

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
ESCUELA DE POSGRADO



TRABAJO DE POSGRADO

FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTO DE INVERSION PARA LA
INSTALACION DE INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES EN
ZONAS NO CUBIERTAS DEL DEPARTAMENTO DE SANTA ANA

PARA OPTAR AL GRADO DE

MAESTRO EN ADMINISTRACION FINANCIERA

PRESENTADO POR

INGENIERO KEVIN ALFREDO LUCERO MENENDEZ

INGENIERO PEDRO RAUL SOLANO JIMENEZ

DOCENTE ASESOR

MAESTRO WILFREDO ALEXANDER MEDRANO

NOVIEMBRE, 2025

SANTA ANA, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES



ING. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

RECTOR

DRA. EVELYN BEATRIZ FARFÁN MATA

VICERRECTORA ACADÉMICA

M.Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

LICDO. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

SECRETARIO GENERAL

LICDA. ANA RUTH AVELAR VALLADARES

DEFENSORA DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS

LICDO. CARLOS AMILCAR SERRANO RIVERA

FISCAL GENERAL

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

AUTORIDADES



M.Ed. ROBERTO CARLOS SIGÜENZA CAMPOS

DECANO

DR. JOSÉ GUILLERMO GARCÍA ACOSTA

VICEDECANO

LICDO. JAIME ERNESTO SERMEÑO DE LA PEÑA

SECRETARIO

M.Ed. MIGUEL ANGEL CRUZ

DIRECTOR DE LA ESCUELA DE POSGRADO

Agradecimientos

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a mi madre, Blanca Esmeralda Menéndez Aguilar, cuyo apoyo incondicional y constante entrega han sido fundamentales para alcanzar mis metas. A mi hermana, Karen Lucero, por su confianza en mí y por motivarme a creer en mis capacidades; a mi hermano, Alson Lucero, por recordarme con su ejemplo que el esfuerzo y la perseverancia son claves para avanzar; y a mi padre, Alfredo Lucero, por inculcarme el deseo permanente de aprender, así como la ambición de crecer y desarrollarme en todos los ámbitos de mi vida.

Kevin Alfredo Lucero Menéndez.

"Todo parece imposible hasta que se hace..."

Agradezco a Dios, fuente de fortaleza y esperanza, por regalarme la oportunidad de crecer, aprender y soñar más allá de mis propios límites. A mi madre, Yanira Jiménez, y a mi padre, Pedro Solano, les debo no solo la vida, sino también los valores y la convicción de que el estudio abre las puertas a la libertad, al desarrollo y a la verdad. Cada sacrificio y cada palabra de aliento de ellos han sido la brújula que me guía. A quienes me motivaron a no rendirme, les agradezco por recordarme que los sueños se alcanzan paso a paso. Este trabajo no es solo un logro personal, sino el reflejo de la fe, el amor y la perseverancia que me han acompañado en este viaje.

Pedro Raul Solano Jiménez.

ÍNDICE

Resumen ejecutivo	xi
Introducción	xii
Capítulo I: Planteamiento del problema	13
1) Delimitación del problema	13
2) Preguntas y objetivos	15
3) Justificación	16
4) Limites	17
5) Alcances	17
Capítulo II: Marco teórico	19
1) Introducción al marco teórico.....	19
1.1) Justificación del marco teórico en el contexto de la investigación	19
1.2) Relación entre la infraestructura de telecomunicaciones y el análisis financiero.....	19
2) Telecomunicaciones e infraestructura.....	20
2.1) Definición de telecomunicaciones y su evolución	20
2.2) Factores que afectan la expansión de sitios de telecomunicación.....	23
3) Análisis financiero en proyectos de telecomunicaciones	24
3.1) ¿Qué es un proyecto de inversión?	24
3.2) Consideraciones de tipo de gasto en proyectos de inversión (CAPEX y OPEX).....	24
3.3) Técnicas de evaluación financiera	25
4) Análisis de riesgo y rentabilidad	28
4.1) Factores de riesgo en la inversión en infraestructura de telecomunicaciones.....	28
4.2) Evaluación del riesgo financiero y estrategias de mitigación	29
4.3) Estrategias de optimización de costos y rentabilidad.....	30
5) Uso de herramientas tecnológicas y software financiero.....	31
6) Experiencias y casos de estudio	32
Capítulo III: Diseño metodológico	34
1) Enfoque de la investigación.....	34
2) Diseño de la investigación.....	34

3) Tipo de estudio	35
4) Diseño de recolección	36
4.1) Tiempo de búsqueda de información	37
4.2) Búsqueda de la información.....	38
5) Población y muestra	39
6) Técnicas e instrumentos de recolección de información	39
7) Hipótesis y supuestos de investigación	40
8) Operacionalización de variables/categorías	41
9) Estrategias de recolección, procesamiento y análisis de información	45
10) Consideraciones éticas.....	45
11) Cronograma de actividades	46
Capitulo IV: Análisis e interpretación de resultados	48
1) Diagnostico actual	48
1.1) Polígonos del departamento de Santa Ana (CNR).....	48
1.2) Torres en el departamento de Santa Ana	49
1.3) Densidad poblacional.....	51
1.4) Identificación de zonas no cubiertas	55
2) Desarrollo de la evaluación del proyecto de inversión.....	58
2.1) Estudio de mercado	59
2.1.1) Análisis de la demanda.....	59
2.1.2) Demanda actual y potencial	61
2.1.3) Factores que inciden en el consumo del servicio	61
2.1.4) Segmentos y perfiles del mercado	62
2.1.5) Determinación del tamaño de la muestra	63
2.1.6) Análisis de la oferta	64
2.1.7) Determinación de la demando potencial insatisfecha.....	67
2.1.8) Resultado de encuestas e interpretación de resultados	68
2.1.9) Informe detallado del estudio de mercado.....	90
2.2) Estudio técnico.....	95
2.2.1) Tamaño del proyecto	95
2.2.2) Localización del proyecto	96

2.2.3) Ingeniería del proyecto	97
2.2.4) Permisos y estudio legal.....	98
2.2.5) Costos asociados al proyecto.....	99
2.2.6) Organización requerida	101
2.3) Estudio financiero.....	101
2.3.1) Descripción del proyecto	101
2.3.2) Supuestos macroeconómicos.....	102
2.3.3) Proyección de ingresos	103
2.3.4) Inversión inicial	104
2.3.5) Costos previstos	105
2.3.6) Flujos de caja proyectados	106
2.3.6.1) Flujo operativo	106
2.3.6.2) Flujo de financiamiento	107
2.3.7) Estructura de financiamiento y costo de capital	109
2.3.7.1) Determinación del costo de deuda.....	109
2.3.7.2) Determinación del costo de capital propio	110
2.3.7.3) Cálculo del WACC (Costo Promedio Ponderado De Capital) ...	111
2.3.8) Evaluación de indicadores de rentabilidad	113
2.3.9) Análisis de riesgo y sensibilidad	114
2.3.9.1) Sensibilidad.....	115
2.3.9.2) Resultados de simulación del flujo de caja del proyecto	116
2.3.9.3) Resultados de simulación del flujo de caja del inversionista.....	117
2.3.9.4) Viabilidad Financiera Del Proyecto	119
Conclusiones y recomendaciones	122
Conclusiones.....	122
Recomendaciones	127
Referencias	129
Anexos	131

Índice de tablas

Tabla 1: Preguntas y objetivos	15
Tabla 2: <i>Criterios de decisión VAN</i>	25
Tabla 3: Técnicas financieras	40
Tabla 4: Operacionalización de variables	41
Tabla 5: Cronograma de actividades	46
Tabla 6: <i>Censo de población y VI de vivienda 2024</i>	52
Tabla 7: Resumen de cálculo y determinación de zonas no cubiertas	57
Tabla 8: Edad.....	68
Tabla 9: Sexo.....	69
Tabla 10: Nivel educativo alcanzado	69
Tabla 11: Municipio	71
Tabla 12: Zona de residencia.....	72
Tabla 13: Actualmente trabaja	73
Tabla 14: Nivel de ingresos.....	74
Tabla 15: Pago por internet.....	75
Tabla 16: Personas por casa	76
Tabla 17: Acceso a internet	77
Tabla 18: Dispositivos de uso de internet	78
Tabla 19: Eficiencia de internet.....	79
Tabla 20: Uso de internet.....	81
Tabla 21: Dispositivos en su hogar de uso de internet	82
Tabla 22: Internet y calidad de vida	83
Tabla 23: Problemas de trabajo/estudio por mala conexión	84
Tabla 24: La falta de telecomunicaciones afecta su comunidad	85
Tabla 25: Pagaría por un mejor servicio	86
Tabla 26: Capacidad de pago	87
Tabla 27: Se ha desplazado por mejor cobertura	88
Tabla 28: Estaría de acuerdo con una torre para mejorar la cobertura.....	89
Tabla 29: <i>Localización proporcional de torres</i>	96
Tabla 30: <i>Resumen de posibles solicitudes/requisitos requeridos por municipalidades para la instalación de torres</i>	98
Tabla 31: <i>Resumen tabulado de cotización para construcción de torres</i>	99
Tabla 32: <i>Costos previos a la construcción de torres</i>	100
Tabla 33: <i>Resumen de costos para instalación de torres</i>	100
Tabla 34: <i>Estimación de crecimiento poblacional</i>	102
Tabla 35: <i>Resumen de proyección de ingresos</i>	104
Tabla 36: <i>Inversión inicial del proyecto</i>	105
Tabla 37: <i>Costos operativos previstos</i>	106
Tabla 38: Tasas de deuda.....	109
Tabla 39: Resumen de datos de estructura de financiamiento y costos de capital	112
Tabla 40: <i>Resultado de indicadores financieros</i>	114

Tabla 41: <i>Suposiciones consideradas para simulaciones</i>	114
Tabla 42: Valores obtenidos por percentiles	116
Tabla 43: Estadística.....	117
Tabla 44: <i>Valores obtenidos por percentiles</i>	118
Tabla 45 : Estadística.....	118

Índice de ilustraciones

Figura 1: <i>Polígonos del departamento de Santa Ana</i>	49
Figura 2: <i>Mapa consolidado de torres identificadas en departamento de Santa Ana</i>	51
Figura 3: <i>Árbol de decisiones – Análisis de comportamiento de consumidor</i>	93
Figura 4: <i>Flujo de caja libre del proyecto</i>	108
Figura 5: <i>Flujo de caja libre para el inversionista</i>	108
Figura 6: <i>Sensibilidad VAN</i>	116
Figura 7: <i>Simulación Montecarlo</i>	116
Figura 8: <i>Anexo II - Visita a Candelaria de la Frontera</i>	132
Figura 9: <i>Anexo III - Visita a San Sebastián Salitrillo</i>	132
Figura 10: <i>Anexo IV - Visita a Chalchuapa</i>	133
Figura 11: <i>Anexo V - Visita a El Porvenir</i>	133
Figura 12: <i>Anexo VI - Tasas de interés comisiones y recargos</i>	134
Figura 13: <i>Anexo VII – Tarifas de tasas de interés en las operaciones activas, comisiones y recargos, Banco de Desarrollo de la Republica de El Salvador</i>	135

Resumen ejecutivo

En Santa Ana, El Salvador, muchas comunidades rurales enfrentan una desconexión digital que limita su desarrollo. Este estudio exploró cómo mejorar la conectividad en cinco municipios afectados, donde la población expresó su frustración con los servicios actuales y su entusiasmo por nuevas soluciones.

La propuesta de instalar infraestructura de telecomunicaciones encontró respaldo social y mostró beneficios potenciales en educación, empleo y calidad de vida. Además, se demostró que el proyecto puede ser sostenible si se gestiona con eficiencia.

Aunque existen desafíos técnicos y regulatorios, una planificación cuidadosa y alianzas estratégicas pueden convertir esta iniciativa en un motor de transformación para las comunidades de Santa Ana.

Introducción

En El Salvador, la conectividad digital constituye un factor determinante para el desarrollo económico y social, al facilitar el acceso a información, servicios y oportunidades productivas. No obstante, persisten brechas significativas en el acceso a telecomunicaciones, particularmente en zonas rurales, donde aproximadamente el 69.3% de la población no dispone de conectividad bajo estándares mínimos de calidad.

En este contexto, la presente investigación tiene como propósito analizar la viabilidad de proyectos de inversión orientados a la instalación de infraestructura de telecomunicaciones en las zonas no cubiertas del departamento de Santa Ana. Para ello, se examinan los principales desafíos financieros, regulatorios y operativos que inciden en la ejecución de este tipo de proyectos, así como el impacto potencial de la expansión de la red en la inclusión digital y el desarrollo económico local.

Asimismo, mediante la evaluación de indicadores financieros clave, se busca determinar la rentabilidad y sostenibilidad de las inversiones propuestas, con el fin de identificar estrategias que permitan optimizar la toma de decisiones y fomentar la expansión eficiente de la cobertura de telecomunicaciones en el territorio.

Capítulo I: Planteamiento del problema

1) Delimitación del problema

En El Salvador, la conectividad digital se ha convertido en un factor clave para el desarrollo económico y social, especialmente en el contexto de la transformación digital que vive la región. Sin embargo, aún persisten brechas significativas en el acceso a servicios de telecomunicaciones, particularmente en zonas rurales y de difícil acceso, puesto que, el índice de Conectividad Significativa rural para El Salvador es del 30.7% lo que significa que un 69.3% de la población rural no accede a servicios de conectividad con los estándares mínimos de calidad. (IICA, 2022)

Estas limitaciones en la conectividad afectan la capacidad de las comunidades para acceder a recursos educativos, servicios de salud digitales y participar en una economía cada vez más globalizada. Ante este panorama, surge la necesidad de implementar proyectos de inversión orientados a la expansión de sitios de telecomunicaciones que permitan cerrar estas brechas digitales y mejorar la infraestructura tecnológica del país.

Sin embargo, estos proyectos no están exentos de desafíos. Entre ellos, destacan los altos costos de construcción y mantenimiento, la disponibilidad limitada de recursos financieros, las barreras regulatorias y las condiciones geográficas complejas en ciertas zonas. Además, la baja densidad poblacional en algunas áreas genera incertidumbre sobre el retorno de inversión, lo que dificulta la viabilidad financiera de estos proyectos. Para evaluar su factibilidad, es necesario analizar

variables como el costo total del proyecto, el flujo de caja esperado, la tasa de adopción de los servicios, el impacto de los incentivos gubernamentales, el costo del financiamiento y la proyección de ingresos en función del crecimiento de la demanda. Asimismo, se considerarán indicadores financieros clave, como el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Retorno sobre la Inversión (ROI) y el Período de Recuperación de la Inversión (PRI), estimándose un horizonte de recuperación de entre 5 y 10 años, dependiendo de las condiciones del mercado y la penetración de los servicios en las comunidades beneficiadas.

Por ello, es crucial formular y evaluar cada una de las variables antes mencionadas que permita definir las mejores estrategias para la instalación de infraestructura en las zonas aún no cubiertas y asegurar la inversión. Dicha inversión debe garantizar que la expansión de la red sea sostenible y eficiente, ayudando a que las comunidades beneficiadas puedan acceder a servicios de telecomunicaciones sin comprometer la estabilidad financiera del proyecto.

2) Preguntas y objetivos

Tabla 1: Preguntas y objetivos

Pregunta de investigación general	Objetivo de investigación general
¿Cuáles son los factores clave a considerar en la formulación y evaluación de proyectos de inversión para la instalación de infraestructura de telecomunicaciones en las zonas no cubiertas del departamento de Santa Ana?	Realizar una formulación y evaluación de proyectos inversión para la instalación de infraestructura de telecomunicaciones en zonas no cubiertas del departamento de Santa Ana.
Preguntas de investigación específicas	Objetivos de investigación específicos
¿Cuál es la situación actual de la conectividad en el departamento de Santa Ana?	Diagnosticar el estado de la conectividad en el departamento de Santa Ana.
¿Qué impacto tendría la expansión de sitios de telecomunicaciones en la inclusión digital y económica?	Identificar los beneficios sociales y económicos de la mejora en conectividad en comunidades desatendidas
¿Cuáles desafíos regulatorios y operativos enfrentan los proyectos de infraestructura de Telecomunicaciones en el departamento Santa Ana para ampliar su alcance?	Determinar los desafíos regulatorios y operativos asociados a la implementación de este proyecto de inversión.

<p>¿Cuál es la factibilidad y viabilidad financiera del proyecto de inversión para la instalación de infraestructura de telecomunicaciones en las zonas no cubiertas del departamento de Santa Ana?</p>	<p>Evaluar financieramente la factibilidad y viabilidad asociada al proyecto de inversión</p>
---	---

3) Justificación

La conectividad digital es un habilitador clave para el desarrollo de las comunidades, ya que fomenta la inclusión social, mejora el acceso a servicios básicos y fortalece la competitividad económica. En El Salvador, la expansión de sitios de telecomunicaciones representa una oportunidad para reducir las desigualdades en el acceso a internet y contribuir al desarrollo sostenible.

Este proyecto no solo busca mejorar la infraestructura tecnológica del país, sino también fomentar la inclusión digital mediante la instalación de nuevos sitios de telecomunicaciones en zonas no cubiertas del departamento de Santa Ana. Para ello, se llevará a cabo un análisis de viabilidad financiera, la identificación de ubicaciones estratégicas para la instalación de la infraestructura, la gestión de permisos y licencias, y la evaluación de modelos de financiamiento que garanticen la sostenibilidad del proyecto. Además, se implementarán estrategias para facilitar el acceso a educación de calidad, servicios de telemedicina y oportunidades laborales remotas a través de la conectividad digital. Desde una perspectiva económica, el proyecto incluirá la contratación de personal para la construcción, mantenimiento y operación de los sitios, lo que permitirá la generación de empleos

directos e indirectos en las comunidades beneficiadas. La investigación será valiosa para empresas de telecomunicaciones, inversionistas interesados en proyectos de infraestructura, y para entidades gubernamentales que buscan promover políticas de desarrollo digital. Al mismo tiempo, proporcionará un análisis integral de la viabilidad y factibilidad del proyecto, contribuyendo a una toma de decisiones informada.

4) Limites

- La investigación se centrará en la viabilidad y factibilidad financiera del proyecto, excluyendo análisis técnicos específicos sobre la construcción de infraestructura.
- El estudio no incluirá comparaciones detalladas con otros países debido a las diferencias en contexto y regulación.
- Fuentes de información poco detalladas para la realización de un sólido análisis investigativo.

5) Alcances

- La investigación abarcará un análisis de conectividad del departamento de Santa Ana entre 2018 y 2024, considerando cambios significativos en políticas digitales durante este periodo.
- Se evaluarán indicadores financieros clave (VAN, TIR y PRI) para determinar la viabilidad del proyecto, considerando análisis de sensibilidad sobre costos operativos, demanda y posibles incentivos

fiscales. Además, se explorarán esquemas de inversión público y privada para optimizar recursos y mitigar riesgos.

Capítulo II: Marco teórico

1) Introducción al marco teórico

El marco teórico proporciona la base conceptual y metodológica necesaria para desarrollar la presente investigación sobre la viabilidad de proyectos de infraestructura de telecomunicaciones en las zonas no cubiertas del departamento de Santa Ana. A través de este apartado, se contextualiza la importancia de la conectividad digital, los modelos de inversión en telecomunicaciones y los indicadores financieros utilizados en la evaluación de proyectos.

1.1) Justificación del marco teórico en el contexto de la investigación

El desarrollo de infraestructura de telecomunicaciones es un factor clave para la inclusión digital y el crecimiento económico en países en vías de desarrollo. La teoría económica y los estudios previos sobre telecomunicaciones sugieren que una mayor conectividad impulsa la productividad, la educación y el acceso a servicios de salud. En este sentido, el marco teórico permitirá analizar los elementos esenciales que influyen en la factibilidad de estos proyectos, considerando aspectos regulatorios, operativos y financieros.

1.2) Relación entre la infraestructura de telecomunicaciones y el análisis financiero

La infraestructura de telecomunicaciones requiere inversiones de capital significativas, cuyo retorno debe evaluarse mediante herramientas de análisis financiero. La rentabilidad de estos proyectos depende de diversos factores, como la demanda esperada, los costos operativos y el entorno regulatorio. Modelos financieros como el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y

el Período de Recuperación de la Inversión (PRI) son esenciales para determinar la viabilidad económica de estas inversiones (Ross S. A., 2021)

Asimismo, la evaluación de proyectos de telecomunicaciones debe considerar la volatilidad del sector y los posibles riesgos asociados, como cambios en la regulación, avances tecnológicos y fluctuaciones en la demanda. Este marco teórico proporcionará una estructura analítica para evaluar estos aspectos, facilitando la toma de decisiones informadas sobre la implementación de infraestructura en Santa Ana.

2) Telecomunicaciones e infraestructura

2.1) Definición de telecomunicaciones y su evolución

El sector de las telecomunicaciones ha experimentado una evolución significativa impulsada por avances tecnológicos como la fibra óptica, la conectividad satelital y las redes 5G. Estas tecnologías han mejorado la velocidad, accesibilidad y confiabilidad de los servicios de telecomunicaciones, facilitando una conectividad más amplia y eficiente. Por ejemplo, la implementación de redes 5G, junto con el uso de satélites de órbita terrestre baja, ha permitido extender la cobertura a áreas rurales y remotas, integrando diversos tipos de infraestructuras de red. Además, la fibra óptica ha sido fundamental para proporcionar conexiones de alta velocidad y baja latencia, esenciales para satisfacer la creciente demanda de datos y servicios digitales (ITU Publications, 2021)

La infraestructura de telecomunicaciones se compone de diversos elementos esenciales para la transmisión de datos, entre los que destacan:

Torres de telecomunicaciones estructuras que soportan antenas para la transmisión de señales de radio y datos móviles.

Características clave de las torres de telecomunicaciones:

- **Altura:** Las torres de telecomunicaciones pueden tener desde unos pocos metros hasta cientos de metros de altura, lo que garantiza una cobertura amplia.
- **Antenas:** Estas torres están equipadas con antenas que transmiten y reciben señales.
- **Transmisores y receptores:** facilitan la transmisión y recepción de señales.
- **Infraestructura de soporte:** las torres de telecomunicaciones requieren infraestructura de soporte, como suministro de energía, sistemas de respaldo y medidas de seguridad.
- **Fibra óptica:** medio de transmisión de datos de alta velocidad utilizado en redes de banda ancha.
- **Núcleo:** Es el elemento central de un cable de fibra óptica que no siempre está presente. Su función es simplemente la de proporcionar un refuerzo para evitar la rotura y deformación del cable.
- **Drenaje de humedad:** Este elemento tampoco está presente en todos los cables. Su función es la de conducir posible humedad que tenga el cable para que salga a través de él. Va enrollado en el núcleo.

- Hilos de fibra: es el elemento conductor, por ellos viaja la luz y los datos en ella. Están fabricados de cristal de silicio o plástico de extrema calidad que crean un medio en el que la luz pueda reflejarse y refractarse correctamente hasta llegar al destino.
- Buffer y cladding (revestimiento): básicamente es el recubrimiento de los hilos de fibra óptica. Consiste en un relleno de gel de capa oscura para evitar que los rayos de luz no se salgan de la fibra. A su vez el buffer es el recubrimiento externo que contiene el gel y la fibra.
- Cinta de Mylar y capas aislantes: es un recubrimiento aislante que envuelve todos los buffers de fibra. En función del tipo de construcción tendrá varios elementos, todos ellos de material dieléctrico (no conductor).
- Recubrimiento ignífugo: si el cable es resistente al fuego, también necesitará un recubrimiento capaz de soportar las llamas.
- Armadura: la siguiente capa se trata de la armadura del cable, que en los de mayor calidad siempre están construida de hilos de Kevlar. Este material es liviano y de gran resistencia e ignífugo, lo podremos ver en chalecos antibala y cascos de pilotos.
- Recubrimiento exterior: como cualquier cable, se necesita un recubrimiento exterior, normalmente de plástico o PVC.

- Redes satelitales: soluciones para zonas remotas donde la infraestructura terrestre es limitada (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2021)

2.2) Factores que afectan la expansión de sitios de telecomunicación

La expansión de infraestructura de telecomunicaciones está influenciada por múltiples factores, entre los que se incluyen:

- Demografía: la densidad poblacional determina la rentabilidad de la inversión (CEPAL, 2021)
- Regulación: las normativas gubernamentales pueden facilitar o restringir la implementación de infraestructura (SIGET, 2016)
- Demanda de servicios: el crecimiento del consumo de datos impacta la viabilidad de los proyectos (CEPAL, 2021)
- Avances tecnológicos: la innovación en telecomunicaciones permite mejorar la eficiencia de las redes y reducir costos (Innguma, 2023)

Normativa y regulaciones en telecomunicaciones:

El sector de telecomunicaciones está regulado por normativas nacionales e internacionales que establecen las condiciones para la inversión y operación de redes (SIGET, 2016). En El Salvador, la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET) es el ente encargado de supervisar la asignación del espectro radioeléctrico y el cumplimiento de estándares de calidad en los servicios de conectividad (SIGET, 2016)

3) Análisis financiero en proyectos de telecomunicaciones

3.1) ¿Qué es un proyecto de inversión?

Un proyecto de inversión es una propuesta técnica y económica para resolver un problema de la sociedad utilizando los recursos humanos, materiales y tecnológicos disponibles (Cordoba, 2011). Con un enfoque en telecomunicaciones, estos proyectos pueden contribuir al desarrollo económico, mejorar la calidad de vida o impulsar la competitividad en el sector.

3.2) Consideraciones de tipo de gasto en proyectos de inversión (CAPEX y OPEX)

La instalación de infraestructura de telecomunicaciones requiere de una inversión inicial monetaria relativamente alta por cada sitio nuevo, posterior a esta se requiere mantener la operatividad de cada sitio para que pueda generar ingresos, por ello se vuelve importante considerar el CAPEX y el OPEX dentro de la formulación del proyecto, siendo el CAPEX (Capital Expenditure en inglés) la inversión destinada a bienes de capital para mejorar la productividad de la empresa, esto es, el gasto destinado a la adquisición o renovación del inmovilizado (Bienes Inmuebles), y el OPEX (Operational Expenditure en inglés) el gasto destinado al funcionamiento de la operativa para poder desarrollar la actividad de la empresa. Por lo tanto, el OPEX se enmarcaría en una estrategia operativa, es decir, en el corto plazo dado que se trata de un gasto recurrente y que tiene lugar en el día a día de la organización. (Boronat, 2019)

3.3) Técnicas de evaluación financiera

Todo proyecto de inversión requiere ser evaluado desde una perspectiva financiera para ello se tienen diferentes indicadores que permiten tomar una decisión de inversión:

- VAN (Valor Actual Neto): Este indicador (También conocido como VPN) es importante para los inversionistas ya que su resultado brinda la información si un proyecto generará el rendimiento requerido, el VAN es la técnica más desarrollada de elaboración del presupuesto de capital; se calcula restando la inversión inicial de un proyecto del valor presente de sus flujos de entrada de efectivo, descontados a una tasa equivalente al costo de capital de la empresa (Ross S. A., 2016) y los criterios de decisión para la aceptación y rechazo del proyecto son los siguientes:

Tabla 2: Criterios de decisión VAN

VALOR	SIGNIFICADO	DECISIÓN POR TOMAR
VAN > 0	La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida.	El proyecto puede aceptarse.
VAN < 0	La inversión produciría ganancias por debajo de la rentabilidad exigida.	El proyecto debería rechazarse.

VAN = 0	La inversión no produciría ni pérdidas ni ganancias.	Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida (r), la decisión debería basarse en otros criterios, como la obtención de un mejor posicionamiento en el mercado u otros factores.
---------	--	---

Nota. Datos tomados del (Padilla Córdoba, 2011)

TIR (Tasa Interna de Retorno): Para las inversiones en proyectos también es importante conocer que la ejecución del proyecto ganará por lo menos su rendimiento requerido, para ello se tiene la TIR, la cual es la tasa de descuento que iguala a cero el VAN de una oportunidad de inversión (debido a que el valor presente de las entradas de efectivo es igual a la inversión inicial); es la tasa de rendimiento que ganará la empresa si invierte en el proyecto y recibe las entradas de efectivo esperadas y los criterios de decisión para la aceptación o rechazo son los siguientes:

Si la TIR es mayor que el costo de capital, el proyecto es aceptado.

Si la TIR es menor que el costo de capital, el proyecto es rechazado.

(Ross S. A., 2016)

PRI (Periodo de Recuperación de la Inversión): Dentro de un proyecto de inversión la variable “Tiempo” es muy importante, por lo que cada inversión tiene un periodo de recuperación máximo, para evaluar si este pudiera cumplirse, se utiliza el periodo de recuperación el cual básicamente es el tiempo requerido para que una compañía recupere su inversión inicial en un proyecto, calculado a partir de las

entradas de efectivo (Ross S. A., 2016) y los criterios de decisión para la aceptación o rechazo son los siguientes:

Si el periodo de recuperación es *menor que* el periodo de recuperación máximo aceptable, el proyecto es *aprobado*.

Si el periodo de recuperación es *mayor que* el periodo de recuperación máximo aceptable, el proyecto es *rechazado*.

(Ross S. A., 2016)

Para su cálculo se puede dividir la inversión inicial entre los ingresos promedios de caja obtenidos en la vida útil del proyecto:

$$PRI = \frac{\text{Inversión inicial}}{\text{Ingresos promedios}}$$

(Cordoba, 2011)

IR (índice de rentabilidad): Las entidades privadas con enfoque a la generación de ganancias utilizan el índice de rentabilidad como otro método para evaluar proyectos de inversión, éste es la razón del valor presente de los flujos de efectivo esperados a futuro *después* de la inversión inicial dividido entre el monto de la inversión inicial. El índice de rentabilidad se puede representar de la siguiente manera:

$$\text{Indice de rentabilidad (IR)} \\ = \frac{\text{Valor presente de los flujos de efectivo subsiguientes a la inversión inicial}}{\text{Inversión inicial}}$$

(Ross S. A., 2016)

4) Análisis de riesgo y rentabilidad

4.1) Factores de riesgo en la inversión en infraestructura de telecomunicaciones

Las inversiones en telecomunicaciones están sujetas a diversos riesgos que pueden afectar su viabilidad y rentabilidad. Entre los principales factores de riesgo se encuentran:

- **Riesgos económicos:** incluyen la inflación, las fluctuaciones en el tipo de cambio y las crisis económicas que pueden impactar el costo de inversión y la demanda de servicios. Por ejemplo, tasas de interés más altas pueden aumentar el costo del capital, disminuyendo la inversión en activos de telecomunicaciones (News, 2022)
- **Riesgos políticos y regulatorios:** cambios en la normativa gubernamental pueden afectar la estabilidad del proyecto, como modificaciones en las licencias de operación o en las políticas de impuestos. La falta de estabilidad política puede influir negativamente en los intereses económicos de las empresas (Solunion, 2024).
- **Riesgos tecnológicos:** la rápida evolución de la tecnología puede hacer obsoleta cierta infraestructura antes de recuperar la inversión. Además, la subestimación de imperativos cambiantes en materia de privacidad, seguridad y confianza representa un riesgo significativo para las empresas de telecomunicaciones (Young, 2024)
- **Riesgos operativos:** incluyen fallas técnicas, interrupciones en el servicio y costos imprevistos de mantenimiento. Estos riesgos pueden surgir de

procesos internos, personas y sistemas inadecuados o fallidos, así como de eventos externos (IBM, 2024)

4.2) Evaluación del riesgo financiero y estrategias de mitigación

Para minimizar los riesgos financieros asociados a los proyectos de telecomunicaciones, se utilizan diversas estrategias, como:

- Diversificación de ingresos: Ofrecer múltiples servicios, como telefonía, internet y televisión digital, ayuda a reducir la dependencia de un solo flujo de ingresos y mejora la estabilidad financiera de las empresas de telecomunicaciones. Según un informe del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la diversificación de servicios puede convertirse en una fuente significativa de ingresos adicionales para las compañías del sector (BID, 2019)
- Acuerdos con el sector público y privado: Establecer asociaciones estratégicas permite compartir costos de infraestructura y optimizar recursos. Las Asociaciones Público-Privadas (APP) son un mecanismo efectivo en el sector de las telecomunicaciones para desarrollar proyectos que requieren inversiones significativas, facilitando la colaboración entre entidades gubernamentales y empresas privadas (Mundial)
- Evaluación de escenarios financieros: Realizar análisis de sensibilidad y modelización de escenarios permite medir el impacto de distintos factores en la rentabilidad del proyecto. Esta práctica es esencial para la planificación estratégica y la toma de decisiones informadas en un entorno empresarial dinámico (InsightSoftware, 2020)

4.3) Estrategias de optimización de costos y rentabilidad

Para maximizar la rentabilidad de las inversiones en telecomunicaciones, se pueden aplicar diversas estrategias:

- **Uso eficiente de recursos:** Optimizar la distribución de infraestructura para reducir costos operativos es fundamental en el sector de las telecomunicaciones. La implementación de tecnologías de última generación, como routers y switches avanzados, contribuye a mantener la infraestructura en óptimas condiciones, mejorando la eficiencia y reduciendo gastos operativos (IXACTECH, 2024)
- **Innovación tecnológica:** Implementar soluciones como redes compartidas y automatización de procesos mejora la eficiencia operativa. La automatización permite a las empresas de telecomunicaciones crear, mantener y ampliar sus redes de forma más rápida y eficiente, reduciendo tiempos de instalación y costos asociados (Prism, 2024)
- **Aprovechamiento de incentivos fiscales:** Identificar oportunidades de financiamiento gubernamental puede reducir el costo de inversión inicial. Programas como el Estímulo Fiscal a la Investigación y Desarrollo de Tecnología (EFIDT) ofrecen créditos fiscales equivalentes al 30% del monto incremental de los gastos e inversiones en I+D, fomentando la inversión en innovación tecnológica (Secretaría de Hacienda y Crédito Público, 2022),

Estas estrategias permiten mejorar la sostenibilidad de los proyectos de telecomunicaciones y garantizar su impacto positivo en la reducción de la brecha digital en Santa Ana.

5) Uso de herramientas tecnológicas y software financiero

En el mundo actual, impulsado por la tecnología, las finanzas han evolucionado significativamente, adoptando nuevas herramientas digitales para optimizar la toma de decisiones, automatizar procesos y mejorar la gestión del riesgo.

Excel: Excel es una herramienta muy eficaz para obtener información con significado a partir de grandes cantidades de datos. También funciona muy bien con cálculos sencillos y para realizar el seguimiento de casi cualquier tipo de información. La clave para desbloquear todo este potencial es la cuadrícula de las celdas. Las celdas pueden contener números, texto o fórmulas. Los datos se escriben en las celdas y se agrupan en filas y columnas. Esto permite sumar datos, ordenarlos y filtrarlos, ponerlos en tablas y crear gráficos muy visuales. (Microsoft, tareas básicas en Excel).

Solver La optimización es parte importante para que un proyecto sea ejecutado con la mayor eficiencia posible, para ello, Solver es la herramienta del Excel que permite modificar simultáneamente un conjunto de variables de entrada para optimizar el resultado de una variable de salida. (Carmona, 2008).

Simulación Monte Carlo: La simulación es una metodología para experimentar con una situación, a través de un modelo financiero, con el fin de entender mejor las relaciones entre las variables. (Carmona, 2008).

Aplicar la simulación Montecarlo a las finanzas resulta de gran utilidad puesto que se enmarca dentro de la toma de decisiones bajo riesgo, ya que algunas

variables pueden tomar cualquier valor dentro de un rango, sin saberse por lo tanto cual será el valor de la solución; pero si se puede asignar la probabilidad de ocurrencia de cada valor dentro del rango y construir una distribución de probabilidades de las respuestas. (Jairo Gutiérrez, 2008).

Crystal ball: Es un complemento del Excel que automatiza los pasos del proceso de simulación de Montecarlo (Carmona, 2008), en un entorno financiero, este software es de gran utilidad ya que permite simular miles de resultados de un modelo considerando que las variables de entrada pueden estar dentro de un rango y dentro de una distribución específica, finalmente brinda gráficos, probabilidades e informes que permiten a analistas financieros, empresarios e inversionistas tomar decisiones y predecir riesgos de inversión.

6) Experiencias y casos de estudio

6.1) Evolución del mercado de telecomunicaciones en El Salvador

El sector telecomunicaciones ha sido un sector muy dinámico en los últimos años debido a sus cambios tecnológicos constantes por lo que se espera que esa tendencia continúe. Estos cambios comparados con años anteriores son muy significativos siendo el más notorio la penetración de telefonía móvil, así como también el acceso a datos que actualmente tiene un gran potencial de crecimiento para los próximos años, como medio principal para empaquetar servicios de comunicación y transportar información y conocimiento. La tecnología inalámbrica está permitiendo llegar a zonas rurales que antes eran inalcanzables por sus altos costos de penetración. Los servicios de telecomunicaciones unidos a las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) están inmersos dentro de la

población de un país, a través de las diferentes actividades diarias que realizan sus ciudadanos, así como también, para las empresas existen mayores oportunidades de negocio con menores costos de transacción, por lo que conduce a una mayor demanda de estos, permitiendo a las empresas de telecomunicaciones realizar nuevas inversiones para su prestación.

A nivel internacional los países se están enfocando en planes de desarrollo para que se aprovechen las nuevas comunicaciones que actualmente están surgiendo. Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), todos los actores interesados deberían colaborar para ampliar el acceso a la infraestructura y la comunicación, así como la información y al conocimiento, fomentar la capacidad, reforzar la confianza y la seguridad en la utilización de las TIC. (SIGET, 2016)

Capítulo III: Diseño metodológico

1) Enfoque de la investigación

El enfoque de esta investigación es de tipo cuantitativo, ya que se basa en la recolección y análisis de datos numéricos para formular y evaluar el proyecto de inversión propuesto. Este enfoque permite medir de manera objetiva variables clave como costos de inversión, proyecciones de ingresos, demanda estimada, rentabilidad financiera y otros indicadores económicos, los cuales son fundamentales para determinar la viabilidad del proyecto de instalación de infraestructura de telecomunicaciones en zonas no cubiertas del departamento de Santa Ana. El uso de técnicas cuantitativas también permite presentar resultados precisos, comparables y reproducibles, que respaldan la toma de decisiones informada en el ámbito de la inversión.

2) Diseño de la investigación

La presente investigación adopta un diseño metodológico basado en el método de estudio de casos, con un enfoque cuantitativo y bajo un diseño evaluativo. Esta combinación permite analizar en profundidad casos específicos relacionados con proyectos de instalación de infraestructura de telecomunicaciones, utilizando datos reales y documentados como base para el análisis.

El método de estudio de casos resulta pertinente ya que se cuenta con documentación de soporte sobre proyectos similares ejecutados en contextos comparables. Esto permite una comprensión integral de los factores técnicos, financieros y contextuales que influyen en la formulación y ejecución de este tipo de iniciativas. Asimismo, facilita la comparación entre distintos tipos de proyectos, ya

sea en zonas rurales o urbanas, y con distintas tecnologías (como fibra óptica o microondas).

Por su parte, el enfoque cuantitativo con diseño evaluativo permite aplicar herramientas financieras objetivas como el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Período de Recuperación de la Inversión (PRI) y la relación Beneficio/Costo (B/C). Estas herramientas son fundamentales para evaluar la rentabilidad, los riesgos y la sostenibilidad económica del proyecto propuesto, así como para comparar escenarios y alternativas de inversión.

3) Tipo de estudio

El presente trabajo se desarrolla como un estudio observacional, dado que no implica la manipulación directa de variables ni la intervención controlada en el entorno de estudio. En lugar de ello, se basa en la observación, análisis y evaluación de información existente relacionada con proyectos de instalación de infraestructura de telecomunicaciones, condiciones del entorno geográfico y social del departamento de Santa Ana, así como datos financieros reales o proyectados.

Este tipo de estudio es adecuado para investigaciones donde el objetivo es describir y evaluar situaciones reales o simuladas, sin necesidad de implementar un experimento o prueba directa. En este caso, el análisis se centra en documentación previa, estudios técnicos, datos económicos y experiencias documentadas de proyectos similares, lo que permite extraer conclusiones relevantes para la formulación y evaluación del proyecto de inversión propuesto.

Sin embargo, no se limita únicamente al análisis documental. Como parte del proceso investigativo, se contempla la realización de recorridos de campo, visitas técnicas y otras actividades que permitan observar directamente las condiciones reales del entorno en las zonas no cubiertas del departamento de Santa Ana. Esto permitirá validar la información recopilada y fortalecer el diseño y evaluación del proyecto de inversión, con base en evidencias empíricas obtenidas en el terreno.

4) Diseño de recolección

Secuencial (Con momentos transversales)

El diseño de recolección de datos adoptado para esta investigación es de tipo secuencial con momentos transversales, ya que el estudio se desarrolla en distintas etapas definidas, en las cuales se recolecta información específica de acuerdo con los objetivos de cada fase. Este enfoque permite organizar de forma lógica y estructurada el proceso de obtención de datos, favoreciendo una integración coherente entre el diagnóstico, la formulación y la evaluación del proyecto de inversión.

En una primera etapa, se realizará una revisión documental y un análisis de contexto, con el fin de identificar las condiciones actuales de cobertura de telecomunicaciones, así como las características socioeconómicas del entorno. Posteriormente, se procederá al desarrollo del modelo financiero, donde se recopilarán y estructurarán datos económicos y técnicos relevantes para la proyección de escenarios de inversión. Finalmente, se aplicarán técnicas de evaluación financiera a los casos seleccionados, incorporando proyecciones económicas, análisis comparativo y simulación de alternativas.

Este diseño permite asegurar que los datos recolectados respondan de manera efectiva a las necesidades analíticas de cada fase del estudio, y contribuye a una toma de decisiones fundamentada en evidencias empíricas y cuantificables.

4.1) Tiempo de búsqueda de información

El horizonte temporal de esta investigación es de carácter retro prospectivo, ya que combina el análisis de información pasada con la proyección de escenarios futuros. Esta orientación temporal permite comprender tanto la evolución histórica del acceso a telecomunicaciones en el departamento de Santa Ana, como anticipar las condiciones y resultados esperados de la implementación del proyecto de inversión propuesto.

Desde una perspectiva retrospectiva, se revisan datos históricos, tales como documentación de proyectos previamente ejecutados, estadísticas oficiales, estudios técnicos, informes institucionales y experiencias comparables. Esta información resulta esencial para comprender el contexto actual y establecer una línea base sólida.

Por otro lado, el componente prospectivo se enfoca en la formulación de modelos financieros y proyecciones de rentabilidad, incluyendo flujos de caja, análisis de sensibilidad y evaluación de indicadores económicos clave. Este enfoque prospectivo permite simular escenarios futuros de inversión, evaluar su viabilidad y tomar decisiones fundamentadas para el desarrollo del proyecto.

4.2) Búsqueda de la información

La búsqueda de información para esta investigación será bibliográfica y de campo, combinando fuentes documentales con la recolección de datos directamente del entorno de estudio. Esta metodología garantiza una comprensión integral y actualizada de los factores técnicos, económicos y contextuales que inciden en la formulación y evaluación del proyecto de inversión.

- Búsqueda bibliográfica: Se recurrirá a una amplia variedad de fuentes secundarias, tales como documentos técnicos, estudios previos, literatura especializada, marcos normativos y estadísticas oficiales. Estas fuentes servirán como base para el análisis del contexto histórico, las experiencias previas de proyectos similares y las condiciones normativas y regulatorias que afectan la implementación de infraestructura de telecomunicaciones.
- Búsqueda de campo: Complementariamente, se realizarán actividades de recolección de datos de campo, tales como formularios a actores, visitas a zonas específicas dentro del departamento de Santa Ana, y observación directa del entorno. Estas actividades permitirán obtener información actualizada y validar las hipótesis planteadas en la fase de diagnóstico, así como evaluar las condiciones reales y potenciales de implementación del proyecto.

Es importante destacar que, al ser un estudio observacional, la búsqueda de información no involucra la manipulación de variables en condiciones controladas,

sino que se enfoca en la observación y análisis de datos existentes y la recopilación directa de información relevante en el terreno.

5) Población y muestra

Población: Todas las zonas no cubiertas por infraestructura de telecomunicaciones dentro del Departamento de Santa Ana, El Salvador. Esta población puede incluir cantones, caseríos, comunidades rurales o incluso sectores urbanos.

Muestra: La muestra se definirá mediante una fórmula de muestreo y se seleccionará mediante un muestreo probabilístico estratificado, considerando estratos por zona geográfica con afijación igual. Dentro de cada estrato, las unidades se seleccionarán aleatoriamente y según disposición.

Unidades de muestra: Las unidades de muestra estarán constituidas por los habitantes pertenecientes a cada estrato definido en la investigación, los cuales serán seleccionados de manera aleatoria dentro de su respectivo grupo. Cada habitante representará un elemento individual de la muestra, y su inclusión estará determinada por los criterios de pertenencia al estrato correspondiente y por el procedimiento de selección aleatoria aplicado.

6) Técnicas e instrumentos de recolección de información

Para la recolección de datos en esta investigación, se emplearán diversas técnicas e instrumentos que permitirán obtener información relevante y precisa tanto desde un enfoque cuantitativo. Se utilizará un enfoque combinando análisis documental, observación directa, formularios y modelación financiera, con el

objetivo de obtener una visión integral del contexto, validar datos existentes y evaluar la viabilidad económica de los proyectos de infraestructura de telecomunicaciones en las zonas no cubiertas del departamento de Santa Ana.

Tabla 3: Técnicas financieras

Técnica	Instrumento correspondiente (Opcionales)
Análisis documental	Fichas de registro, matriz de revisión documental, hojas Excel, etc.
Observación directa	Lista de cotejo, registro de campo, bitácora fotográfica, etc.
Formularios	Encuestas, app de notas, transcripciones, etc.
Análisis financiero	Plantillas de flujo de caja, simuladores financieros, hojas de cálculo Excel o software como Project Finance, Crystal Ball, etc.

7) Hipótesis y supuestos de investigación

Hipótesis 1: La instalación de infraestructura de telecomunicaciones en zonas no cubiertas del Departamento de Santa Ana generará un retorno económico positivo a mediano y largo plazo, medido mediante indicadores como el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

hipótesis 2: La implementación de proyectos de telecomunicaciones en zonas no cubiertas del Departamento de Santa Ana enfrenta barreras insuperables en términos de costos, infraestructura y demanda.

8) Operacionalización de variables/categorías

Tabla 4: Operacionalización de variables

Variable	Tipo	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems
Instalación de infraestructura	Independiente	Implementación de redes, torres, enlaces y demás componentes tecnológicos necesarios para brindar servicios de telecomunicaciones en zonas no cubiertas.	Alcance de instalación	Número de sitios conectados	¿Cuántos puntos geográficos serán cubiertos con nueva infraestructura?
			Tipo de tecnología utilizada	Tipo de red: fibra, microondas, celular, etc.	¿Qué tipo de tecnología se usará en la zona?
	Dependiente	Valor financiero generado por el proyecto, medido con herramientas financieras como VPN	Evaluación financiera	Valor Presente Neto (VPN)	¿Cuál es el VPN estimado del proyecto a 5 y 10 años?
				Tasa Interna de Retorno (TIR)	¿Cuál es la TIR esperada del proyecto?

Retorno económico		y TIR, a mediano y largo plazo.	Horizonte temporal	Tiempo estimado de recuperación de la inversión	¿En cuántos años se espera recuperar la inversión inicial?
			Generación de ingresos	Ingresos proyectados por zona y por cliente	¿Cuáles son los ingresos proyectados por cliente y zona anualmente?
Demanda esperada	Interviniente	Nivel de aceptación y adopción del servicio por parte de la población beneficiaria, que influye directamente en los ingresos proyectados.	Tasa de adopción esperada	Porcentaje de usuarios potenciales dispuestos a contratar	¿Qué porcentaje de la población objetivo contratará el servicio?
Variable	Tipo	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems
Barreras para implementación	Dependiente	Factores que dificultan o impiden el desarrollo de proyectos de telecomunicaciones en	Costo del proyecto	Costo total de infraestructura	¿Cuál es el costo estimado por km de red instalada? ¿Y el costo total del proyecto?

		zonas no cubiertas, como los costos, infraestructura deficiente y baja demanda.	Infraestructura existente	Necesidad de nuevas torres o enlaces	¿Cuántas torres o estaciones nuevas se requieren en la zona?
			Demanda de servicios	Número de usuarios potenciales y tasa de adopción	¿Cuántos hogares o negocios están dispuestos a pagar por el servicio?
			Viabilidad técnica	Obstáculos geográficos, legales o ambientales	¿Existen obstáculos para el despliegue de la infraestructura?
Implementación de proyectos	Independiente	Proceso de diseño, inversión y ejecución de iniciativas para llevar telecomunicaciones a zonas no cubiertas.	Nivel de ejecución	Porcentaje del proyecto implementado	¿Qué porcentaje del proyecto ha sido implementado según el cronograma?
			Tiempo de ejecución	Duración en meses o años	¿Cuánto tiempo ha tardado o se proyecta que tarde la implementación?

Apoyo institucional y regulatorio	Interviniente	Existencia de normativas, incentivos o barreras legales que pueden favorecer o impedir la implementación del proyecto.	Marco normativo vigente	Número de permisos/licencias requeridas	¿Qué permisos o licencias deben obtenerse? ¿Cuál es su grado de dificultad o demora?
-----------------------------------	---------------	--	-------------------------	---	--

Nota: La operacionalización orienta el análisis y sirve de referencia para alcanzar los objetivos de la investigación.

9) Estrategias de recolección, procesamiento y análisis de información

La recolección de información se realizará mediante encuestas estructuradas y entrevistas semiestructuradas a actores clave en zonas no cubiertas de telecomunicaciones en el departamento de Santa Ana. Se seleccionarán las comunidades con base en criterios como densidad poblacional y nivel de conectividad, utilizando un muestreo no probabilístico. El procesamiento de los datos se llevará a cabo utilizando herramientas mecánicas como Microsoft Excel y Google forms. Finalmente, el análisis de la información se realizará mediante estadísticos descriptivos, con el objetivo de evaluar la viabilidad económica del proyecto y las barreras asociadas a su implementación.

10) Consideraciones éticas

Esta investigación seguirá principios éticos clave para garantizar el respeto y la protección de los participantes. Se obtendrá el consentimiento informado de cada participante, asegurando que comprendan el propósito de la investigación, los procedimientos y su derecho a participar de manera voluntaria. La confidencialidad será fundamental, y los datos serán tratados de forma anónima y segura. Los participantes podrán retirarse en cualquier momento sin consecuencias negativas. Adicionalmente, la información confidencial proveniente de empresas, utilizada en los casos de estudio, será protegida estrictamente. Solo se documentarán los datos relevantes para el análisis y se garantizará que cualquier detalle sensible no sea divulgado sin el consentimiento explícito de las partes involucradas. Los resultados serán utilizados exclusivamente para los fines establecidos y se presentarán de manera transparente

11) Cronograma de actividades

Tabla 5: Cronograma de actividades

Actividad	Fecha de Inicio	Fecha de Finalización	Duración
Fase 1: Preparación	1 de marzo de 2025	31 de marzo de 2025	4 semanas
- Revisión de literatura y marco teórico	1 de marzo de 2025	15 de marzo de 2025	2 semanas
- Definición del enfoque metodológico	16 de marzo de 2025	31 de marzo de 2025	2 semanas
Fase 2: Diseño de la investigación	1 de abril de 2025	15 de abril de 2025	2 semanas
- Diseño del cuestionario de encuestas y entrevistas	1 de abril de 2025	7 de abril de 2025	1 semana
- Revisión y validación de los instrumentos	8 de abril de 2025	15 de abril de 2025	1 semana
Fase 3: Recolección de datos	16 de abril de 2025	31 de mayo de 2025	6 semanas
- Aplicación de encuestas y entrevistas	16 de abril de 2025	31 de mayo de 2025	6 semanas
- Visitas a campo	16 de abril de 2025	31 de mayo de 2025	6 semanas
Fase 4: Procesamiento de datos	1 de junio de 2025	30 de junio de 2025	4 semanas

- Codificación y limpieza de datos	1 de junio de 2025	15 de junio de 2025	2 semanas
- Análisis de los datos (estadísticos descriptivos y pruebas)	16 de junio de 2025	30 de junio de 2025	2 semanas
Fase 5: Redacción del informe	1 de julio de 2025	31 de julio de 2025	4 semanas
- Redacción de la introducción, metodología y resultados	1 de julio de 2025	15 de julio de 2025	2 semanas
- Redacción del análisis y conclusiones	16 de julio de 2025	23 de julio de 2025	1 semana
- Revisión final y ajustes en el informe	24 de julio de 2025	31 de julio de 2025	1 semana
Fase 6: Presentación y entrega final	1 de agosto de 2025	30 de septiembre de 2025	2 meses
- Preparación de la presentación final	1 de agosto de 2025	15 de agosto de 2025	2 semanas
- Entrega final del informe y presentación	16 de agosto de 2025	30 de septiembre de 2025	6 semanas

Capitulo IV: Análisis e interpretación de resultados

1) Diagnostico actual

El presente diagnóstico tiene como objetivo principal identificar y delimitar las zonas dentro del departamento de Santa Ana que carecen de una cobertura de telecomunicaciones adecuada. La finalidad de esta delimitación no solo es precisar el área geográfica de enfoque del proyecto de inversión, sino también establecer una justificación sólida para la propuesta. La selección de estas áreas se basa en la ausencia confirmada de infraestructura de telecomunicaciones existente, un factor crítico que define la necesidad de intervención.

Los hallazgos de este diagnóstico constituyen la piedra angular sobre la cual se fundamentarán los apartados subsiguientes. La identificación precisa de las zonas sin cobertura y la validación de la necesidad a través de las encuestas permitirán un Estudio de Mercado y un Estudio Técnico altamente enfocados. A partir de esta base sólida, se procederá con un Estudio Financiero detallado, asegurando que la evaluación del proyecto de inversión se realice sobre un escenario real y justificado.

1.1) Polígonos del departamento de Santa Ana (CNR)

Para definir con certeza los límites del departamento de Santa Ana, un paso de suma importancia para la investigación se utilizó como fuente oficial el Centro Nacional de Registros (CNR). Dicha institución proporcionó el conjunto de polígonos que delimitan cada uno de los municipios del país.

Posteriormente, este mapa se procesó en la herramienta digital mapshaper.org con el objetivo de aislar y mostrar únicamente los polígonos de los municipios pertenecientes al departamento de Santa Ana, los cuales constituyen la zona de estudio. El resultado de este proceso cartográfico se presenta a continuación:

Figura 1: Polígonos del departamento de Santa Ana



Nota. Mapa tomado de Centro Nacional de Registros (CNR) El Salvador

1.2) Torres en el departamento de Santa Ana

Para determinar la cantidad de torres de telecomunicaciones existentes en el departamento de Santa Ana y establecer la métrica de habitantes por torre, se implementó una metodología de recolección de datos geográficos que combinó múltiples fuentes de información y métodos de verificación.

- **Recopilación de Datos Primarios:** El punto de partida de la investigación fue el análisis de fuentes de información propietarias y contractuales. Inicialmente, se accedió a mapas proporcionados por un operador de telecomunicaciones en El Salvador que detallaban la ubicación de sus torres.

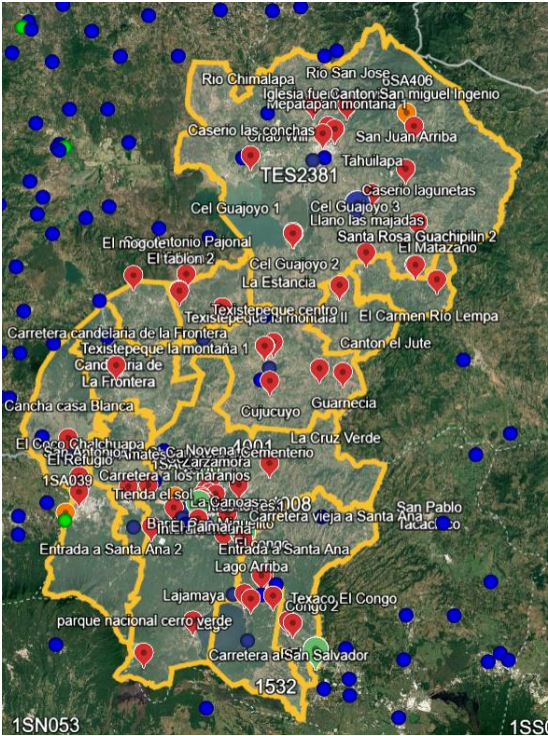
Este primer conjunto de datos se complementó con la identificación de torres de un segundo operador, cuya ubicación fue determinada a través de la revisión de un contrato específico.

- **Validación y Ampliación de la Base de Datos:** Para verificar la información inicial y localizar infraestructura adicional, se utilizaron aplicaciones especializadas en el mapeo de la red celular, como CellMapper y NPerf. Estas herramientas permitieron identificar zonas de cobertura y nuevas torres que no estaban registradas en las bases de datos iniciales. Este proceso de triangulación fue crucial para obtener un panorama más completo de la infraestructura en el departamento.
- **Verificación Geográfica y Consolidación de Datos:** Con la información de las fuentes anteriores, se procedió a realizar un doble proceso de verificación:
- **Verificación Visual Remota:** Se llevó a cabo un barrido visual detallado a través de Google Maps y Google Earth, utilizando las coordenadas de las torres identificadas para confirmar su existencia y ubicación.
- **Verificación Física en Campo:** Se realizó un recorrido físico en vehículo por el territorio de Santa Ana para corroborar la existencia de las torres ya identificadas y para descubrir infraestructura no documentada. Las coordenadas de cada nueva torre fueron registradas con precisión.

Todas las longitudes y latitudes obtenidas de este proceso se consolidaron en un mapa único en Google Earth. El resultado fue una base de datos geoespacial unificada que contenía la ubicación de todas las torres identificadas en el

departamento de Santa Ana. Finalmente, este mapa consolidado de torres fue superpuesto con los polígonos municipales proporcionados por el CNR para obtener el número exacto de torres por cada municipio.

Figura 2: Mapa consolidado de torres identificadas en departamento de Santa Ana



Nota. Fuente Propia

1.3) Densidad poblacional

Para obtener los datos demográficos necesarios, se utilizó una fuente oficial del Banco Central de Reserva (BCR). Esta fuente proporcionó los resultados del censo de 2024, lo que permitió determinar la densidad poblacional y la cantidad total de habitantes para cada uno de los municipios del departamento de Santa Ana.

Tabla 6: Censo de población y VI de vivienda 2024

VII CENSO DE POBLACIÓN Y VI DE VIVIENDA 2024						
CARACTERÍSTICAS DE POBLACIÓN						
Población por departamento, municipio y distrito de residencia según área y sexo.						
Municipio de residencia	Distrito de residencia	Total	1. Urbano		2. Rural	
			1. Hombre	2. Mujer	1. Hombre	2. Mujer
TOTAL	TOTAL	552,938	174,711	205,865	83,221	89,141
01 - Santa Ana Centro	TOTAL	250,760	99,446	117,377	16,495	17,442
01 - Santa Ana Centro	10 - Santa Ana	250,760	99,446	117,377	16,495	17,442
02 - Santa Ana Este	TOTAL	63,958	18,153	21,081	11,822	12,902
02 - Santa Ana Este	02 - Coatepeque	36,371	9,271	10,631	7,857	8,612
02 - Santa Ana Este	04 - El Congo	27,587	8,882	10,450	3,965	4,290
03 - Santa Ana Norte	TOTAL	90,056	11,236	13,369	31,515	33,936

03 - Santa Ana Norte	06 - Masahuat	2,762			1,326	1,436
03 - Santa Ana Norte	07 - Metapán	63,763	11,236	13,369	18,900	20,258
03 - Santa Ana Norte	11 - Santa Rosa Guachipilín	4,260			2,039	2,221
03 - Santa Ana Norte	13 - Texistepeque	19,271			9,250	10,021
04 - Santa Ana Oeste	TOTAL	148,164	45,876	54,038	23,389	24,861
04 - Santa Ana Oeste	01 - Candelaria de La Frontera	23,229	6,184	7,130	4,752	5,163
04 - Santa Ana Oeste	03 - Chalchuapa	74,025	23,641	27,791	11,068	11,525
04 - Santa Ana Oeste	05 - El Porvenir	12,721	2,912	3,265	3,122	3,422
04 - Santa Ana Oeste	08 - San Antonio Pajonal	3,168			1,518	1,650
04 - Santa Ana Oeste	09 - San Sebastián Salitrillo	30,004	13,139	15,852	502	511

04 - Santa Ana Oeste	12 - Santiago de La Frontera	5,017			2,427	2,590
----------------------	------------------------------	-------	--	--	-------	-------

Nota. Datos de Banco Central de Reserva (BCR) El Salvador

1.4) Identificación de zonas no cubiertas

A partir de los datos geográficos de los polígonos municipales del CNR, la cantidad de torres de telecomunicaciones identificadas y la información demográfica del censo de 2024, se procedió a calcular el ratio de habitantes por torre para cada uno de los municipios del departamento de Santa Ana. Este índice de saturación de la infraestructura fue la base para identificar las zonas no cubiertas. Se determinó que los municipios con un alto ratio de habitantes por torre se consideran como zonas con insuficiente cobertura, ya que la infraestructura existente no es la adecuada para abastecer a su población.




Para validar este enfoque, se realizó un análisis de correlación estadística entre las variables clave de la investigación. La correlación entre la cantidad de habitantes y la cantidad de torres mostró una fuerte relación, con un coeficiente de determinación del 79%. En contraste, la correlación entre los kilómetros cuadrados de los municipios y la cantidad de torres solo alcanzó un coeficiente de determinación del 34%.

Este indicador de habitante/torre está directamente relacionado con la demanda: La infraestructura de telecomunicaciones se instala para satisfacer una demanda de servicio. El principal motor de esa demanda es el número de personas. Un coeficiente de determinación del 79% demuestra estadísticamente que la cantidad de habitantes es, por lejos, el factor más influyente en la decisión de instalar una torre. A diferencia de los kilómetros cuadrados (con solo un 34%), que miden el espacio físico, la población mide el mercado potencial.

Como resultado, se consideran como zonas no cubiertas aquellos municipios que tienen un indicador de habitantes por torre por encima de la media, y si se establece un nivel de prioridad los municipios que están por encima de la media más una desviación estándar deberían ser los municipios críticos:

Tabla 7: Resumen de cálculo y determinación de zonas no cubiertas

Distrito de residencia	Habitantes	Torres	Hab/Tor
10 - Santa Ana	250,760	30	8359
02 - Coatepeque	36,371	7	5196
04 - El Congo	27,587	6	4598
06 - Masahuat	2,762	1	2762
07 - Metapán	63,763	19	3356
11 - Santa Rosa Guachipilín	4,260	4	1065
13 - Texistepeque	19,271	11	1752
01 - Candelaria de La Frontera	23,229	2	11615
03 - Chalchuapa	74,025	7	10575
05 - El Porvenir	12,721	1	12721
08 - San Antonio Pajonal	3,168	3	1056
09 - San Sebastián Salitrillo	30,004	2	15002
12 - Santiago de La Frontera	5,017	1	5017
Correlación	0.8881	TOTAL	
Determinación	79%	94	

Cobertura	Prioridad	Estadística
Municipios sin cobertura. Por demanda poblacional.	 Alta	<i>descriptiva</i> <i>Hab/Tor</i> Media + 1 Desv. Estándar 11134.9
Municipios sin cobertura. Evaluar crecimiento poblacional.	 Media	Media 6390.21
Suficientes torres por población.	 Baja	Mediana 5017.00 Desviación estándar 4744.67

Mínimo	1056.00
Máximo	15002.00
Cuenta	13.00
Nivel de confianza (95.0%)	<u>2867.18</u>

Concluido el diagnóstico de la situación actual y habiendo delimitado con certeza las zonas no cubiertas del departamento de Santa Ana, el siguiente paso lógico es la profundización del análisis a través de un Estudio de Mercado.

2) Desarrollo de la evaluación del proyecto de inversión

Posterior al diagnóstico de la situación actual, resulta necesario abordar el proceso de evaluación del proyecto de inversión, ya que este constituye la fase en la cual se integran y analizan los elementos técnicos, comerciales y financieros que permitirán determinar la viabilidad integral de la propuesta.

En este sentido, la evaluación del proyecto de inversión se construye a partir de tres pilares fundamentales. El primero es el estudio de mercado, mediante el cual se identifica y cuantifica la demanda potencial, se analizan los segmentos de usuarios y se determina la factibilidad de introducir una solución que cubra las brechas existentes. Este componente proporciona las bases para dimensionar la magnitud del proyecto y su aceptación en la zona de influencia.

El segundo pilar corresponde al estudio técnico, que analiza los recursos físicos, tecnológicos y operativos necesarios para la implementación. Aquí se detallan aspectos como la selección de la infraestructura, la localización óptima, la

capacidad instalada y los requerimientos de operación y mantenimiento, asegurando que el proyecto pueda ejecutarse de forma eficiente y con criterios de sostenibilidad a largo plazo.

Finalmente, el estudio financiero integra los resultados anteriores y traduce los costos, beneficios e inversiones requeridas en indicadores cuantitativos que permiten valorar la rentabilidad y el riesgo del proyecto. A través de herramientas como el flujo de caja proyectado, el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el periodo de recuperación, se determina si la iniciativa es atractiva para inversionistas y sostenible para la entidad ejecutora.

De esta forma, el desarrollo de la evaluación del proyecto de inversión constituye un proceso integral en el que confluyen los diferentes análisis especializados, brindando una visión clara y objetiva sobre la factibilidad de la propuesta. Su importancia radica en que ofrece un marco metodológico para la toma de decisiones, garantizando que el proyecto no solo responda a una necesidad detectada, sino que también cuente con los fundamentos técnicos, de mercado y financieros que respalden su ejecución exitosa.

2.1) Estudio de mercado

2.1.1) Análisis de la demanda

Con la finalidad de estimar la cantidad de infraestructura de telecomunicaciones que se debe instalar para atender adecuadamente a la población de las zonas no cubiertas del departamento de Santa Ana, es necesario determinar la demanda real de conectividad que el mercado requiere para satisfacer sus necesidades. Mediante este análisis será posible identificar los factores que

influyen en su variación en periodos determinados y el nivel de aceptación que tendría la instalación de nuevos sitios de telecomunicaciones en dichas áreas.

Entre los principales factores que inciden en los niveles de demanda se destacan: la necesidad real de acceso a servicios de internet y telefonía móvil, los costos de dichos servicios, los ingresos económicos de la población, el nivel educativo y el acceso a dispositivos tecnológicos, así como la competencia que ya opera en áreas aledañas. Para obtener esta información será fundamental el uso de herramientas de recolección de datos como encuestas y entrevistas, las cuales permitirán conocer la opinión de los potenciales usuarios, su nivel de satisfacción con el servicio actual y sus expectativas frente a nuevas alternativas de conectividad.

La demanda se puede clasificar bajo los siguientes criterios:

- En relación con la satisfacción: actualmente existe una demanda insatisfecha, ya que en varias zonas la cobertura de telecomunicaciones es inexistente o deficiente, lo que limita el acceso a servicios digitales básicos. Esto representa una oportunidad de mercado, donde la calidad de la señal, la estabilidad del servicio y precios competitivos serán elementos clave para atraer usuarios.
- Por la necesidad del servicio: el acceso a telecomunicaciones se considera un bien de consumo esencial y un servicio básico para el desarrollo social y económico, ya que permite la comunicación, la educación a distancia, el comercio electrónico y la participación ciudadana.

- En cuanto a la temporalidad: se trata de una demanda continua, ya que el servicio es requerido de manera permanente durante todo el año y su crecimiento está asociado al incremento de la población, la digitalización de procesos y la adopción de nuevas tecnologías.

2.1.2) Demanda actual y potencial

En el departamento de Santa Ana, la demanda de infraestructura pasiva para telecomunicaciones está directamente ligada al crecimiento del consumo de servicios móviles, acceso a internet y digitalización de actividades económicas.

Actualmente, existe un déficit significativo en municipios como San Sebastián Salitrillo, El Porvenir y Candelaria de la Frontera, donde la relación habitante/torre supera los 11,000 usuarios potenciales por sitio, lo que implica congestión y limitaciones de calidad.

El potencial de demanda se proyecta alto en zonas con crecimiento poblacional sostenido y escasa infraestructura instalada, particularmente en municipios con actividad comercial creciente (Chalchuapa y zonas periféricas de Santa Ana Centro).

2.1.3) Factores que inciden en el consumo del servicio

Entre algunos de los factores que inciden en el consumo de servicios de telecomunicaciones en zonas no cubiertas del departamento de Santa Ana se pueden mencionar los siguientes:

- Ingresos: El acceso a servicios de internet y telefonía móvil está condicionado por la capacidad económica de los hogares. En áreas rurales o de bajos

ingresos, el gasto mensual en telecomunicaciones compite con otras necesidades básicas, lo que limita la contratación de planes de alta velocidad o paquetes completos de servicios.

- Necesidad percibida: No todos los habitantes identifican el acceso a internet como una necesidad prioritaria, especialmente en comunidades donde el uso de tecnologías digitales aún es limitado. Sin embargo, factores como la educación en línea, el comercio electrónico y la comunicación familiar están aumentando su relevancia.
- Calidad del servicio: Los usuarios potenciales evalúan la relación entre precio, velocidad y estabilidad de la conexión antes de contratar. Un servicio deficiente o intermitente reduce la disposición de pago y puede generar resistencia a cambiar de proveedor.
- Referencias y recomendaciones: En comunidades pequeñas, el boca a boca y las opiniones en redes sociales son determinantes. Las experiencias de otros usuarios, positivas o negativas, influyen directamente en la decisión de contratación.

2.1.4) Segmentos y perfiles del mercado

Segmento de usuario: Hogares y personas naturales en zonas rurales y periurbanas del departamento de Santa Ana, con especial enfoque en aquellas comunidades con baja o nula cobertura de telecomunicaciones.

Segmento de cliente: Empresas proveedoras de servicios de telecomunicaciones (operadores móviles, locales), instituciones educativas,

comercios y organizaciones que requieran conectividad estable para sus operaciones.

Perfil del usuario: Personas de entre 15 y 65 años, residentes en comunidades con limitada cobertura de telecomunicaciones, con ingresos mensuales que oscilan entre \$250 y \$700, pertenecientes a estratos socioeconómicos bajo y medio-bajo. Usuarios con necesidades de acceso a internet para educación, comunicación, trabajo remoto, entretenimiento y trámites en línea.

Perfil del cliente: Operadores de telecomunicaciones y proveedores locales interesados en expandir su cobertura y base de usuarios. Estos clientes suelen buscar proyectos que les permitan llegar a mercados no atendidos, fortalecer su presencia regional y aprovechar incentivos o alianzas para la instalación de infraestructura en áreas de difícil acceso.

2.1.5) Determinación del tamaño de la muestra

Para el estudio de este proyecto se ha tomado a bien considerar toda la población de los municipios que, identificados como zonas sin cobertura, es decir, Santa Ana, Candelaria de La Frontera, Chalchuapa, El Porvenir y San Sebastián Salitrillo, la población total de dichos municipios es de 390,739 habitantes.

Se utilizó un nivel de confianza de 95% y un grado de error de 13% en la fórmula de la muestra.

Aplicando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2 \sigma^2 N}{e^2(N - 1) + z^2 \sigma^2}$$

En donde:

- n = es el tamaño de la muestra poblacional a obtener.
- N = es el tamaño de la población total.
- σ = representa la desviación estándar de la población. En caso de desconocer este dato es común utilizar un valor constante que equivale a 0.5
- Z = es el valor obtenido mediante niveles de confianza. Su valor es una constante, por lo general se tienen dos valores dependiendo el grado de confianza que se desee siendo 99% el valor más alto (este valor equivale a 2.58) y 95% (1.96) el valor mínimo aceptado para considerar la investigación como confiable.
- e = representa el límite aceptable de error muestral.

Remplazando los valores

$$z=1.96$$

$$\sigma=0.5$$

$$N=390,739$$

$$e=13\%$$

$$n=57 \text{ habitantes.}$$

2.1.6) Análisis de la oferta

En El Salvador, la oferta de infraestructura de telecomunicaciones es variada y competitiva. Existen varias empresas que desarrollan, poseen y operan torres y sitios pasivos para operadores móviles, lo que crea un entorno de mercado abierto

y dinámico. Esto favorece oportunidades tanto para nuevos proyectos como para asociaciones estratégicas enfocadas en la implementación de infraestructura en zonas con cobertura limitada como ciertas áreas del departamento de Santa Ana.

Principales representantes en infraestructura de torres:

- Claro / Sites (América Móvil): América Móvil, bajo la marca Claro, opera una unidad de infraestructura denominada Sites, que administra cerca de 1,200 sitios en El Salvador, compitiendo con otros operadores independientes en el mercado de torres.
- Tigo / Millicom: Tigo, parte del grupo Millicom, es uno de los operadores más grandes del país. En 2018, vendió aproximadamente 800 torres a SBA Communications, pero mantiene acuerdos de arrendamiento y operatividad. Además, ha avanzado en la expansión de su red 4G/LTE-A y recibió un financiamiento de \$205 millones de IDB Invest y Bladex en 2025 para fortalecer infraestructura móvil y banda ancha fija. Opera desde los años 90s en El Salvador, es líder en servicios móviles, banda ancha y televisión por cable.
- SBA Communications: SBA es una de las principales towercos en América Latina, con una sólida presencia en El Salvador tras adquirir y operar las torres de Tigo. Están en proceso de expandir su portafolio con nuevos sitios.
- Phoenix Tower International (PTI): Phoenix Tower International adquirió más de 200 torres de Digicel en El Salvador en 2017, consolidando una base de infraestructura existente que gestiona dentro del país.

- Torrecom: Es un operador latinoamericano con presencia en El Salvador, enfocado en el desarrollo, adquisición y operación de infraestructura de torres.
- American Tower Corporation: es uno de los principales operadores globales de infraestructura de telecomunicaciones, con presencia en varios países de América Latina. Su modelo de negocio se centra en el arrendamiento de torres a distintos operadores móviles, lo que facilita la expansión de la cobertura y optimiza el uso compartido de infraestructura. En mercados de la región, ha desempeñado un rol clave en la masificación de servicios móviles y en la preparación para tecnologías de nueva generación como el 5G.

El mercado de torres de telecomunicaciones es muy variado y está cambiando constantemente. Hay muchos actores importantes que compiten entre sí, lo cual abre la puerta a nuevas oportunidades de negocio.

Competencia Fuerte: Varias empresas grandes (como American Tower Corporation y SBA) ya tienen torres e infraestructura lista para ser usada. Esto significa que podemos construir nuevas torres, o bien, hacer acuerdos para usar las que ya existen.

Futuro Incierto: Un ejemplo de estos cambios es la posible llegada de empresas American Tower Corporation y SBA Communications, que son del mercado internacional y que podrían cambiar la forma en que se maneja este negocio.

Opciones de Inversión: Esta situación nos da la flexibilidad para elegir entre dos caminos principales:

- Crear infraestructura desde cero (modelo "greenfield").
- Alquilar espacio en torres ya construidas (modelo "brownfield").

Estrategia Flexible: La mejor manera de avanzar es combinar estas dos opciones. Podríamos construir algunas torres propias y, al mismo tiempo, hacer alianzas o alquilar espacios a empresas como Claro/Sites, PTI, Torrecom, American Tower Corporation o SBA, dependiendo de las regulaciones y lo que más nos convenga.

2.1.7) Determinación de la demanda potencial insatisfecha

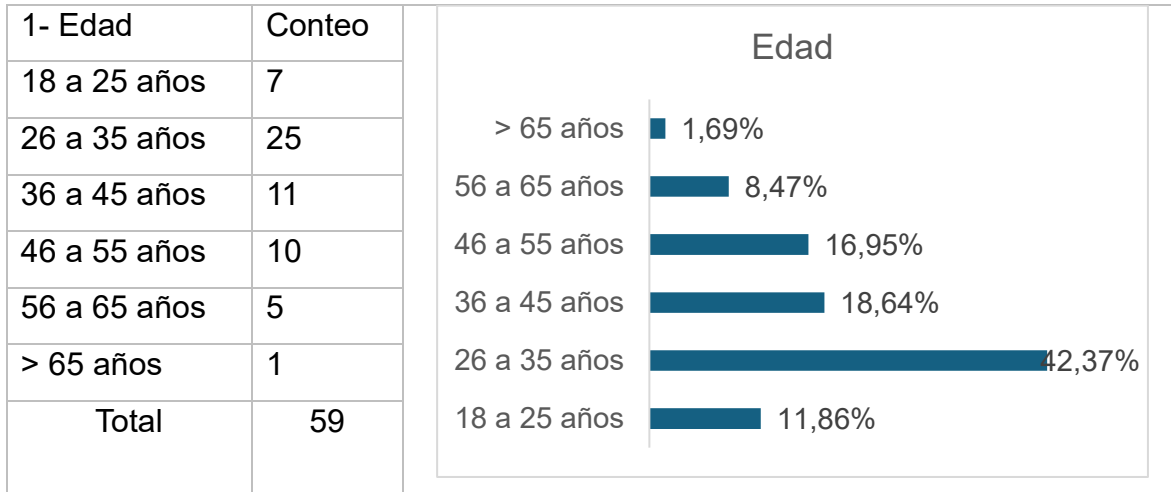
Para determinar la demanda potencial de infraestructura de telecomunicaciones en el departamento de Santa Ana, se utilizaron dos fuentes principales de información:

- Resultados de la encuesta aplicada a la muestra de consumidores en los municipios seleccionados.
- Datos poblacionales oficiales del último censo del año 2024.

El análisis parte de identificar el número de personas y hogares que actualmente experimentan baja o nula cobertura de servicios de telecomunicaciones, así como su disposición a aceptar mejoras de infraestructura. La información obtenida permite estimar el potencial de mercado para nuevas inversiones en torres de telecomunicaciones y otros elementos de red.

2.1.8) Resultado de encuestas e interpretación de resultados

Tabla 8: Edad



Nota. Datos obtenidos de las encuestas

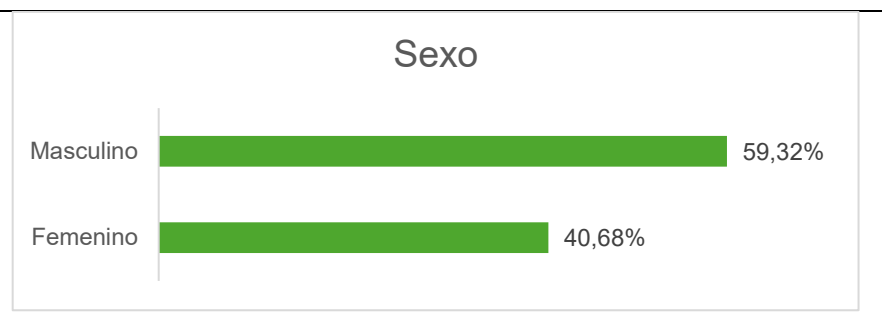
Análisis: La muestra encuestada se concentra principalmente en el grupo de 26 a 35 años, que representa el 42.37% del total. Esta franja etaria suele estar en una etapa de consolidación profesional y familiar, con alta adopción tecnológica, lo que la convierte en un segmento clave para el desarrollo de servicios digitales y telecomunicaciones.

Le siguen los grupos de 36 a 45 años (18.64%) y 46 a 55 años (16.95%), que también muestran una participación significativa. En conjunto, las cohortes entre 18 y 45 años suman el 71.19%, lo que sugiere un mercado altamente receptivo a soluciones móviles, conectividad avanzada y servicios en línea.

Por otro lado, los adultos mayores (56 años en adelante) representan solo el 10.16% de la muestra. Esta baja participación puede reflejar barreras de acceso, menor alfabetización digital o desinterés en el tema, lo que indica la necesidad de estrategias inclusivas para este grupo.

Tabla 9: Sexo

2- Sexo	Conteo
Femenino	24
Masculino	35
Total	59

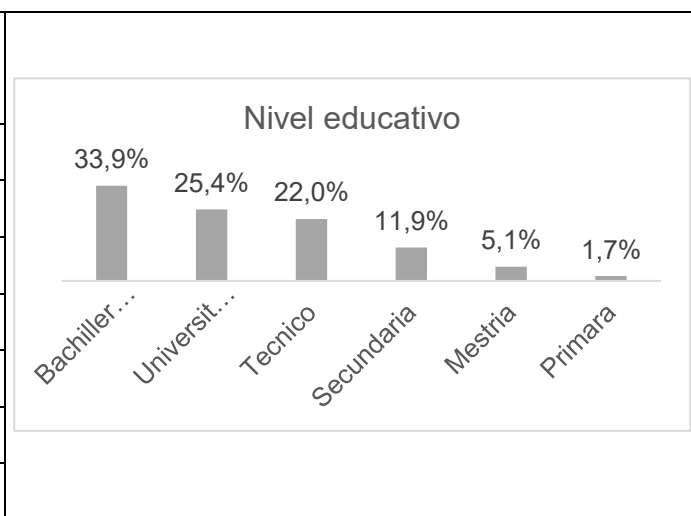


Análisis: La muestra revela una ligera sobrerrepresentación masculina, con un 59.3% de participantes hombres frente al 40.7% de mujeres. Esta diferencia puede estar relacionada con la estructura ocupacional de la zona de estudio, donde sectores como transporte, logística, construcción o trabajos de campo suelen tener mayor participación masculina.

Sin embargo, la presencia femenina es significativa, lo que indica que las mujeres también están activamente involucradas en el entorno digital y en el uso de servicios de telecomunicaciones. Esto es clave para el diseño de estrategias inclusivas, tanto en infraestructura como en comunicación comercial.

Tabla 10: Nivel educativo alcanzado

Nivel educativo alcanzado	Conteo
Bachillerato	20
Maestría	3
Primaria	1
Secundaria	7
Técnico	13
Universitaria	15
Total	59



Nota. Datos obtenidos de las encuestas

Análisis: La muestra presenta una clara predominancia de personas con educación media y superior. El grupo con bachillerato representa el 33.9% del total, seguido por quienes tienen estudios universitarios (25.4%) y formación técnica (22.0%). Esta distribución sugiere una población con habilidades académicas y operativas que facilitan la adopción de tecnologías digitales, especialmente aquellas que requieren cierto grado de alfabetización tecnológica.

Los niveles más bajos de escolaridad, como primaria (1.7%) y secundaria (11.9%), aunque menos representados, indican la existencia de segmentos que podrían enfrentar barreras en el acceso y uso eficiente de servicios de telecomunicaciones. Por otro lado, el pequeño grupo con estudios de posgrado (5.1%) podría tener expectativas más altas en cuanto a calidad, velocidad y estabilidad del servicio.

En conjunto, el perfil educativo de los encuestados refleja una comunidad con potencial para aprovechar soluciones tecnológicas avanzadas, pero también con la necesidad de estrategias diferenciadas que atiendan las brechas de conocimiento y acceso.

Tabla 11: Municipio

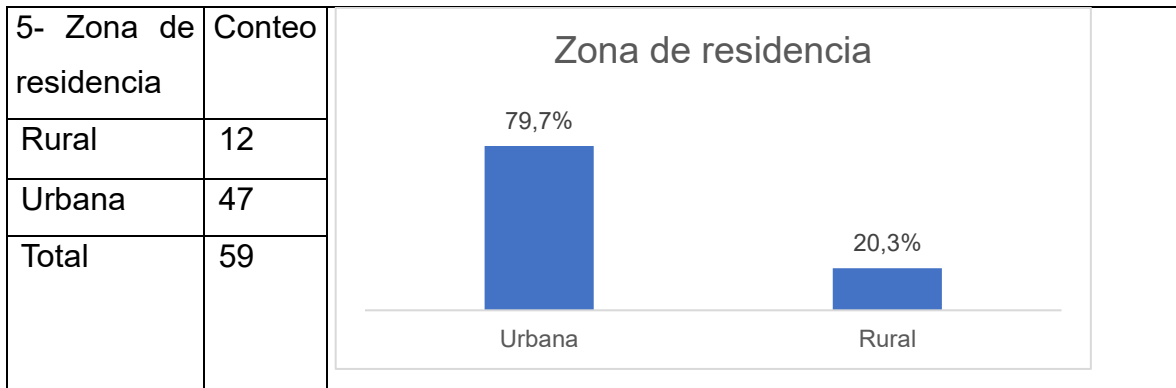
4- Municipio	Conteo
Candelaria de la frontera	13
Chalchuapa	10
El Porvenir	12
San Sebastián Salitrillo	11
Santa Ana	13
Total	59

Municipio	Porcentaje
Santa Ana	22,0%
San Sebastián Salitrillo	18,6%
El Porvenir	20,3%
Chalchuapa	16,9%
Candelaria de la frontera	22,0%

Análisis: La muestra presenta una distribución territorial relativamente equilibrada entre los municipios estudiados. Destacan Candelaria de la Frontera y Santa Ana, cada uno con el 22.0% de participación, seguidos por El Porvenir (20.3%), San Sebastián Salitrillo (18.6%) y Chalchuapa (16.9%). Esta dispersión geográfica sugiere una cobertura representativa dentro del departamento, lo que permite captar matices locales en cuanto a conectividad, acceso a servicios digitales y hábitos de consumo tecnológico.

La presencia de municipios tanto urbanos como rurales en proporciones similares facilita un análisis comparativo entre contextos con diferentes niveles de infraestructura. Esta diversidad territorial es clave para identificar brechas de cobertura, evaluar la equidad en el acceso a telecomunicaciones y diseñar estrategias de expansión que respondan a las realidades específicas de cada zona.

Tabla 12: Zona de residencia

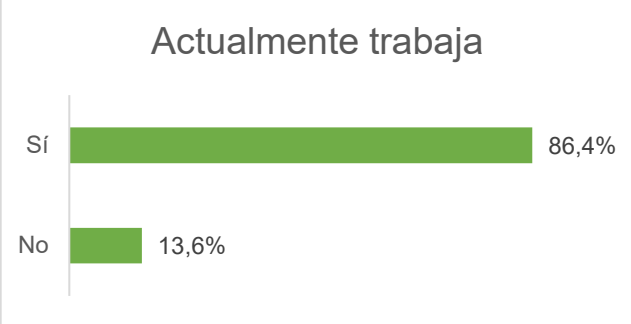


Nota. Datos obtenidos de las encuestas

Análisis: La mayoría de los encuestados reside en zonas urbanas, representando el 79.7% del total. Esta concentración urbana refleja una mayor densidad poblacional y una infraestructura de telecomunicaciones más desarrollada, lo que facilita el acceso a servicios digitales y aumenta la exigencia en cuanto a calidad y velocidad de conexión.

Aunque el segmento rural representa solo el 20.3%, su presencia en la muestra es clave. Estas áreas suelen enfrentar limitaciones históricas en cobertura, estabilidad y velocidad de internet, lo que las convierte en territorios estratégicos para proyectos de expansión. La diferencia entre zonas urbanas y rurales también permite identificar contrastes en hábitos de uso, necesidades tecnológicas y niveles de satisfacción, fundamentales para diseñar soluciones inclusivas y efectivas

Tabla 13: Actualmente trabaja

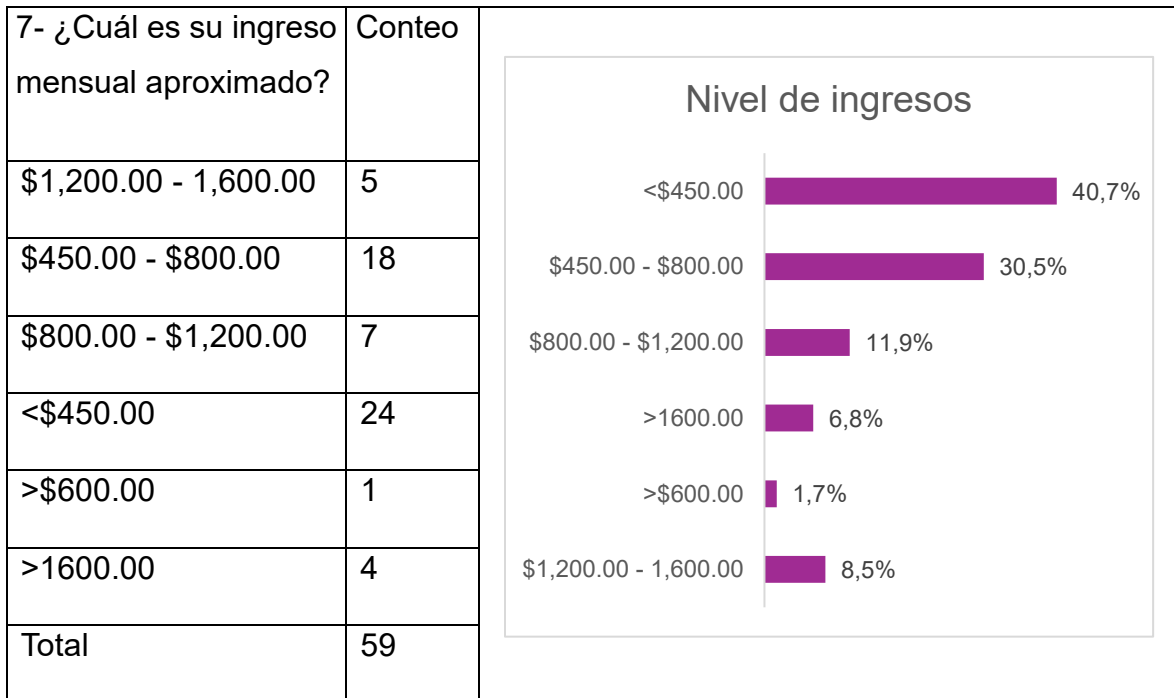
¿Actualmente trabaja?	Conteo	
No	8	
Sí	51	
Total	59	

Nota. Datos obtenidos de las encuestas

Análisis: La gran mayoría de los encuestados, un 86.4%, indicó que actualmente cuenta con empleo. Este dato revela una base poblacional económicamente activa, lo que implica una mayor capacidad de pago y disposición para adquirir servicios de telecomunicaciones. La estabilidad laboral suele correlacionarse con una mayor demanda de conectividad, especialmente en contextos donde el trabajo remoto, el emprendimiento digital y el acceso a plataformas de servicios son cada vez más comunes.

El 13.6% restante, que no trabaja actualmente, representa un segmento que podría enfrentar barreras económicas para acceder a servicios de calidad, pero también puede ser objeto de políticas de inclusión digital, subsidios o planes diferenciados. En conjunto, el perfil laboral de la muestra sugiere un entorno favorable para la implementación de infraestructura tecnológica, con potencial de adopción rápida y sostenida.

Tabla 14: Nivel de ingresos



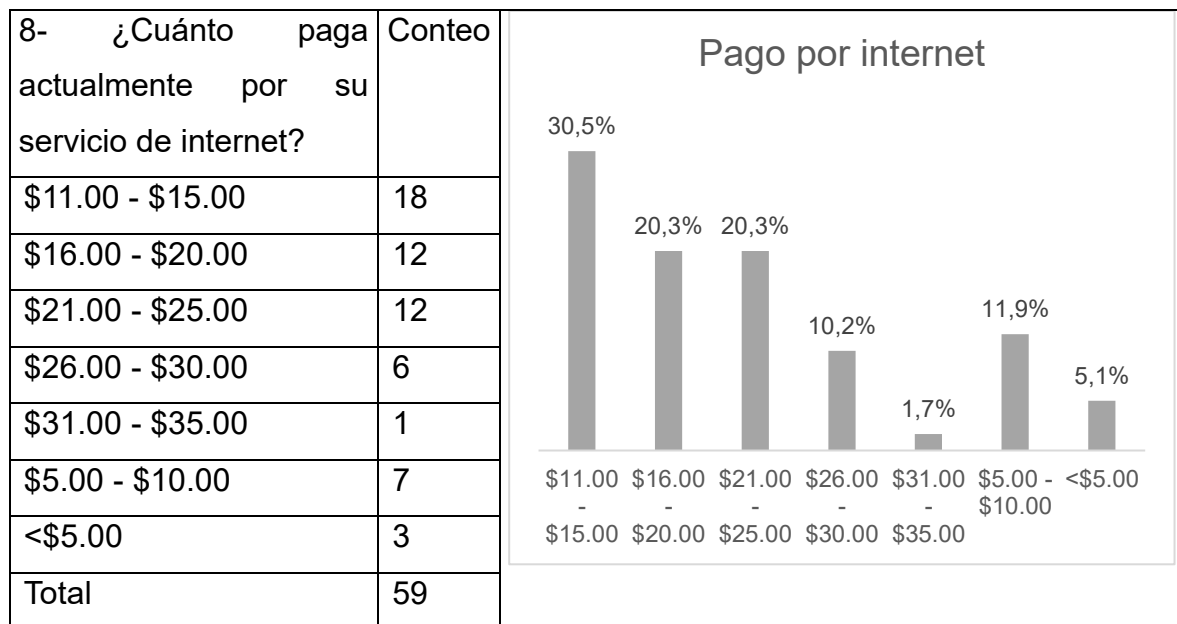
Nota. Datos obtenidos de las encuestas

Análisis: La distribución de ingresos entre los encuestados muestra una concentración en los rangos medios, con una notable presencia en el intervalo de \$450.00 a \$800.00 y \$800.00 a \$1,200.00, lo que sugiere una base poblacional con ingresos estables pero moderados. El grupo que reporta ingresos entre \$1,200.00 y \$1,600.00 también tiene una participación significativa, lo que indica que una parte de la muestra cuenta con mayor capacidad adquisitiva.

En contraste, los extremos de la escala, menos de \$450.00 y más de \$1,600.00 tienen menor representación, lo que refleja una menor proporción de personas en situación de vulnerabilidad económica o con ingresos altos. Este patrón sugiere que la mayoría de los encuestados se ubica en un segmento socioeconómico medio, lo cual es relevante para definir precios accesibles y sostenibles en servicios de telecomunicaciones.

La presencia de ingresos diversos también permite inferir que cualquier estrategia comercial debe contemplar planes escalonados, adaptados a distintos niveles de ingreso, para maximizar la cobertura y la adopción del servicio.

Tabla 15: Pago por internet



Nota. Datos obtenidos de las encuestas

Análisis: La mayoría de los encuestados se encuentra en un rango de pago mensual moderado. El grupo más numeroso (30.5%) paga entre \$11 y \$15, lo que indica una preferencia por planes accesibles que probablemente ofrecen velocidades básicas pero funcionales. Le siguen dos segmentos con igual peso (20.3% cada uno) que pagan entre \$16 y \$20 y \$21 y \$25, lo que sugiere una disposición creciente a invertir en mejor calidad de servicio.

Estos tres rangos concentran el 71.1% de la muestra, definiendo un mercado con una clara tendencia hacia precios medios. En los extremos, un 11.9% paga menos de \$10, reflejando sensibilidad al precio, posiblemente asociada a ingresos

bajos o zonas con cobertura limitada. Solo un 1.7% paga más de \$30, lo que indica que los planes premium tienen una penetración marginal.

Este patrón de gasto mensual revela un mercado que valora la relación costo-beneficio, y que podría responder positivamente a ofertas que mejoren la calidad sin exceder el umbral de los \$25 mensuales.

Tabla 16: *Personas por casa*

9- ¿Cuántas personas viven en su casa?	Conteo	<p style="text-align: center;">Personas por casa</p>
1-3 personas	34	
4-6 personas	16	
7-9 personas	2	
Solo yo	7	
Total	59	

Nota. Datos obtenidos de las encuestas

Análisis: La mayoría de los encuestados (57.6 %) vive en hogares compuestos por 1 a 3 personas, mientras que un 27.1 % reside en viviendas con 4 a 6 integrantes. Los hogares más numerosos, con 7 a 9 personas, representan apenas el 3.4 % de la muestra, y un 11.9 % declara vivir solo.

Este patrón sugiere que, en los municipios con problemas de conectividad evaluados (Candelaria de la Frontera, Chalchuapa, El Porvenir, San Sebastián Salitrillo y Santa Ana), predomina un núcleo familiar reducido o unipersonal. Para la planificación de servicios de telecomunicaciones, este dato implica que la demanda de internet se orienta principalmente a planes que puedan satisfacer las necesidades de 1 a 4 usuarios simultáneos, priorizando estabilidad y velocidad moderada a precios accesibles.

Además, el alto porcentaje de hogares pequeños abre oportunidades para estrategias comerciales centradas en paquetes residenciales optimizados y escalables, evitando la sobreoferta de planes costosos diseñados para grandes grupos familiares.

Tabla 17: Acceso a internet

10- ¿En su zona de residencia posee acceso a internet?	Conteo
No	3
Sí	55
Total	58

Zonas residencial posee internet

Respuesta	Porcentaje
Sí	94,9%
No	5,1%

Nota. Datos obtenidos de las encuestas

Análisis: La gran mayoría de los encuestados (94.9 %) tiene acceso a internet en su hogar, mientras que solo un 5.1 % carece de este servicio. Esto indica que, aunque la penetración de internet es elevada en los municipios estudiados de Santa Ana, aún existen hogares con conectividad limitada o inexistente, principalmente en zonas rurales o en sectores periféricos.

Este hallazgo es clave para identificar la demanda potencial insatisfecha, ya que esos hogares representan oportunidades estratégicas para la expansión de infraestructura de telecomunicaciones, ofreciendo servicios que puedan cubrir las brechas existentes y mejorar la inclusión digital en la región.

Tabla 18: *Dispositivos de uso de internet*

11-Si respondió si, por cual medio	Conteo	<p style="text-align: center;">dispositivos en los que usa internet</p> <table border="1"> <caption>datos dispositivos en los que usa internet</caption> <thead> <tr> <th>Dispositivos</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Wi-fi residencial, Datos móviles</td> <td>50,8%</td> </tr> <tr> <td>Wi-fi residencial</td> <td>23,7%</td> </tr> <tr> <td>Datos móviles</td> <td>22,0%</td> </tr> <tr> <td>Red comunitaria</td> <td>1,7%</td> </tr> <tr> <td>Datos móviles, Red comunitaria</td> <td>1,7%</td> </tr> </tbody> </table>	Dispositivos	Porcentaje	Wi-fi residencial, Datos móviles	50,8%	Wi-fi residencial	23,7%	Datos móviles	22,0%	Red comunitaria	1,7%	Datos móviles, Red comunitaria	1,7%
Dispositivos	Porcentaje													
Wi-fi residencial, Datos móviles	50,8%													
Wi-fi residencial	23,7%													
Datos móviles	22,0%													
Red comunitaria	1,7%													
Datos móviles, Red comunitaria	1,7%													
Datos móviles	12													
Datos móviles, Red comunitaria	1													
Red comunitaria	1													
Wi-fi residencial	14													
Wi-fi residencial, Datos móviles	31													
Total	59													

Nota. Datos obtenidos de las encuestas

Análisis: El análisis muestra que más de la mitad de los encuestados (50.8%) accede a internet mediante una combinación de Wi-Fi residencial y datos móviles, lo que refleja una estrategia de redundancia en los hogares para asegurar conectividad continua. Este comportamiento sugiere que, aunque existe infraestructura fija, los usuarios complementan con redes móviles para cubrir fallos, movilidad o necesidades específicas.

Un 23.7% utiliza exclusivamente Wi-Fi residencial, lo que indica confianza en la estabilidad del servicio fijo, mientras que un 22.0% depende únicamente de datos móviles, lo cual puede estar relacionado con limitaciones de infraestructura, movilidad laboral o preferencias personales.

Los accesos alternativos, como redes comunitarias o combinaciones menos comunes, representan solo el 3.4% de la muestra, pero son relevantes desde una perspectiva de inclusión digital. Estos casos pueden señalar zonas con baja cobertura comercial o iniciativas locales para suplir carencias estructurales.

En conjunto, los resultados evidencian que la conectividad en los municipios estudiados —especialmente en Santa Ana y sus alrededores— está marcada por una fuerte dependencia de soluciones móviles, lo que subraya la necesidad de infraestructura robusta, híbrida y confiable que soporte tanto el acceso fijo como el móvil.

Tabla 19: Eficiencia de internet

12- ¿El servicio de Internet que tiene es suficiente para sus necesidades diarias?	Conteo	Tiene suficiente internet	
No	24	Sí	59,3%
Sí	35	No	40,7%
Total	59		

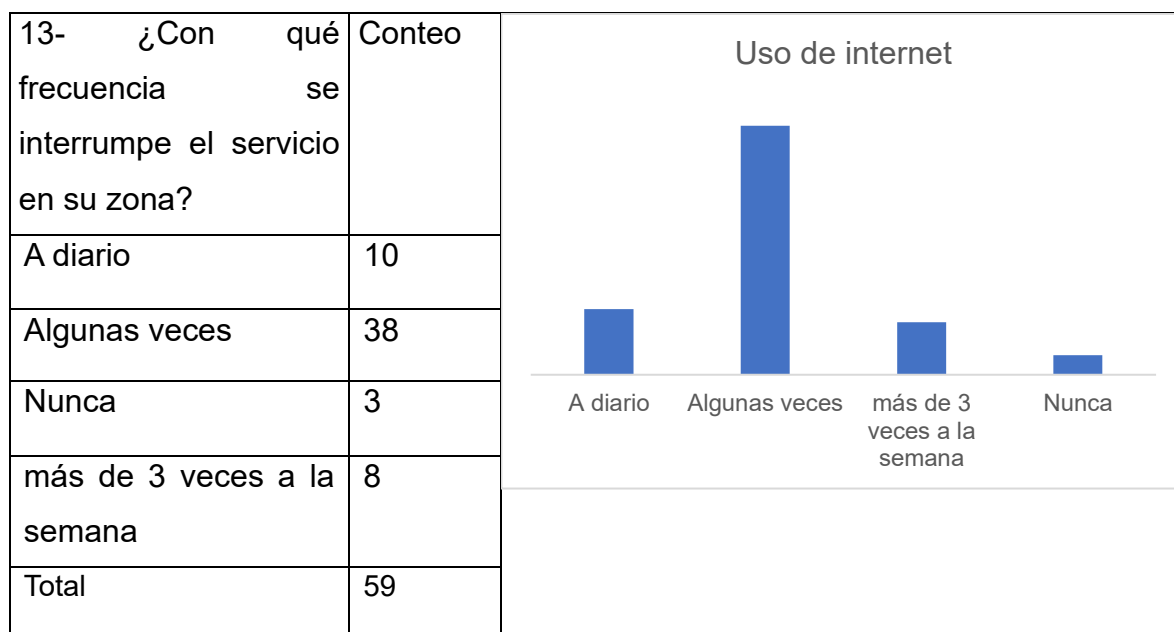
Nota. Datos obtenidos de las encuestas

Análisis: La mayoría de los encuestados (59.3%) considera que el servicio de internet que posee sí cubre sus necesidades diarias, lo que sugiere que, en términos generales, la infraestructura actual logra satisfacer las demandas básicas de conectividad en los hogares. Este grupo probablemente cuenta con acceso estable y velocidades adecuadas para actividades comunes como comunicación, entretenimiento y trabajo remoto.

Sin embargo, un 40.7% indica que no le resulta suficiente, lo que representa una proporción considerable de usuarios insatisfechos. Esta cifra revela que, aunque la cobertura existe, la calidad del servicio no siempre responde a las expectativas o necesidades reales, especialmente en contextos donde se requiere mayor velocidad, estabilidad o capacidad de carga.

Este contraste entre satisfacción y limitaciones sugiere que hay una brecha técnica y de percepción que debe abordarse, ya sea mediante mejoras en la infraestructura, ajustes en los planes ofrecidos o educación digital sobre el uso eficiente del servicio.

Tabla 20: *Uso de internet*



Nota. Datos obtenidos de las encuestas

Análisis: La mayoría de los encuestados (64.4%) reporta que el servicio se interrumpe “algunas veces”, lo que indica una percepción de inestabilidad ocasional pero tolerable. Este tipo de interrupciones puede estar relacionado con factores climáticos, saturación de red o deficiencias técnicas en la infraestructura local.

Un 13.6% menciona que las interrupciones ocurren más de tres veces por semana, y otro 16.9% afirma que suceden a diario, lo que evidencia que cerca de un tercio de los usuarios experimenta fallos frecuentes, afectando directamente su productividad, acceso a servicios digitales y calidad de vida.

Solo un 5.1% indica que nunca se interrumpe el servicio, lo que representa una minoría con acceso a una conectividad más estable. Esta disparidad en la experiencia de uso sugiere que, aunque la cobertura existe, la calidad del servicio varía significativamente entre zonas, lo que refuerza la necesidad de intervenciones técnicas que mejoren la confiabilidad de la red.

Tabla 21: *Dispositivos en su hogar de uso de internet*

15 - ¿Qué dispositivos tiene disponibles en su hogar para conectarse a Internet	Con	teo
Smartphone	15	
Smartphone, Computadora	1	
Smartphone, Computadora, Tablet, Televisor	6	
Smartphone, Computadora, Televisor	20	
Smartphone, Tablet	1	
Smartphone, Tablet, Televisor	6	
Smartphone, Televisor	10	
Total	59	

Dispositivos en su hogar de uso de internet

Dispositivos	Porcentaje
Smartphone	25,4%
Smartphone, Computadora, Televisor	33,9%
Smartphone, Televisor	16,9%
Smartphone, Computadora, Tablet, Televisor	10,2%
Smartphone, Tablet, Televisor	10,2%
Smartphone, Computadora	1,7%
Smartphone, Tablet	1,7%

Nota. Datos obtenidos de las encuestas

Análisis: La mayoría de los encuestados cuenta con múltiples dispositivos para acceder a internet, lo que refleja una alta penetración tecnológica en los hogares. El grupo más representativo (33.9%) dispone de smartphone, computadora y televisor, lo que indica un entorno digital diversificado, capaz de soportar actividades como trabajo remoto, educación virtual, entretenimiento y compras en línea.

Un 10.2% adicional tiene acceso a smartphone, computadora, Tablet y televisor, lo que sugiere un nivel aún más avanzado de equipamiento, posiblemente vinculado a hogares con mayor poder adquisitivo o necesidades específicas de conectividad.

El smartphone aparece como el dispositivo más común, presente en todas las combinaciones, y utilizado de forma exclusiva por el 25.4% de los encuestados. Esto confirma su rol central como herramienta de acceso digital, especialmente en contextos donde otros dispositivos pueden ser menos accesibles.

La variedad de combinaciones revela que los hogares no solo están conectados, sino que también diversifican sus medios de acceso, lo que implica una demanda por servicios que sean compatibles con múltiples plataformas y que ofrezcan estabilidad en distintos entornos de uso.

Tabla 22: *Internet y calidad de vida*

16- ¿Considera que tener mejor conexión a Internet mejoraría su calidad de vida?	Conteo	<p>Tener mejor señal de internet mejoraría su calidad de vida</p> <p>Sí 91,5%</p> <p>No 8,5%</p>
No	5	
Sí	54	
Total	59	

Nota. Datos obtenidos de las encuestas

Análisis: Una abrumadora mayoría de los encuestados (91.4%) considera que una mejor conexión a internet sí mejoraría su calidad de vida. Esta percepción refleja el papel central que juega la conectividad en las actividades cotidianas, desde el acceso a la educación y el trabajo remoto, hasta la comunicación, el entretenimiento y los trámites digitales.

El hecho de que solo el 8.6% haya respondido negativamente sugiere que la necesidad de una conexión más robusta y confiable es ampliamente reconocida, incluso en comunidades donde la infraestructura básica ya está presente. Esta

valoración positiva indica que los usuarios no solo ven el internet como una herramienta funcional, sino como un factor determinante en su bienestar personal y social.

La respuesta también refuerza la idea de que mejorar la calidad del servicio no es solo una cuestión técnica, sino una estrategia de desarrollo humano, especialmente en zonas donde la conectividad puede marcar la diferencia entre la inclusión y la exclusión digital.

17- ¿Usted o alguien en su familia ha tenido problemas para estudiar o trabajar por mala conexión?

Tabla 23: Problemas de trabajo/estudio por mala conexión

17- ¿Usted o alguien en su familia ha tenido problemas para estudiar o trabajar por mala conexión?	Conteo	<p>Ha tenido problemas de trabajo/estudio por mala conexión</p> <p>Sí 88,1%</p> <p>No 11,9%</p>
No	7	
Sí	52	
Total	59	

Nota. Datos obtenidos de las encuestas

Análisis: Una gran mayoría de los encuestados (88.1%) afirma que sí ha tenido problemas para estudiar o trabajar debido a una mala conexión a internet, lo que evidencia una limitación estructural significativa en la calidad del servicio. Esta situación afecta directamente el acceso a oportunidades educativas y laborales, especialmente en contextos donde la virtualidad se ha vuelto indispensable.

Solo el 11.9% indica no haber enfrentado este tipo de dificultades, lo que sugiere que la conectividad estable aún no es una realidad para todos. Este dato refuerza la urgencia de mejorar la infraestructura de telecomunicaciones, ya que la conectividad deficiente no solo limita el desarrollo individual, sino también el progreso colectivo de las comunidades.

La alta incidencia de problemas de conexión en actividades clave como el estudio y el trabajo convierte esta variable en un indicador crítico de exclusión digital, y en una prioridad para cualquier proyecto que busque cerrar brechas tecnológicas en los municipios evaluados.

18- ¿Cree que la falta de telecomunicaciones ha afectado el desarrollo económico de su comunidad?

Tabla 24: *La falta de telecomunicaciones afecta su comunidad*

18- ¿Cree que la falta de telecomunicaciones ha afectado el desarrollo económico de su comunidad?	Conteo	<p style="text-align: center;">La falta de telecomunicaciones afecta su comunidad</p> <p style="text-align: center;">Tal vez 39,0% Si 55,9% No 5,1%</p>
No	3	
Si	33	
Tal vez	23	
Total	59	

Nota. Datos obtenidos de las encuestas

Análisis: La mayoría de los encuestados (55.9%) considera que sí ha habido un impacto negativo en el desarrollo económico de su comunidad debido a la falta de telecomunicaciones. Este dato refleja una percepción clara de que la conectividad no solo es una herramienta de comunicación, sino un motor de

crecimiento local, especialmente en áreas donde el acceso a servicios digitales puede habilitar nuevas oportunidades de empleo, emprendimiento y educación.

Un 39.0% respondió “tal vez”, lo que indica una percepción ambigua pero abierta a reconocer que la conectividad podría estar influyendo en el progreso económico, aunque no de forma directa o evidente. Este grupo representa una oportunidad para sensibilización y educación sobre el papel estratégico de las telecomunicaciones en el desarrollo.

Solo un 5.1% considera que no hay afectación, lo que sugiere que en ciertos contextos la economía local puede estar menos dependiente de la infraestructura digital, aunque este es claramente un grupo minoritario.

Tabla 25: *Pagaría por un mejor servicio*

19- ¿Estaría dispuesto(a) a pagar por un servicio de Internet de mejor calidad en su zona?	Conteo	<p>Pagaria por un mejor servicio</p> <ul style="list-style-type: none"> Sí: 37,3% No: 11,9% Depende el precio: 50,8%
Depende el precio	30	
No	7	
Sí	22	
Total	59	

Nota. Datos obtenidos de las encuestas

Análisis: La mayoría de los encuestados (50.8%) respondió que “depende del precio”, lo que indica una actitud abierta pero condicionada por la capacidad

económica. Este grupo representa un segmento clave para estrategias comerciales flexibles, donde el valor percibido del servicio debe justificar el costo adicional.

Un 37.3% manifestó estar dispuesto a pagar, lo que revela una demanda activa por mejoras en la calidad del servicio. Este grupo probablemente ha experimentado limitaciones con su conexión actual y está dispuesto a invertir en soluciones más confiables.

Solo un 11.9% respondió “no”, lo que sugiere una resistencia al cambio, posiblemente por satisfacción con el servicio actual, restricciones económicas o falta de confianza en que una mejora justifique el gasto.

Tabla 26: Capacidad de pago

20- ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un mejor servicio?	Conteo
\$11.00 - \$15.00	13
\$16.00- \$20.00	19
\$21.00 - \$25.00	1
\$21.00 - \$30.00	14
\$30.00 - \$40.00	4
\$5.00 - \$10.00	7
Total	59

Rango de Pago	Porcentaje
\$21.00 - \$25.00	1,7%
\$30.00 - \$40.00	6,8%
\$5.00 - \$10.00	11,9%
\$21.00 - \$30.00	23,7%
\$16.00- \$20.00	32,2%
\$11.00 - \$15.00	22,0%

Nota. Datos obtenidos de las encuestas

Análisis: La disposición de pago entre los encuestados se concentra principalmente en rangos medios. El grupo más numeroso (32.2%) está dispuesto a pagar entre \$16.00 y \$20.00, seguido por un 23.7% que acepta pagar entre \$21.00 y \$30.00, y un 22.0% que se inclina por el rango de \$11.00 a \$15.00. Estos tres

segmentos representan el 77.9% de la muestra, lo que define un mercado con una clara preferencia por precios entre \$11 y \$30 mensuales.

Un 11.9% estaría dispuesto a pagar menos de \$10, lo que refleja sensibilidad al precio y posiblemente limitaciones económicas. En el extremo superior, solo un 6.8% considera pagar entre \$30.00 y \$40.00, lo que indica que los planes premium tienen una aceptación limitada.

Este patrón sugiere que, si bien existe interés en mejorar la calidad del servicio, la capacidad de pago está condicionada por rangos accesibles, lo que debe ser considerado en el diseño de ofertas comerciales. La presencia significativa en el rango de \$21 a \$30 también indica que hay margen para introducir mejoras técnicas sin perder competitividad en el mercado.

Tabla 27: *Se ha desplazado por mejor cobertura*

21- ¿Ha tenido que desplazarse fuera de su comunidad para acceder a servicios digitales (educación, trámites, trabajo)?	Conteo
A veces	16
No	23
Nunca	1
Si	19
Total	59

Se ha desplazado por mejor cobertura

Respuesta	Porcentaje
Si	32,2%
Nunca	1,7%
No	39,0%
A veces	27,1%

Nota. Datos obtenidos de las encuestas

Análisis: Los resultados muestran que una parte considerable de los encuestados ha enfrentado la necesidad de salir de su comunidad para acceder a

servicios digitales como educación, trámites o trabajo. Un 32.2% respondió afirmativamente, mientras que otro 27.1% indicó que lo ha hecho “a veces”, lo que en conjunto representa casi el 60% de la muestra con experiencias de desplazamiento por falta de conectividad local.

Este comportamiento revela una limitación estructural en la disponibilidad de servicios digitales dentro de las comunidades, lo que obliga a los ciudadanos a invertir tiempo y recursos adicionales para satisfacer necesidades básicas. Solo un 1.7% afirma “nunca” haber tenido que desplazarse, lo que evidencia que la conectividad plena aún no es una realidad generalizada.

La situación descrita subraya la importancia de fortalecer la infraestructura digital local, especialmente en zonas rurales o periféricas, para reducir la dependencia de traslados físicos y promover el acceso equitativo a oportunidades educativas, laborales y administrativas.

Tabla 28: *Estaría de acuerdo con una torre para mejorar la cobertura*

22- ¿Estaría de acuerdo con la construcción de una torre de telecomunicación en su zona?	Conteo	<p>Estaría de acuerdo con una torre para mejorar la cobertura</p> <p>Sí 91,2%</p> <p>No 8,8%</p>
No	5	
Sí	52	
Total	57	

Nota. Datos obtenidos de las encuestas

Análisis: Una amplia mayoría de los encuestados (91.2%) expresó estar de acuerdo con la construcción de una torre de telecomunicaciones en su comunidad. Este nivel de aceptación refleja una conciencia colectiva sobre la importancia de

mejorar la conectividad, y una disposición favorable hacia proyectos de infraestructura tecnológica.

Solo un 8.8% se manifestó en contra, lo que indica que las resistencias son mínimas, posiblemente vinculadas a preocupaciones ambientales, estéticas o de salud, aunque no predominantes en la muestra.

Este consenso positivo sugiere que la comunidad está lista para recibir inversiones en telecomunicaciones, y que cualquier iniciativa en este sentido tendría un respaldo social significativo, facilitando su implementación y sostenibilidad.

2.1.9) Informe detallado del estudio de mercado

Perfil demográfico: El 59.3 % de los encuestados son hombres y el 40.7 % mujeres. Esta diferencia puede reflejar la dinámica laboral local, donde predominan actividades que suelen emplear más hombres. Aun así, la participación femenina es relevante, por lo que cualquier proyecto de telecomunicaciones debe ser inclusivo y considerar ambos públicos.

La muestra está distribuida de forma relativamente equilibrada entre los cinco municipios, con mayor concentración en Candelaria de la Frontera y Santa Ana (22 % cada uno). Esta selección estratégica permite identificar brechas de conectividad y zonas con alto potencial para mejorar infraestructura y servicios, abarcando tanto áreas rurales como urbanas.

Ingresos y pago de internet: El 40.7 % de los encuestados tiene ingresos mensuales menores a \$450, siendo el rango más común. Le siguen quienes ganan entre \$450 y \$800 (30.5 %). Esta concentración en ingresos bajos sugiere que los

proyectos de telecomunicaciones deben considerar opciones accesibles y modelos inclusivos.

El 71.1 % de los encuestados paga entre \$11 y \$25 mensuales por internet, destacando una clara preferencia por planes accesibles. Esto sugiere que los proyectos deben enfocarse en ofrecer servicios dentro de este rango para facilitar su adopción.

La mayoría paga entre \$11 y \$15 (30.5 %), seguido por rangos de \$16 a \$20 y \$21 a \$25 (20.3 % cada uno). Solo un 1.7 % paga más de \$30, lo que indica baja penetración de planes premium. La oferta debe alinearse a precios competitivos entre \$15 y \$25 para captar la mayor parte de la demanda.

Tamaño del hogar y acceso a internet: El 57.6 % vive en hogares de 1 a 3 personas, y solo el 3.4 % en hogares de más de 6. Esto indica que predominan núcleos familiares pequeños, lo que sugiere que los servicios deben enfocarse en planes optimizados para 1 a 4 usuarios.

El 94.9 % tiene acceso a internet en casa, lo que indica alta penetración. Sin embargo, el 5.1 % aún carece de conectividad, representando una oportunidad para expandir infraestructura.

Tipos de conexión y percepción del servicio: El 50.8 % combina Wi-Fi residencial con datos móviles, reflejando una búsqueda de mayor disponibilidad. La dependencia de redes móviles destaca la necesidad de infraestructura robusta que garantice conectividad estable.

Aunque el 57.6 % considera suficiente su servicio de internet, un 42.4 % no está satisfecho, lo que revela una demanda insatisfecha en velocidad, estabilidad o cobertura.

Frecuencia y usos del internet: Solo el 16.9 % usa internet a diario. La mayoría (64.4 %) lo utiliza ocasionalmente, lo que sugiere que mejorar la calidad del servicio podría aumentar la frecuencia de uso.

El uso principal es comunicación (96.6 %), seguido por redes sociales y entretenimiento (88.1 %). Actividades como compras (44.1 %) y trabajo (37.3 %) también son relevantes. Estudio (28.8 %) y emprendimiento (13.6 %) aún son limitados, lo que sugiere oportunidades de desarrollo.

Dispositivos de conexión: El smartphone es el dispositivo más utilizado (100 %), seguido por el televisor (71.2 %), la computadora (45.8 %) y la Tablet (22.0 %). Esto sugiere que los servicios deben estar optimizados para móviles.

Percepción de impacto y disposición de pago: El 88.1 % considera que una mejor conexión mejoraría su calidad de vida. Esto refuerza la importancia de invertir en infraestructura digital.

El 55.9 % cree que la falta de telecomunicaciones ha afectado el desarrollo económico de su comunidad. Esto refuerza la necesidad de fortalecer la infraestructura digital como motor de desarrollo.

El 50.8 % estaría dispuesto a pagar por un mejor servicio dependiendo del precio, y el 37.3 % afirma que sí lo haría. Esto indica una alta disposición a mejorar la calidad del servicio.

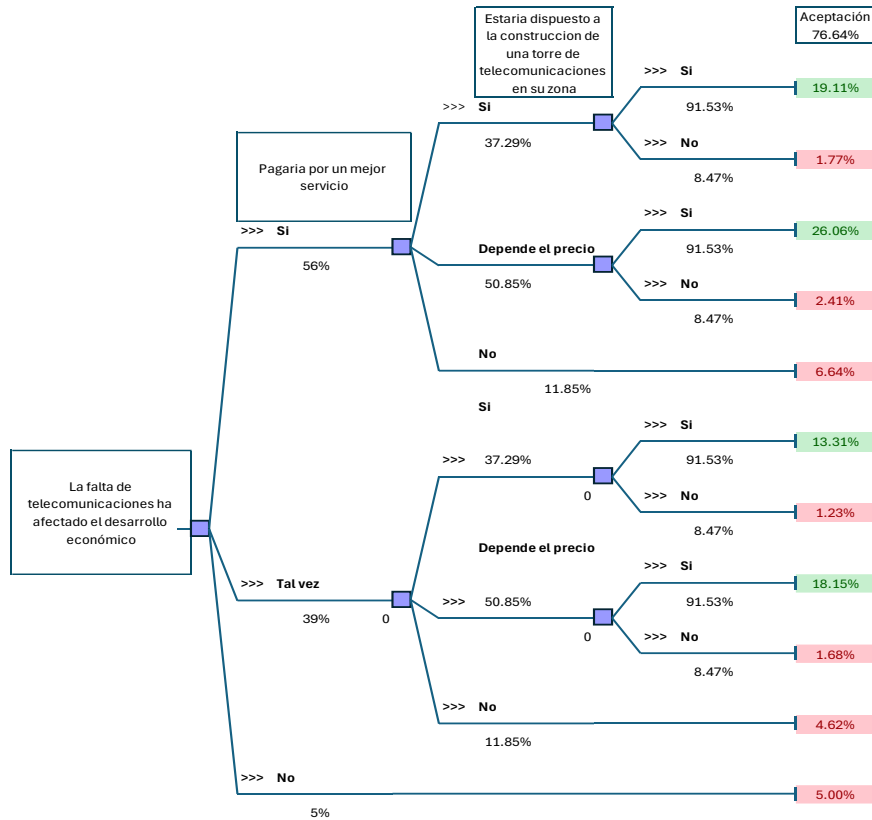
La mayoría está dispuesta a pagar entre \$16 y \$20 (32.2 %), seguido por \$21 a \$30 (23.7 %) y \$11 a \$15 (22.0 %). Esto representa una oportunidad para diseñar planes escalables entre \$15 y \$30.

Acceso a servicios digitales y aceptación de infraestructura: El 32.2 % ha tenido que desplazarse fuera de su comunidad para acceder a servicios digitales, y un 27.1 % lo hace ocasionalmente. Esto subraya la importancia de fortalecer la infraestructura digital local.

El 91.5 % está de acuerdo con la construcción de una torre de telecomunicaciones en su zona, lo que indica alta receptividad hacia proyectos de mejora en conectividad.

Realizar un análisis del comportamiento del consumidor se vuelve muy importante para este proyecto, para el cual se diseñó un modelo de decisión basado en los resultados de las encuestas. Dicho análisis arrojó un porcentaje de penetración potencial del 76.64%, lo cual demuestra una sólida aceptación por parte de la población hacia la instalación de nueva infraestructura de telecomunicaciones. Esta alta receptividad es un hallazgo clave que fundamenta la viabilidad comercial del proyecto, ya que, si bien los operadores tendrán la demanda directa de los usuarios, la torre tiene una demanda indirecta del 76.64% de la población.

Figura 3: *Árbol de decisiones – Análisis de comportamiento de consumidor*



Concluido el análisis del Estudio de Mercado, se ha establecido la existencia de una demanda real y justificada para servicios de telecomunicaciones en las zonas identificadas de Santa Ana. La alta penetración de internet, el uso extendido de dispositivos móviles y la disposición de la población a pagar por un mejor servicio confirman la viabilidad comercial del proyecto.

El siguiente paso lógico y esencial es traducir estas conclusiones del mercado en una propuesta concreta. Por lo tanto, el Estudio Técnico se centrará en diseñar la infraestructura que responda a esta demanda, determinando la tecnología, la ubicación estratégica de las torres y los costos de inversión necesarios para satisfacer las necesidades de la población de manera eficiente.

2.2) Estudio técnico

El estudio técnico busca responder a los interrogantes básicos: ¿cuánto, dónde, cómo y con qué producirá mi empresa? (Padilla, 2011)

Para el presente estudio de investigación, el objetivo del estudio técnico consideraría conocer cantidad de torres necesarias para cubrir con infraestructura de telecomunicaciones todos los municipios de Santa Ana, la localización requerida de cada una de estas torres y los recursos necesarios para la instalación de estas.

2.2.1) Tamaño del proyecto

Tomando en consideración el estudio de mercado, en el que se identifica que a pesar de que en la zona de residencia poseen acceso a internet, es importante recalcar que existe un porcentaje bastante alto en el que el dicho servicio de internet no es suficiente para las necesidades diarias y este mismo sufre interrupciones, adicional a ello, hay otros resultados que soportan la implementación de más torres en cada una de las ciudades identificadas sin cobertura.

De acuerdo con el indicador de habitantes/torre y con el objetivo que las zonas sin cobertura mantengan el mismo indicador de los demás municipios definidos como cubiertos con infraestructura, se define que el tamaño del proyecto son 21 las cuales se prorratan de acuerdo a la cantidad de habitantes de cada municipio, buscando estar por debajo de la media (6,390 habitantes por torre), agregar más torres brindaría la infraestructura para que los operadores puedan estabilizar la señal, aumentar la velocidad, menor latencia, mayor cobertura geográfica y mejor penetración en interiores.

2.2.2) Localización del proyecto

Macro localización: La localización del proyecto debe ser específicamente en el territorio de Santa Ana, para la macro localización de cada torre debe realizarse un estudio de habitantes por torre por cada municipio y esto permitirá la prioridad de instalación.

Micro localización: Para la micro localización de cada torre, es importante que se tenga acceso a energía eléctrica la cual servirá para la construcción y uso de los beneficios futuros de cada torre, adicional a ello, debe considerarse la velocidad del viento lo que apoyara a decidir sobre la altura de cada torre, y finalmente, deben considerarse el tipo de suelo, el precio de alquiler o compra de cada terreno y la cantidad y opinión de habitantes en los alrededores de dicha localidad, estos últimos 3 factores básicamente definen la factibilidad de instalación de la torre, el costo de la ubicación y la aprobación de los habitantes con la instalación.

Tabla 29: Localización proporcional de torres

Distrito de residencia	Habitantes	Torres	Hab/Tor	Instalación	Hab/Tor
10 - Santa Ana	250,760	30	8359	10	6269
02 - Coatepeque	36,371	7	5196		5196
04 - El Congo	27,587	6	4598		4598
06 - Masahuat	2,762	1	2762		2762
07 - Metapán	63,763	19	3356		3356
11 - Santa Rosa Guachipilín	4,260	4	1065		1065
13 - Texistepeque	19,271	11	1752		1752
01 - Candelaria de La Frontera	23,229	2	11615	2	5807
03 - Chalchuapa	74,025	7	10575	5	6169
05 - El Porvenir	12,721	1	12721	1	6361
08 - San Antonio Pajonal	3,168	3	1056		1056
09 - San Sebastián Salitrillo	30,004	2	15002	3	6001
12 - Santiago de La Frontera	5,017	1	5017		5017

TOTAL :
94

TOTAL:
21

Nota. Fuente propia

2.2.3) Ingeniería del proyecto

En el marco del estudio técnico del proyecto, se han definido los principales aspectos a considerar para la construcción de torres de telecomunicaciones, con el fin de garantizar su estabilidad, seguridad y operatividad a largo plazo. Estos elementos abarcan desde el diseño de la cimentación y la estructura de la torre, hasta los sistemas de protección, energía y seguridad perimetral. Cada uno de estos componentes responde a criterios de funcionalidad y cumplimiento normativo, asegurando que la infraestructura pueda soportar las condiciones ambientales de la zona y facilitar el mantenimiento preventivo y correctivo, optimizando así la inversión realizada.

- Aspectos técnicos considerados para la construcción de torres de telecomunicaciones
- Diseño de cimentación acorde al tipo de suelo y las cargas que soportará la torre.
- Diseño estructural de la torre, incluyendo:
 - Cálculo de carga de accesorios y soportes.
 - Resistencia de materiales empleados.
 - Diseño general de la estructura.
 - Escaleras y descansos para mantenimiento.
 - Instalación de luces de obstrucción y balizaje tipo LED.
 - Consideración de la velocidad del viento en la zona.

- Especificaciones de pintura y recubrimientos para protección anticorrosiva.
- Sistema de protección eléctrica, que incluye pararrayos y puesta a tierra.
- Diseño del sistema de energía eléctrica para operación de los equipos.
- Diseño y construcción de perímetro de seguridad para proteger las instalaciones.

2.2.4) Permisos y estudio legal

Marco regulatorio nacional y municipal. Para la instalación de una torre de telecomunicaciones, las entidades competentes pueden requerir diversos permisos y autorizaciones que garanticen el cumplimiento de la normativa técnica, ambiental y urbanística. Estos incluyen, entre otros, licencias de construcción, permisos de uso de suelo, autorizaciones ambientales y dictámenes de seguridad. En algunos casos, especialmente cuando la infraestructura se ubicará en zonas residenciales o de alto impacto visual, la municipalidad o el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) pueden solicitar la realización de una consulta ciudadana, con el fin de conocer la aceptación o las observaciones de la comunidad antes de autorizar el proyecto.

Tabla 30: *Resumen de posibles solicitudes/requisitos requeridos por municipalidades para la instalación de torres*

Entidad	Posibles solicitudes/requisitos
Municipalidad de Santa Ana	Permiso de uso de suelo, licencia de construcción, pago de tasas municipales, dictamen de compatibilidad urbanística.
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)	Presentación de ficha o estudio de impacto ambiental, obtención del permiso ambiental correspondiente.

Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET)	Autorización para instalación de infraestructura de telecomunicaciones y registro técnico.
Cuerpo de Bomberos de El Salvador	Dictamen de seguridad y prevención de incendios.
ANDA u otra entidad de agua potable	Permiso si la obra afecta redes de agua o servidumbres hidráulicas.
CEL o distribuidoras eléctricas	Permiso si la obra se ubica cerca de líneas o instalaciones eléctricas.
Ministerio de Obras Públicas (MOP)	Autorización si se requiere intervenir o utilizar derechos de vía públicos.

Nota. Fuente propia

Adicional a lo requerido por entidades gubernamentales se deben considerar aspectos contractuales en los que se debe analizar los acuerdos de arrendamiento o compra de terrenos para la ubicación de las torres.

2.2.5) Costos asociados al proyecto

Tomando como referencia las cotizaciones de 70 torres en los diferentes departamentos de El Salvador, podemos determinar que el costo de la construcción se determina por la altura de estas:

Tabla 31: *Resumen tabulado de cotización para construcción de torres*

Promedio de Precio (USD)	Altura		
	30m	45m	60m
Departamento			
AHUACHAPAN		\$64,000.00	\$84,500.00
CABAÑAS			\$71,500.00
CHALATENANGO			\$84,500.00
CUSCATLAN	\$43,500.00		\$74,750.00
LA LIBERTAD	\$51,500.00		\$84,500.00
LA PAZ	\$51,500.00	\$64,000.00	\$84,500.00
MORAZAN		\$64,000.00	\$84,500.00

SAN MIGUEL		\$55,500.00	\$71,500.00
SAN SALVADOR	\$51,500.00	\$64,000.00	\$81,900.00
SAN VICENTE		\$55,500.00	\$71,500.00
SANTA ANA	\$43,500.00	\$55,500.00	
SONSONATE	\$51,500.00	\$64,000.00	\$84,500.00
USULUTAN		\$64,000.00	\$84,500.00
Total, general	\$48,833.33	\$62,068.18	\$81,166.67

Nota. Fuente propia

Sin embargo, para llegar a la construcción de las mismas previamente se realizan actividades que generan costos según siguiente detalle:

Tabla 32: Costos previos a la construcción de torres

No	Ítems de los Servicios SAQ	AJ INGENIEROS	ITM	OFG
1	Búsqueda de sitios candidatos	\$600	\$450	\$600
2	Inspección técnica de sitios ("TSS")	\$400	\$550	\$600
3	Negociación de arrendamiento/compra de terreno (incluye estudio de títulos)	\$500	\$400	\$300
4	Gestión de pago de impuestos y tarifas relacionados con los permisos de construcción	\$500	\$100	\$200
5	Obtención de todos los permisos de construcción	\$1,800	\$2,000	\$2,300
	Total:	\$3,800	\$3,500	\$4,000
	Promedio	\$3,767		

Nota. Elaboración de tabla con base a cotizaciones de proveedores de infraestructura de telecomunicaciones.

La tabla de costos de construcción e instalaciones de torres podría reducirse a:

Tabla 33: Resumen de costos para instalación de torres

Instalación de torres	30m	45m	60m
Costos previos	\$3,766.67	\$3,766.67	\$3,766.67
Costos de construcción	\$48,833.33	\$62,068.18	\$81,166.67
Costo total	\$52,600.00	\$65,834.85	\$84,933.33

Dentro de los costos operativos, se ha considerado que cada instalación requiere un mantenimiento preventivo, con un costo anual aproximado de \$600

distribuido en dos visitas. Adicionalmente, el costo de la energía eléctrica no se presenta como un gasto separado, ya que, en la mayoría de las negociaciones de arrendamiento de sitios, este gasto se incluye como un componente inmerso dentro del costo de alquiler mensual.

2.2.6) Organización requerida

Para la fase de operación, se ha definido una estructura organizacional mínima y eficiente para la gestión y comercialización de la infraestructura instalada. Esta estructura permanente requiere de dos personas con roles estratégicos:

Un encargado del área de Comercialización: Su principal función será promocionar los espacios disponibles en las torres, contactar a otros operadores, negociar términos y condiciones, y coordinar las ofertas de productos de cubicación.

Un encargado del área Administrativa: Esta persona será responsable de la gestión de contratos, la coordinación de las visitas a los sitios, la administración de las compras y otras actividades de soporte esenciales para el funcionamiento continuo del proyecto.

Este modelo organizacional, al ser compacto y enfocado, busca asegurar la gestión y maximización de la rentabilidad de cada activo de manera ágil y efectiva.

2.3) Estudio financiero

2.3.1) Descripción del proyecto

El alcance del proyecto abarca todas las fases, desde la adquisición de los sitios (SAQ), la construcción de las torres y la instalación de equipos, hasta la fase de operación completa. Para dimensionar la viabilidad del proyecto, el horizonte de análisis de este estudio se establece en 20 años, un período que refleja la vida útil

promedio de la infraestructura. Adicionalmente, se considera un período preoperativo de 12 meses para contemplar las actividades de búsqueda, selección, contratación, obtención de permisos y construcción de sitios.

2.3.2) Supuestos macroeconómicos

Crecimiento poblacional: Para la tasa de crecimiento poblacional, se utilizó como fuente principal las “Estimaciones y Proyecciones de Población (Revision, 2021)” que proyecta el crecimiento poblacional del municipio de Santa Ana. Considerando que dicho documento abarca un periodo desde 2005 hasta 2035, y con el propósito de alinear la proyección con el horizonte de nuestro análisis, se tomaron para este estudio los datos de crecimiento poblacional proyectado desde el año 2026 hasta el año 2035. Esto asegura que la demanda estimada se base en el segmento de población futura relevante para el periodo de evaluación del proyecto.

Tabla 34: *Estimación de crecimiento poblacional*

Año	Población Total	% Crecimiento
2025	561,838	0.13%
2026	563,217	0.25%
2027	565,162	0.35%
2028	567,578	0.43%
2029	570,123	0.45%
2030	572,770	0.46%
2031	575,762	0.52%
2032	578,966	0.56%
2033	582,062	0.53%
2034	585,043	0.51%
2035	587,911	0.49%

	Promedio	0.45%
	Desviación estándar	0.10%

Nota. DIGESTYC, Estimaciones y Proyecciones de Población Nacional 2005-2050

Fuentes de financiamiento y tasas de interés de referencia: Las fuentes de financiamiento de deuda pueden ser variadas para este proyecto, se han consultado tarifas de tasas de interés en las operaciones activas, comisiones y recargos del Banco de desarrollo de El Salvador para el sector construcción mostrando una tasa de interés de hasta el 17.46% como tasa nominal, también se consideró información publicada por la superintendencia del sistema financiero en el que muestran las tasas de interés cobradas por los bancos por créditos para actividades productivas en la que se destacan las tasas de interés del 15% del Banco Cuscatlán y el 11% del Banco agrícola. *Anexo 1.* (Financiero, 2025)

2.3.3 Proyección de ingresos

La proyección de ingresos del proyecto se basa en el modelo de arrendamiento de espacio en las torres de telecomunicaciones. Se ha estimado que cada torre tendrá una fuente de ingreso principal y fija proveniente de un operador “ancla” como principal interesado, con un ingreso base de \$1,595 mensuales, dicho ingreso también se verá afectado mediante operadores cubicados (tenant), el cual es un operador distinto, de otra compañía.

Para reflejar la variabilidad y la incertidumbre en la demanda, la proyección de ingresos se apoyará en una simulación de Montecarlo que modelará los siguientes parámetros:

- La cantidad de espacios adicionales que se alquilen, con un rango que va de cero a dos operadores cubicados por torre.
- El ingreso mensual por alquiler de estos espacios, proyectado con un rango de valores máximos y mínimos para cada contrato.
- El crecimiento poblacional, que será un factor clave en la demanda, con una tasa base del 0.45% que también se someterá a la simulación para dimensionar su impacto en los ingresos a lo largo del tiempo.

Esta metodología robusta permitirá obtener una proyección de ingresos que considera la incertidumbre de múltiples variables simultáneamente, proporcionando un análisis de viabilidad más realista para el proyecto.

Tabla 35: *Resumen de proyección de ingresos*

Detalle	Valor	Min	Max	Desv Est.
Ingreso (Operador cubicado)	\$1,134.14	\$818.99	\$1,449.28	
Ingreso (Operadora Ancla)	\$1,595.00			
Alquiler	1	0	2	
Ingreso total B2B	\$2,729.14			
% Crecimiento	0.45%			0.09576%

Nota. Fuente propia

2.3.4) Inversión inicial

La inversión inicial del proyecto, un componente crucial para el análisis financiero se ha definido en función del alcance total de la propuesta, que contempla la construcción de 21 torres de telecomunicaciones en diversos municipios del país.

Este desembolso de capital se ha segmentado en tres categorías principales:

- CAPEX: El costo de la infraestructura de las torres y los equipos.

- Costos SAQ: Incluye los gastos de permisos, trámites legales y estudios iniciales.
- Costos Preoperativos: Abarca los pagos de arrendamiento de las localidades, que son necesarios desde el inicio de la fase de construcción.

Es importante destacar que estos costos no son fijos, sino que se han modelado como variables con valores mínimos y máximos predeterminados. Esta variabilidad será analizada y proyectada mediante una simulación de Montecarlo, con el fin de obtener un rango de escenarios de inversión más realista y dimensionar el riesgo del proyecto.

Tabla 36: *Inversión inicial del proyecto*

Detalle	Valor	Min	Max
Inversión torre (45m)	\$62,068.18	\$48,833.33	\$81,166.67
Alquiler de sitio por torre	\$750.00	\$500.00	\$1,000.00
Servicios SAQ	\$3,800.00	\$3,500.00	\$4,000.00
Cantidad de torres	21		
Total, inversión en torres	\$1,572,231.78		
Vida útil (años)	20		

Nota. Fuente propia

2.3.5) Costos previstos

En esta investigación, se ha identificado que los costos recurrentes se dividen en varias categorías: gastos administrativos (que incluyen los costos de personal), gastos de venta y comercialización (asociados al personal encargado de negociar con los operadores), y los gastos de arrendamiento de las localidades (Incluye energía eléctrica generalmente por contrato). Adicionalmente, se han considerado los costos de mantenimiento preventivo de la infraestructura. Es importante destacar

que cada una de estas categorías de costos no es fija, sino que se ha modelado con un rango de valores máximos y mínimos, los cuales serán analizados a través de una simulación de Montecarlo para reflejar su variabilidad e impacto en los flujos de efectivo.

Tabla 37: *Costos operativos previstos*

Detalle	Valor	Min	Max
Mantenimiento preventivo	\$300.00		
Mantenimientos al año/torre	2		
Costo Mant. /Torre mensual	\$600.00		
Alquiler de sitio por torre	\$750.00	\$500.00	\$1,000.00
Mercadeo	\$3,787.56	\$1,970.30	\$5,786.90
Administrativo	\$1,566.05	\$1,301.52	\$1,736.62

Nota. Fuente propia

2.3.6) Flujos de caja proyectados

2.3.6.1) Flujo operativo

El Flujo de Caja Libre proyectado presenta la viabilidad financiera del proyecto a lo largo de un horizonte de 20 años, con todas las cifras expresadas en miles de dólares.

La tabla detalla la inversión inicial de \$1,572,000 realizada en el Año 0. A partir de los ingresos por venta y los gastos operativos (mantenimiento, alquiler, y gastos de administración y venta), se calcula el EBITDA y, posteriormente, la utilidad operativa después de impuestos (NOPAT). Finalmente, al sumar la depreciación a la utilidad neta se obtiene el Flujo de Caja Libre del proyecto, que representa el efectivo disponible después de cubrir todos los gastos de operación e impuestos. Este flujo de caja es la base para el cálculo de los indicadores de rentabilidad, como el VAN y la TIR.

La fila de Flujo Acumulado muestra que la inversión inicial se recupera en el Año 7, lo que indica un período de recuperación sólido para el proyecto.

2.3.6.2) Flujo de financiamiento

Este modelo refleja que la inversión inicial de \$1,572,000 se financiará con una deuda de \$916,192, el 58.3% del total tomando en consideración el promedio de la estructura de capital de American Tower Corporation, SBA y SITES, que son empresas que operan en mercados emergentes

La tabla desglosa claramente los pagos de la deuda, separando los intereses (un gasto) de la amortización de capital (la devolución del préstamo). Al restar estos pagos al flujo de caja libre del proyecto, se obtiene el Flujo de Caja para el Inversionista.

Este nuevo flujo es el que debe utilizarse para calcular el VAN del inversionista y la TIR del inversionista, lo que demuestra la rentabilidad del proyecto específicamente para los accionistas, después de que se han cumplido todas las obligaciones con los acreedores.

Figura 4: Flujo de caja libre del proyecto

Flujo de caja libre (Anualidades y en miles de dolares.)																					
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Inversion inicial	-\$1,572																				
Ingreso por venta		\$688	\$691	\$694	\$697	\$700	\$704	\$707	\$710	\$713	\$716	\$720	\$723	\$726	\$730	\$733	\$736	\$740	\$743	\$746	\$750
Mantenimiento		\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151
Alquiler		\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189
Gastos de venta		\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45
Gastos de admon		\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19
Total gastos		\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404
EBITDA		\$283	\$286	\$290	\$293	\$296	\$299	\$302	\$305	\$309	\$312	\$315	\$318	\$322	\$325	\$328	\$332	\$335	\$338	\$342	\$345
Depreciación		\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65
EBIT		\$218	\$221	\$224	\$228	\$231	\$234	\$237	\$240	\$244	\$247	\$250	\$253	\$257	\$260	\$263	\$267	\$270	\$273	\$277	\$280
Impuestos 30% ISR		\$65	\$66	\$67	\$68	\$69	\$70	\$71	\$72	\$73	\$74	\$75	\$76	\$77	\$78	\$79	\$80	\$81	\$82	\$83	\$84
NOPAT		\$153	\$155	\$157	\$159	\$162	\$164	\$166	\$168	\$170	\$173	\$175	\$177	\$180	\$182	\$184	\$187	\$189	\$191	\$194	\$196
Depreciación		\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65
Flujo de caja libre proyecto	-\$1,572	\$218	\$220	\$222	\$224	\$227	\$229	\$231	\$233	\$236	\$238	\$240	\$242	\$245	\$247	\$249	\$252	\$254	\$256	\$259	\$261
Flujo Acumulado	-\$1,572	-\$1,354	-\$1,134	-\$912	-\$688	-\$461	-\$232	-\$1	\$233	\$468	\$706	\$946	\$1,189	\$1,434	\$1,681	\$1,930	\$2,182	\$2,436	\$2,692	\$2,951	\$3,212

Figura 5: Flujo de caja libre para el inversionista

Flujo de caja libre (Anualidades y en miles de dolares.)																					
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Inversion inicial	-\$1,572																				
Ingreso por venta		\$688	\$691	\$694	\$697	\$700	\$704	\$707	\$710	\$713	\$716	\$720	\$723	\$726	\$730	\$733	\$736	\$740	\$743	\$746	\$750
Mantenimiento		\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151	\$151
Alquiler		\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189	\$189
Gastos de venta		\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45	\$45
Gastos de admon		\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19	\$19
Total gastos		\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404	\$404
EBITDA		\$283	\$286	\$290	\$293	\$296	\$299	\$302	\$305	\$309	\$312	\$315	\$318	\$322	\$325	\$328	\$332	\$335	\$338	\$342	\$345
Depreciación		\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65
EBIT		\$218	\$221	\$224	\$228	\$231	\$234	\$237	\$240	\$244	\$247	\$250	\$253	\$257	\$260	\$263	\$267	\$270	\$273	\$277	\$280
Impuestos 30% ISR		\$65	\$66	\$67	\$68	\$69	\$70	\$71	\$72	\$73	\$74	\$75	\$76	\$77	\$78	\$79	\$80	\$81	\$82	\$83	\$84
NOPAT		\$153	\$155	\$157	\$159	\$162	\$164	\$166	\$168	\$170	\$173	\$175	\$177	\$180	\$182	\$184	\$187	\$189	\$191	\$194	\$196
Depreciación		\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65	\$65
Flujo de caja libre proyecto	-\$1,572	\$218	\$220	\$222	\$224	\$227	\$229	\$231	\$233	\$236	\$238	\$240	\$242	\$245	\$247	\$249	\$252	\$254	\$256	\$259	\$261
Flujo Acumulado	-\$1,572	-\$1,354	-\$1,134	-\$912	-\$688	-\$461	-\$232	-\$1	\$233	\$468	\$706	\$946	\$1,189	\$1,434	\$1,681	\$1,930	\$2,182	\$2,436	\$2,692	\$2,951	\$3,212
Deuda (58.3%)		\$916																			
Intereses		\$137	\$136	\$135	\$133	\$131	\$128	\$126	\$123	\$119	\$115	\$110	\$105	\$99	\$91	\$83	\$74	\$63	\$50	\$36	\$19
Amortización deuda		\$9	\$10	\$12	\$14	\$16	\$18	\$21	\$24	\$27	\$31	\$36	\$42	\$48	\$55	\$63	\$73	\$84	\$96	\$111	\$127
Flujo de caja Inversionista	-\$656	\$71	\$74	\$76	\$78	\$80	\$83	\$85	\$87	\$89	\$92	\$94	\$96	\$98	\$101	\$103	\$105	\$108	\$110	\$112	\$115
Flujo Acumulado inversionista	-\$656	-\$585	-\$511	-\$435	-\$357	-\$277	-\$194	-\$109	-\$22	\$67	\$159	\$252	\$349	\$447	\$548	\$651	\$756	\$864	\$974	\$1,086	\$1,201

2.3.7) Estructura de financiamiento y costo de capital

2.3.7.1) Determinación del costo de deuda

Para determinar el costo de la deuda (k_d), se llevó a cabo una investigación exhaustiva de las principales fuentes de financiamiento en El Salvador, incluyendo datos de la Superintendencia del Sistema Financiero y la información pública de diversas instituciones bancarias. Para el escenario base, se tomó como referencia una tasa intermedia del 15% ofrecida por el Banco Cuscatlán. Sin embargo, para reflejar la variabilidad y la incertidumbre inherentes al mercado financiero, el costo de la deuda fue modelado con una distribución de probabilidad en la simulación de Montecarlo. Dicha distribución consideró un rango de valores, con una tasa mínima del 11% (obtenida del Banco Agrícola) y una tasa máxima del 17.46% (tomada del Banco de Desarrollo de El Salvador, BANDESAL), lo que permitió evaluar la sensibilidad del proyecto a fluctuaciones en su costo de financiamiento. Adicionalmente, a las tasas de interés consideradas se les incorporó un ajuste por riesgo país (Country Risk Premium) equivalente al 8.68%, publicados por Damodaran (Damodaran, 2025), con el propósito de reflejar las condiciones específicas de riesgo soberano de El Salvador y obtener un costo de deuda más representativo del entorno financiero nacional.

Tabla 38: *Tasas de deuda*

Detalle	Valor	Min	Max
Tasas de interés	15.00%	11.00%	17.46%
CRP	8.68%		
Kd	23.68%		

Nota. Fuente propia

2.3.7.2) Determinación del costo de capital propio

Para determinar el costo de capital propio (k_e) se utilizó el método de Capital Asset Pricing Model (CAPM). Este modelo relaciona el riesgo de un activo con su rendimiento esperado, y se fundamenta en tres componentes clave.

En primer lugar, se identificó la beta (β) del proyecto, un indicador que mide el riesgo sistémico en relación con el mercado. Para ello, se tomó como referencia el promedio de American Tower Corporation (AMT), un líder global en el sector de infraestructura de telecomunicaciones especializado en la propiedad y operación de torres multi-cliente para arrendamiento, SBA quien es un desarrollador, propietario y administrador líder de sitios de comunicaciones compartidos y soluciones de infraestructura pasiva, incluidas torres, postes, edificios, techos, sistemas de antena distribuida e infraestructura y servicios asociados y SITES quien especializado en telecomunicaciones con alcance regional, la rentabilidad de estas entidades se compraron con la del S&P 500 para obtener las betas específicas, según siguiente detalle:

- American Towers: 0.681793978356527
- SBA: 0.606723725811948
- Sites: 0.634994276460242
- Promedio: 0.64117066

Adicionalmente, se determinó la tasa libre de riesgo (R_f) utilizando la rentabilidad de los bonos del gobierno de los Estados Unidos, que se considera un parámetro estándar de referencia en finanzas. El tercer componente, es el Equity Risk Premium, definido como el 13.01%, se estableció con base según Damodaran.

Al aplicar estos valores a la fórmula del CAPM, se obtuvo un costo de capital propio de 12.34% y al igual que el costo de deuda (k_d) con el propósito de reflejar las condiciones específicas de riesgo de El Salvador se le sumo el CRP, obteniendo un costo de capital (k_e) de 21.02%.

2.3.7.3) Cálculo del WACC (Costo Promedio Ponderado De Capital)

Para el cálculo del Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC), se aplicó la fórmula estándar utilizando los costos de capital y de deuda previamente determinados. También, se recopilaron las estructuras de capital de las tres empresas comparables del sector, identificando el porcentaje de financiamiento proveniente de capital propio y de deuda en cada una. Posteriormente, se calculó el promedio de las tres estructuras de capital con el fin de obtener una proporción representativa que refleje de manera más equilibrada las condiciones de apalancamiento del sector. Obteniendo como resultado del promedio una estructura de capital de la siguiente manera:

- American Towers: Capital propio(E): 45.2% / Deuda(D): 54.8%
- SBA: Capital propio(E): 31.6% / Deuda(D): 68.4%
- Sites: Capital propio(E): 48.3% / Deuda(D): 51.7%
- Promedio: Capital propio(E): 41.7% / Deuda(D): 58.3%

La tasa de impuesto corporativo del 30% en El Salvador se consideró como el escudo fiscal para el costo de la deuda. Con el costo de capital propio apalancado y el costo de la deuda después de impuestos, se procedió a aplicar la siguiente fórmula:

$$WACC\ Nom = (k_e * \%ke) + (k_d * \%kd * (1 - T))$$

Esta metodología permitió obtener un WACC nominal del 18.43%.

Con el propósito de obtener una estimación más realista y representativa del costo de capital, el WACC fue ajustado considerando la inflación subyacente (Reserva, 2025) del país. Este tipo de inflación, también denominada inflación de núcleo excluye los componentes más volátiles del índice general de precios principalmente los relacionados con energía y alimentos, proporcionando así una visión más estable y de largo plazo sobre el comportamiento inflacionario de la economía.

Para su cálculo, se utilizaron datos históricos del Banco Central de Reserva de El Salvador (BCR) correspondientes al período comprendido entre enero de 2020 y septiembre de 2025. A partir de dicha información, se determinó la variación anual de la inflación subyacente y posteriormente se obtuvo el promedio de dicha variación, resultando en un valor del 2.52%. Este promedio fue incorporado al WACC como un ajuste inflacionario, con el objetivo de reflejar de manera más precisa las condiciones macroeconómicas del país y mejorar la exactitud del análisis financiero del proyecto.

$$WACC = ((1 + WACC\ Nom) * (1 + Inflación\ subyacente)) - 1$$

Esta metodología permitió obtener un WACC del 21.42%, el cual refleja el costo total de financiamiento para la inversión.

Tabla 39: Resumen de datos de estructura de financiamiento y costos de capital

Detalle	Valor
Tasa de impuestos (T)	30.00%

Tasa de interés de apalancamiento	15%
Kd	23.68%
%ke (% Capital propio)	41.7%
%kd (% Deuda)	58.3%
Ke (Beta apalancada)	21.02%
WACC	21.42%
Inflación subyacente	2.52%

Nota. Fuente propia

2.3.8) Evaluación de indicadores de rentabilidad

Con base en el flujo de caja libre del proyecto, se procedió a la evaluación financiera mediante el cálculo de los indicadores de rentabilidad. El Valor Actual Neto (VAN) se determinó en \$-532,656.78 un valor negativo que sugiere que el proyecto no genera el rendimiento mínimo esperado, al no exceder la tasa de descuento aplicada (el WACC). El rendimiento intrínseco del proyecto, medido por la Tasa Interna de Retorno (TIR), se calculó en 13.50%, lo cual indica que la rentabilidad es inferior al costo del capital, siendo un proyecto sumamente riesgoso. Finalmente, el Período de Recuperación se calculó en 7 años, un plazo que, si bien es extenso, se considera aceptable para un proyecto de inversión de esta magnitud y complejidad.

Los indicadores obtenidos para el inversionista reflejan un Valor Actual Neto (VAN) de \$-278,835.39, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 11.52% y un período de recuperación (Payback) de 7.77 años. Los resultados obtenidos para el flujo de caja del inversionista demuestran que el proyecto no cubre los costos de capital.

Tabla 40: Resultado de indicadores financieros

Indicador	Proyecto	Inversionista
VAN	\$-532,656.78	\$-278,835.39
TIR	13.50%	11.52%
PAYBACK	7.00 años	7.77 años

Nota. Fuente propia

2.3.9) Análisis de riesgo y sensibilidad

Para el análisis de riesgo y sensibilidad, se empleó el software Crystal Ball, el cual permitió realizar simulaciones Monte Carlo con 50,000 iteraciones para cada escenario, basadas en una serie de suposiciones previamente definidas en una tabla de variables clave. A partir de estas suposiciones, se establecieron dos previsiones principales: la primera corresponde al VAN del proyecto, para el cual se evaluó la probabilidad de obtener un resultado superior a cero, lo que indicaría rentabilidad mínima. La segunda previsión corresponde al VAN del inversionista, en la que igualmente se determinó la probabilidad de obtener un resultado mayor a cero, reflejando la posibilidad de que el inversionista alcance un retorno positivo.

Tabla 41: Suposiciones consideradas para simulaciones

Suposiciones :	Valor base	Min	Max	Desv est	Tipo distribución
% Crecimiento	0.45%			0.095%	Normal
Administrativo	\$1,566.0 5	\$1,301.5 2	\$1,736.6 2		Triangular
Cantidad alquiler	1	0	2		Discreta

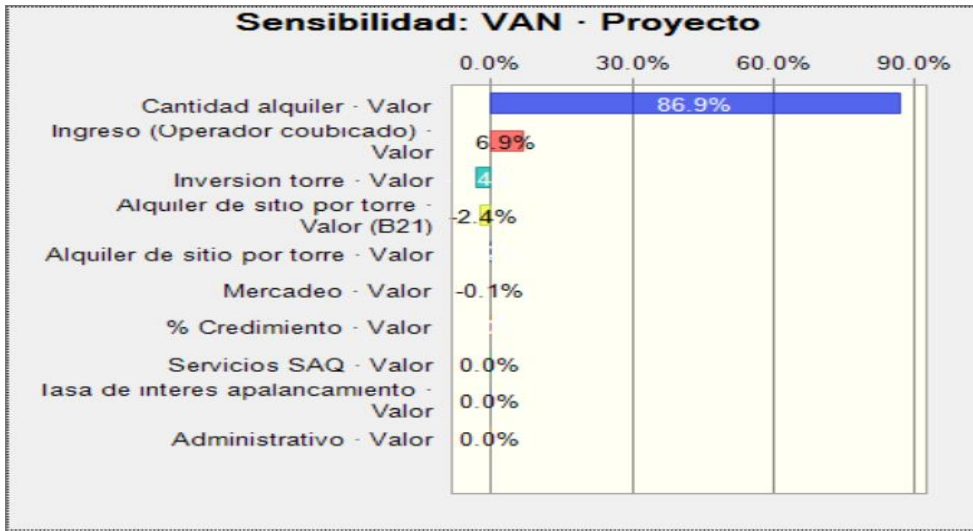
Alquiler de sitio por torre inicial	\$750.00	\$500.00	\$1,000.00		Discreta personalizada
Alquiler de sitio por torre operativo	\$750.00	\$500.00	\$1,000.00		Discreta personalizada
Ingreso (Operador cubicado)	\$1,134.14	\$818.99	\$1,449.28		Normal
Inversión torre	\$62,068.1	\$48,833.3	\$81,166.6		Triangular
Mercadeo	\$3,787.56	\$1,970.30	\$5,786.90		Triangular
Servicios SAQ	\$3,800.00	\$3,500.00	\$4,000.00		Triangular
Kd	15.00%	11.00%	17.46%		Uniforme

Nota. Fuente propia

2.3.9.1) Sensibilidad

Con el fin de identificar las variables con mayor influencia en la viabilidad financiera del proyecto, se realizó un análisis de sensibilidad a través de una simulación de Montecarlo. Los resultados de este análisis, que se muestran a continuación, arrojaron que el principal factor de variabilidad en el Valor Actual Neto (VAN) es la "Cantidad alquiler", responsable de un 86.9% de la contribución a la varianza. Este hallazgo destaca que, al ser una variable de distribución discreta, el éxito financiero del proyecto no depende de ligeras fluctuaciones en los costos o los precios, sino de la capacidad de asegurar un número específico de operadores como clientes.

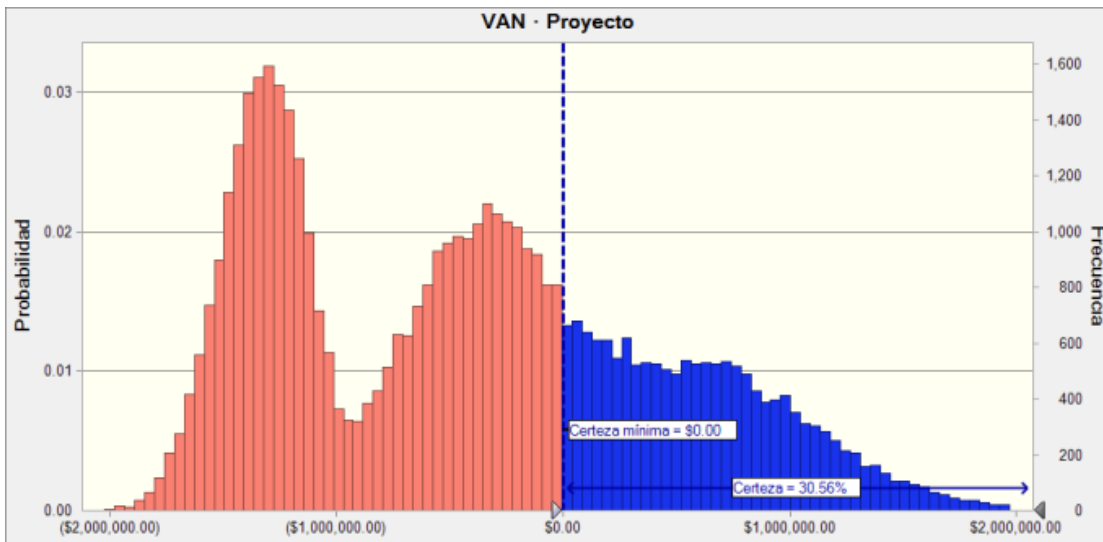
Figura 6: Sensibilidad VAN



Nota. Fuente propia

2.3.9.2) Resultados de simulación del flujo de caja del proyecto

Figura 7: Simulación Montecarlo



Nota. Fuente propia. VAN >0

Tabla 42: Valores obtenidos por percentiles

Percentiles	Valores de previsión
0%	(\$2,021,000.44)
10%	(\$1,432,656.12)

20%	(\$1,287,512.50)
30%	(\$1,131,971.06)
40%	(\$699,436.87)
50%	(\$440,883.17)
60%	(\$230,021.95)
70%	\$18,128.57
80%	\$383,601.85
90%	\$806,067.94
100%	\$2,835,544.14

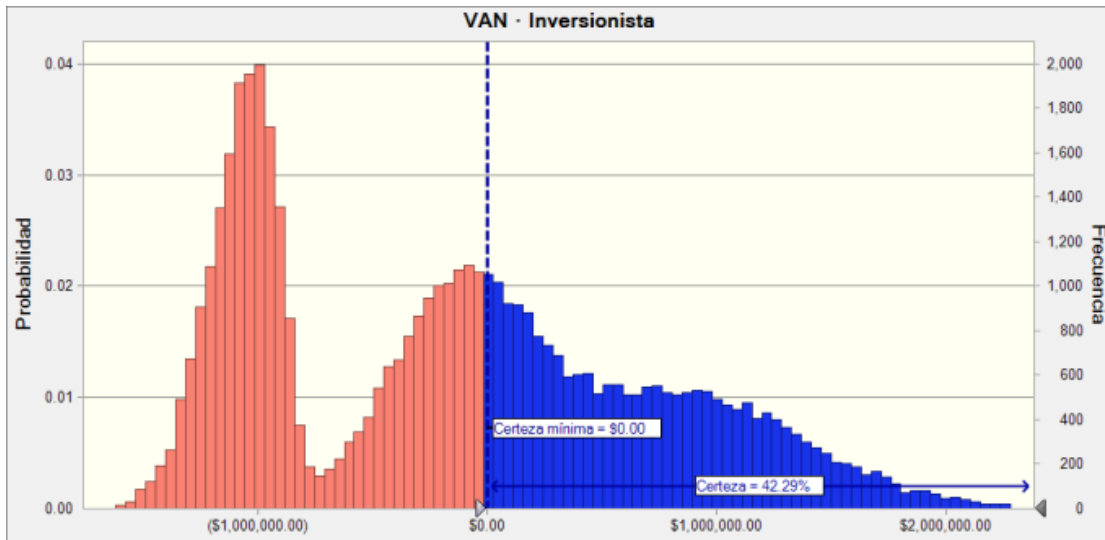
Nota. Fuente propia

Tabla 43: Estadística

Estadísticas:	Valores de previsión
Pruebas	50,000
Caso base	(\$532,656.78)
Media	(\$412,854.79)
Mediana	(\$440,867.86)
Modo	---
Desviación estándar	\$849,944.86
Varianza	\$722,406,260,166.64
Sesgo	0.4055
Curtosis	2.26
Coefficiente de variación	-2.06
Mínimo	(\$2,021,000.44)
Máximo	\$2,835,544.14
Ancho de rango	\$4,856,544.59
Error estándar medio	\$3,801.07

2.3.9.3) Resultados de simulación del flujo de caja del inversionista

Figura 8: Simulación Montecarlo Inversionista



Nota. Fuente propia. VAN>0.

Tabla 44: Valores obtenidos por percentiles

Percentiles:	Valores de previsión
0%	(\$1,661,381.14)
10%	(\$1,148,366.81)
20%	(\$1,027,724.44)
30%	(\$908,098.74)
40%	(\$402,554.06)
50%	(\$155,917.44)
60%	\$49,432.10
70%	\$303,615.17
80%	\$685,818.18
90%	\$1,109,611.96
100%	\$2,983,061.79

Tabla 45 : Estadística

Estadísticas:	Valores de previsión
Pruebas	50,000
Caso base	(\$278,835.39)

Media	(\$131,134.75)
Mediana	(\$155,898.13)
Modo	\$1,167,573.06
Desviación estándar	\$860,717.54
Varianza	\$740,834,690,809.61
Sesgo	0.4182
Curtosis	2.25
Coeficiente de variación	-6.56
Mínimo	(\$1,661,381.14)
Máximo	\$2,983,061.79
Ancho de rango	\$4,644,442.93
Error estándar medio	\$3,849.25

2.3.9.4) Viabilidad Financiera Del Proyecto

Con base en la simulación de Monte Carlo realizada (50,000 iteraciones), se observa lo siguiente:

Valor Actual Neto (VAN):

- Caso base: \$-532,656.78
- Media: \$-412,854.79
- Mediana: \$-\$440,867.86

Estos resultados muestran que tanto en el escenario base como en el promedio, el VAN presenta valores negativos, lo que indica que el proyecto no generaría los rendimientos económicos esperados para el inversionista bajo las condiciones actuales. Por lo tanto, se requerirían ajustes en las variables críticas para alcanzar rentabilidad positiva.

Probabilidad de VAN \geq 0:

El primer gráfico indica una certeza del 30.56% de obtener un VAN igual o mayor a cero, lo que significa que en aproximadamente 3 de cada 10 escenarios (el proyecto sería rentable).

Percentiles clave:

- P60: -\$230,021.95
- P70: \$18,128.57

El punto de equilibrio (P70) indica que a partir de este percentil el VAN es positivo. Por lo tanto, existe un 69.44% de escenarios donde se obtiene un resultado negativo.

Riesgo y dispersión:

La desviación estándar es \$849,944.86, lo que refleja una alta variabilidad en los resultados. El rango entre el mínimo y el máximo es de \$4,856,544.59, lo cual indica escenarios extremos que pueden ir desde pérdidas significativas (-\$2,021,000.44) hasta ganancias importantes (\$2,835,544.14).

Análisis del Riesgo del Proyecto

Probabilidad de pérdida: Aproximadamente 69.44% (ya que 30.56% de probabilidad es positiva), lo que implica que el proyecto tiene un riesgo considerable para cualquier inversionista.

Sesgo: El valor de 0.4055 indica un sesgo positivo moderado, lo que sugiere que la distribución del VAN tiende ligeramente hacia resultados superiores a la media. Esto implica una mayor probabilidad de obtener valores más altos, aunque

la asimetría no es lo suficientemente marcada como para alterar significativamente la interpretación general del riesgo.

Curtosis: Con un valor de 2.26, la distribución presenta colas más ligeras que la normal, lo que denota una menor incidencia de valores extremos, aunque aún existen escenarios atípicos dentro del rango simulado.

Coefficiente de variación: El valor de -2.06 refleja una alta dispersión relativa respecto a la media, lo que confirma un nivel elevado de incertidumbre en la estimación del VAN del proyecto.

En resumen:

El proyecto presenta una baja probabilidad de generar valor, con apenas un 30.56% de posibilidades de obtener un VAN positivo, lo que evidencia un alto nivel de riesgo financiero y una elevada incertidumbre en los resultados. Esto sugiere que la decisión de inversión debe tomarse con cautela, considerando la tolerancia al riesgo del inversionista, la disponibilidad de financiamiento y la posible implementación de estrategias de mitigación, como garantías de ingresos mínimos.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Con base en el diagnóstico de la conectividad en el departamento de Santa Ana, se concluyó que existe una brecha digital evidente. El análisis del ratio de habitantes por torre identificó cinco municipios (San Sebastián Salitrillo, El Porvenir, Candelaria de La Frontera, Chalchuapa y el Distrito de Santa Ana) que carecen de una infraestructura suficiente para atender la demanda poblacional.

Los resultados de la encuesta validan este hallazgo, ya que un 42.4% de los habitantes expresó su insatisfacción con la velocidad, estabilidad y cobertura de sus servicios actuales. De manera concluyente, el diagnóstico establece una necesidad insatisfecha y, a su vez, una alta receptividad del mercado, dado que el 91.5% de la población se muestra de acuerdo con la construcción de nueva infraestructura.

Con base en los resultados de la encuesta, se determinó que la expansión de la infraestructura de telecomunicaciones tendría un impacto social y económico significativo en la comunidad. Los resultados de las preguntas 16, 17 y 18 evidencian un claro beneficio percibido por los habitantes.

El análisis social demostró que una abrumadora mayoría del 91% de los encuestados considera que una mejor conexión mejoraría su calidad de vida, mientras que el 88% reportó problemas para estudiar o trabajar a causa de una conexión deficiente. Esto subraya la urgencia de atender una necesidad fundamental para el desarrollo personal y familiar.

Desde una perspectiva económica, el 56% de los participantes cree que la falta de telecomunicaciones ha afectado negativamente el crecimiento de su comunidad. Este hallazgo, sumado a la disposición de una parte de la población a pagar por un mejor servicio, indica que existe una demanda económica latente que puede ser capitalizada por el proyecto.

El análisis de los desafíos asociados a la implementación del proyecto determinó que, si bien existen retos significativos, estos son identificables y gestionables. En primer lugar, se constató que el mayor obstáculo potencial, la oposición comunitaria ha sido superado. La encuesta ciudadana (pregunta 22) reveló que un 91.2% de la población está de acuerdo con la construcción de una torre en su zona, lo que minimiza el riesgo de conflictos sociales y asegura una alta aceptación del proyecto.

Sin embargo, se identificaron desafíos regulatorios concretos. El estudio legal (según Tabla 30) determinó la necesidad de gestionar una serie de posibles permisos complejos con múltiples entidades como la municipalidad de Santa Ana, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET), entre otros.

Desde el punto de vista operativo, se concluyó que la micro localización de cada torre debe considerar variables técnicas específicas para asegurar su viabilidad, como el acceso a una fuente de energía eléctrica y la idoneidad del terreno según factores como la velocidad del viento. A pesar de la complejidad de estos requisitos, el análisis demostró que son retos que pueden ser mitigados a

través de una planificación rigurosa y la gestión proactiva de cada etapa del proyecto.

La evaluación financiera del proyecto, fundamentada en un modelo de flujo de caja proyectado a 20 años y un análisis de riesgo de Montecarlo, concluyó que la propuesta es riesgosa. Los indicadores de rentabilidad lo corroboran, pues el Valor Actual Neto (VAN) arrojó un resultado negativo en el 69.44% de los 50,000 escenarios, lo cual sugiere que no se genera valor económico para los inversionistas.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) del 13.50% se posiciona por debajo del Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC) del 21.42%, mismo que considera el CRP, ERP y la inflación subyacente de El Salvador, indicando que el proyecto no es capaz de generar un rendimiento superior a su costo de financiamiento. A pesar de esto, el período de recuperación es de 7.00 años considerándose un plazo aceptable para un proyecto de infraestructura de esta magnitud.

El análisis de sensibilidad, ejecutado mediante la simulación Montecarlo, reveló una alta incertidumbre en los resultados financieros. Dicha simulación incorporó diez variables de suposición, a cada una de las cuales se le asignó una distribución de probabilidad específica, fundamentada en la experiencia profesional de los investigadores y el método de recolección de los datos, dicha incertidumbre principalmente ligada a la variable "Cantidad alquiler", lo que demuestra que, su rentabilidad está ligada a la correcta gestión y comercialización de los espacios en las torres.

En resumen, se concluye que, la formulación y evaluación del proyecto de inversión en infraestructura de telecomunicaciones en el departamento de Santa Ana demostró que, a pesar de las complejidades del sector, esta infraestructura es necesaria, pero es financieramente riesgosa. El diagnóstico de la situación actual confirmó una brecha de conectividad significativa en cinco municipios, validada por una alta tasa de insatisfacción en los usuarios y una evidente necesidad de mejora. Este problema, lejos de ser una barrera, representa una oportunidad, dado que el 91.2% de la población se mostró a favor de la instalación de nueva infraestructura.

Asimismo, el análisis técnico y regulatorio determinó que los desafíos, como la gestión de permisos con múltiples entidades y la logística de implementación, son mitigables mediante una planificación rigurosa.

La evaluación financiera indica que el proyecto se encuentra en una posición de bajo atractivo financiero, con una alta sensibilidad a las variables relacionadas con el ingreso. El modelo reveló que la Tasa Interna de Retorno (TIR) del 13.50% es insuficiente para superar el Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC), establecido en 21.42%, lo que genera un amplio margen negativo. La incertidumbre inherente al proyecto se manifiesta en las simulaciones:

- La probabilidad de obtener un Valor Actual Neto (VAN) positivo para el proyecto es de solo 30.56%.
- Desde la perspectiva del inversionista, la probabilidad de un VAN positivo es ligeramente mayor, alcanzando el 42.29% (considerando una estructura de capital financiada con 58.3% de deuda).

Ambos indicadores confirman que el proyecto, con un período de recuperación de siete años aprox., no cumple con la tasa de rendimiento mínima exigida por el mercado en la mayoría de los escenarios, sugiriendo que, en su configuración actual, destruye valor.

Verificación de Hipótesis

Hipótesis 1 (Rechazada): La investigación determinó que la hipótesis que plantea un retorno económico positivo es rechazada. El análisis de sensibilidad de Montecarlo demostró que la probabilidad de obtener un Valor Actual Neto (VAN) positivo es de solo 30.56%. Este bajo nivel de certeza implica que, en la mayoría de los escenarios posibles, el proyecto no supera el costo de capital y destruye valor, evidenciando que su viabilidad financiera es incierta y depende críticamente de condiciones operativas muy favorables.

Hipótesis 2 (Rechazada): La hipótesis de que la implementación de este tipo de proyectos enfrenta barreras insuperables fue rechazada. Si bien se identificaron desafíos regulatorios y operativos, el análisis demostró que estos son gestionables y no comprometen la factibilidad del proyecto.

Recomendaciones

Es fundamental priorizar la ubicación de las torres considerando la densidad poblacional, las condiciones técnicas de cada sitio y la aceptación de la comunidad local. Se sugiere adoptar un esquema de financiamiento mixto que combine deuda y capital propio prudente, permitiendo proteger la liquidez y reducir riesgos financieros, al mismo tiempo que se aprovechan tasas de interés favorables. La diversificación de la cartera de clientes y el establecimiento de alianzas estratégicas con operadores y proveedores son esenciales para garantizar ingresos estables y maximizar la rentabilidad, por ello, es clave mantener un programa continuo de mantenimiento y monitoreo de la infraestructura, asegurando calidad de servicio, estabilidad operativa y prolongando la vida útil de los activos, con el objetivo de consolidar un flujo de ingresos sostenido y generar un impacto positivo en el desarrollo económico y social de las comunidades beneficiadas.

Recomendaciones específicas:

1. Seleccionar estratégicamente los sitios de instalación de torres según cobertura, densidad poblacional, características técnicas y aceptación de la comunidad.
2. Aplicar un esquema de financiamiento mixto, equilibrando capital propio y deuda para asegurar liquidez y minimizar riesgos financieros.
3. Establecer alianzas sólidas y contratos a largo plazo con operadores y proveedores para asegurar ingresos recurrentes y estabilidad del proyecto.

4. Implementar control de costos riguroso en construcción, operación y mantenimiento que aseguren estar dentro de presupuesto asignado.

5. Mantener un programa continuo de mantenimiento preventivo y monitoreo de la infraestructura para garantizar calidad del servicio, eficiencia operativa y prolongar la vida útil de las torres.

Referencias

- BID. (2019). *Transformación digital: Compartición de infraestructura en América Latina y el Caribe*.
- Boronat, G. (2019). *De la visión a la ejecución: Claves para la gestión de empresas rentables*. LID Editorial.
- Carmona, J. G. (2008). *Modelos financieros con Excel: Herramientas para mejorar la toma de decisiones empresariales*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- CEPAL. (2021). *Conectividad digital para un mayor desarrollo productivo: Una hoja de ruta para América Latina y el Caribe*.
- Cordoba, M. (2011). *Formulación y evaluación de proyectos de inversión*. Ecoe Ediciones.
- Damodaran, A. (9 de enero de 2025). *Country Default Spreads and Risk Premiums*. Obtenido de Country Default Spreads and Risk Premiums: https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html
- Financiero, L. S. (2025). *Tasas de interés comisiones y recargos*.
- IBM. (2024). *¿Qué es el riesgo operacional?* .
- IICA. (2022). *CONECTIVIDAD RURAL EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE*.
- Innguma. (2023). *Evolución y transformación del sector de las telecomunicaciones*. Innguma. Recuperado.
- InsightSoftware. (2020). *Análisis y modelización de escenarios financieros: Seis consejos clave*.
- Insightsoftware. (s.f.). *Análisis y modelización de escenarios financieros: Seis consejos clave* .
- ITUPublications. (2021). *Measuring digital development Facts and figures* .
- IXACTECH. (2024). *Cómo optimizar la infraestructura de telecomunicaciones para mejorar la rentabilidad empresarial*.
- Mundial, B. (s.f.). *APP en la Tecnología de la Información y Telecomunicaciones*.
- News, D. (2022). *Cinco riesgos globales que enfrentan las telecomunicaciones*.
- Padilla, M. (2011). *Formulación y evaluación de proyectos*. McGraw-Hill Interamericana.
- Prism, B. (2024). *La automatización en las operaciones en red: Ahorre más tiempo*.
- Reserva, B. C. (Septiembre de 2025). *Índice Subyacente de Inflación (ISI) Base dic. 2009*. Obtenido de estadisticas.bcr.gob.sv: <https://estadisticas.bcr.gob.sv/serie/indice-subyacente-de-inflacion-isi-base-dic-2009>

Revision. (2021). *Estimaciones y Proyecciones de Población*.

Ross, S. A. (2016). *Fundamentos de finanzas corporativas*. (11.^a ed.). McGraw-Hill Education.

Ross, S. A. (2021). *Corporate Finance*. McGraw-Hill Education.

Secretaria de Hacienda y Credito Publico, 2. (2022). *Estímulo Fiscal a la Investigación y Desarrollo de Tecnología 2022*. .

SIGET, S. G. (2016).

Solunio. (2024). *Cómo el riesgo político afecta a las empresas*.

Young, E. &. (2024). *Los 10 principales riesgos para las telecomunicaciones en 2024*.

Anexos

Anexo I: Encuestas realizadas:

<https://docs.google.com/forms/d/16cd0EnPODhYPAiOd-XNPY1OmHyD0DfYKYt5ZIm8c1UI/edit?ts=6899760c>

Figura 8: Anexo II - Visita a Candelaria de la Frontera



Figura 9: Anexo III - Visita a San Sebastián Salitrillo



Figura 10: Anexo IV - Visita a Chalchuapa



Figura 11: Anexo V - Visita a El Porvenir



Figura 12: Anexo VI - Tasas de interés comisiones y recargos

Superintendencia del Sistema Financiero | 3

TASAS DE INTERÉS ACTIVAS
Vigencia del 1 al 31 de agosto de 2025

Tasas Activas		Banco Agrícola, S.A.		Banco Cuscatlán de El Salvador, S.A.		Banco Davivienda Salvadoreño, S. A.		Banco Hipotecario de El Salvador, S. A. *****		CITIBANK N.A. Suc. El Salvador		Banco de Fomento Agropecuario.		Banco Promérica, S. A.		Banco de América Central, S. A.	
Crédito	Descripción	Tasa Nominal	Tasa Efectiva	Tasa Nominal	Tasa Efectiva	Tasa Nominal	Tasa Efectiva	Tasa Nominal	Tasa Efectiva	Tasa Nominal	Tasa Efectiva	Tasa Nominal	Tasa Efectiva	Tasa Nominal	Tasa Efectiva	Tasa Nominal	Tasa Efectiva
Créditos de Vivienda	A 1 año plazo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	Mas de 1 año plazo	Hasta 18.50%	Hasta 20.94%	16.00%	17.40%	Hasta 17.39%	Hasta 17.39%	Hasta 10.25%	Hasta 11.58%	*	*	*	*	11.00%	Hasta 15.62%	11.95%	17.48%
	Construcción	Hasta 11.00%	Hasta 17.95%	*	*	Hasta 17.39%	Hasta 17.39%	Hasta 12.65%	Hasta 14.01%	*	*	*	*	11.00%	Hasta 15.33%	*	*
	Con Recursos Ajenos	*	*	*	*	*	*	Hasta 9.50%	Hasta 10.82%	*	*	*	*	Hasta 7% sobre costo de recursos		*	*
Consumo	A 1 año plazo	Hasta 49.65%	Hasta 59.14%	26.00%	49.00%	25.75%	51.12%	Hasta 13.00%	Hasta 31.16%	*	*	Hasta 20.00%	Hasta 37.93%	24.38%	Hasta 30.28%	61.00%	69.00%
	Mas de 1 año plazo	Hasta 49.65%	Hasta 51.05%	26.00%	49.00%	25.75%	51.12%	Hasta 18.00%	Hasta 23.40%	*	*	Hasta 20.00%	Hasta 30.25%	24.38%	Hasta 30.28%	61.00%	69.00%
	Con Recursos Ajenos	Hasta 13.00%	Hasta 17.00%	26.00%	49.00%	*	*	Hasta 10.05%	Hasta 15.38%	*	*	Hasta 12.75%	Hasta 26.46%	Hasta 17% sobre costo de recursos		*	*
Créditos para Actividades Productivas	A 1 año plazo **	Hasta 19.00%	Hasta 23.50%	15.00%	19.00%	19.25%	79.25%	Hasta 22.00%	Hasta 30.17%	17.00%	22.00%	Hasta 20.00%	Hasta 31.97%	22.34%	Hasta 27.50%	22.00%	32.00%
	Mas de 1 año plazo **	Hasta 19.50%	Hasta 22.00%	15.00%	19.00%	21.25%	66.25%	Hasta 25.00%	Hasta 42.33%	17.00%	22.00%	Hasta 20.00%	Hasta 34.71%	22.34%	Hasta 27.50%	22.00%	32.00%
	Con Recursos Ajenos **	11.00%	Hasta 16.62%	15.00%	19.00%	*	*	Hasta 25.00%	Hasta 29.56%	*	*	Hasta 12.75%	Hasta 23.96%	Hasta 7% s/costo de recursos		*	*
Microcréditos y Otros Destinos	A 1 año plazo	Hasta 30.50%	Hasta 69.50%	18.00%	22.00%	*	*	Hasta 36.00%	Hasta 46.67%	*	*	Hasta 48.00%	Hasta 89.16%	*	*	25.00%	32.69%
	Mas de 1 año plazo	Hasta 30.50%	Hasta 69.50%	22.00%	23.61%	49.25%	*	Hasta 52.00%	Hasta 57.10%	*	*	Hasta 48.00%	Hasta 62.73%	*	*	25.00%	32.69%
	Con Recursos Ajenos	*	*	22.00%	23.61%	*	*	Hasta 32.00%	Hasta 42.64%	*	*	*	*	*	*	*	*
Otros	Ficafe	*	*	TIBP+1%		TIBP 180 días+1%		*	*	*	*	TIBP+1%	*	*	*	*	*
	Automáticos	H. 4% s/ tasa de depos.	H. 4% s/ tasa de depos.	H. 8% s/ tasa de depósito	Tasa de depósito +43%	T. de depósito + 4.00%	T. depósito + 79%	Hasta el 4% s/ tasa de depósito a plazo. Se cobrará comisión por trámite de crédito	*	*	*	*	H. 4% s/tasa depósito	*	H. 4% s/tasa de depósito		H. 10% s/tasa de depos.
	Sobregiros	Hasta 23.00%	Hasta 28.43%	30.00%	72.00%	24.25%	30.36%	Hasta 20.00%	Hasta 32.28%	30.00%	40.00%	16.00%	16.00%	24.38%	Hasta 29.08%	*	*
	Factoraje	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12.95%



* No ofrece el producto.

NOTAS: ** Los créditos para empresa de más de 41 y hasta 75 salarios mínimos urbanos del sector comercio, cuyo rango en dólares está ente US\$14,965.01 y US\$27,375.00, no podrán tener una tasa de interés efectiva anual mayor al 27.24%. *** Tasa de interés efectiva para créditos de consumo sin orden de descuento y con montos mayores a \$4,380.00 no excederá el 29.08%. **** Tasa de interés efectiva para créditos de consumo con orden de descuento y con montos iguales o menores a \$4,380.00 no excederá del 32.40% y para montos mayores a \$4,380.00 no excederá el 23.37%. ***** Tasa de interés efectiva para créditos de vivienda para adquisición y construcción para uso del adquirente, y con rango de más de \$40,880.00, no excederá del 15.46%. ***** Tasa de interés efectiva para créditos para remodelación y reparación de vivienda individual no excederá el 48.16%

TASAS DE INTERÉS ACTIVAS
Vigencia del 1 al 31 de agosto de 2025

Nota. Superintendencia del Sistema Financiero hasta agosto 2025

Figura 13: Anexo VII – Tarifas de tasas de interés en las operaciones activas, comisiones y recargos, Banco de Desarrollo de la República de El Salvador

Banco de Desarrollo de la República de El Salvador

TARIFAS DE TASAS DE INTERÉS EN LAS OPERACIONES ACTIVAS, COMISIONES Y RECARGOS ⁽¹⁾
VIGENTES A PARTIR DEL 01 DE JULIO DE 2025

TASAS DE INTERÉS NOMINALES Y EFECTIVAS PARA OPERACIONES ACTIVAS⁽¹⁾
 Tasa de Referencia para Operaciones Activas (TR): 15.00% anual.

OPERACIONES ACTIVAS	PRÉSTAMOS PRODUCTIVOS		AGRO		CONSTRUCCIÓN		ENERGÍA RENOVABLE Y EFICIENCIA ENERGÉTICA	
	Tasa Nominal Máxima ⁽²⁾	Tasa Efectiva Máxima ^{(2) (3)}	Tasa Nominal Máxima	Tasa Efectiva Máxima	Tasa Nominal Máxima	Tasa Efectiva Máxima	Tasa Nominal Máxima	Tasa Efectiva Máxima
a) Tasas de interés hasta un año plazo	Hasta 15.31%	Hasta 20.16%	Hasta 17.31%	Hasta 22.15%	Hasta 16.31%	Hasta 21.16%	Hasta 14.31%	Hasta 19.17%
b) Tasas de interés más de un año plazo	Hasta 16.46%	Hasta 18.81%	Hasta 18.46%	Hasta 20.80%	Hasta 17.46%	Hasta 19.80%	Hasta 15.46%	Hasta 17.82%
c) Intereses moratorios	5.00% anual		5.00% anual		5.00% anual		5.00% anual	
d) Plan de pago								
I) Tablas de amortización	x		x		x		x	
II) Al vencimiento								

Notas

⁽¹⁾ Las tasas de interés presentadas en esta publicación son las máximas a establecer, el Banco podrá otorgar préstamos a tasas inferiores a sus clientes; estas tasas aplican para las operaciones activas ofertadas en el Banco de Desarrollo de la República de El Salvador (BANDESAL) en Primer Piso.

⁽²⁾ Tasa de interés nominal y tasa máxima de interés efectiva calculadas sobre una frecuencia de pago mensual.

⁽³⁾ El cálculo de la tasa máxima de interés efectiva se ha efectuado en concordancia a lo establecido en las Normas Técnicas para la Transparencia y Divulgación de la Información de los Servicios Financieros Bancarios NCM-02 vigente. La tasa máxima de interés efectiva anualizada es aquella que permite igualar el valor actual de todas las cuotas y demás pagos que serán efectuados por el cliente con el monto que efectivamente recibirá en préstamo. Para efectos de esta publicación el cálculo de la tasa máxima efectiva anualizada se ha efectuado en función de la tasa de interés, plazo, monto, forma de pago y cargos por cuenta de terceros obligatorios tales como el seguro. Estas en ningún caso podrán sobrepasar las tasas de interés máximas publicadas por el Banco Centro de Reserva de conformidad a lo establecido en la Ley y Norma contra la usura.

COMISIONES Y CARGOS POR SERVICIOS DE OPERACIONES ACTIVAS	COMISIONES POR SERVICIOS	
	Concepto	Monto
	N/A	• No aplican comisiones por servicios
	CARGOS POR CUENTAS DE TERCEROS	
Concepto	Monto	
Seguro de deuda	• De acuerdo a la tarifa de la aseguradora	
RECARGOS		
Concepto	Monto	
Recargo por pago anticipado	• Cuando aplique de acuerdo con el literal m) del artículo 19 de la Ley de Protección al Consumidor y el artículo 59 de la Ley de Bancos	

Nota. Tarifas de tasas de interés – BANDESAL primer semestre 2025

Anexo VIII: Mapa consolidado de polígonos y torres

https://earth.google.com/earth/d/1YmISStRP0IK7am_Qc4nKca4Y9HAQbrFP?usp=sharing

Anexo IX: Documentos de referencia y soporte