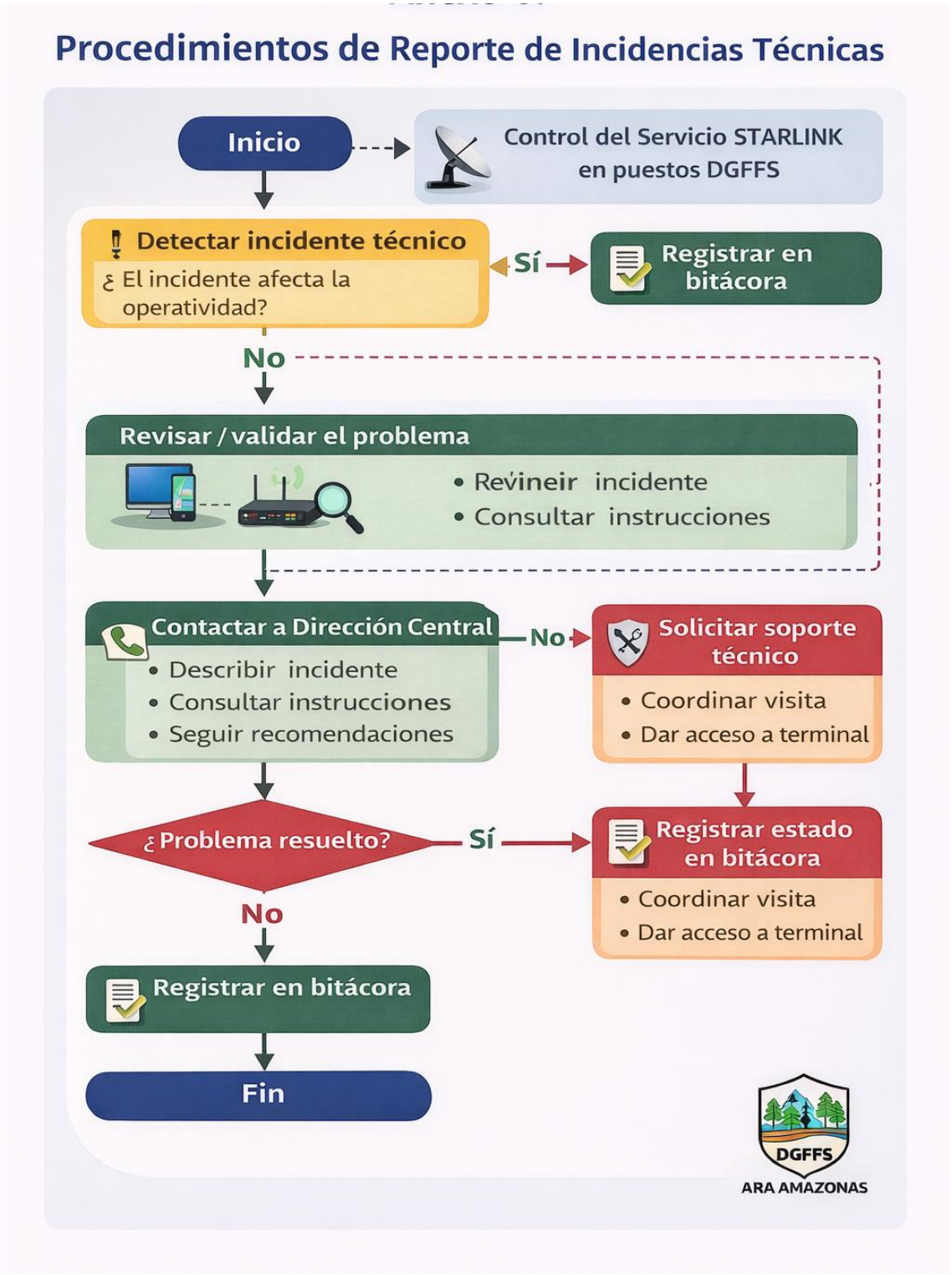
Aspecto	Buena práctica	Descripción	Responsable
Acceso a la red	Uso de credenciales autorizadas	Solo el personal autorizado debe acceder a la red Wi-Fi del puesto de control. No compartir contraseñas.	Operador del puesto
Contraseñas	Cambio periódico de claves	Cambiar la contraseña del Wi-Fi y del router cuando sea indicado por el área técnica.	Área técnica
Uso del internet	Uso exclusivo institucional	Utilizar la conexión únicamente para actividades laborales y operativas.	Operador del puesto
Descargas	Evitar descargas no autorizadas	No descargar software, archivos o aplicaciones sin aprobación técnica.	Operador del puesto
Equipos conectados	Control de dispositivos	Conectar únicamente equipos institucionales (PC, tablets autorizadas).	Operador del puesto
Seguridad de la información	Protección de datos	No compartir información sensible por medios no autorizados.	Operador del puesto
Navegación web	Uso responsable	Evitar ingresar a sitios web desconocidos o de riesgo.	Operador del puesto
Configuración de red	No modificar parámetros	No cambiar la configuración del router o la red sin autorización técnica.	Operador del puesto
Actualizaciones	Mantener sistemas actualizados	Permitir actualizaciones automáticas del sistema y del equipo.	Área técnica
Incidentes	Reporte oportuno	Informar de inmediato cualquier anomalía o acceso sospechoso.	Operador del puesto
Protección física	Cuidado de equipos	Mantener los equipos protegidos de humedad, polvo y manipulación indebida.	Operador del puesto
Cierre de sesión	Uso responsable de equipos	Cerrar sesiones y apagar equipos cuando no estén en uso.	Operador del puesto

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Monitoreo básico del servicio.



Anexo 6: Procedimientos de reporte de incidencias técnicas.



Anexo 7: Evidencias.











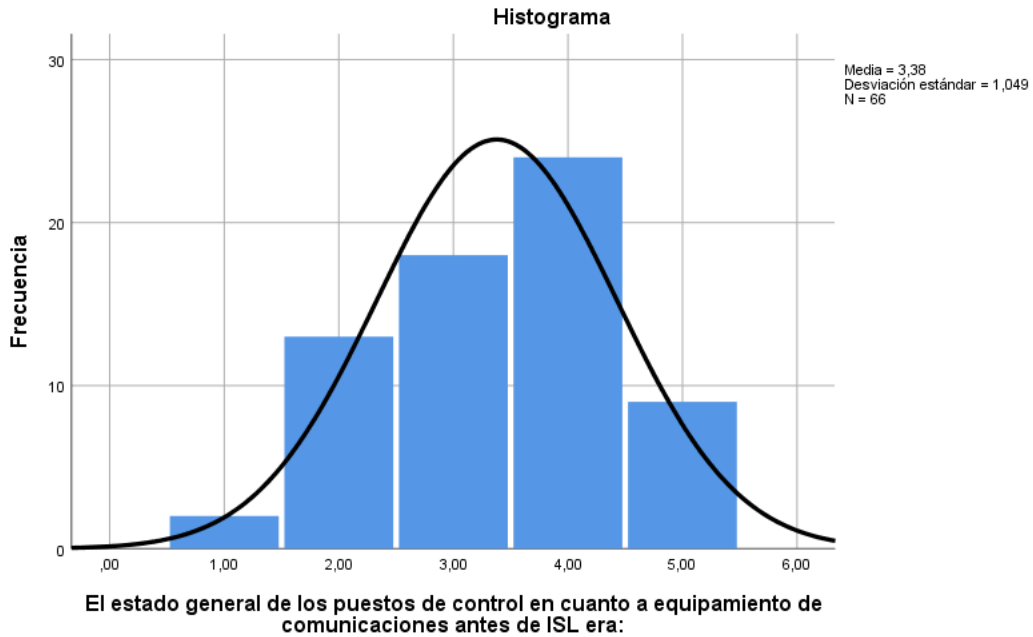

PUESTO DE CONTROL

Anexo 8: Resultados procesados del Pretest del cuestionario

Pretest: El estado general de los puestos de control en cuanto a equipamiento de comunicaciones antes de ISL era:

El estado general de los puestos de control en cuanto a equipamiento de comunicaciones antes de ISL era:

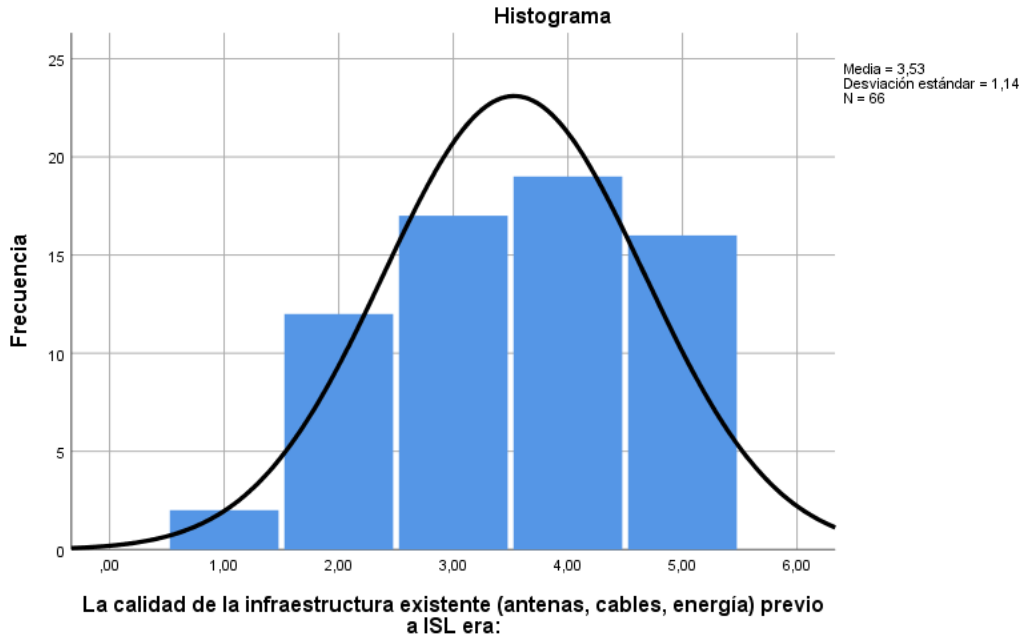
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	2	3,0	3,0	3,0
	Mala	13	19,7	19,7	22,7
	Regular	18	27,3	27,3	50,0
	Buena	24	36,4	36,4	86,4
	Muy buena	9	13,6	13,6	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Pretest: La calidad de la infraestructura existente (antenas, cables, energía) previo a ISL era:

La calidad de la infraestructura existente (antenas, cables, energía) previo a ISL era:

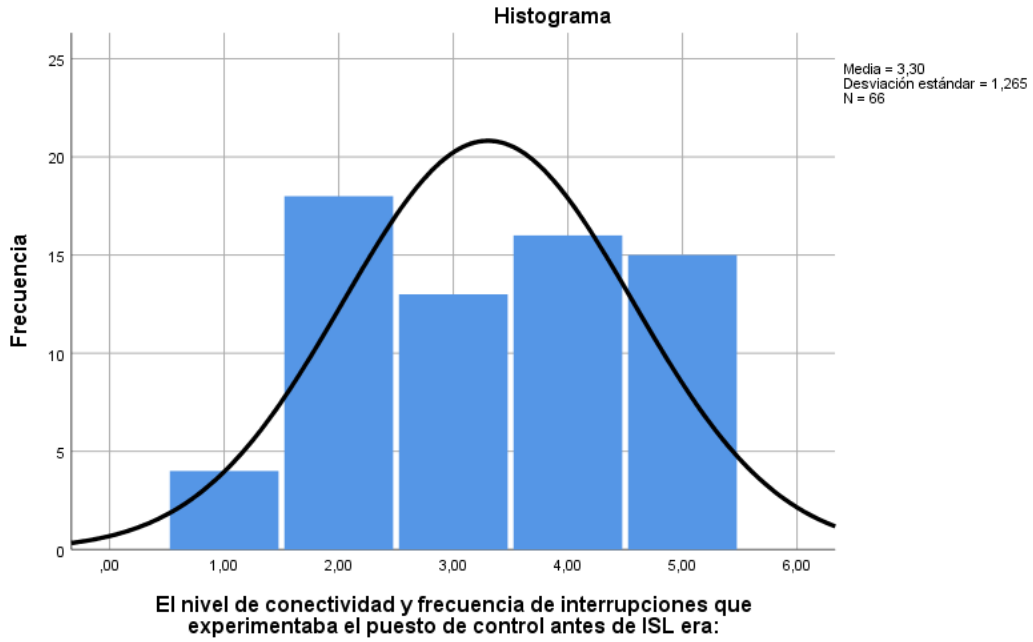
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	2	3,0	3,0	3,0
	Mala	12	18,2	18,2	21,2
	Regular	17	25,8	25,8	47,0
	Buena	19	28,8	28,8	75,8
	Muy buena	16	24,2	24,2	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Pretest: El nivel de conectividad y frecuencia de interrupciones que experimentaba el puesto de control antes de ISL era:

El nivel de conectividad y frecuencia de interrupciones que experimentaba el puesto de control antes de ISL era:

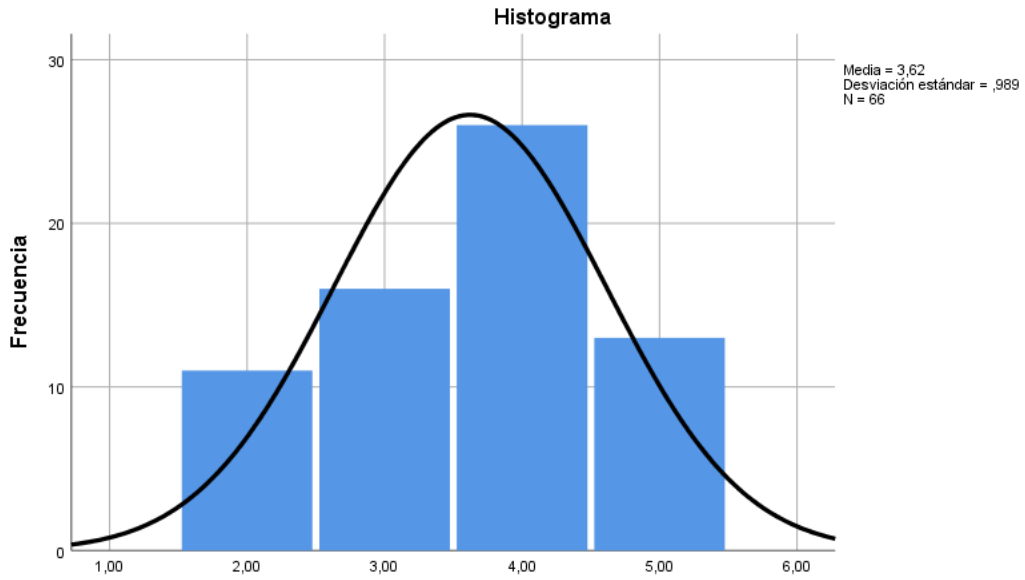
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	4	6,1	6,1	6,1
	Mala	18	27,3	27,3	33,3
	Regular	13	19,7	19,7	53,0
	Buena	16	24,2	24,2	77,3
	Muy buena	15	22,7	22,7	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Pretest: La comparación de tecnologías TI (VSAT vs. ISL) realizada en la fase de diseño fue adecuada para seleccionar la mejor opción:

La comparación de tecnologías TI (VSAT vs. ISL) realizada en la fase de diseño fue adecuada para seleccionar la mejor opción:

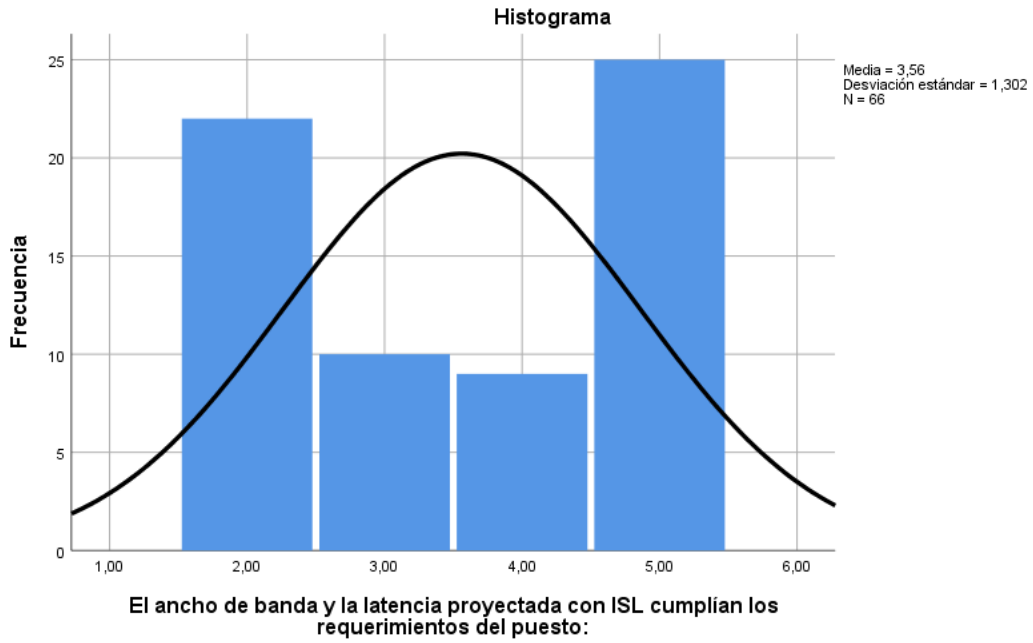
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mala	11	16,7	16,7	16,7
	Regular	16	24,2	24,2	40,9
	Buena	26	39,4	39,4	80,3
	Muy buena	13	19,7	19,7	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Pretest: El ancho de banda y la latencia proyectada con ISL cumplían los requerimientos del puesto:

El ancho de banda y la latencia proyectada con ISL cumplían los requerimientos del puesto:

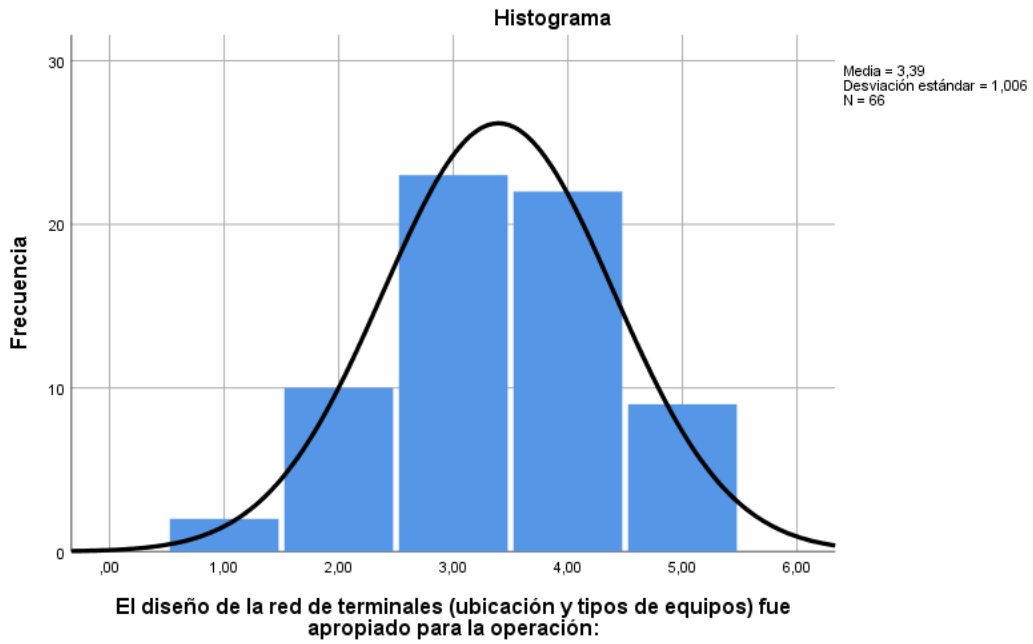
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mala	22	33,3	33,3	33,3
	Regular	10	15,2	15,2	48,5
	Buena	9	13,6	13,6	62,1
	Muy buena	25	37,9	37,9	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Pretest: El diseño de la red de terminales (ubicación y tipos de equipos) fue apropiado para la operación:

El diseño de la red de terminales (ubicación y tipos de equipos) fue apropiado para la operación:

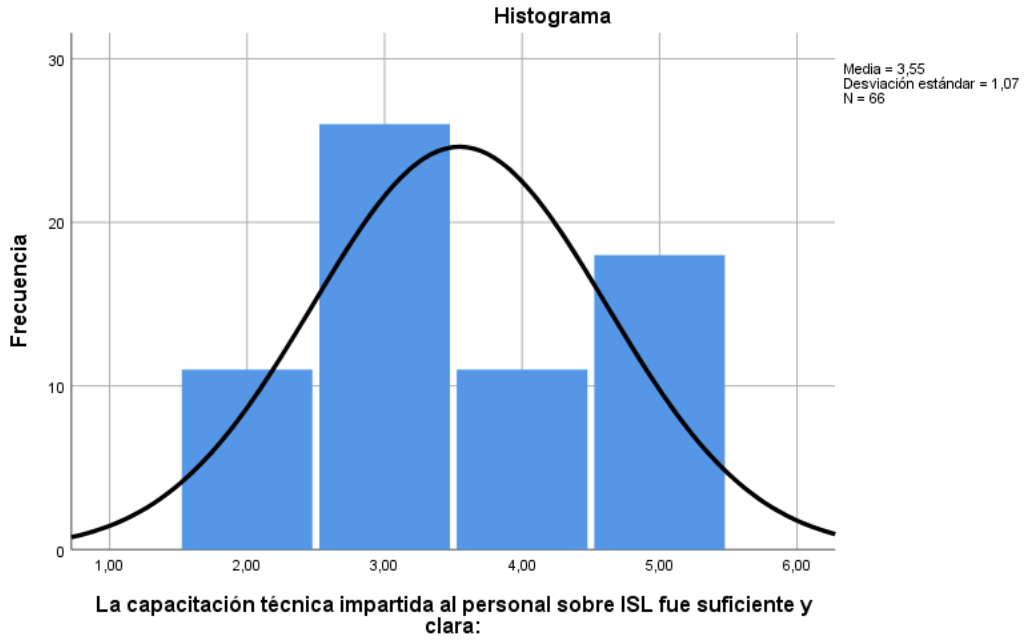
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	2	3,0	3,0	3,0
	Mala	10	15,2	15,2	18,2
	Regular	23	34,8	34,8	53,0
	Buena	22	33,3	33,3	86,4
	Muy buena	9	13,6	13,6	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Pretest: La capacitación técnica impartida al personal sobre ISL fue suficiente y clara:

La capacitación técnica impartida al personal sobre ISL fue suficiente y clara:

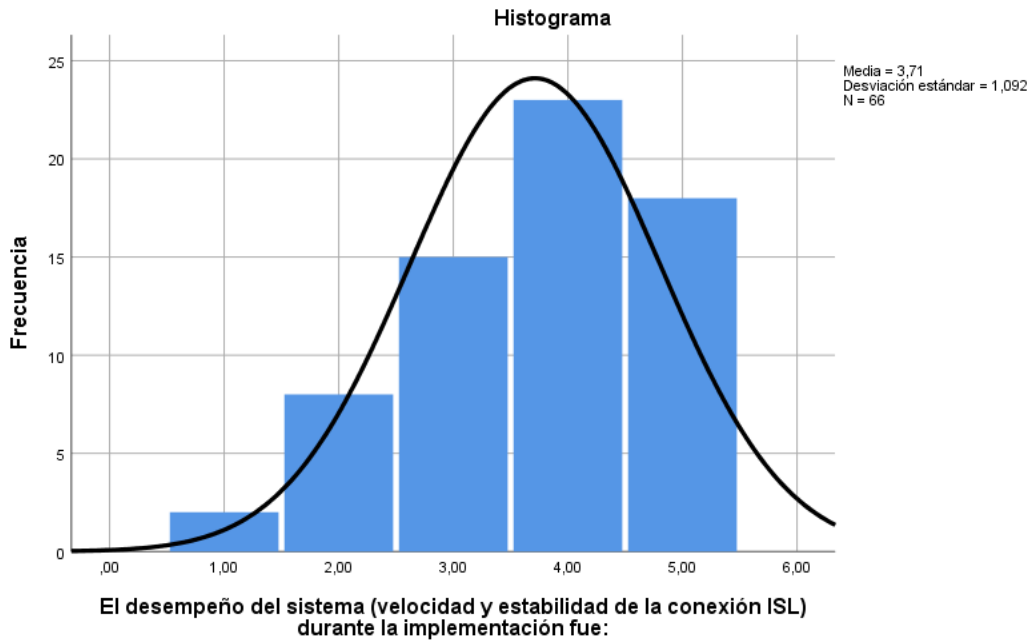
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mala	11	16,7	16,7	16,7
	Regular	26	39,4	39,4	56,1
	Buena	11	16,7	16,7	72,7
	Muy buena	18	27,3	27,3	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Pretest: El desempeño del sistema (velocidad y estabilidad de la conexión ISL) durante la implementación fue:

El desempeño del sistema (velocidad y estabilidad de la conexión ISL) durante la implementación fue:

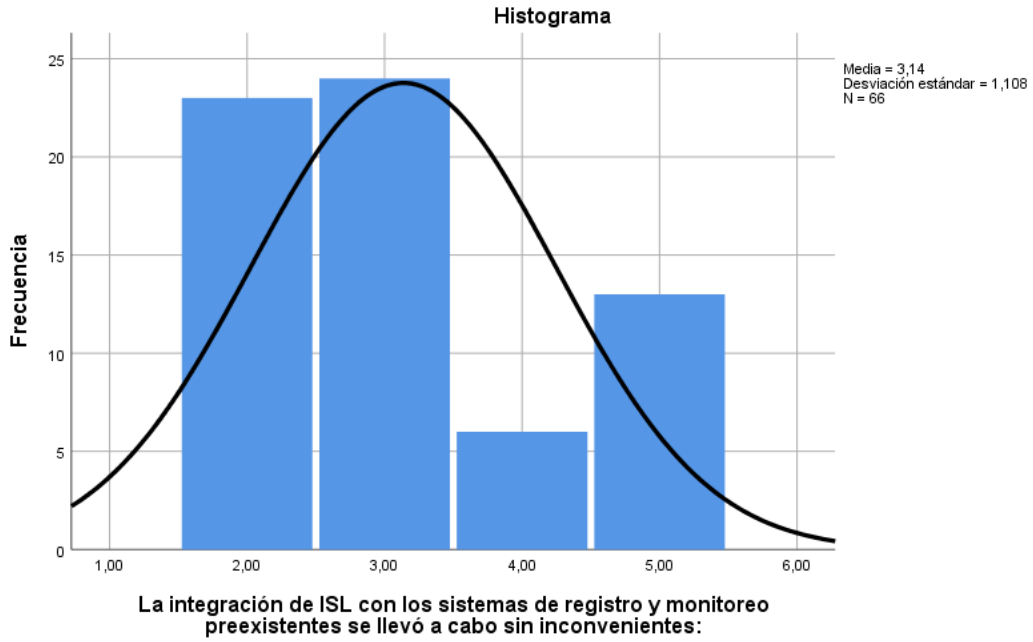
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	2	3,0	3,0	3,0
	Mala	8	12,1	12,1	15,2
	Regular	15	22,7	22,7	37,9
	Buena	23	34,8	34,8	72,7
	Muy buena	18	27,3	27,3	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Pretest: La integración de ISL con los sistemas de registro y monitoreo preexistentes se llevó a cabo sin inconvenientes:

La integración de ISL con los sistemas de registro y monitoreo preexistentes se llevó a cabo sin inconvenientes:

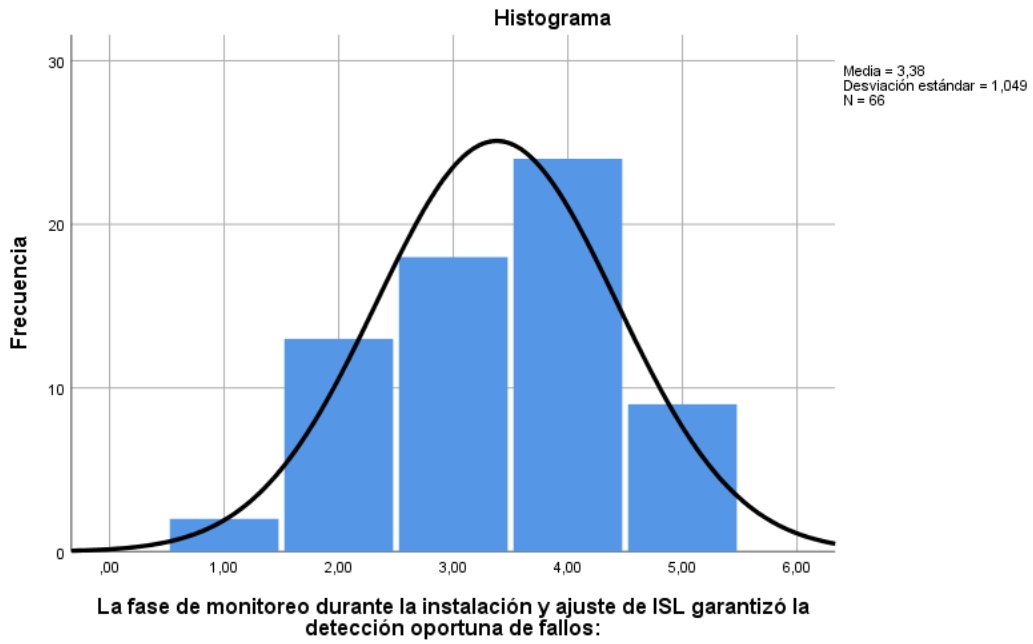
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mala	23	34,8	34,8	34,8
	Regular	24	36,4	36,4	71,2
	Buena	6	9,1	9,1	80,3
	Muy buena	13	19,7	19,7	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Pretest: La fase de monitoreo durante la instalación y ajuste de ISL garantizó la detección oportuna de fallos:

La fase de monitoreo durante la instalación y ajuste de ISL garantizó la detección oportuna de fallos:

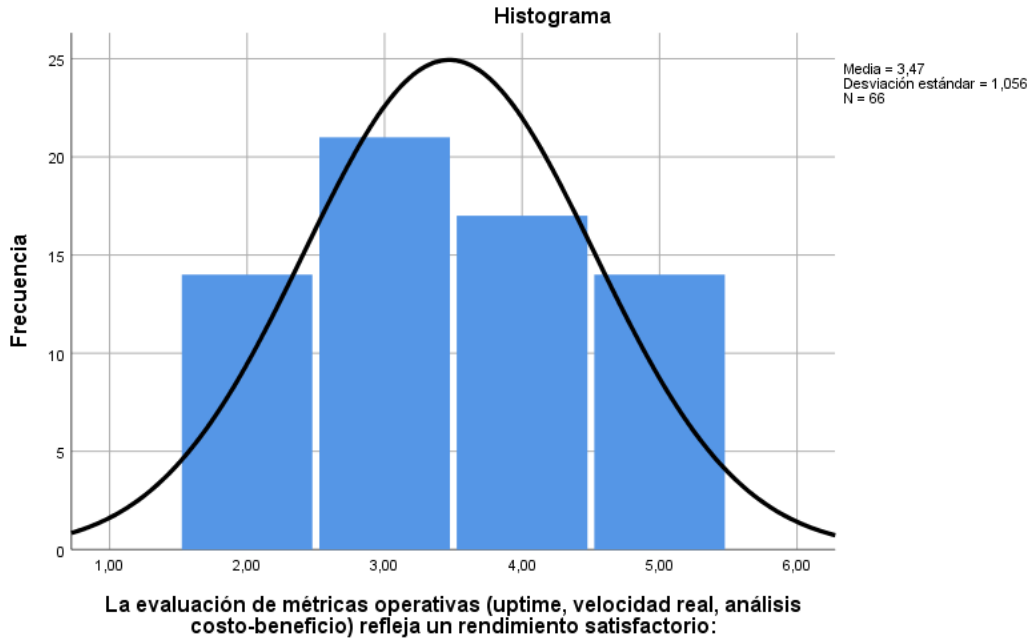
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	2	3,0	3,0	3,0
	Mala	13	19,7	19,7	22,7
	Regular	18	27,3	27,3	50,0
	Buena	24	36,4	36,4	86,4
	Muy buena	9	13,6	13,6	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Pretest: La evaluación de métricas operativas (uptime, velocidad real, análisis costo-beneficio) refleja un rendimiento satisfactorio:

La evaluación de métricas operativas (uptime, velocidad real, análisis costo-beneficio) refleja un rendimiento satisfactorio:

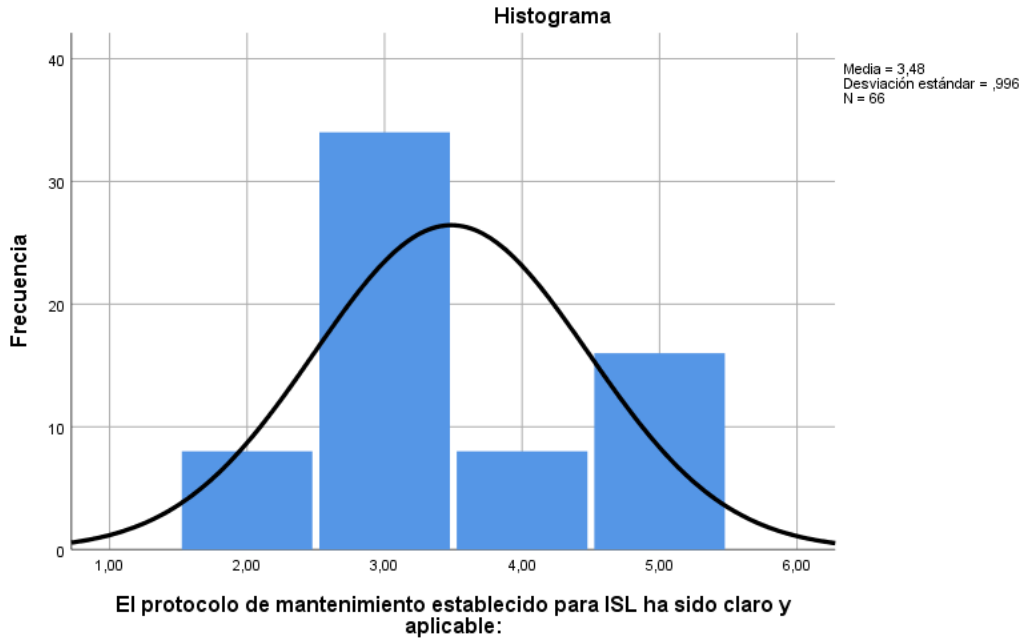
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mala	14	21,2	21,2	21,2
	Regular	21	31,8	31,8	53,0
	Buena	17	25,8	25,8	78,8
	Muy buena	14	21,2	21,2	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Pretest: El protocolo de mantenimiento establecido para ISL ha sido claro y aplicable:

El protocolo de mantenimiento establecido para ISL ha sido claro y aplicable:

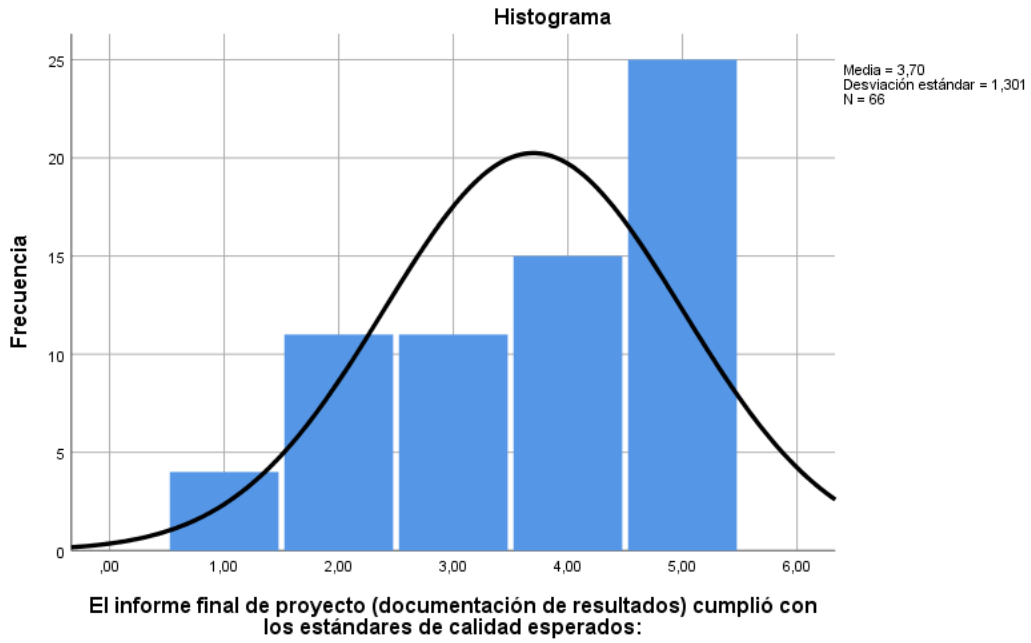
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mala	8	12,1	12,1	12,1
	Regular	34	51,5	51,5	63,6
	Buena	8	12,1	12,1	75,8
	Muy buena	16	24,2	24,2	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Pretest: El informe final de proyecto (documentación de resultados) cumplió con los estándares de calidad esperados:

El informe final de proyecto (documentación de resultados) cumplió con los estándares de calidad esperados:

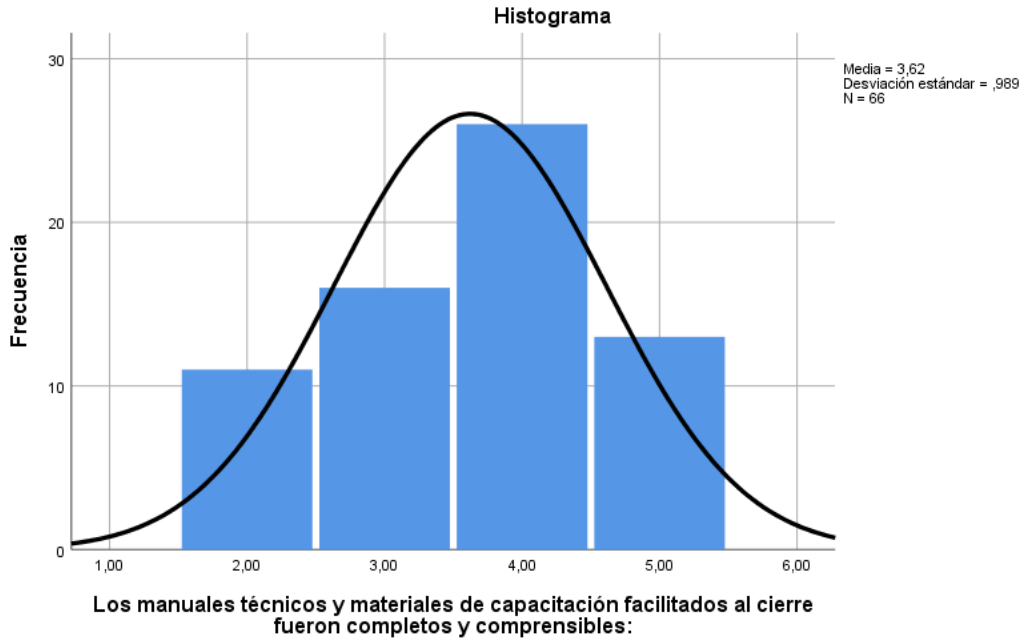
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	4	6,1	6,1	6,1
	Mala	11	16,7	16,7	22,7
	Regular	11	16,7	16,7	39,4
	Buena	15	22,7	22,7	62,1
	Muy buena	25	37,9	37,9	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Pretest: Los manuales técnicos y materiales de capacitación facilitados al cierre fueron completos y comprensibles:

Los manuales técnicos y materiales de capacitación facilitados al cierre fueron completos y comprensibles:

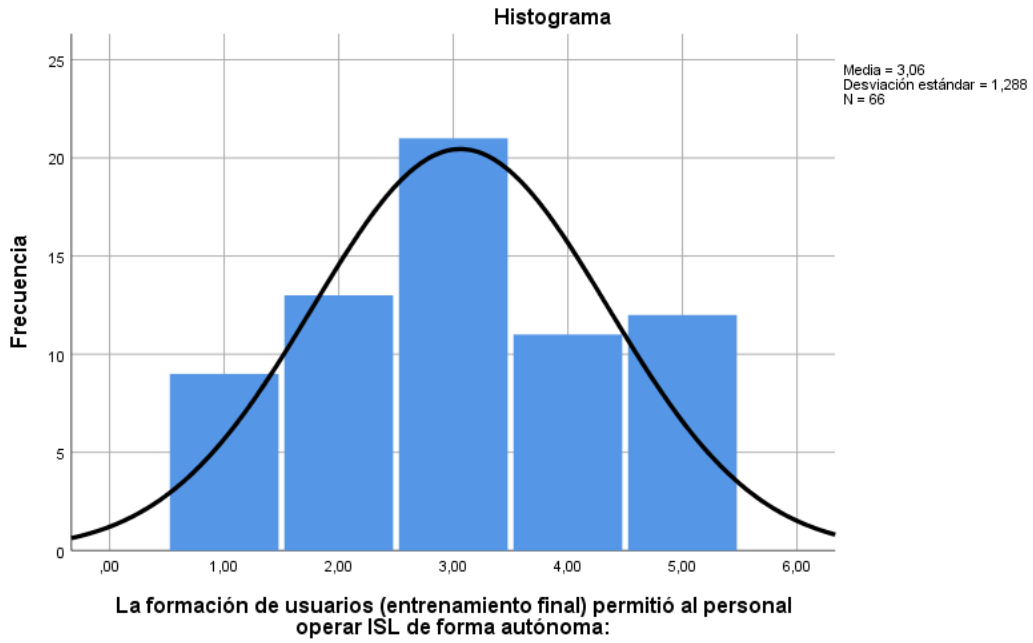
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mala	11	16,7	16,7	16,7
	Regular	16	24,2	24,2	40,9
	Buena	26	39,4	39,4	80,3
	Muy buena	13	19,7	19,7	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Pretest: La formación de usuarios (entrenamiento final) permitió al personal operar ISL de forma autónoma:

La formación de usuarios (entrenamiento final) permitió al personal operar ISL de forma autónoma:

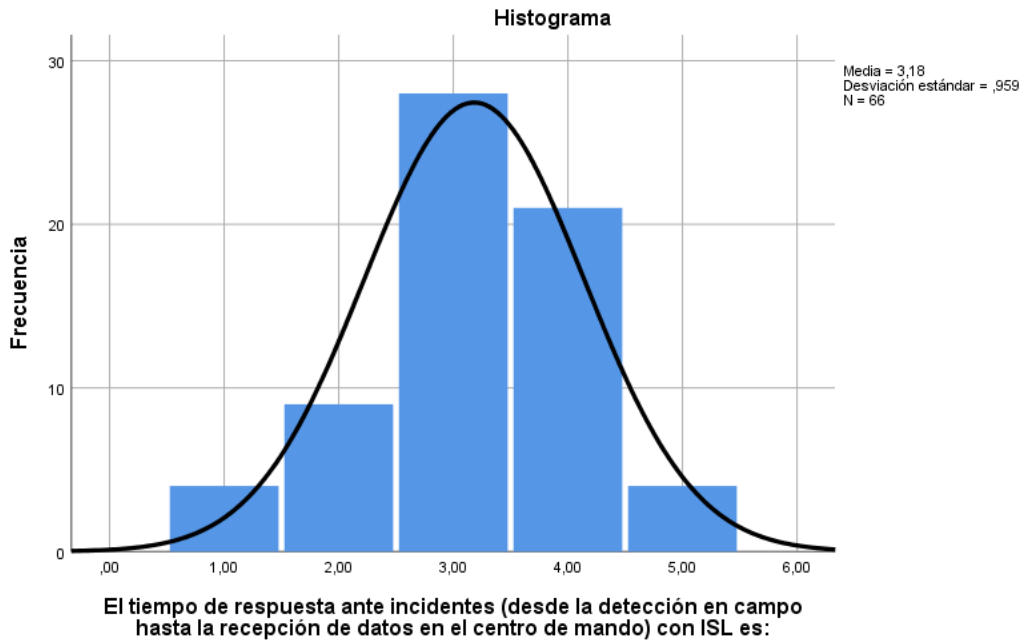
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	9	13,6	13,6	13,6
	Mala	13	19,7	19,7	33,3
	Regular	21	31,8	31,8	65,2
	Buena	11	16,7	16,7	81,8
	Muy buena	12	18,2	18,2	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Pretest: El tiempo de respuesta ante incidentes (desde la detección en campo hasta la recepción de datos en el centro de mando) con ISL es:

El tiempo de respuesta ante incidentes (desde la detección en campo hasta la recepción de datos en el centro de mando) con ISL es:

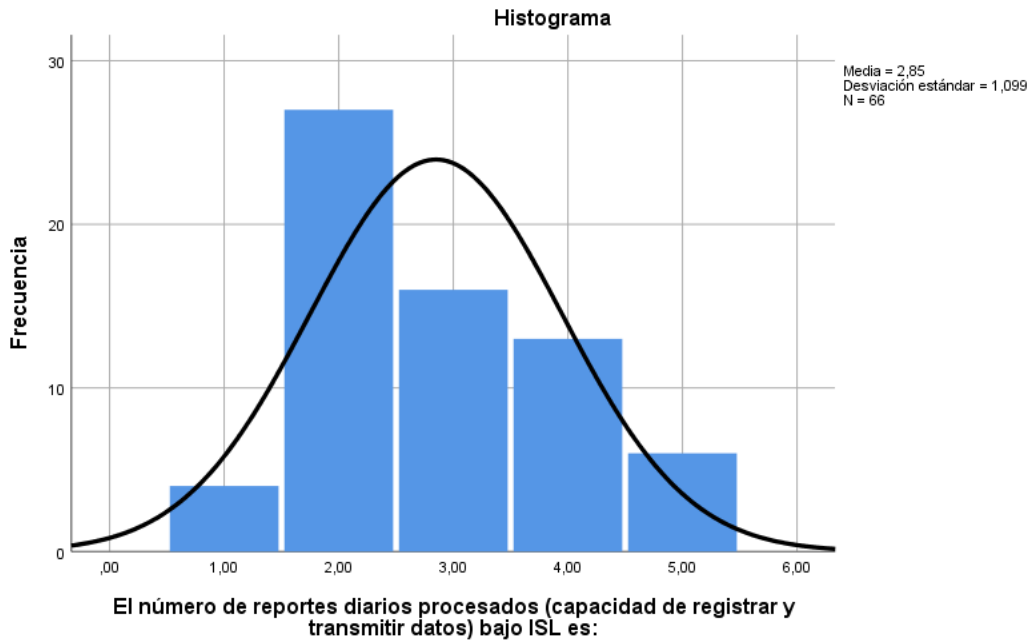
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	4	6,1	6,1	6,1
	Mala	9	13,6	13,6	19,7
	Regular	28	42,4	42,4	62,1
	Buena	21	31,8	31,8	93,9
	Muy buena	4	6,1	6,1	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Pretest: El número de reportes diarios procesados (capacidad de registrar y transmitir datos) bajo ISL es:

El número de reportes diarios procesados (capacidad de registrar y transmitir datos) bajo ISL es:

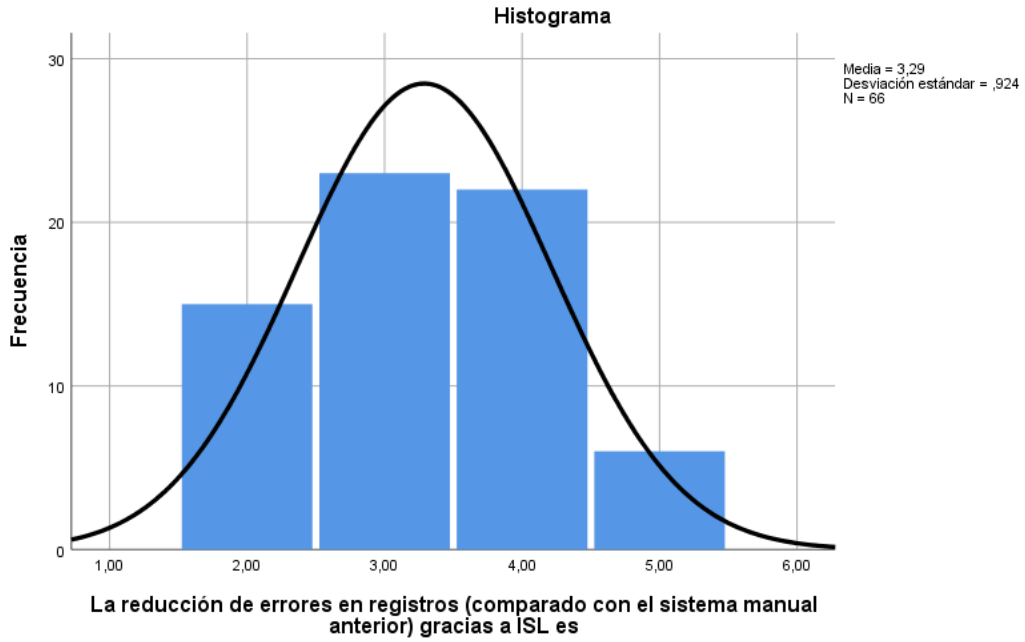
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	4	6,1	6,1	6,1
	Mala	27	40,9	40,9	47,0
	Regular	16	24,2	24,2	71,2
	Buena	13	19,7	19,7	90,9
	Muy buena	6	9,1	9,1	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Pretest: La reducción de errores en registros (comparado con el sistema manual anterior) gracias a ISL es

La reducción de errores en registros (comparado con el sistema manual anterior) gracias a ISL es

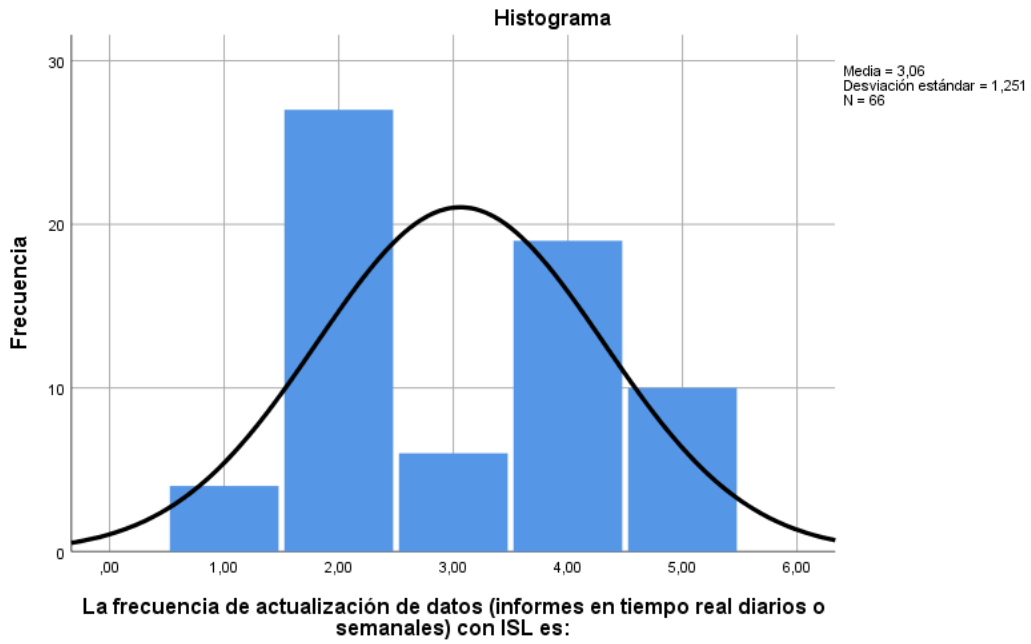
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mala	15	22,7	22,7	22,7
	Regular	23	34,8	34,8	57,6
	Buena	22	33,3	33,3	90,9
	Muy buena	6	9,1	9,1	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Pretest: La frecuencia de actualización de datos (informes en tiempo real diarios o semanales) con ISL es:

La frecuencia de actualización de datos (informes en tiempo real diarios o semanales) con ISL es:

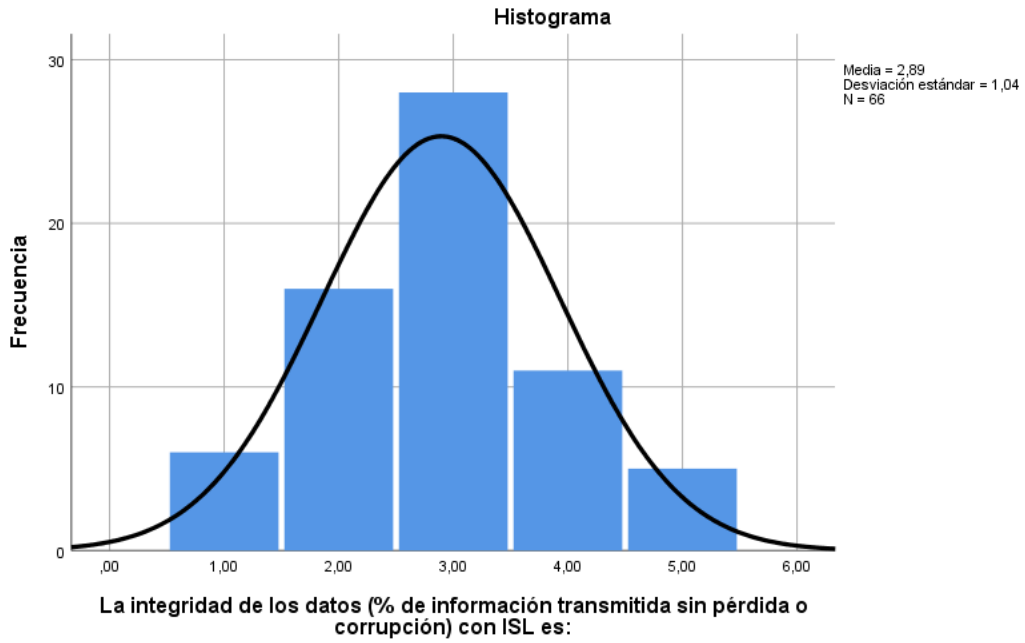
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	4	6,1	6,1	6,1
	Mala	27	40,9	40,9	47,0
	Regular	6	9,1	9,1	56,1
	Buena	19	28,8	28,8	84,8
	Muy buena	10	15,2	15,2	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Pretest: La integridad de los datos (% de información transmitida sin pérdida o corrupción) con ISL es:

La integridad de los datos (% de información transmitida sin pérdida o corrupción) con ISL es:

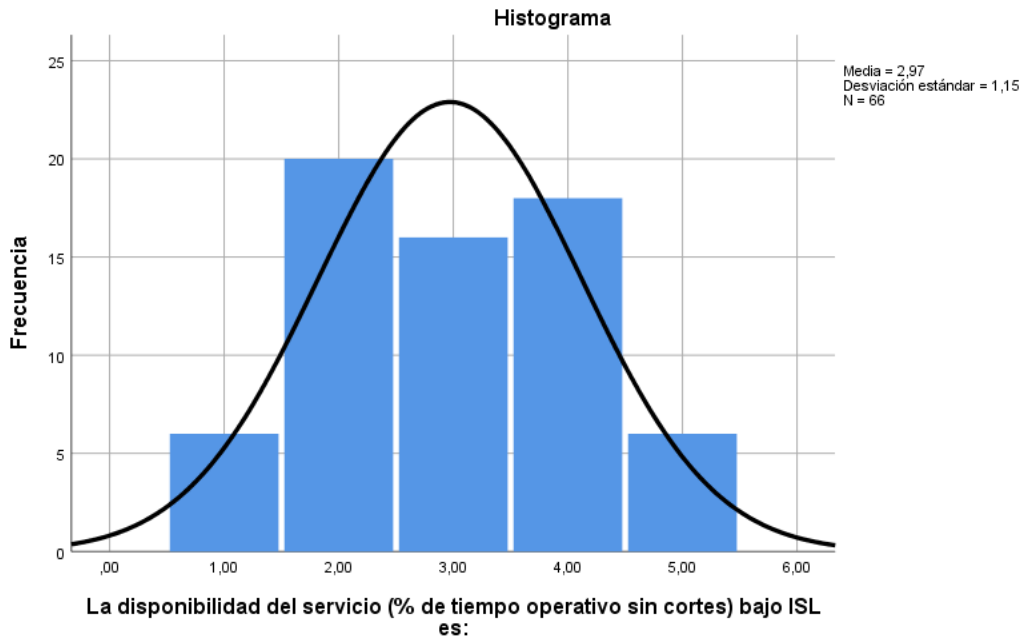
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	6	9,1	9,1	9,1
	Mala	16	24,2	24,2	33,3
	Regular	28	42,4	42,4	75,8
	Buena	11	16,7	16,7	92,4
	Muy buena	5	7,6	7,6	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Pretest: La disponibilidad del servicio (% de tiempo operativo sin cortes) bajo ISL es:

La disponibilidad del servicio (% de tiempo operativo sin cortes) bajo ISL es:

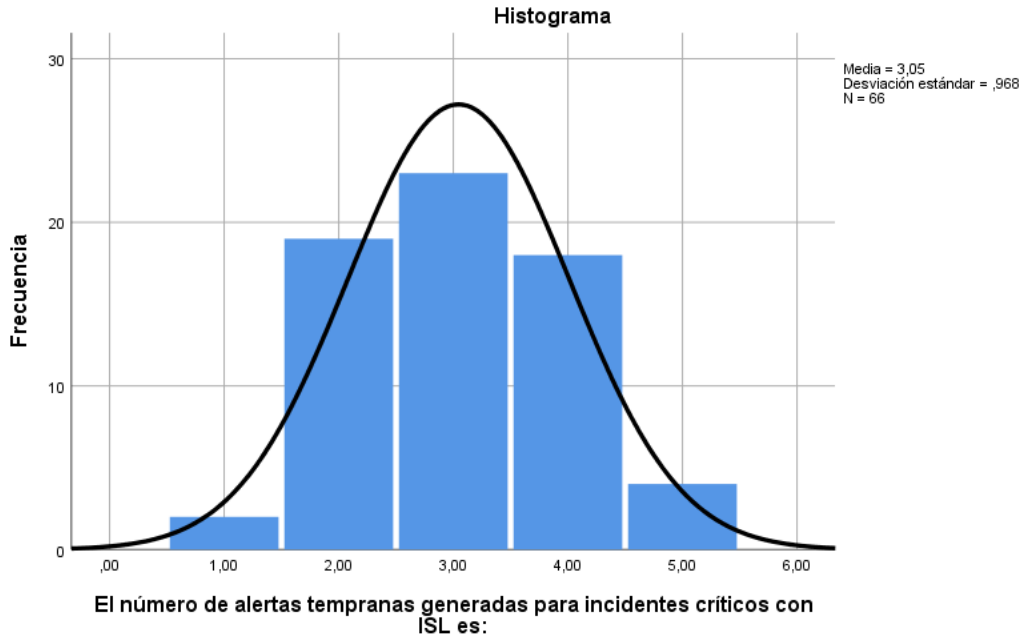
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	6	9,1	9,1	9,1
	Mala	20	30,3	30,3	39,4
	Regular	16	24,2	24,2	63,6
	Buena	18	27,3	27,3	90,9
	Muy buena	6	9,1	9,1	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Pretest: El número de alertas tempranas generadas para incidentes críticos con ISL es:

El número de alertas tempranas generadas para incidentes críticos con ISL es:

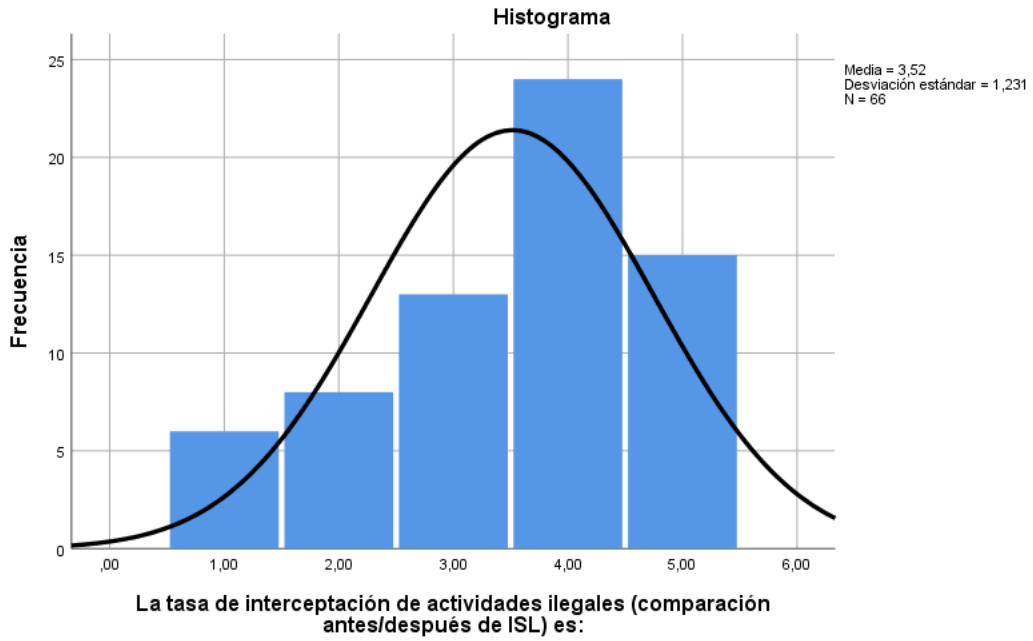
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	2	3,0	3,0	3,0
	Mala	19	28,8	28,8	31,8
	Regular	23	34,8	34,8	66,7
	Buena	18	27,3	27,3	93,9
	Muy buena	4	6,1	6,1	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Pretest: La tasa de interceptación de actividades ilegales (comparación antes/después de ISL) es:

La tasa de interceptación de actividades ilegales (comparación antes/después de ISL) es:

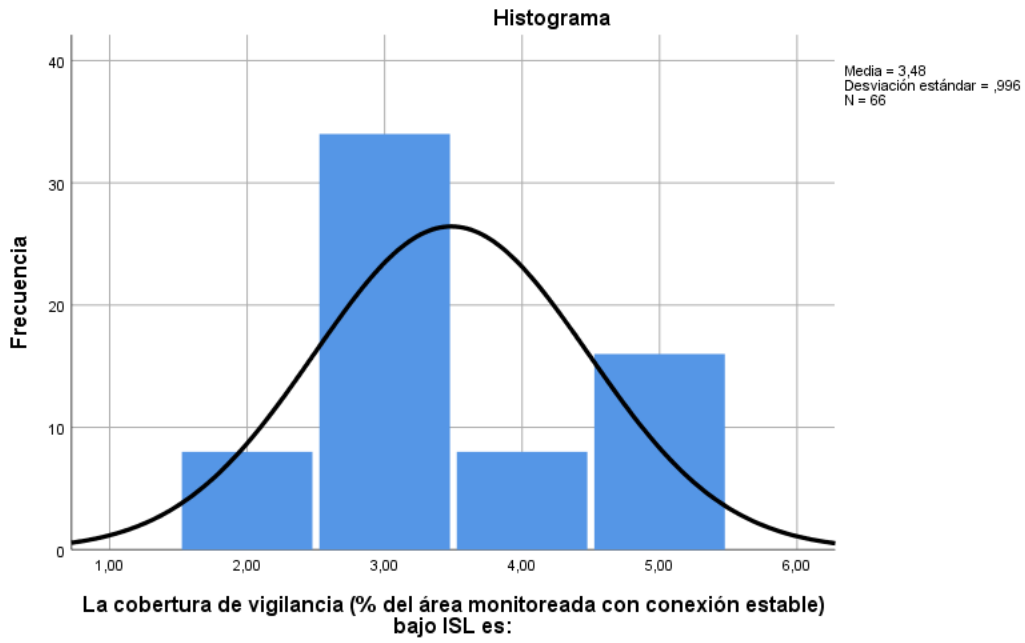
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	6	9,1	9,1	9,1
	Mala	8	12,1	12,1	21,2
	Regular	13	19,7	19,7	40,9
	Buena	24	36,4	36,4	77,3
	Muy buena	15	22,7	22,7	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Pretest: La cobertura de vigilancia (% del área monitoreada con conexión estable) bajo ISL es:

La cobertura de vigilancia (% del área monitoreada con conexión estable) bajo ISL es:

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mala	8	12,1	12,1	12,1
	Regular	34	51,5	51,5	63,6
	Buena	8	12,1	12,1	75,8
	Muy buena	16	24,2	24,2	100,0
	Total	66	100,0	100,0	

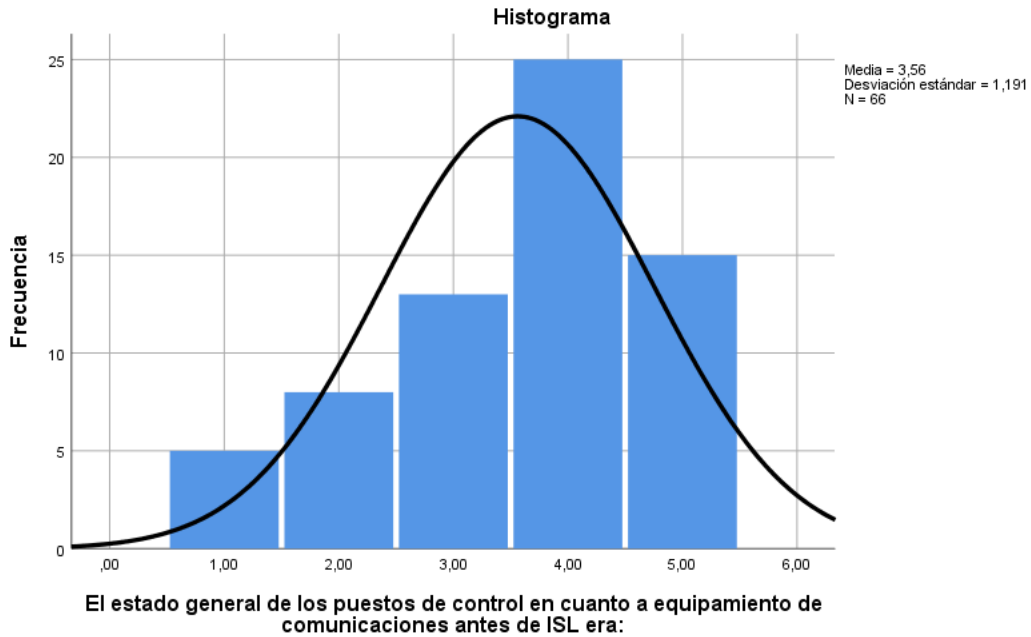


Anexo 93: Resultados procesados del Postest del cuestionario

Postest: El estado general de los puestos de control en cuanto a equipamiento de comunicaciones antes de ISL era:

El estado general de los puestos de control en cuanto a equipamiento de comunicaciones antes de ISL era:

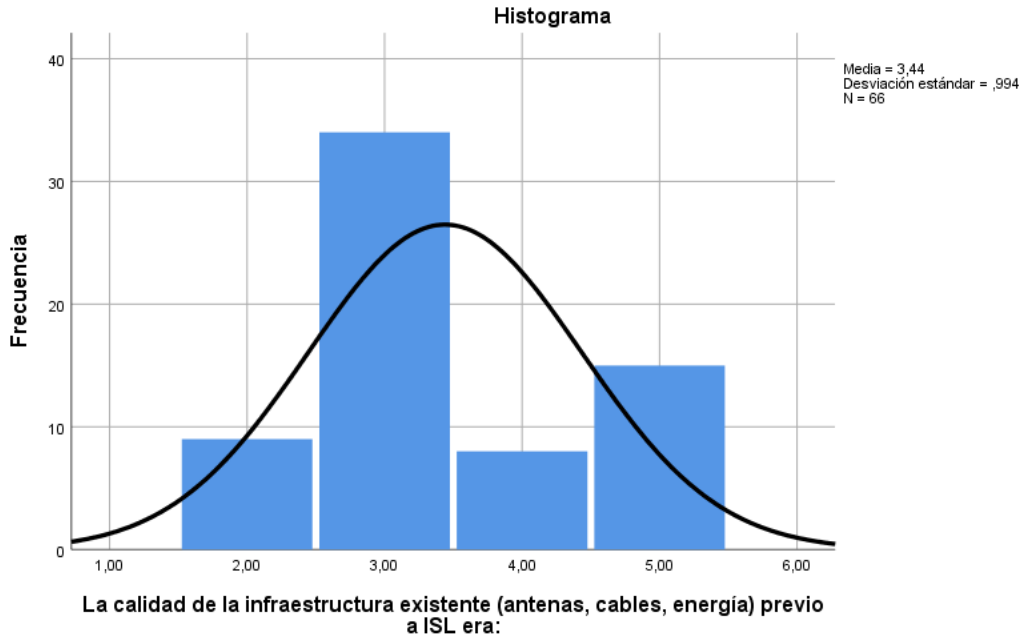
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	5	7,6	7,6	7,6
	Mala	8	12,1	12,1	19,7
	Regular	13	19,7	19,7	39,4
	Buena	25	37,9	37,9	77,3
	Muy buena	15	22,7	22,7	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Postest: La calidad de la infraestructura existente (antenas, cables, energía) previo a ISL era:

La calidad de la infraestructura existente (antenas, cables, energía) previo a ISL era:

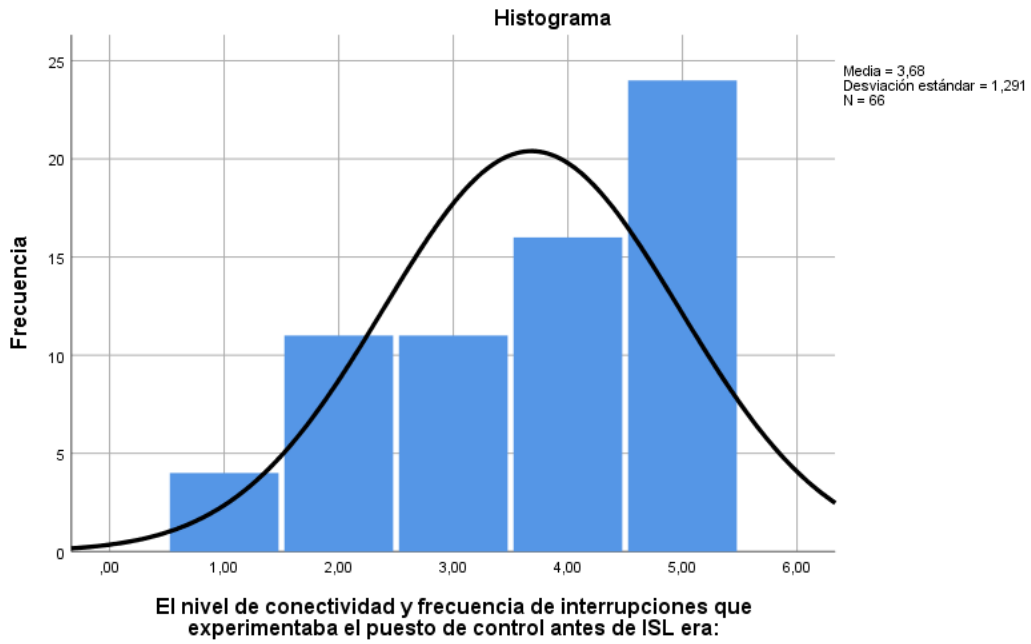
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mala	9	13,6	13,6	13,6
	Regular	34	51,5	51,5	65,2
	Buena	8	12,1	12,1	77,3
	Muy buena	15	22,7	22,7	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Postest: El nivel de conectividad y frecuencia de interrupciones que experimentaba el puesto de control antes de ISL era:

El nivel de conectividad y frecuencia de interrupciones que experimentaba el puesto de control antes de ISL era:

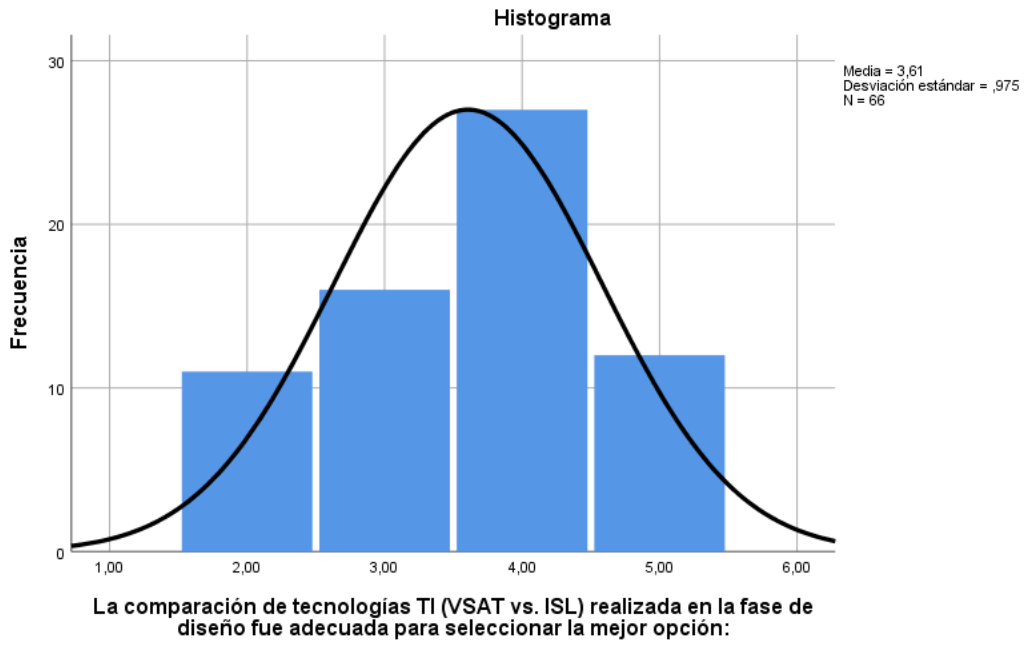
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	4	6,1	6,1	6,1
	Mala	11	16,7	16,7	22,7
	Regular	11	16,7	16,7	39,4
	Buena	16	24,2	24,2	63,6
	Muy buena	24	36,4	36,4	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Postest: La comparación de tecnologías TI (VSAT vs. ISL) realizada en la fase de diseño fue adecuada para seleccionar la mejor opción:

La comparación de tecnologías TI (VSAT vs. ISL) realizada en la fase de diseño fue adecuada para seleccionar la mejor opción:

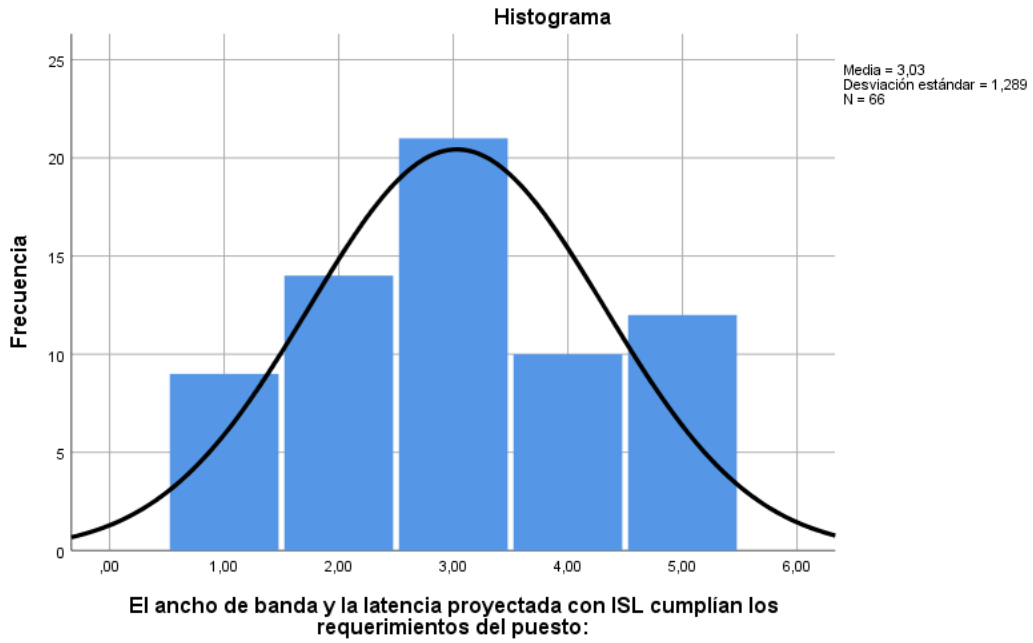
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mala	11	16,7	16,7	16,7
	Regular	16	24,2	24,2	40,9
	Buena	27	40,9	40,9	81,8
	Muy buena	12	18,2	18,2	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Postest: El ancho de banda y la latencia proyectada con ISL cumplían los requerimientos del puesto:

El ancho de banda y la latencia proyectada con ISL cumplían los requerimientos del puesto:

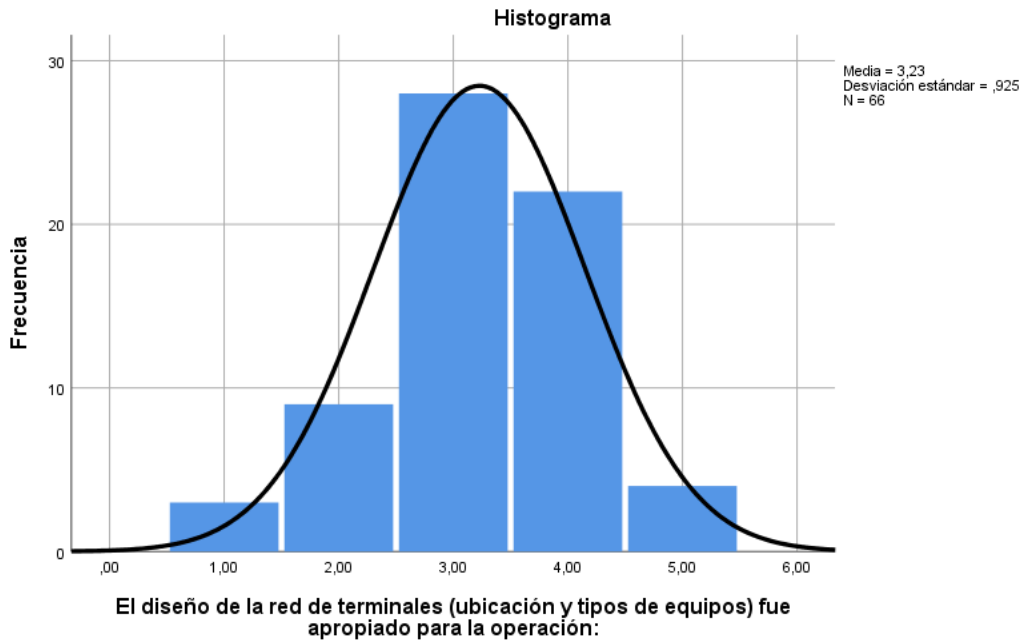
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	9	13,6	13,6	13,6
	Mala	14	21,2	21,2	34,8
	Regular	21	31,8	31,8	66,7
	Buena	10	15,2	15,2	81,8
	Muy buena	12	18,2	18,2	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Postest: El diseño de la red de terminales (ubicación y tipos de equipos) fue apropiado para la operación:

El diseño de la red de terminales (ubicación y tipos de equipos) fue apropiado para la operación:

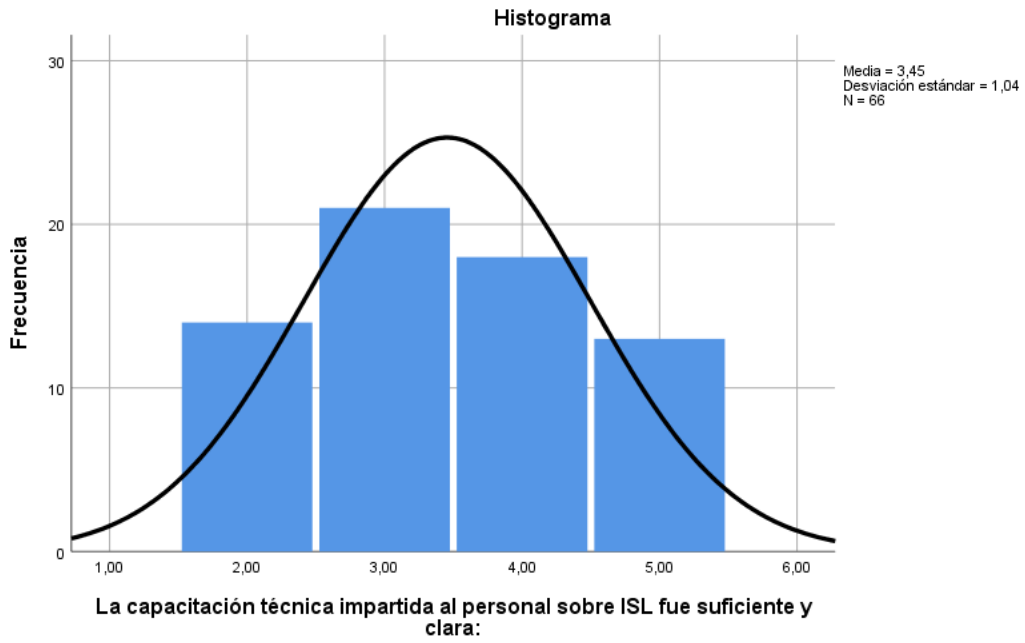
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	3	4,5	4,5	4,5
	Mala	9	13,6	13,6	18,2
	Regular	28	42,4	42,4	60,6
	Buena	22	33,3	33,3	93,9
	Muy buena	4	6,1	6,1	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Postest: La capacitación técnica impartida al personal sobre ISL fue suficiente y clara:

La capacitación técnica impartida al personal sobre ISL fue suficiente y clara:

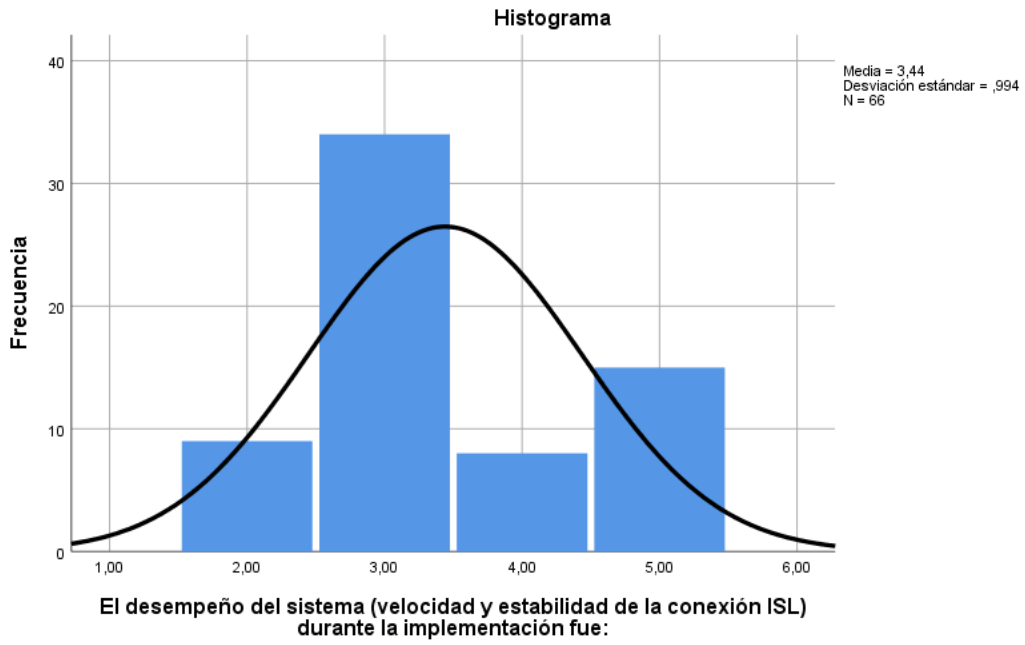
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mala	14	21,2	21,2	21,2
	Regular	21	31,8	31,8	53,0
	Buena	18	27,3	27,3	80,3
	Muy buena	13	19,7	19,7	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Postest: El desempeño del sistema (velocidad y estabilidad de la conexión ISL) durante la implementación fue:

El desempeño del sistema (velocidad y estabilidad de la conexión ISL) durante la implementación fue:

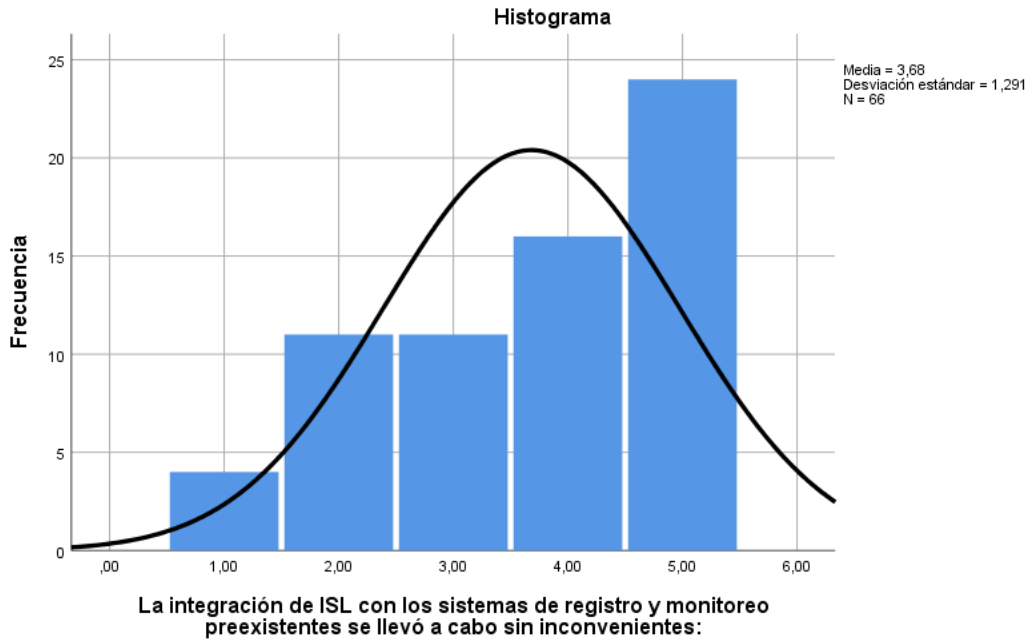
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mala	9	13,6	13,6	13,6
	Regular	34	51,5	51,5	65,2
	Buena	8	12,1	12,1	77,3
	Muy buena	15	22,7	22,7	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Postest: La integración de ISL con los sistemas de registro y monitoreo preexistentes se llevó a cabo sin inconvenientes:

La integración de ISL con los sistemas de registro y monitoreo preexistentes se llevó a cabo sin inconvenientes:

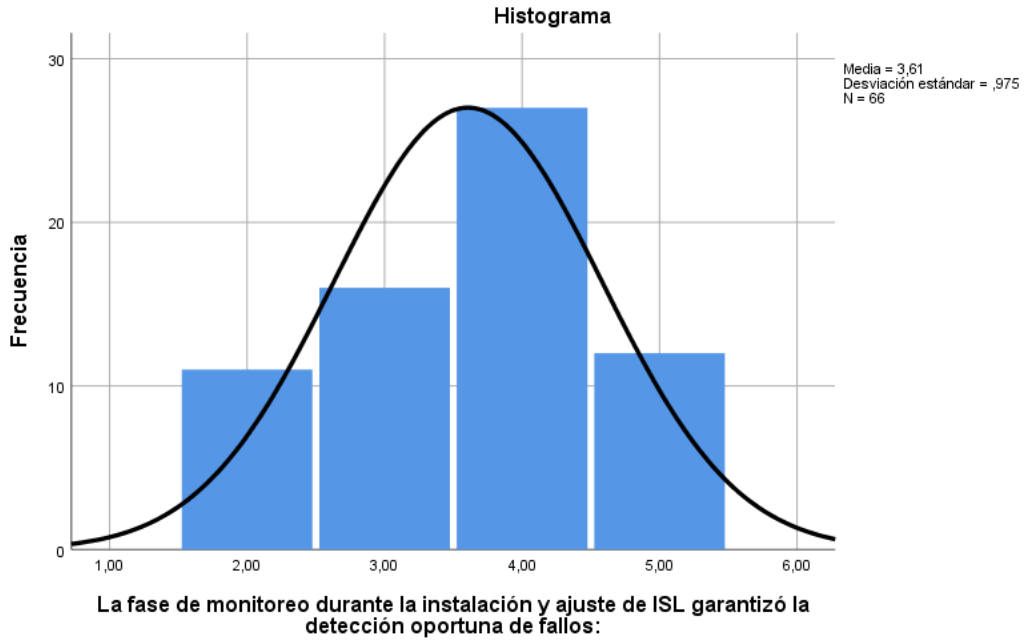
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	4	6,1	6,1	6,1
	Mala	11	16,7	16,7	22,7
	Regular	11	16,7	16,7	39,4
	Buena	16	24,2	24,2	63,6
	Muy buena	24	36,4	36,4	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Postest: La fase de monitoreo durante la instalación y ajuste de ISL garantizó la detección oportuna de fallos:

La fase de monitoreo durante la instalación y ajuste de ISL garantizó la detección oportuna de fallos:

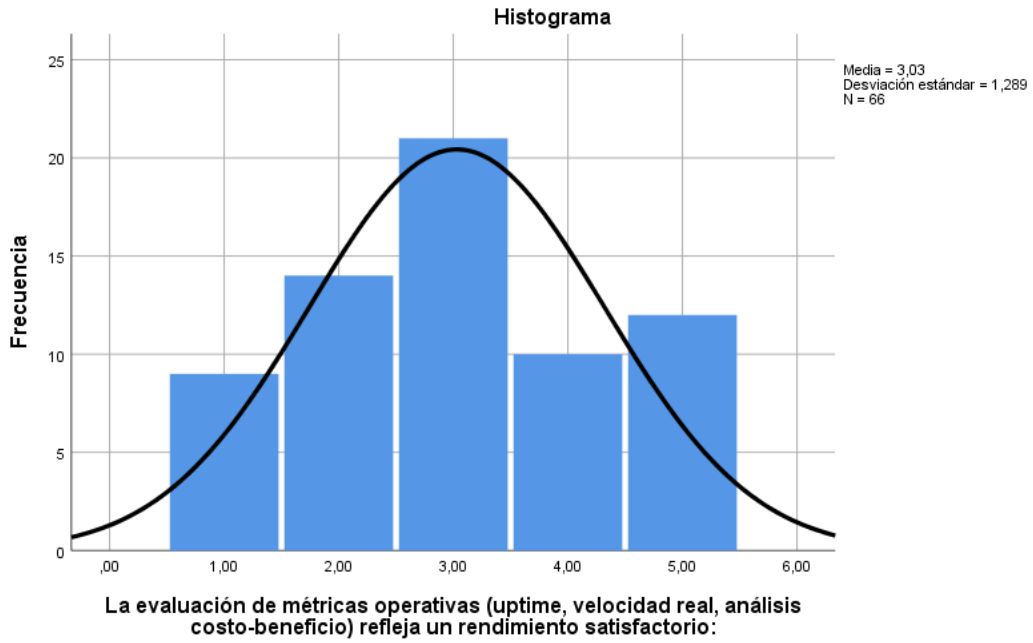
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mala	11	16,7	16,7	16,7
	Regular	16	24,2	24,2	40,9
	Buena	27	40,9	40,9	81,8
	Muy buena	12	18,2	18,2	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Postest: La evaluación de métricas operativas (uptime, velocidad real, análisis costo-beneficio) refleja un rendimiento satisfactorio:

La evaluación de métricas operativas (uptime, velocidad real, análisis costo-beneficio) refleja un rendimiento satisfactorio:

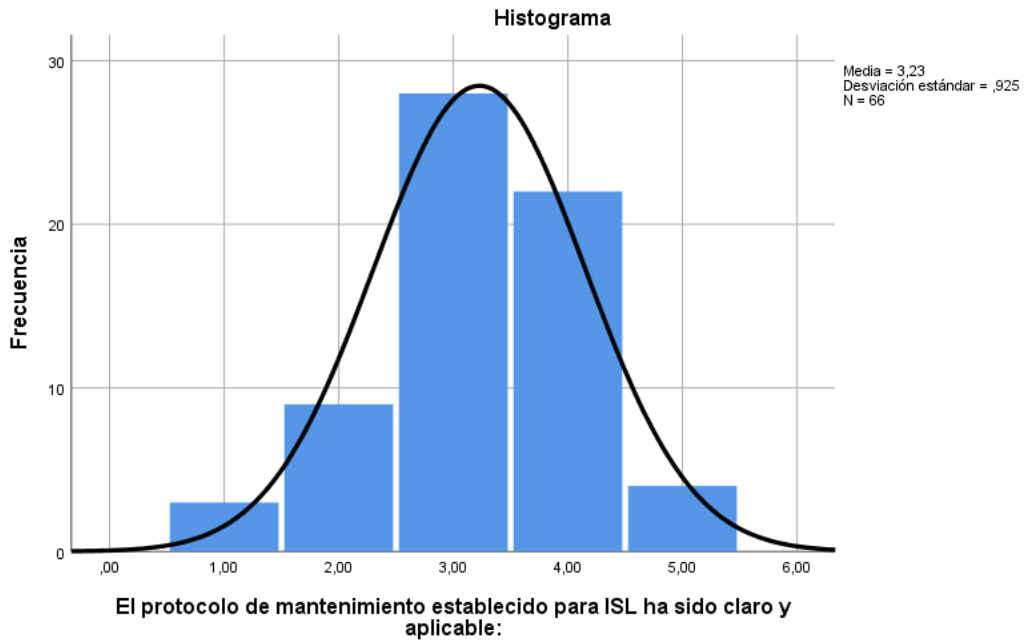
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	9	13,6	13,6	13,6
	Mala	14	21,2	21,2	34,8
	Regular	21	31,8	31,8	66,7
	Buena	10	15,2	15,2	81,8
	Muy buena	12	18,2	18,2	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Postest: El protocolo de mantenimiento establecido para ISL ha sido claro y aplicable:

El protocolo de mantenimiento establecido para ISL ha sido claro y aplicable:

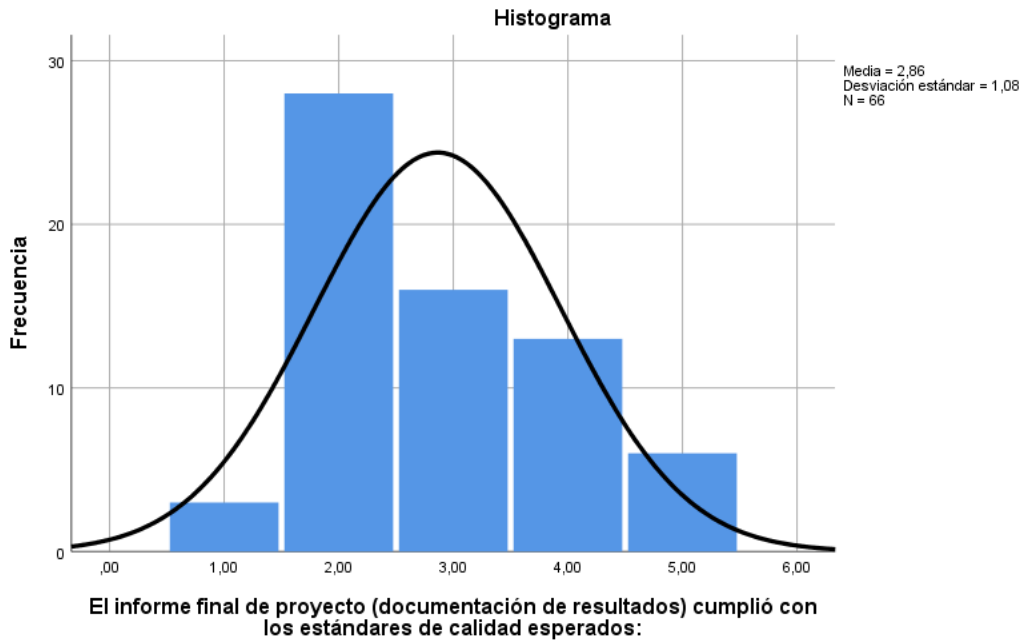
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	3	4,5	4,5	4,5
	Mala	9	13,6	13,6	18,2
	Regular	28	42,4	42,4	60,6
	Buena	22	33,3	33,3	93,9
	Muy buena	4	6,1	6,1	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Postest: El informe final de proyecto (documentación de resultados) cumplió con los estándares de calidad esperados:

El informe final de proyecto (documentación de resultados) cumplió con los estándares de calidad esperados:

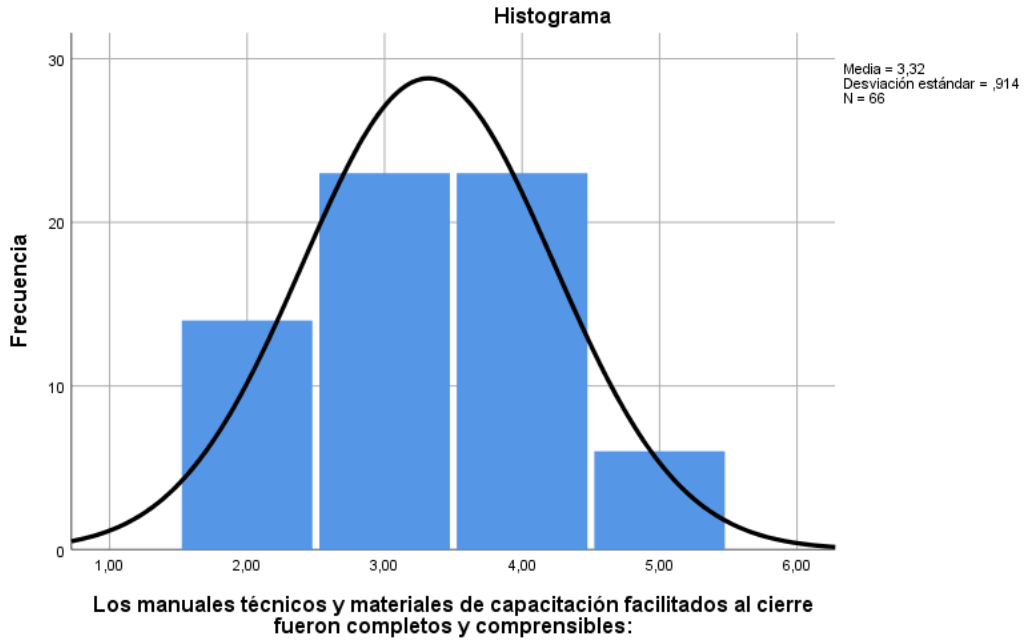
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	3	4,5	4,5	4,5
	Mala	28	42,4	42,4	47,0
	Regular	16	24,2	24,2	71,2
	Buena	13	19,7	19,7	90,9
	Muy buena	6	9,1	9,1	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Postest: Los manuales técnicos y materiales de capacitación facilitados al cierre fueron completos y comprensibles:

Los manuales técnicos y materiales de capacitación facilitados al cierre fueron completos y comprensibles:

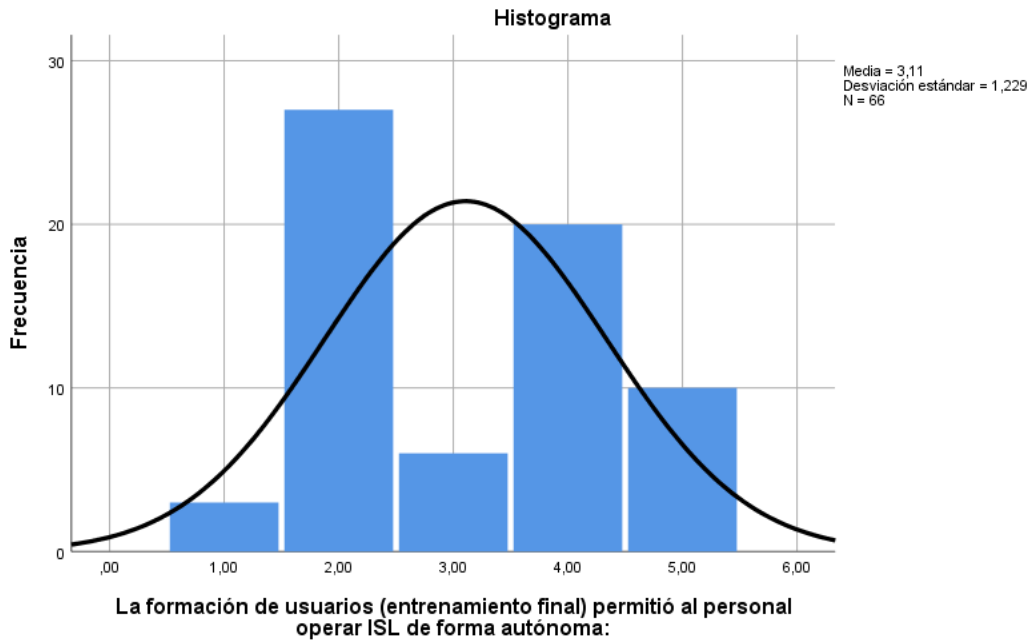
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mala	14	21,2	21,2	21,2
	Regular	23	34,8	34,8	56,1
	Buena	23	34,8	34,8	90,9
	Muy buena	6	9,1	9,1	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Postest: La formación de usuarios (entrenamiento final) permitió al personal operar ISL de forma autónoma:

La formación de usuarios (entrenamiento final) permitió al personal operar ISL de forma autónoma:

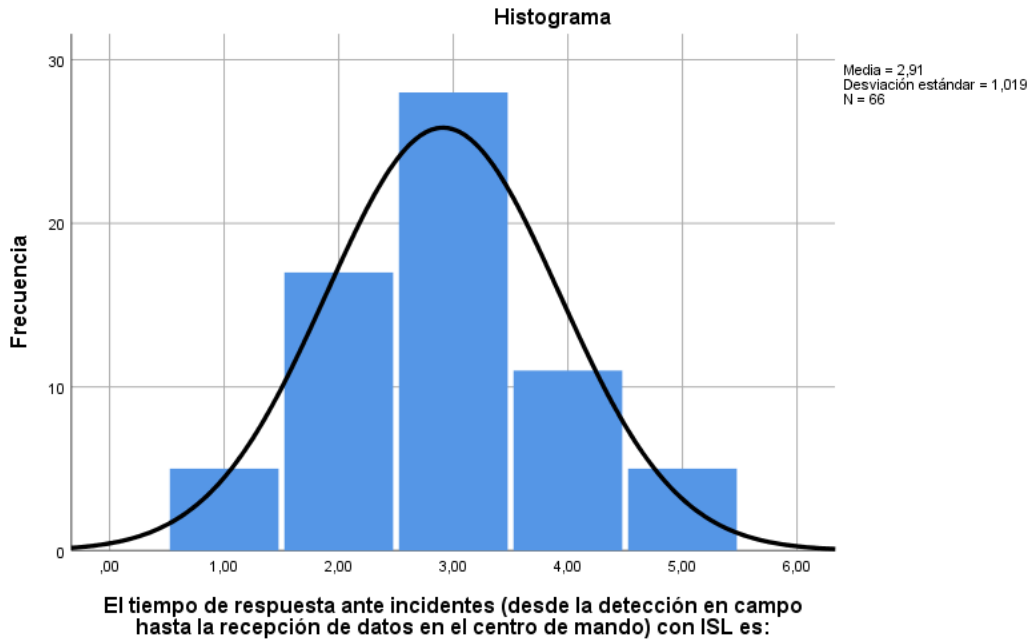
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	3	4,5	4,5	4,5
	Mala	27	40,9	40,9	45,5
	Regular	6	9,1	9,1	54,5
	Buena	20	30,3	30,3	84,8
	Muy buena	10	15,2	15,2	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Postest: El tiempo de respuesta ante incidentes (desde la detección en campo hasta la recepción de datos en el centro de mando) con ISL es:

El tiempo de respuesta ante incidentes (desde la detección en campo hasta la recepción de datos en el centro de mando) con ISL es:

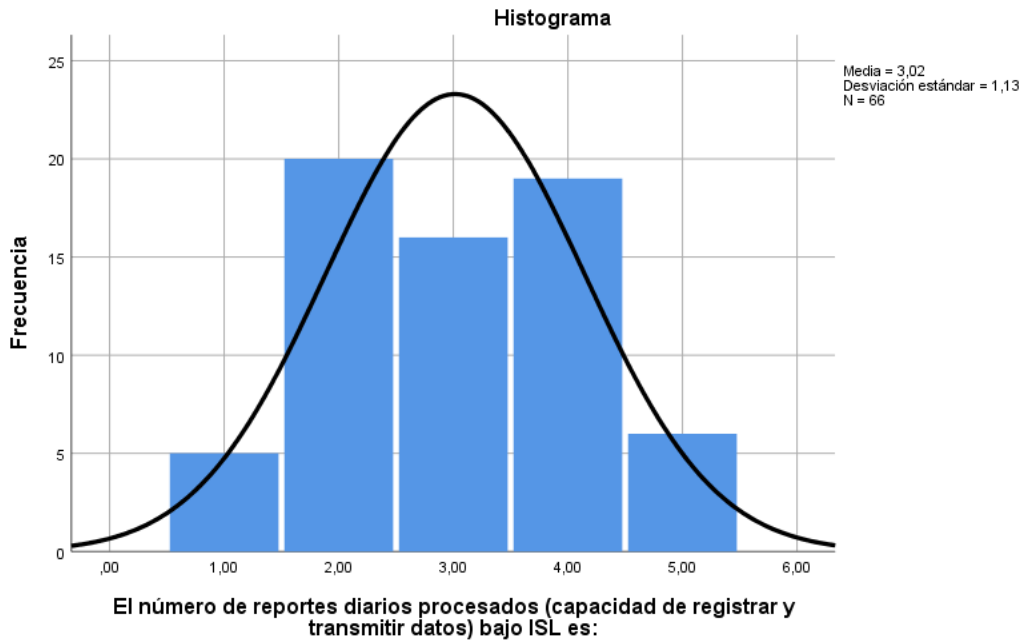
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	5	7,6	7,6	7,6
	Mala	17	25,8	25,8	33,3
	Regular	28	42,4	42,4	75,8
	Buena	11	16,7	16,7	92,4
	Muy buena	5	7,6	7,6	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Postest: El número de reportes diarios procesados (capacidad de registrar y transmitir datos) bajo ISL es:

El número de reportes diarios procesados (capacidad de registrar y transmitir datos) bajo ISL es:

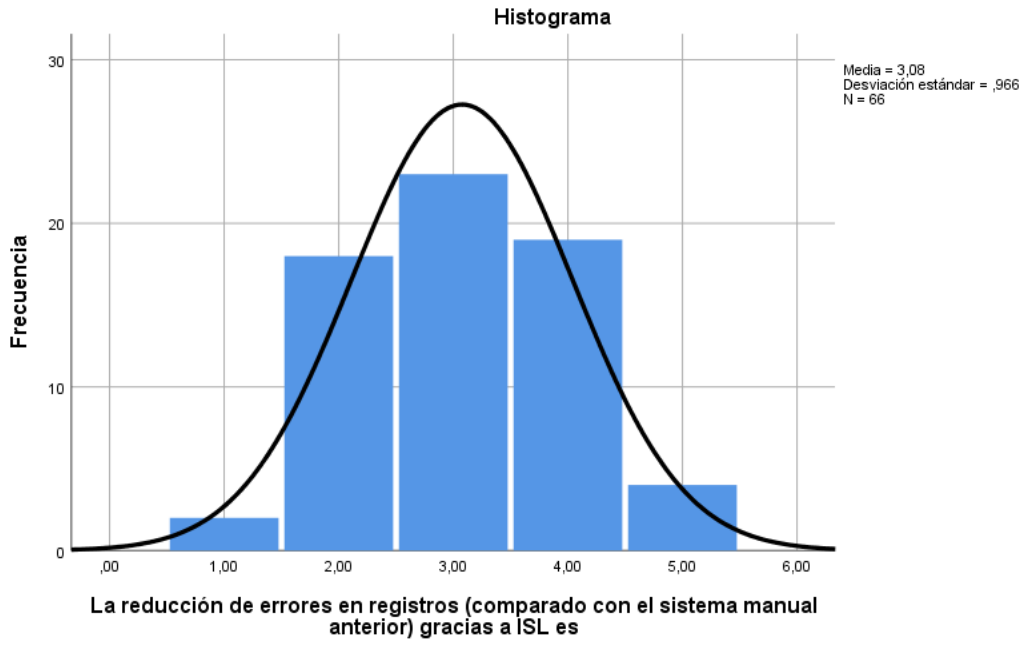
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	5	7,6	7,6	7,6
	Mala	20	30,3	30,3	37,9
	Regular	16	24,2	24,2	62,1
	Buena	19	28,8	28,8	90,9
	Muy buena	6	9,1	9,1	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Postest: La reducción de errores en registros (comparado con el sistema manual anterior) gracias a ISL es

La reducción de errores en registros (comparado con el sistema manual anterior) gracias a ISL es

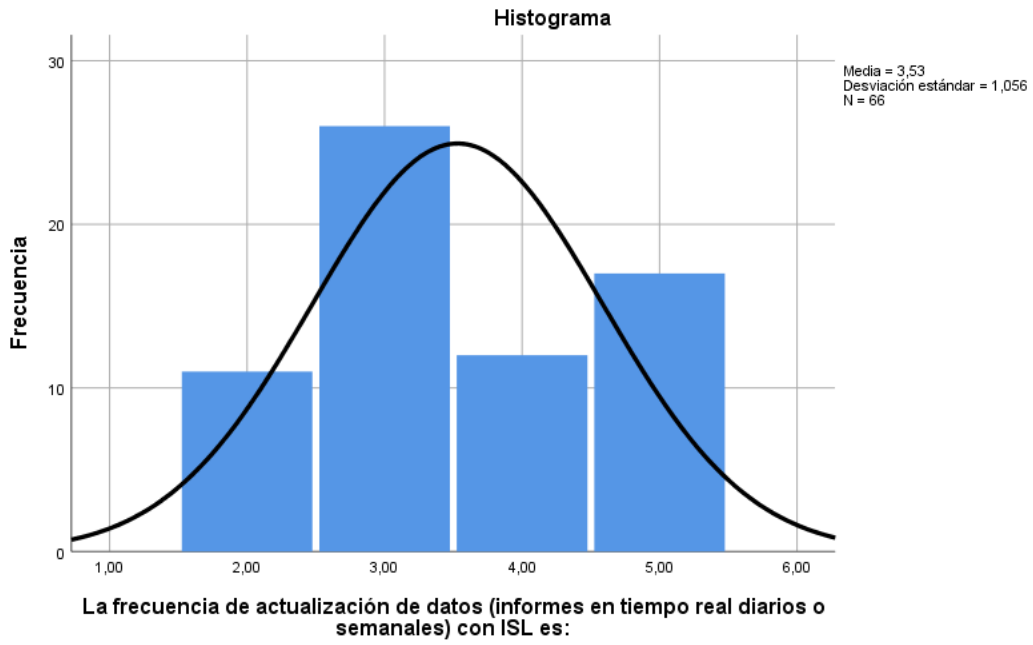
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	2	3,0	3,0	3,0
	Mala	18	27,3	27,3	30,3
	Regular	23	34,8	34,8	65,2
	Buena	19	28,8	28,8	93,9
	Muy buena	4	6,1	6,1	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Postest: La frecuencia de actualización de datos (informes en tiempo real diarios o semanales) con ISL es:

La frecuencia de actualización de datos (informes en tiempo real diarios o semanales) con ISL es:

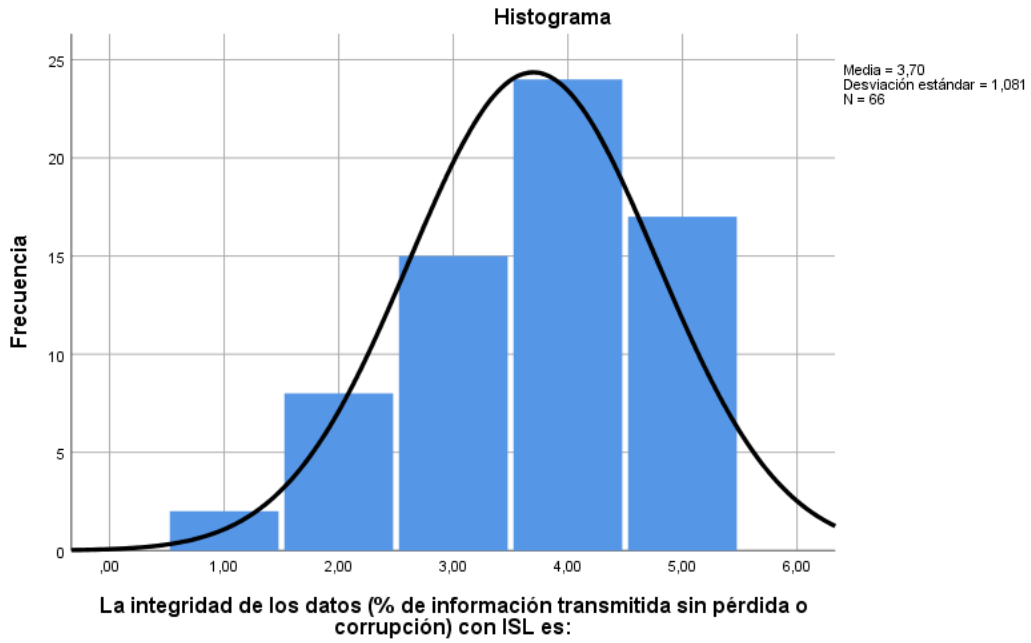
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mala	11	16,7	16,7	16,7
	Regular	26	39,4	39,4	56,1
	Buena	12	18,2	18,2	74,2
	Muy buena	17	25,8	25,8	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Postest: La integridad de los datos (% de información transmitida sin pérdida o corrupción) con ISL es:

La integridad de los datos (% de información transmitida sin pérdida o corrupción) con ISL es:

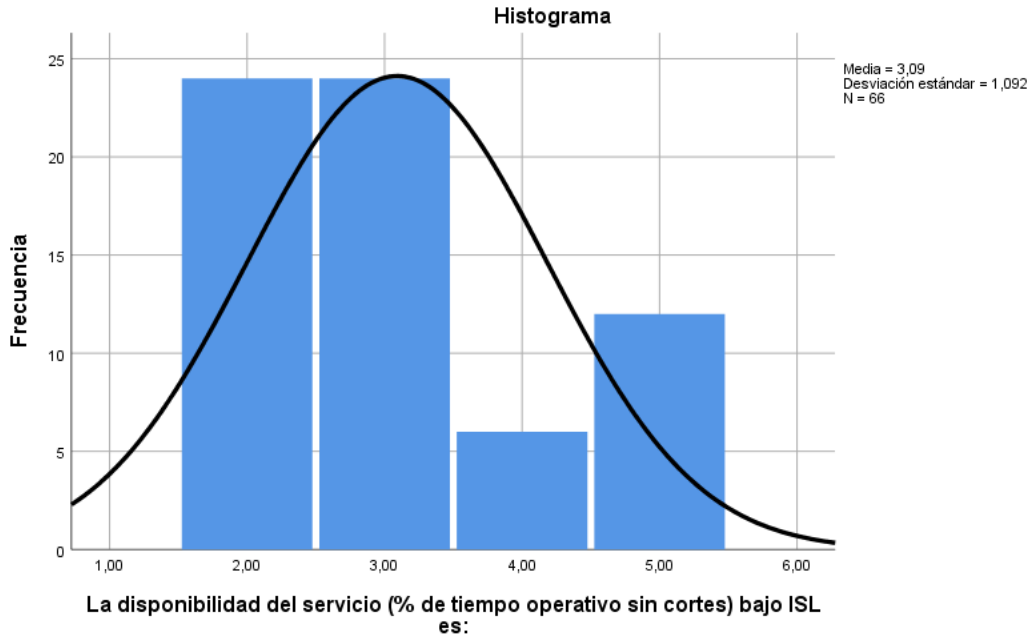
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	2	3,0	3,0	3,0
	Mala	8	12,1	12,1	15,2
	Regular	15	22,7	22,7	37,9
	Buena	24	36,4	36,4	74,2
	Muy buena	17	25,8	25,8	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Postest: La disponibilidad del servicio (% de tiempo operativo sin cortes) bajo ISL es:

La disponibilidad del servicio (% de tiempo operativo sin cortes) bajo ISL es:

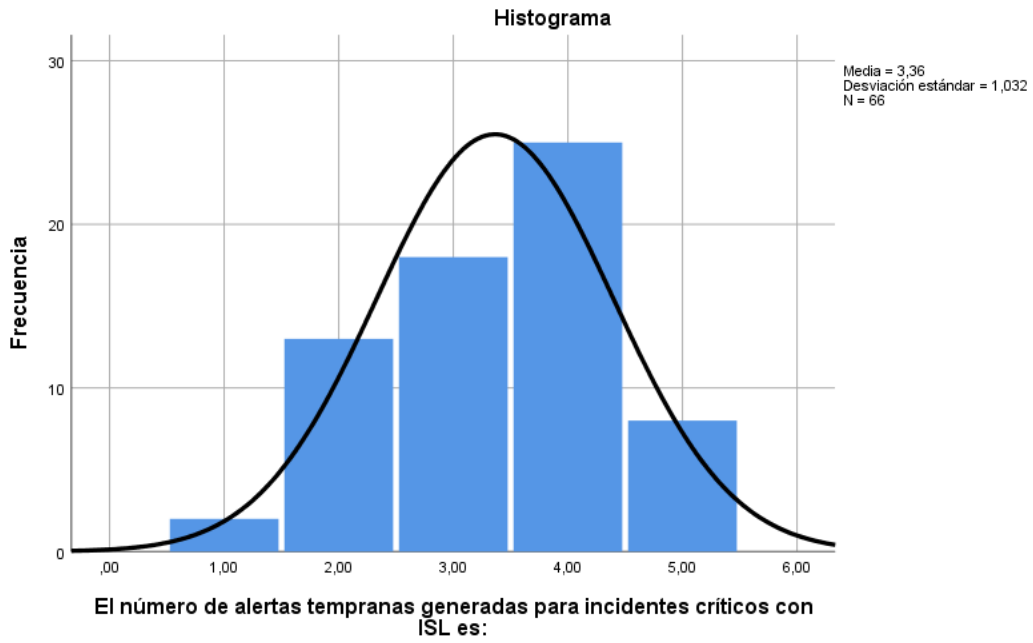
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mala	24	36,4	36,4	36,4
	Regular	24	36,4	36,4	72,7
	Buena	6	9,1	9,1	81,8
	Muy buena	12	18,2	18,2	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Postest: El número de alertas tempranas generadas para incidentes críticos con ISL es:

El número de alertas tempranas generadas para incidentes críticos con ISL es:

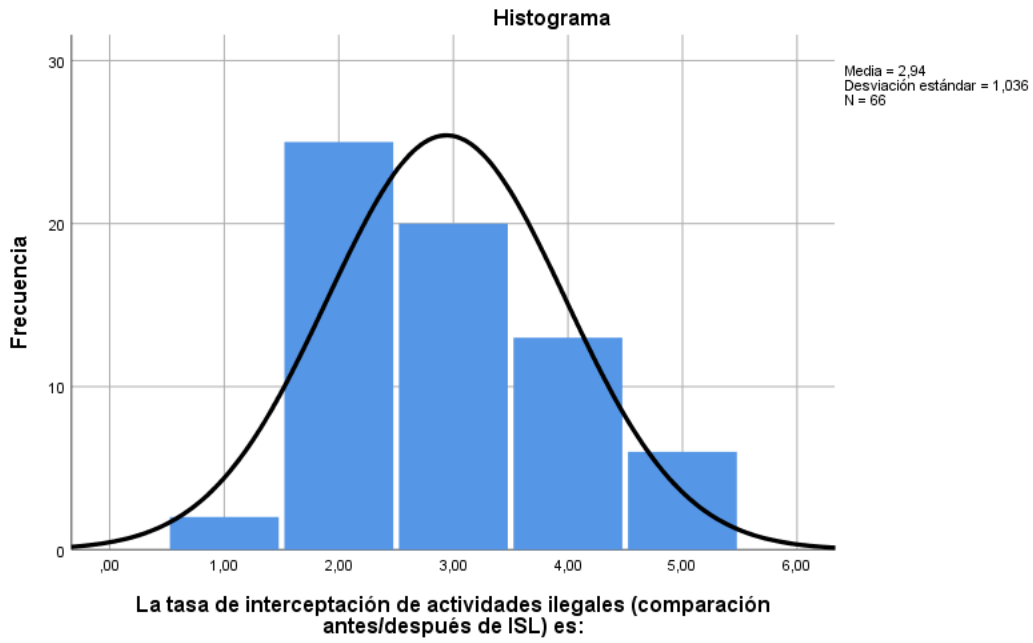
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	2	3,0	3,0	3,0
	Mala	13	19,7	19,7	22,7
	Regular	18	27,3	27,3	50,0
	Buena	25	37,9	37,9	87,9
	Muy buena	8	12,1	12,1	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Postest: La tasa de interceptación de actividades ilegales (comparación antes/después de ISL) es:

La tasa de interceptación de actividades ilegales (comparación antes/después de ISL) es:

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Muy mala	2	3,0	3,0	3,0
	Mala	25	37,9	37,9	40,9
	Regular	20	30,3	30,3	71,2
	Buena	13	19,7	19,7	90,9
	Muy buena	6	9,1	9,1	100,0
	Total	66	100,0	100,0	



Postest: La cobertura de vigilancia (% del área monitoreada con conexión estable) bajo ISL es:

La cobertura de vigilancia (% del área monitoreada con conexión estable) bajo ISL es:

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Mala	5	7,6	7,6	7,6
	Regular	32	48,5	48,5	56,1
	Buena	23	34,8	34,8	90,9
	Muy buena	6	9,1	9,1	100,0
	Total	66	100,0	100,0	

