

# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

## Escuela de Posgrado



Ampliación y mejora del acceso a los servicios de telecomunicaciones en los poblados rurales alejados del Perú a partir de una red satelital multibanda

Tesis para obtener el grado académico de Maestro en Ingeniería de las Telecomunicaciones que presenta:

*Fernando José Guerrero Godoy*

Asesor:

*Mg. Luis Andrés Montes Bazalar*

Lima, 2024


## Informe de Similitud

Yo, Luis Andres Montes Bazalar, docente de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis titulada(o) **Ampliación y mejora del acceso a los servicios de telecomunicaciones en los poblados rurales alejados del Perú a partir de una red satelital multibanda**, de el autor **Fernando José Guerrero Godoy**, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 8%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 28/02/2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de investigación, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha:

Lima, 28 de Febrero de 2024.

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: <u>Montes Bazalar Luis Andres</u>	
DNI: 10476312	Firma 
ORCID: 0000-0002-5430-9615	

## Dedicatoria

Para mis padres, Yrma y Fernando, por sus enseñanzas,  
incondicional amor y afecto.

A mi familia, por brindarme la motivación a seguir adelante  
por mis sueños.



## **Agradecimientos**

Agradecer al Mg. Luis Andrés Montes Bazalar, por su asesoría, comprensión y enseñanzas. Para que la presente tesis salga adelante.

Al Mg. Alejandro Carlos Alcócer García, por su gentil apoyo y consejería.



## RESUMEN

Se desarrolla redes inalámbricas de acceso para la atención de los centros poblados rurales de las zonas alejadas en nuestro país utilizando una red de satélites multibanda que permitiría la conectividad desde cualquier parte del Perú. Los poblados considerados, son de 100 a 300 habitantes y están dispersos en toda la extensión geográfica accidentada a nivel nacional, teniendo vías de acceso difíciles, carreteras con difícil acceso, centros poblados aislados de las áreas rurales y urbanas. Estas localidades no son consideradas por los proyectos de Redes regionales de fibra óptica, ni por la Red dorsal nacional de fibra óptica (RDNFO). Por lo que la comunicación mediante uso de datos y voz es poca o nula en algunos casos. Este proyecto podría beneficiar a la población que actualmente no está conectada con las TICs en colegios, postas, comisarías y municipios de los centros poblados rurales.

En las zonas rurales podría aprovecharse el uso de las TICs en los trabajos diarios, beneficiando la comunicación de centros agrícolas, disminuyendo la brecha digital para mejorar la demanda de insumos que se elaboran en los poblados. En la educación, la conectividad con las TICs permitiría ampliar y suministrar la conectividad a internet y a la información. Para el sector salud, se podría tener mayor respuesta a centros de salud alejados que antes no contaban con comunicación con los hospitales o centros en zonas urbanas. Mejorando la detección de casos, realizando consultas e incluso intervenciones médicas con telemedicina.

El desarrollo de las comunicaciones en las comisarías podría favorecerse con equipamiento conectado a Internet y comunicación constante con otras comisarías. El crecimiento de los poblados rurales podría generar mejoras en las relaciones con las zonas urbanas, el bienestar y permitir nuevas oportunidades de negocio. Esto haría que poco acceso a las TICs disminuya en nuestro país.

## Tabla de contenido

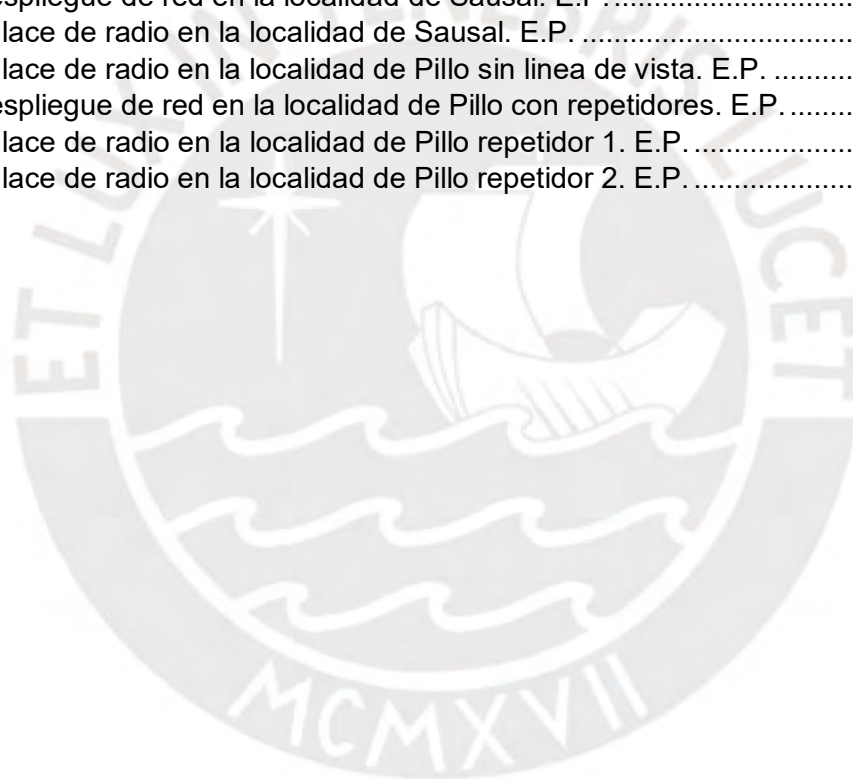
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO 1: MARCO TEÓRICO .....	3
1.1 Establecimiento del problema .....	3
1.1.1 Pobreza digital .....	3
1.1.2 Tala ilegal en zonas tropicales .....	6
1.1.3 Sector Salud .....	6
1.1.4 Sector Educación.....	7
1.1.5 Sector Agricultura .....	7
1.2 Antecedentes.....	8
1.2.1 Tesis de maestría PUCP .....	8
1.2.2 Tesis de Pregrado PUCP .....	9
1.3 Propósito de estudio.....	9
1.3.1 Mapa de involucrados.....	9
1.3.2 Definición del problema, causa y efectos.....	12
1.4 Significancia del campo.....	14
1.4.1 Beneficios en el breve plazo del proyecto.....	14
1.4.2 Beneficios en el largo plazo del proyecto.....	15
1.5 Alcance de la tesis.....	16
CAPITULO 2: ESTADO DEL ARTE.....	17
2.1 Marco general de las tecnologías .....	17
2.1.1 Comunicaciones satelitales .....	17
2.1.2 Comunicaciones Inalámbricas .....	19
2.2 Servicio satelital en Perú, América latina y a nivel mundial .....	20
2.2.1 Situación actual del servicio satelital en el Perú .....	20
2.2.2 Situación actual del servicio satelital en América latina y en el mundo .....	20
2.3 Comunicaciones rurales en el Perú .....	22
2.3.1 Red dorsal nacional de fibra óptica (RDNFO) .....	22
2.3.2 Proyectos regionales – PRONATEL .....	23
2.4 Análisis de objetivos .....	24
2.4.1 Definición de Medios y fines.....	24
CAPITULO 3: DISEÑO DE LA RED .....	27
3.1 Evaluación de las alternativas propuestas.....	27
3.1.1 Poblados utilizan enlace de la RDNFO y los proyectos del estado .....	27
3.1.2 Poblados utilizan enlaces con tecnologías disruptivas.....	29
3.1.3 Poblados utilizan enlace satelital VSAT de HTS multibanda. ....	29
3.2 Diseño de red satelital .....	30
3.2.1 Disponibilidad de la red satelital.....	30
3.2.2 Parámetros de la red satelital.....	31

3.2.3 Cronograma de trabajo.....	34
3.2.4 Dimensionamiento Satelital.....	34
3.2.5 Mapas del dimensionamiento Satelital.....	36
3.2.6 Dimensionamiento del requerimiento Satelital.....	39
3.2.7 Dimensionamiento de Internet en instituciones y Centros poblados.....	39
3.2.8 Determinación del caudal de demanda satelital.....	52
3.2.9 Cálculo de la proporción de gateways y de VSATS.....	53
3.3 Dimensionamiento de la red de acceso.....	57
3.3.1 Disponibilidad de la red de acceso.....	60
3.3.2 Parámetros de la red de acceso.....	60
3.3.3 Parámetros del terreno y equipamiento de la red de acceso.....	61
3.3.4 Enlaces punto a punto.....	62
3.3.5 Enlace punto multipunto.....	62
3.3.6 Equipamiento en las instituciones consideradas.....	63
3.3.7 Resultados de despliegue de red.....	63
CAPITULO 4: COSTOS.....	81
4.1 Evaluación de los costos de implementación.....	81
4.2 CAPEX.....	81
4.2.1 CAPEX - Segmento terrestre.....	82
4.2.2 CAPEX - Segmento espacial.....	83
4.3 OPEX.....	83
4.3.1 Costos OPEX del segmento terrestre.....	83
4.3.2 Costos OPEX del segmento espacial.....	84
4.4 Valor actual de costos.....	85
4.5 Evaluación privada.....	87
4.6 Evaluación social.....	89
4.7 Resultados de la evaluación privada y social.....	91
CONCLUSIONES.....	92
RECOMENDACIONES.....	93
BIBLIOGRAFÍA.....	94
ANEXOS.....	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Nivel de Pobreza Digital [1].	5
Figura 2. Brechas y limitantes al acceso a las TICs de los agricultores [6].	8
Figura 3. Mapa de causas y efectos [16].	14
Figura 4. Arquitectura de red de los satélites HTS [17].	18
Figura 5. Mapa de objetivos, medios y fines, y objetivo central. E.P.	26
Figura 6. Proceso de diseño de una red VSAT [37].	30
Figura 7. Reutilización de frecuencias en Clúster. E.P.	31
Figura 8. Reutilización de frecuencia en banda C. E.P.	32
Figura 9. Diseño de la red – Dimensionamiento del tráfico de Internet. E.P.	34
Figura 10. Cronograma de estudio de expediente técnico, factibilidad e inversión. E.P.	34
Figura 11. Cronograma de ejecución de la red. E.P.	34
Figura 12. Mapa geográfico de centros educativos y pisadas. E.P.	36
Figura 13. Mapa geográfico de centros de salud y pisadas. E.P.	37
Figura 14. Mapa geográfico de centros poblados y pisadas. E.P.	37
Figura 15. Mapa geográfico de dos pisadas CW en banda C. E.P.	38
Figura 16. Mapa geográfico de dos pisadas CWW en banda C. E.P.	38
Figura 17. Centros educativos a nivel nacional E.P.	41
Figura 18. Centros de salud a Nivel nacional. 100 a 300 pobladores. E.P.	43
Figura 19. Centros Poblados a Nivel nacional. 100 a 300 pobladores. E.P.	46
Figura 20. Disposición del ancho de banda. E.P.	51
Figura 21. Mapa de los centros poblados, centros de salud y educativos. E.P.	52
Figura 22. Frecuencia asignada al servicio satelital en banda C para redes VSAT - ITU T [44].	54
Figura 23. Asignación de frecuencia en banda Ku para redes VSAT. ITU-T [44].	55
Figura 24. Frecuencias asignadas y polaridades de las pisadas en banda Ku [45]. E.P.	55
Figura 25. Frecuencia asignada en banda Ka para redes VSAT - ITU T [44].	56
Figura 26. Frecuencias asignadas y polaridades de las pisadas en banda Ka [45]. E.P.	57
Figura 27. PTP 450i. [47] Fuente: Cambium Networks	59
Figura 28. ePMP™ 2000. [48] Fuente: Cambium Networks.	59
Figura 29. ePMP Force 180. [49] Fuente: Cambium Networks.	60
Figura 30. Enlace punto a punto. E.P.	62
Figura 31. Enlace punto multipunto. E.P.	63
Figura 32. Localidades de la red del departamento de Amazonas - Google Earth. E.P.	64
Figura 33. Despliegue de red en la localidad de Acerillo. E.P.	65
Figura 34. Enlace de radio en la localidad de Acerillo. E.P.	65
Figura 35. Despliegue de red en la localidad de El Triunfo. E.P.	66
Figura 36. Enlace de radio en la localidad de El Triunfo. E.P.	66
Figura 37. Localidades de la red del departamento de Ayacucho - Google Earth. E.P.	67
Figura 38. Despliegue de red en la localidad de Iglesia Huasi. E.P.	67
Figura 39. Enlace de radio en la localidad de Iglesia Huasi. E.P.	68
Figura 40. Despliegue de red en la localidad de Ñahuinpuquio. E.P.	68
Figura 41. Enlace de radio en la localidad de Ñahuinpuquio. E.P.	69
Figura 42. Despliegue de red en la localidad de Coyungo. E.P.	69
Figura 43. Enlace de radio en la localidad de Coyungo. E.P.	70

Figura 44. Despliegue de red en la localidad de Las Trancas. E.P.....	70
Figura 45. Enlace de radio en la localidad de Las Trancas. E.P. ....	71
Figura 46. Localidades de redes en la región Madre de Dios - Google Earth. E.P..	71
Figura 47. Despliegue de red en la localidad de Yomibato y Tayacome. E.P.....	72
Figura 48. Despliegue de red en la localidad de Yomibato enlace 1. E.P.....	72
Figura 49. Despliegue de red en la localidad de Yomibato enlace 2. E.P.....	73
Figura 50. Despliegue de red en la localidad de Tayacome enlace 1. E.P. ....	73
Figura 51. Despliegue de red en la localidad de Tayacome enlace 2. E.P. ....	74
Figura 52. Localidades de la red del departamento de Apurímac - Google Earth. E.P. ....	74
Figura 53. Despliegue de red en la localidad de Motoy. E.P. ....	75
Figura 54. Enlace de radio en la localidad de Motoy enlace 1 repetidor. E.P. ....	75
Figura 55. Enlace de radio en la localidad de Motoy enlace 2 repetidor. E.P. ....	76
Figura 56. Despliegue de red en la localidad de Tamburqui. E.P.....	76
Figura 57. Enlace de radio en la localidad de Tamburqui. E.P. ....	77
Figura 58. Localidades de la red del departamento de Piura - Google Earth. E.P. .	77
Figura 59. Despliegue de red en la localidad de Sausal. E.P.....	78
Figura 60. Enlace de radio en la localidad de Sausal. E.P. ....	78
Figura 61. Enlace de radio en la localidad de Pillo sin línea de vista. E.P. ....	79
Figura 62. Despliegue de red en la localidad de Pillo con repetidores. E.P. ....	79
Figura 63. Enlace de radio en la localidad de Pillo repetidor 1. E.P. ....	80
Figura 64. Enlace de radio en la localidad de Pillo repetidor 2. E.P. ....	80



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Pobreza digital [1].	4
Tabla 2. Evolución de los hogares con acceso a las tecnologías de información y comunicaciones, según condición de pobreza, 2007-2018 [2].	5
Tabla 3. Costos del proyecto continuación de redes regionales. Fuente: Pronatel y E.P.	28
Tabla 4. Diámetro de pisadas satelitales E.P.	32
Tabla 5. Capacidad en velocidad por pisada. E.P.	32
Tabla 6. Pisadas en Banda Ka. E.P.	35
Tabla 7. Pisadas en Banda Ku. E.P.	40
Tabla 8. Colegios y servicio de Internet. E.P.	41
Tabla 9. Cálculo velocidad de bajada por colegios a nivel nacional. E.P.	41
Tabla 10. Cálculo velocidad de bajada por centros de salud. E.P.	44
Tabla 11. Cálculo velocidad de bajada por comisaria. E.P.	45
Tabla 12. Consumo por año de TV, Celular, Teléfono e Internet. Fuente INEI.	47
Tabla 13. Promedio de hogares de 4 miembros por poblado a nivel nacional. E.P.	47
Tabla 14. Consumo de ancho de banda por hogar. E.P.	48
Tabla 15. Cálculo de la velocidad de bajada por departamento. E.P.	49
Tabla 16. Cálculo de pisadas por región y velocidad de bajada. E.P.	50
Tabla 17. Determinación de caudales por departamento. E.P.	51
Tabla 18. Cálculo de la demanda de tráfico a nivel nacional. E.P.	53
Tabla 19. Número total de VSATs y tráfico por banda. E.P.	57
Tabla 20. Instituciones consideradas de acuerdo con las premisas establecidas. E.P.	58
Tabla 21. Ancho de banda para las instituciones consideradas. E.P.	61
Tabla 22. Parámetros de configuración de las radios PTP y PMP. E.P.	64
Tabla 23. Costo de VSAT. E.P.	82
Tabla 24. Cálculo en el segmento terrestre satelital. E.P.	82
Tabla 25. Cálculo en el segmento terrestre de la red inalámbrica. E.P.	82
Tabla 26. Costos del segmento espacial. E.P.	83
Tabla 27. Costos OPEX del segmento terrestre. E.P.	84
Tabla 28. Capital humano designado en la operación de la red. E.P.	84
Tabla 29. Costos OPEX del segmento espacial. E.P.	85
Tabla 30. Valor actual de costos. E.P.	86
Tabla 31. Factor de crecimiento. E.P.	87
Tabla 32. Tasas de crecimiento de población rural, entre los años 2000 a 2040. E.P.	87
Tabla 33. Evaluación privada. E.P.	88
Tabla 34. Evaluación social. E.P.	90

## INTRODUCCIÓN

En nuestro país, acceder a los recursos de las comunicaciones en las zonas lejanas es un desafío que cada día se trata de afrontar. Con la implementación de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica (RDNFO) y los proyectos de inversión pública del Programa Nacional de Telecomunicaciones (PRONATEL), “Instalación de banda Ancha para la Conectividad Integral y Desarrollo Social” de los departamentos del Perú, donde existen servicios en telesalud, teleeducación, conectividad a las instituciones beneficiaras, la brecha de las comunicaciones se trata de reducir. Sin embargo, aún existen localidades que no están dentro del aprovisionamiento para que puedan gozar de estos beneficios. En varios casos por ser localidades alejadas por temas de geografía, difícil penetración o difícil acceso. En tal sentido, la tesis se fundamenta en plantear una red de comunicaciones para estas localidades, con la intención de brindar comunicaciones, Internet y tecnología, promoviendo el desarrollo de estas zonas.

En el capítulo 1 de esta tesis se presenta el establecimiento del problema existente en las áreas rurales alejadas. Se muestran problemas como la brecha y la pobreza digitales, la tala ilegal en las zonas tropicales como la amazonia, problemas en los sectores salud, educación y agricultura. Luego, se despliega el mapa de involucrados, el mapa de problemas, causas y efectos. Por último, se indica los beneficios y los alcances.

Luego, en el capítulo 2 se abordan las tecnologías satelitales e inalámbricas con sus innovaciones que serán utilizadas. La situación actual de los satélites en el país, en Latinoamérica y en el resto del mundo. Se revisa los proyectos implementados en Perú para las comunicaciones rurales. Asimismo, se presenta el estudio de objetivos, planteando el objetivo central, los medios y fines para el cumplimiento del mismo.

Seguidamente, en el capítulo 3 se evalúan las alternativas y se elige la óptima, para realizar luego el desarrollo del diseño de red, de acuerdo con una metodología explicada. Posteriormente, se efectúa el diseño de las redes satelitales realizando el dimensionamiento para obtener el caudal satelital, el número de gateways y VSATs. Luego, se dimensiona la red de acceso con la información brindada por los ministerios asociados a cada institución, parámetros de la red, parámetros del terreno y los equipos de red y de los radioenlaces desplegados hasta las instituciones consideradas. Por último, en el capítulo 4 se realiza la estimación de los costos de los equipos en el espacio y equipos terrestres, red de acceso y se

incluye los gastos de operación y mantenimiento. Finalmente, se realiza la evaluación del proyecto.



## CAPITULO 1: MARCO TEÓRICO

### Introducción

Se expone la problemática de los poblados rurales, los antecedentes de tesis relacionados a soluciones satelitales para el país. Luego, se da el propósito de la tesis indicando el mapa de involucrados. Se define el problema, causas y efectos. Se indica los beneficios y los alcances.

### 1.1 Establecimiento del problema

#### 1.1.1 Pobreza digital

Para definir la pobreza digital, tendríamos que citar la definición de “brecha digital”, según el informe de “análisis de la demanda por TICs: ¿Qué es y cómo medir la pobreza digital?” – Roxana Barrantes [1]. Esta definición, se comprende como desigualdad al uso de TICs a nivel de residencia o países. Para determinar la pobreza digital, se menciona primeramente las TICs (medios digitales de información y comunicación).

Las definiciones se aproximan a partir de vectores de atributos relacionados con el empleo y consumo de las TIC:

- **Conectividad.** Se necesita de un medio para la comunicación, lo que incluye dispositivos finales, así como redes fijas con conectividad física o redes móviles con conectividad inalámbrica.
- **Comunicación.** Puede ser solo ida o de ida y vuelta, como ver programas televisivos nos mantiene informados ya que puede ser vista, sin embargo, no podemos comunicarnos con ella.
- **Información.** Se fracciona en el establecimiento, almacenamiento, distribución, intercambio y consumo.

En el informe, Barrantes [1] define pobreza digital utilizando cuatro variables:

1. **Edad:** A mayor sea una persona, es más probable que sea pobre digital.
2. **Educación:** A mayor nivel educativo, menos probable de ser pobre digital.
3. **Infraestructura disponible:** Se toma en cuenta la radio, TV, cable, teléfono fijo, dispositivo móvil, dispositivos finales, acceso a internet.
4. **Funcionalidad cumplida:** manejo que se brinda a las TICs, desde la captura de la información hasta la comunicación completa como gobierno electrónico.

Si se asocia los tipos de pobreza digital con un vector de características relacionadas con TICs, se considera una organización de escasez o bienestar digital como la mostrada en la Tabla 1.

Tabla 1. Pobreza digital [1].

Nivel de Conectividad	Funcionalidad	Infraestructura	Nivel de educación	Edad
III	Interacción digital (gobierno y negocios electrónicos)	Internet banda ancha	Alto	Jóvenes
II	Mensajería electrónica	Internet / telefonía móvil	Medio	Jóvenes y no tanto
I	Comunicación y recepción de información	Telefonía (fija o móvil)	Bajo, pero alfabeto	Mayores
0	Recepción de información	Radio o televisión	Analfabeto	Mayores

La columna inicial muestra el valor de nivel de conectividad: Si es mayor la conectividad, la categoría de pobreza digital será menor. El valor de conectividad "0", representa a aquellos pobres digitales extremos. Los pobres digitales extremos son aquellos que utilizan las tecnologías para la obtención de información, ya sea porque no conocen el uso, o porque no brindan los servicios de comunicación o, aunque los conozcan, no tienen la edad o la capacidad de aprender lo suficiente para familiarizarse con los dispositivos y usarlos en todo su potencial.

Serán considerados pobres digitales, los que se encuentren en un nivel equivalente de "I". La escasez digital tiene métodos de comunicación a través de los cuales acogen información y pueden comunicarse. Los que estén en el nivel de conexión "II y III" no son considerados pobres digitales [1].

Barrantes, presenta en la Figura 1, algunos aspectos sobre la dinámica de clasificación utilizando los valores de edad y literalidad en capital humano. Hacen énfasis en un nivel mayor de bienestar digital con superior instrucción, o un rango de pobre digital con una tendencia al aumento de edad.

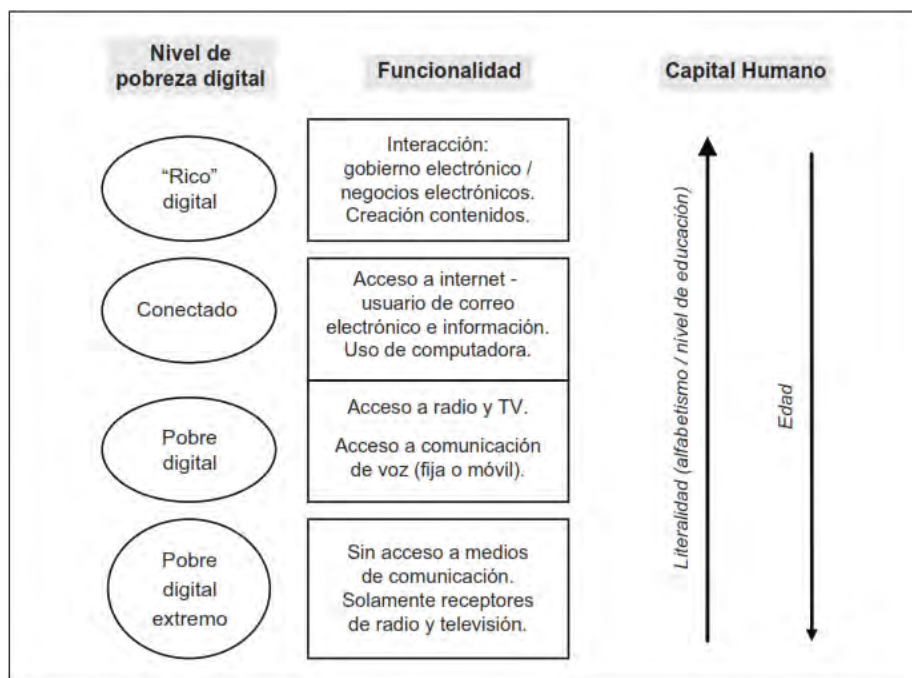


Figura 1. Nivel de Pobreza Digital [1].

La información acerca de la accesibilidad a las TICs, según el INEI en el informe de Evolución de la pobreza monetaria 2007-2018 [2], nos permite obtener una comprensión amplia del nivel de estos medios e identificar la brecha presente en los niveles de riqueza y necesidad.

En la Tabla 2, se despliega el desarrollo de las familias con acceso a las TICs. Donde, en el año 2018, 83,2% de hogares con escasez cuentan con un móvil, asimismo, los hogares no pobres son 92,4%. Se realiza la comparación con el 2017, se ve un aumento de 1,9% en los hogares pobres con acceso a las TICs, siendo uno de los incrementos más significativos. Por otro lado, la conectividad a Internet en 2018 aumento a 4,4% con respecto del 4.1% del 2017 [2].

Tabla 2. Evolución de los hogares con acceso a las tecnologías de información y comunicaciones, según condición de pobreza, 2007-2018 [2].

Área de residencia/ Tecnología de Información y Comunicaciones / Condición de pobreza	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Diferencia (en puntos porcentuales)	
													2018/2017	2018/2007
<b>Pobre</b>														
Con teléfono fijo	7,8	7,3	6,5	6,6	6,1	6,2	6,4	5,0	4,1	3,2	3,1	2,4	-0,7	-5,4
Con algún miembro con celular	20,6	32,5	41,9	49,5	53,3	58,9	65,1	70,3	75,1	79,3	81,3	83,2	1,9	62,6
Con Tv. cable	3,1	3,7	4,3	4,9	7,9	7,6	9,7	10,7	10,8	11,3	12,4	12,1	-0,3	9,0
Con Internet	0,1	0,2	0,2	0,6	1,3	1,6	2,5	2,4	2,3	3,0	4,1	4,4	0,3	4,3
<b>Pobre extremo</b>														
Con teléfono fijo	0,2	0,5	0,1	0,5	1,2	0,9	0,6	0,8	0,5	0,6	0,1	0,3	0,2	0,1
Con algún miembro con celular	3,2	8,8	20,3	27,1	32,9	40,0	45,6	54,8	61,1	66,8	69,3	73,5	4,2	70,3
Con Tv. cable	0,3	0,4	0,0	0,7	1,3	1,0	2,7	1,8	2,6	1,7	2,7	4,1	1,4	3,8
Con Internet	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,3	0,6	0,3	0,6
<b>Pobre no extremo</b>														
Con teléfono fijo	10,3	10,0	9,1	8,6	7,5	7,6	7,8	5,9	4,9	3,7	3,7	2,7	-1,0	-7,6
Con algún miembro con celular	26,5	41,8	50,3	56,7	59,1	64,2	69,8	73,8	78,2	82,0	83,6	84,7	1,1	58,2
Con Tv. cable	4,1	4,9	6,0	6,3	9,9	9,4	11,4	12,8	12,6	13,3	14,4	13,3	-1,1	9,2
Con Internet	0,1	0,3	0,3	0,8	1,6	2,1	3,1	2,9	2,8	3,6	4,8	4,9	0,1	4,8
<b>No pobre</b>														
Con teléfono fijo	44,2	43,1	42,1	38,7	37,0	35,7	34,1	31,8	28,9	27,6	25,9	24,2	-1,7	-20,0
Con algún miembro con celular	58,9	72,1	76,9	81,2	81,8	85,4	86,2	88,2	89,8	90,9	92,0	92,4	0,4	33,5
Con Tv. cable	24,9	27,5	30,5	33,3	36,4	38,5	39,4	41,6	42,3	42,2	42,7	42,8	0,1	17,9
Con Internet	10,3	12,5	15,3	17,3	20,9	25,2	26,8	28,2	27,7	31,1	33,2	34,9	1,7	24,6

### 1.1.2 Tala ilegal en zonas tropicales

La tala ilegal es una práctica que está relacionada con la pérdida de bosques en áreas forestales como el Amazonas. En el caso de nuestro país, una importante extensión del territorio está conformada por zonas tropicales. El proyecto de la ONU para el Medio Ambiente (PNUMA) y "Green Carbon: The Black Trade" de Interpol evalúan que del 50% al 90% es ilícito talar en estas zonas, y el tráfico ilegítimo se estima en cien mil millones de dólares al año. Global Forest Watch 2.0, es una tecnología que utiliza sensores remotos para mostrar imágenes de áreas forestales de alta resolución casi en tiempo real. A través de una combinación de datos satelitales y recopilados en la web, el sistema proporciona alertas de deforestación global para identificar áreas de tala ilegal y deforestación [3]. Puede facilitar la dirección y conservación de los bosques. Como ejemplo se tiene a un personal de una organización de protección forestal en Yakarta que recibe un aviso sobre una zona en deforestación. Él informará a las autoridades que se apresurarán por llegar al lugar y comenzarán a tomar precauciones para arrestar a madereros ilegales [3].

### 1.1.3 Sector Salud

El año 2013 se generó una reforma en el sector salud de nuestro país que tenía como objetivo fortalecer el servicio de salud particular, colectiva y el amparo de los derechos humanos. Se estableció también mecanismos para el incremento de cobertura poblacional de salud, sin embargo, para lograrlo se necesita de la reducción de las limitantes de desigualdad en el sector salud para los pobladores en las zonas rurales alejadas del país [4].

Se requiere de una expansión de la cobertura hacia las poblaciones mencionadas, a causa de las enfermedades en las zonas rurales como: tuberculosis, problemas gastrointestinales, desnutrición crónica y enfermedades parasitarias.

#### **1.1.4 Sector Educación**

Las brechas asociadas a la zona de residencia, aquellas que indica una desventaja rural, es muy pronunciada y persistente. Hoy en día, más residentes rurales tienen acceso a los servicios proporcionados por los centros urbanos cercanos, lo que sugiere la capacidad de variar la estructura en que se ofrecen los servicios educativos a los residentes que viven en áreas rurales cercanas a los centros urbanos. Por otro lado, también es concebible que se facilite la migración, lo que podría significar que precisamente aquellos con menos oportunidades se queden en el campo. Los jóvenes que viven en áreas rurales tienen más probabilidades de no poder obtener educación básica [5].

#### **1.1.5 Sector Agricultura**

La conectividad a Internet, aunque es mayor en comparación con las localidades rurales, sigue siendo deficiente, lo que indica disparidades entre los agricultores urbanos y rurales. La proporción de acceso a Internet en los hogares encabezados por agricultores es baja, pero generalmente superior a la de la población rural. Esta cifra aumenta por la influencia de los agricultores que viven en áreas urbanas, donde es más probable que tengan puntos en común y brinden conectividad. Los agricultores que viven en áreas rurales están en desventaja en comparación con otros residentes rurales que realizan tareas no agrícolas que están más relacionadas con los servicios o el comercio [6].

La Figura 2 muestra los obstáculos y limitaciones más importantes que impiden que los agricultores accedan a Internet y computadoras, en donde, el acceso a las TIC es el factor principal y el resto factores secundarios. Las decisiones, las redes, las grandes industrias influyen en el nivel a las facilidades de las TICs. Según los especialistas, las brechas más significativas son las conexiones y el nivel de educación, le sigue el aumento de la economía y la impresión de que los agricultores usan poco las TICs [6].

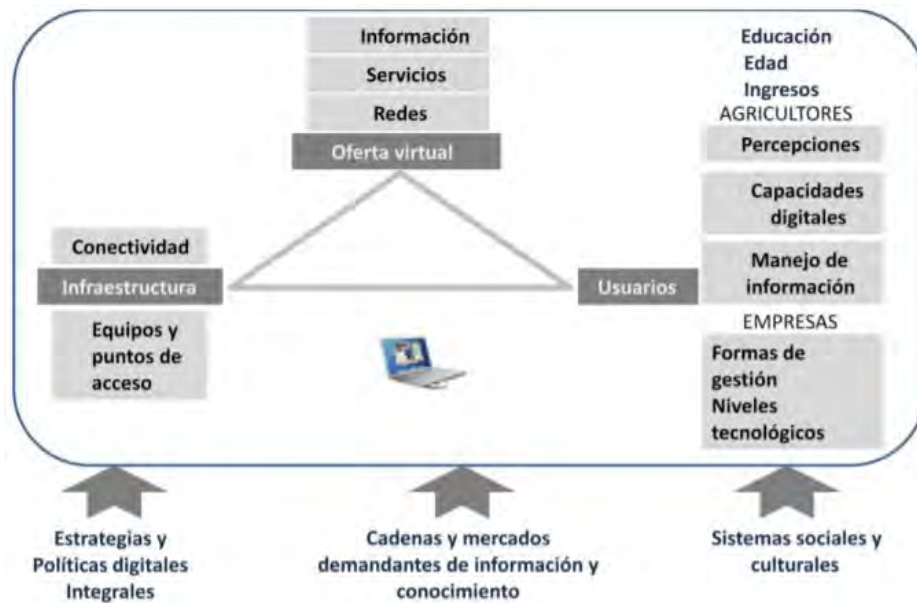


Figura 2. Brechas y limitantes al acceso a las TICs de los agricultores [6].

## 1.2 Antecedentes

### 1.2.1 Tesis de maestría PUCP

En primer lugar, se considera como antecedente la tesis de título “IDENTIFICACIÓN DE UNA ALTERNATIVA SATELITAL PARA PROVEER SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN EL PERÚ”, por el Mag. Javier More Sánchez [7], en donde, el objetivo general es proponer y reconocer una opción satelital que brinde servicio de telecomunicaciones en localidades donde no llegará la Red dorsal nacional de fibra óptica (RDNFO) directa o indirectamente por medio de comunicaciones alámbricas e inalámbricas.

En las conclusiones, se menciona que no es factible el alcance de comunicar a todos los centros poblados rurales con las redes propuestas por el estado, por lo que, la única opción es que los centros poblados sean implementados con una solución de telecomunicaciones satelital. De las alternativas que son consideradas la mejor y en el breve plazo a implementar es un satélite Hosted Payload en banda Ka.

Seguido, se presenta la tesis de título “DISEÑO DE UNA RED SATELITAL MULTIBANDA DE BANDA ANCHA PARA COMUNICACIONES EN EL PERÚ.” Por el Mg. Alejandro Carlos Alcócer García [8], trabajo de tesis que busca proveer comunicaciones a localidades alejadas, mediante el diseño de una solución de satélites multibanda para las comunicaciones donde no llegarán las redes

regionales de PRONATEL. El objetivo es ampliar y mejorar el acceso a las telecomunicaciones en las comunidades lejanas del Perú.

En las conclusiones, se logra demostrar el decrecimiento de la brecha digital, el alcance y el tráfico a desplegar en las instituciones que serán beneficiadas.

Ambas tesis proponen soluciones satelitales de telecomunicaciones para desplegar la red en zonas alejadas, tomando en cuenta los datos del Programa Nacional de Telecomunicaciones (PRONATEL), se parte como referencia las redes regionales y la Red dorsal nacional de fibra óptica (RDNFO). Se considera que se brindará servicio a las localidades y el ancho de banda a tomar en cuenta por cada institución a las que se lleguen. Sin embargo, esta fuera de ambas tesis, el diseño inalámbrico o convergente que se podrá desplegar a partir de VSATs en los centros poblados o comunidades rurales alejadas. Sobre este aspecto, incidirá la presente tesis.

### **1.2.2 Tesis de Pregrado PUCP**

Primeramente, se tiene la tesis titulada “DESARROLLO DEL PLAN NACIONAL DE COMUNICACIONES SATELITALES PARA EL PERÚ”, por Renato Chávez Maldonado y Rodolfo Diaz Vergara [9], en la tesis se sugiere que el fin de disminuir la brecha digital de las centros poblados aislados, mediante el uso de la tecnología debe ser por un sistema satelital, dado que, es considerado ahorrador, de veloz despliegue a diferencia de las tecnologías microondas o alámbricas.

Se realiza el despliegue de un plan nacional satelital para tratar la reducción del acceso digital en las localidades rurales lejanas no consideradas por los proyectos de PRONATEL y la Red dorsal nacional de fibra óptica (RDNFO).

En las conclusiones se menciona la necesidad de 20 beams de banda Ka satelital en la reducción de la brecha digital existente a nivel nacional. Así como, los gateways terrestres deben ser considerados con una ubicación donde no se tenga eventos de lluvia y cercanos a nodos de la RDNFO.

### **1.3 Propósito de estudio**

A continuación, se demuestra el propósito y los objetivos específicos y central. La metodología aplicada que se utiliza es la de mapas de problemas [10], compuesto por el problema central, el mapa de causas y efectos, el mapa de medios y el mapa de objetivos, especialmente si el proyecto involucra a instituciones nacionales.

#### **1.3.1 Mapa de involucrados**

Se incluye a los pobladores del área rural, los establecimientos en salud, las instituciones de educación y las comisarias policiales. A continuación, se muestra los roles, la capacidad de participación y su interés:

#### 1.3.1.1 Población de áreas rurales

En nuestro país se ha desarrollado mejoras en los últimos tiempos de la disminución de los índices de pobreza, descendiendo de 42,4% en el año 2004 a 20,7% para el 2015. En 2016, la escasez entre el área rural y urbana se triplicó: de 14 % a 44 %.

Esto se refleja en las diferencias al acceso educativo, la salud y servicios financieros entre los pobladores urbanas y rurales [11].

- Rol: La población rural requiere de medios de comunicaciones que, en su mayoría, algún operador de internet invierte en una zona que no es útil. Las instituciones estatales y privadas tienen inconvenientes en proveer contenidos y desplegar equipamiento en zonas lejanas, como la geografía accidentada que restringe la interacción de información. Acceder a estos servicios contribuirá en el crecimiento de la población desde el ámbito económico, administrativo y de desarrollo de la población, tratando de disminuir la pobreza y acortando la brecha digital [12].
- Capacidad de participación: Es importante que, en la planeación y ejecución de TICs en el progreso de áreas rurales, se encuentre enfocado a la igualdad. Donde se asegura una deferencia por las demás personas o condición [12].
- Interés: El acceso a la comunicación y la interacción de la información permitirá mejorar el desarrollo en las áreas rurales. El interés de los pobladores por comunicarse y compartir información podría mejorar en calidad de vida y bienestar.

#### 1.3.1.2 Establecimientos de salud

Es de vital importancia que los establecimientos de salud, postas, tengan comunicación con sus centrales de red en cada localidad para la provisión de medicamentos, insumos médicos, y otros. Así como la comunicación en caso se requiera traslado de personal hacia una localidad donde podrán atender un caso de mayor complejidad o incluso tratar con telemedicina en una zona rural, la asistencia por parte de médicos especializados.

- Rol: Las instalaciones de salud, se encuentran en la necesidad de brindar asistencia médica, a fin de proteger la vida de quien lo necesite.

- Capacidad de participación: Cuentan con profesionales destacados en las regiones rurales y alejadas de nuestro país para prestar la atención en los establecimientos de salud.
- Interés: Según el capítulo II del artículo 37 de la Ley General de Salud N° 26482 [13], las instituciones médicas y de apoyo, de cualquier tipo o naturaleza, deberán ejecutar con las obligaciones de las normas y reglas que expidan las autoridades sanitarias estatales en relación a locales físicos, material para equipar, recursos de asistencia, saneamiento e inspección a exposiciones y otros que realizan de acuerdo con su naturaleza.

#### 1.3.1.3 Instituciones educativas

En las instituciones educativas se debe promover el acceso a las TICs por medio de equipamientos que complementen la enseñanza brindada.

- Rol: Se exige de personas que sean deliberantes, con comprensión y conocimiento de los procesos que están a su alrededor, que se relacionen como iguales con un desarrollo de sus capacidades con el fin de desenvolverse en comunidad. Actualmente la educación es la base para la gobernanza y el futuro del país [14].
- Capacidad de participación: A pesar de los escasos recursos, las instituciones educativas con apoyo del gobierno podrían brindar un servicio de enseñanza con TICs, mediante el uso de tabletas o laptops en los centros educativos.
- Interés: La necesidad de TICs en las instituciones educativas para enseñar con recursos actualizados y alineados a las políticas de educación actuales.

#### 1.3.1.4 Comisarias

Según la Ley orgánica de la Policía Nacional del Perú [15], en el artículo 2 se define como un organismo estatal establecido para dar garantía del orden policial, libertad del desarrollo de los derechos humanos en los ciudadanos y un correcto desempeño de las acciones civiles. La integran representantes de la legislación, el orden y la seguridad del país.

- Rol: Tiene como objetivo principal velar, asegurar y restaurar el orden policial. Protegen y ayudan a los ciudadanos y comunidades. Garantizan el respeto de la legislación y la seguridad de los bienes del estado y privados. Evita, averigua y lucha contra la criminalidad. Atiende la seguridad y controla todas las fronteras del territorio nacional [15].

- Capacidad de participación: Para el desempeño de sus actividades y funciones, la policía nacional necesita la información actualizada en tiempo real a nivel nacional de las bases de datos de requisitorias, informe de vías, denuncias y otros. En especial en las zonas alejadas donde no es fácil el acceso.
- Interés: Personal de la policía debe estar constantemente comunicado a nivel nacional para cumplir sus funciones, en especial en las zonas alejadas para mantener contacto directo con sus superiores y familiares.

### **1.3.2 Definición del problema, causa y efectos**

Seguidamente, se define un mapa de problemas, donde se precisa el mapa de causas, la problemática central y el mapa de efectos. La implementación, hace alusión al proyecto de inversión pública: “Instalación de Banda Ancha para la Conectividad Integral y Desarrollo Social de la Región Ayacucho” [16].

#### **Problema central del proyecto**

Inmediatamente de diagnosticar la coyuntura actual, se reconoció el problema principal: “Limitado acceso a los servicios de telecomunicaciones en los poblados rurales alejados del Perú”

#### **Origen que genera el problema**

Identificaremos las causas que ocasionan la problemática central.

#### **Causa directa 1**

Inadecuado crecimiento en los servicios de telecomunicaciones de las regiones, por las siguientes causas:

##### **Causa Indirecta 1.1:**

El nivel de financiación del desarrollo de infraestructura adecuada para la presentación de servicios es limitado.

##### **Causa Indirecta 1.2:**

Tarifas elevadas en la operación de los servicios de telecomunicaciones.

#### **Causa directa 2**

Las limitaciones socioculturales que impiden el acceso al servicio de telecomunicaciones son resultado de las siguientes causas:

##### **Causa Indirecta 2.1:**

Restricción del manejo, operación y control de las TICs en las telecomunicaciones.

##### **Causa Indirecta 2.2:**

Falta de información y entendimiento de las mejoras y beneficios del potencial de las telecomunicaciones en las áreas rurales.

### **Efectos del problema**

Luego de identificar el problema central, a continuación, presentamos los efectos generados directos e indirectos que llevan al efecto final.

#### **Efecto directo 1**

Elevadas tarifas de las comunicaciones con las áreas externas y urbanas desde los centros poblados.

#### **Efecto Indirecto 1.1:**

Prominentes gastos de comercio en los ámbitos de la economía rural.

#### **Efecto Indirecto 1.2:**

Desigualdad digital existente entre el campo y la ciudad continua en crecimiento.

#### **Efecto Indirecto 1.3:**

El poder adquisitivo de los pobladores rurales ha disminuido.

#### **Efecto directo 2**

Retrasos en la información financiera, salud, educación y cultura.

#### **Efecto Indirecto 2.1:**

Progresivo aumento de servicios y oportunidades de comercio es limitado.

#### **Efecto Indirecto 2.2:**

Disminución de mejoras en el progreso social y en la economía rural.

#### **Efecto Indirecto 2.3:**

Limitación en la obtención de servicios públicos.

#### **Efecto Final**

De acuerdo con los efectos, se considera un “Limitado crecimiento económico-social en las zonas rurales y sectores de preferente interés social del Perú.”

Se representan en un mapa de causas y efectos como se muestran en la Figura 3, con la lista de causas en orden ascendente del problema central y terminando con la consecuencia de los efectos.

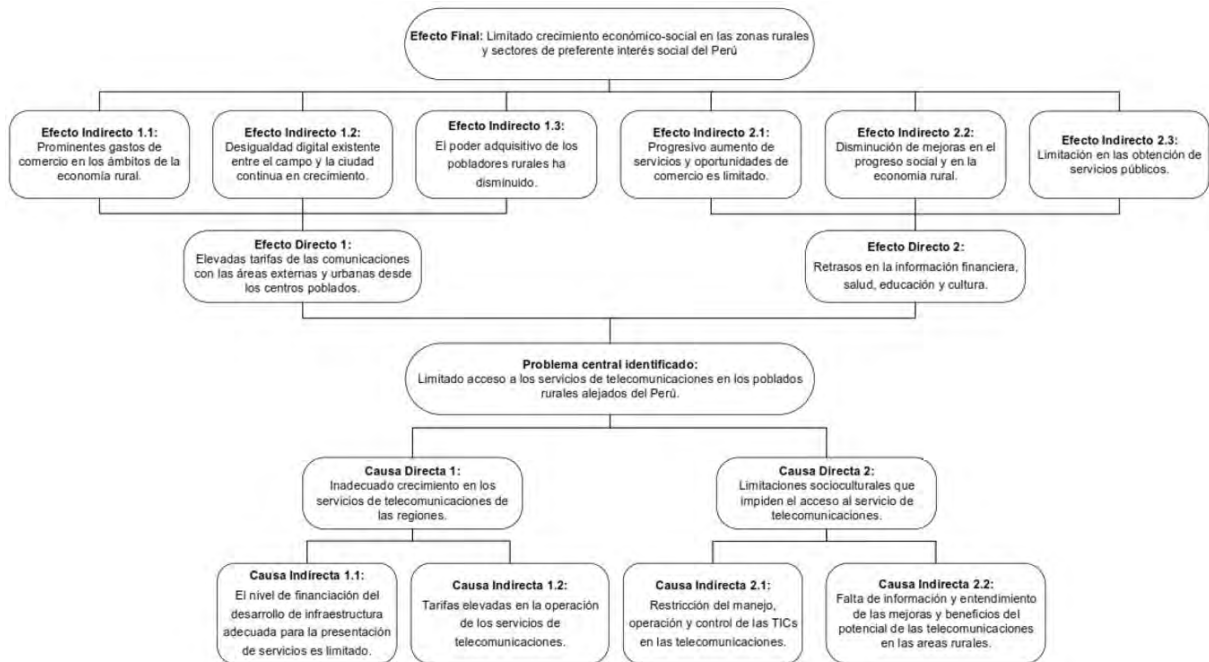


Figura 3. Mapa de causas y efectos [16].

## 1.4 Significancia del campo

Esto es necesario para cubrir la demanda de las comunicaciones en zonas rurales lejanas de nuestro país donde no llegarán las redes regionales. Para ello, se considera una red satelital y una red de acceso inalámbrica que permite establecer comunicación en las zonas alejadas de difícil acceso. A continuación, analizamos los beneficios que se obtienen en el breve y largo periodo.

### 1.4.1 Beneficios en el breve plazo del proyecto

#### 1.4.1.1 Educación

Las instituciones educativas del gobierno serán beneficiadas con la implementación de servicios de teleeducación, Internet con acceso a información para mejorar la calidad de enseñanza, los profesores podrán capacitarse constantemente mediante el uso de plataformas virtuales a las que tendrán acceso sin de acudir a una localidad a horas de distancia. Los alumnos responderán a la creciente demanda de profesionales.

#### 1.4.1.2 Salud pública

Las instituciones de salud podrán comunicarse con las postas implementadas en las zonas rurales sin necesidad de esperar horas. El uso de la telemedicina, y asistencia remota en consultas con médicos especializados, utilizando plataformas de video llamadas en tiempo real y conferencias. Los establecimientos de salud de las áreas

rurales y urbanas podrán acceder a un registro único interconectado al historial médico de todos los ciudadanos en el país, para poder compartir información con el personal médico mediante sesiones en conjunto.

#### 1.4.1.3 Servicios de atención a la ciudadanía

Las instituciones del estado al servicio ciudadano tendrán módulos donde se podrá gestionar diversos servicios de entidades como: RENIEC, Banco de la Nación, SUNAT, y otros para la gestión de documentos de identidad y pago de servicios.

#### 1.4.1.4 Masificación del acceso a Internet y red móvil

Se tiene la posibilidad de poder brindar servicio de portador a operadores que puedan implementar Estaciones Bases con servicio 3G, 4G e incluso 5G. Se podrá gestionar el uso de antenas en modo alquiler para ISP en los poblados rurales.

#### 1.4.1.5 Monitoreo y predicción de eventos naturales

Las instituciones con defensa civil podrán realizar el monitoreo con tecnología IoT de sensores de corta o larga distancia y una red de gateways sobre la cual recibirán información en tiempo real de prevención de desastres, las cuales estarán integradas a sus sistemas de monitoreo y podrán ser difundidas a entidades como el COEN.

### **1.4.2 Beneficios en el largo plazo del proyecto**

#### 1.4.2.1 Sistema nacional de salud

Adoptar el uso de TICs para el uso masivo en zonas rurales. Mejorando la calidad de la atención mediante uso de TICs, herramientas tecnológicas y capacitación al personal de salud y pacientes en su uso. Por ejemplo, gestión de citas médicas, coordinación de los centros de salud rural para trasladar a los ciudadanos en caso de requerir atención en centros de salud urbanos.

#### 1.4.2.2 Seguridad nacional

Se podrá disponer de un mayor control implementando cámaras en las plazas de los centros rurales o calles principales, administradas por los puestos policiales. Rápido despliegue de efectivos policiales y de seguridad en caso se requiera en algún punto del centro poblado rural.

#### 1.4.2.3 Mayor seguridad en las carreteras

Mejorar los puntos de conexión y aprovisionamiento de las vías que permiten el acceso hacia los poblados rurales. Monitoreo en tiempo real de unidades y control de carreteras.

#### 1.4.2.4 Agroindustria

En el sector agricultura se podrá mejorar la eficiencia de los cultivos, cosechas y otros mediante el uso de dispositivos IoT, Big Data, softwares de gestión, drones de monitoreo y sensores de monitoreo de humedad y temperatura.

### **1.5 Alcance de la tesis**

El objetivo de la tesis tratará el despliegue de redes de acceso inalámbrica en las localidades que no serán tomadas en cuenta por los proyectos regionales del Perú. A partir de la llegada de una VSAT satelital a la red de acceso de cada centro poblado, se tomará en cuenta varias alternativas de solución para desplegar una red inalámbrica hacia las instituciones del estado y el impacto que se tendrá en ellas. El área para considerar que se cubrirá será tomada en cuenta en el capítulo 3, considerando el tipo de localidad y área geográfica por departamento.



## **CAPITULO 2: ESTADO DEL ARTE**

### **Introducción**

Se abordará todo lo referente a tecnologías satelitales e inalámbricas terrestres, así como sus innovaciones, la situación del servicio satelital en Perú, Sudamérica y los más importantes a nivel mundial. Asimismo, se realizará una revisión sobre los proyectos implementados de comunicación rural en el Perú. Finalmente, se presenta el estudio de los objetivos y se plantea el objetivo central, indicando los medios y fines para su cumplimiento.

### **2.1 Marco general de las tecnologías**

#### **2.1.1 Comunicaciones satelitales**

Los satélites son la mejor solución para asegurar la conectividad en áreas con cobertura geográfica compleja y ofrecer servicios en circulación. Asimismo, permiten la expansión de múltiples señales de manera constante por medio de una conexión óptima. Son capaces de conectar múltiples dispositivos, siendo una característica indispensable para IoT (Internet de las Cosas); así como respaldo (back up) de los servicios y aseguramiento de la conectividad. Puesto que los satélites se encuentran orbitando el espacio, la señal que transita limita a que sea considerado para sesiones de video llamada o en otros servicios que precisan elevadas tasa de transferencia de ancho de banda [17].

#### **A) Satélites HTS**

Los satélites HTS permiten datos de banda ancha a grandes velocidades mediante el reuso de frecuencia y diversos haces puntuales que acrecienta su productividad, de esa manera es posible disminuir el precio en el bit entregado. Los diversos haces HTS hacen uso de reacondicionamiento de frecuencias, de manera similar con celdas de redes móviles. Es posible acondicionarlo entre haces cercanos combinándose en polarización ortogonal, lo cual genera un aumento en su capacidad. Es posible utilizar tres configuraciones de arquitectura, las cuales son mostradas en Figura 4 [17].



Figura 4. Arquitectura de red de los satélites HTS [17].

Del libro *Innovations in Satellite Communications and Satellite Technology* [18], de Daniel Minoli, se define un HTS como un satélite que emplea grandes haces puntuales en un territorio específico. Lo cual permite ofrecer una cobertura de esa área de servicio proporcionando gran capacidad a los pobladores por un bajo costo por bit. En cuanto a los demás satélites que orbitan ofrecen servicios en banda Ku, en la actualidad ofrecen grandes capacidades y prestan servicios de streaming, encontrándose una ocasión de mejora en los satélites que dan servicio de banda ancha con tecnología de haces puntuales en banda Ka. Los HTS se encuentran generando cambios significativos en la economía y la mejora en la transmisión de datos satelital, lo cual hace posible que los operadores de internet puedan presentarse con tarifas de datos mensuales con “cuotas de Gigabytes” competitivas con los servicios ofrecidos actualmente de 4G.

### B) Características de los satélites HTS

Las características de los HTS que son vitales en el avance de las TICs son [19]:

- Cobertura Global
- Capacidad para conexiones en zonas remotas y de difícil acceso.
- Capacidad para reforzar redes terrestres en núcleos densamente poblados.
- Rápida instalación de gateways y VSATs.
- Papel fundamental en el futuro ecosistema 5G.
- Capacidad de soporte al servicio móvil, distribución de contenidos, etc.
- Aplicaciones futuras de M2M, o IoT.

### C) Satélites y telefonía móvil 5G

Un satélite es el sistema más eficaz para obtener comunicaciones con las zonas lejanas. Las redes satelitales se encuentran en constante evolución para mantenerse actualizados:

- Crecimiento en el caudal (throughput) y capacidad en Tbps.

- Incremento de potencia.
- Manejo en frecuencias Q/V-bands entre los 33 y 75 GHz.
- Costo reducido por bit de comunicaciones de datos.

Al formar parte un sistema satelital del ambiente 5G, genera un aumento en la capacidad para recuperarse, ya que las bandas como la Banda L son idóneas para aplicativos de operación continua como los servicios de ciberseguridad y monitoreo de incidencias [20].

### 2.1.2 Comunicaciones Inalámbricas

Los países que se encuentran en crecimiento, es común que las grandes extensiones de áreas rurales no cuenten con acceso a las telecomunicaciones, lo que dificulta el crecimiento y bienestar en la comunicación de los pobladores rurales. Los precios altos de las tecnologías comunes en las áreas urbanas, el difícil acceso a la energía eléctrica, el acceso limitado en áreas remotas, la carencia de sistemas de seguridad en las áreas deshabitadas son los principales factores limitantes. Por lo que, es imprescindible de brindar tecnologías que consideren estos requisitos [21].

#### Ejemplos:

**VHF:** Dispone de un alcance promedio de 70 kilómetros, en la transferencia de datos, se puede configurar comunicación entre la radio y el dispositivo final en el centro de operación [21].

**HF:** Cuentan con un rango geográfico amplio, por lo que pueden comunicarse con estaciones dentro y fuera de un mismo país. Por su gran extensión, es posible utilizarse en la comunicación que están a más de 100 de kilómetros de rango, pero no se usan en este diseño por su baja confiabilidad [21].

**IEEE 802.11 WI-FI:** El estándar inalámbrico fue determinado por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE). Inicialmente, el 802.11 se propuso e implementó para ser una red local inalámbrica (WLAN) destinado a entornos de poca extensión llamados SOHO Small Office, Home Office, sin embargo, el requerimiento de comunicación para mejor rapidez de ancho de banda a mayor velocidad de transmisión ha llevado a abordar y alcanzar mayores capacidades. IEEE 802.11 se compone de las siguientes capas: MAC (Control de acceso a medios) y física. Proporcionan una desunión de funciones y permiten el uso de un solo protocolo de datos para distintos métodos de transporte [22].

El estándar 802.11b surgió de la necesidad de lograr velocidades más altas en la banda de los 2.4 GHz, es nombrado como 802.11 Wireless Fidelity (Wi-Fi). Soporta anchos de banda de 11 Mbps. Fue aceptado en 1999, la 802.11b incluye las

características del estándar 802.11, proporcionando una funcionalidad equivalente a Ethernet en redes inalámbricas [22].

**Wi-Fi 6:** El interés por el acceso a las tecnologías inalámbricas por parte de las personas se ha convertido en la actualidad en un requisito indispensable, es por ello por lo que, el rendimiento del ancho de banda pasa a ser crítico por lo que se espera una conexión Wi-Fi confiable. La IEEE y la Wi-Fi Alliance han trabajado en identificar áreas de mejora en el estándar actual (802.11ac), lo cual originó un aumento en el rendimiento en condiciones típicas. Un nuevo estándar llamado 802.11ax publicado en el 2018 y llamado Wi-Fi 6 por la Wi-Fi Alliance tiene como objetivo mejorar la eficiencia en que se maneja los dispositivos de red de manera simultánea [23].

802.11ax ha mejorado la característica de consentir que ocho dispositivos puedan transmitir en simultáneo utilizando un canal exclusivo para cada uno. El procesamiento de IoT se ve mejorado por los modos operativos para equipos de eficiencia energética y bajo tráfico de red, como ejemplo el de una red de sensores, dispositivos para el sector salud y automatización. Se distingue a los equipamientos de un punto de acceso 802.11ax que utilizan solo un canal de 20 MHz el cual opera en la banda de 2,4 y 5 GHz [23].

## **2.2 Servicio satelital en Perú, América latina y a nivel mundial**

### **2.2.1 Situación actual del servicio satelital en el Perú**

**PeruSat-1:** La Agencia Espacial del Perú (CONIDA), es responsable de la gestión del satélite peruano PerúSAT-1. El 15 de setiembre de 2016 fue puesto en marcha, tiene como responsabilidad la exploración del planeta. El satélite remite a diario imágenes del Perú del mundo. Sirve para aplicaciones de distintas áreas como Planeación, Agricultura, elaboración, Manejo del Riesgo de Desastres [24].

**PUCP SAT-1:** El proyecto radica en la concepción, construcción, demostración y puesta en órbita del satélite de órbita baja con propósitos académicos y de investigación. El satélite que fue unificado en Roma, tuvo una puesta en órbita el 21 de noviembre del 2013 [25].

**Pocket-PUCP:** Llamado el más ligero de los satélites, cuenta con fabricación de aluminio y su peso es de 97 gramos. Su objetivo es remitir reportes de temperatura a la estación terrestre por medio de clave morse [26].

**Chasqui 1:** De propósitos académicos, el nano satélite fue creado y conformado por ingenieros de la Universidad Nacional de Ingeniería. Captura y transmite datos e imágenes en el campo visual, infrarrojo y datos de sus sensores incluidos [27].

**UAPSAT 1:** Los estudiantes de la Universidad Alas Peruanas en Perú comandan y controlan NanoRacks-UAPSAT-1, el cual estudia los fenómenos meteorológicos desde el espacio. La investigación verifica diversos instrumentos electrónicos, de orientación y estabilización de instrumentos de detección de temperatura diseñados para reunir contenido de la temperatura en el espacio [28].

### **Satélite peruano de comunicaciones para cerrar las brechas de telecomunicaciones en el país.**

Según el artículo elaborado por el Profesor Christian Chee [29]. La brecha de infraestructura en el país es significativa, y la industria de las telecomunicaciones no es la excepción. Gran parte de la brecha está en las áreas rurales del Perú, donde hay más de treinta mil poblados que carecen de servicios de telecomunicaciones y no forman parte de un proyecto viable que pueda conectarlos a corto o mediano plazo. Estos poblados contemplan más de 2.5 millones de peruanos.

Perú cuenta con los recursos de posición orbital asignados por la ITU, que no vienen siendo utilizadas: 85.8°W y 89.9°W.

Estas posiciones están designadas para servicios planificados de la ITU (utilizando frecuencias no estándar). La capacidad de datos proporcionada por el satélite permitiría brindar el servicio de backhaul móvil, dando un aseguramiento del 100% de cobertura de servicio móvil en todo el territorio en las tecnologías 3G, 4G y 5G. Esta solución de satélite nacional se puede implementar de la misma manera que la Red dorsal nacional de fibra óptica (RDNFO), esto es, establecer un operador neutral que proporcione capacidad a los operadores que brindan el servicio a los usuarios finales. [29].

### **2.2.2 Situación actual del servicio satelital en América latina y en el mundo**

**Telstar-19 VANTAGE:** Fue construido por SSL, compañía de Maxar Technologies, y es el más reciente de una nueva generación de satélites Telesat, sirve a los aplicativos que utilizan considerable ancho de banda, que es progresivamente más solicitado por las personas a nivel mundial. Telstar-19 VANTAGE, con varias áreas de cobertura en las Américas y el Atlántico, combina haces regionales y haces puntuales de alto rendimiento en la banda Ku con haces HTS en banda Ka [30].

**Amazonas 5 Hispasat:** “Hispasat” es un operador con origen en España de satélites y lidera la asignación en idioma español y portugués en el área, por su parte, “Gilat Satellite Networks” es líder de tecnologías para redes satelitales y servicios, ambos han alcanzado conjuntamente distribuir la capacidad de servicio satelital de Hispasat en la banda Ka sobre el territorio de Brasil. De esta manera,

será posible ofrecer a los pobladores del país un acceso de alta calidad a internet, incluso en zonas alejadas de difícil acceso, lo que ayudará a la disminución de la brecha digital y estimulara al crecimiento del país [31].

**SES-14:** Es un satélite de la empresa SES que se encuentra posicionado en la órbita 47,5 grados oeste, brinda servicios a las regiones de Latinoamérica, Norteamérica, el norte del océano atlántico y el occidente de África. Cuenta con un espectro de haces de banda C y Ku, abarca haces puntuales en banda Ku. SES-14 es sucesor en América del satélite SES-15, lanzado en mayo de 2015 [32].

**Telstar-18 VANTAGE:** Es un satélite HTS, de la empresa de satélites canadiense Telesat. Fue concebido a finales del año 2015 y está destinado a reemplazar al satélite TELSTAR-18 posicionado en la órbita geoestacionaria este 138°. Se encuentra incorporado en la plataforma satelital SSL-1300, brinda comunicación en el área Asia-Pacífico en banda C y Ku incorporando haces de gran espectro y rendimiento [33].

**Amazonas 3:** Orbith es la empresa que opera en exclusividad toda la capacidad satelital provista en Argentina por medio del satélite Amazonas 3, el cual fue lanzado en 2013. Se encuentra en una ubicación orbital óptima, con niveles de capacidad y cobertura sin precedentes, brindando la más alta tasa de velocidad y confiabilidad de conexión en Latinoamérica. Amazonas 3 brinda servicios de banda en Brasil para Hispamar y en Argentina, tras una resolución del Ministerio de Comunicaciones argentino, dentro del pacto de reciprocidad firmado entre los dos países [34].

## **2.3 Comunicaciones rurales en el Perú**

### **2.3.1 Red dorsal nacional de fibra óptica (RDNFO)**

Conforme al decreto de urgencia N.º 001-2011 con fecha 17 de enero del 2011, se manifiesta que es de obligación y prioridad del estado su ejecución por la Agencia de Promoción de la Inversión Privada - PROINVERSIÓN, el impulso de la inversión privada en el proyecto: "Desarrollo de la Banda Ancha y masificación de la fibra óptica en zonas rurales y lugares de preferente interés social del país: Proyectos Cobertura Universal Sur, Cobertura Universal Norte y Cobertura Universal Centro". El cual se encuentra ubicado en el país con alcance a nivel nacional y tiene una proyección de 13400 kilómetros de fibra óptica que conecta a 22 capitales de departamento y 180 capitales en provincia [35].

La "Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica: Cobertura Universal Norte, Cobertura Universal Sur y Cobertura Universal Centro" cuenta con las siguientes redes: La red de Transporte y de Acceso de señal de Telecomunicaciones.

La red de transporte tiene como objetivo la formulación, construcción y ejecución de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica para conectar la capital Lima con 22 capitales de departamento y a través de la red con las capitales de provincia mediante la implementación de fibra óptica. El propósito de la red de acceso es la formulación, construcción y ejecución de redes inalámbricas y microondas en las poblaciones cercanas a la red de fibra óptica, con el objetivo de cumplir con el servicio de telefonía e internet para los pobladores mediante enlaces de radio frecuencia [35].

### **2.3.2 Proyectos regionales – PRONATEL**

La ley N° 29904 “Ley de Promoción de la Banda Ancha y Construcción de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica”, se promulga con el fin del estado de impulsar el crecimiento, el uso, masificación y expansión de las telecomunicaciones en el territorio peruano en las zonas urbanas y rurales, así como en la oferta y en la demanda de la prestación del servicio, fomentando el crecimiento de infraestructura, utilidad, capacidad, aplicativos y técnicas digitales como facilitador del cierre de brechas digitales e inclusión económica del poblador rural. La Secretaria Técnica del Fondo de Inversiones en Telecomunicaciones (FITEL), actualmente Programa Nacional de Telecomunicaciones (PRONATEL), del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en concordancia con las capacidades brindadas en el artículo 7.4 de la Ley número 29904, formuló 21 Proyectos Regionales denominados: “Instalación de Banda Ancha para la conectividad y desarrollo social” [36].

Consideran el despliegue de una red de transporte que tienen como medio de comunicación el tendido de fibra óptica (treinta mil kilómetros en todo el país) asignado a la red de transporte y con conectividad en las capitales de distrito, donde su origen a partir de los nodos de suministro que son establecidos por la red dorsal nacional de fibra óptica (RDNFO) que están en cada capital de provincia. De igual modo, incorpora el funcionamiento de una red inalámbrica de banda ancha, el cual posee la intención fundamental de ofrecer acceso a los servicios de banda ancha de internet e intranet en los centro poblados considerados por los proyectos [36].

Los proyectos regionales permitirán la conexión a 1530 capitales de distrito equivalente a 82% de capitales, mediante un sistema de telecomunicaciones con capacidad para brindar mayores velocidades de comunicación, altamente disponible y alta fiabilidad, con lo que se beneficiarán a 6620 poblaciones que contarán con servicio a internet y favorecerá a 4 millones de personas, 7348

colegios, 3735 establecimientos médicos y 566 establecimientos policiales. Los proyectos regionales conllevan una subvención de US\$ 1909 millones, que estará financiado en participación del estado peruano y con operación de distintas corporaciones privadas de acuerdo con las regiones. Con la posibilidad y el beneficio de ofrecer servicios como la teleeducación, TICs, telesalud y gobierno electrónico [36].

## **2.4 Análisis de objetivos**

De acuerdo con el mapa de problemas desarrollado en el capítulo 1, a continuación, se desarrollará la definición del mapa de objetivos, medios y fines en la Figura 5.

### **2.4.1 Definición de Medios y fines**

Se realiza un cambio de las condiciones negativas en el mapa de problemas para convertirlas a condiciones positivas, siendo factibles y deseables. Al realizarlo, las causas serán medios, los efectos serán fines y la problemática central se pasará a ser el objetivo central.

#### **Objetivo central**

Se plantea el siguiente objetivo: “Ampliación y mejora del acceso a los servicios de telecomunicaciones en los poblados rurales alejados del Perú.”

#### **Medios para lograr el objetivo central**

##### **Medio de Primer Nivel 1:**

Promover el crecimiento en los servicios de telecomunicaciones en las regiones. Para su realización, se presentan los siguientes medios:

##### **Medio Fundamental 1.1:**

Fomentar la financiación de infraestructura apropiada para la prestación de servicios.

##### **Medio Fundamental 1.2:**

Reducir las tarifas elevadas en la operación de los servicios de telecomunicaciones.

##### **Medio de Primer Nivel 2:**

Acortar limitaciones socioculturales que impiden el acceso al servicio de telecomunicaciones. Para cumplirlo, se tiene los siguientes medios:

##### **Medio Fundamental 2.1:**

Realizar capacitaciones y formación en el empleo, operación y control de herramientas tecnológicas de telecomunicaciones.

## **Medio Fundamental 2.2:**

Enriquecer el entendimiento de las mejoras, beneficios y el potencial de las telecomunicaciones en las áreas rurales.

### **Fines para cumplir con el fin del proyecto**

#### **Fin Directo 1:**

Decrecimiento de las tarifas de las comunicaciones con las áreas externas y urbanas desde los centros poblados.

La consecuencia contribuirá la ejecución de los próximos fines:

#### **Fin Indirecto 1.1:**

Aminorar gastos de comercio en los ámbitos de la economía rural.

#### **Fin Indirecto 1.2:**

Decrecimiento de la desigualdad digital entre el campo y la ciudad.

#### **Fin Indirecto 1.3:**

Mejoras en el poder adquisitivo de la población rural.

#### **Fin Directo 2:**

Mejora en la entrega de información financiera, salud, educación y cultural. La consecuencia del fin directo contribuirá a concretar los siguientes fines indirectos:

#### **Fin Indirecto 2.1:**

Impulsar el progreso de servicios y oportunidades de comercio.

#### **Fin Indirecto 2.2:**

Mejora en el progreso social y en la economía rural.

#### **Fin Indirecto 2.3:**

Mejora en la obtención de servicios públicos.

#### **Fin del Proyecto**

El cumplimiento de los medios aportará a la obtención de medios del primer nivel y la realización de estos logrará el objetivo central, al mismo tiempo, tendrá fines directos e indirectos, los cuales, ayudarán a lograr el fin del proyecto.

Este fin es: Aportar al crecimiento económico-social en las zonas rurales y sectores de preferente interés social del Perú.

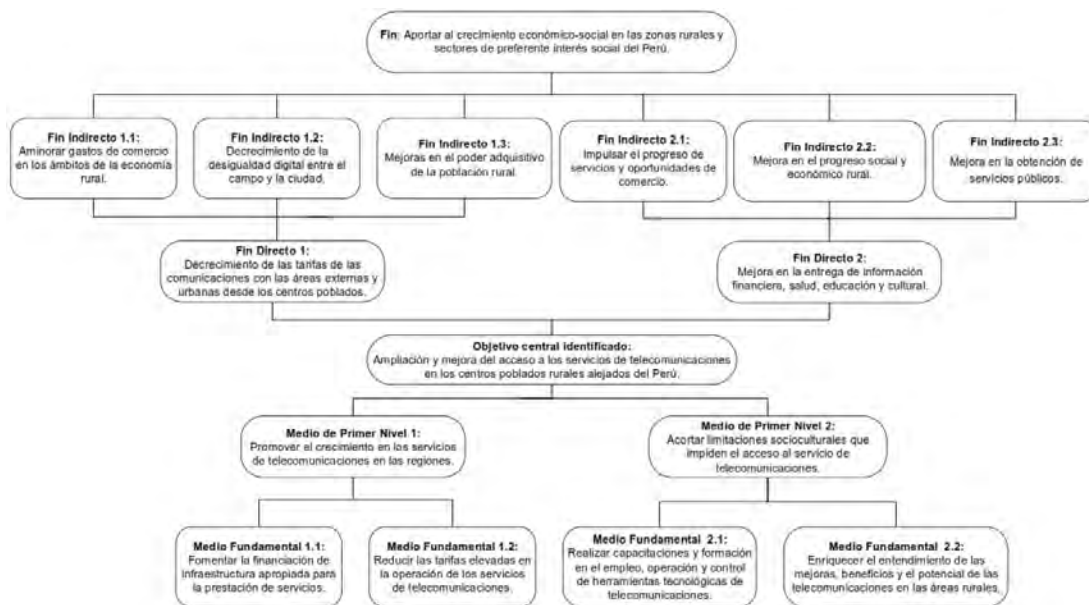


Figura 5. Mapa de objetivos, medios y fines, y objetivo central. E.P.

De lo establecido, se plantean los siguientes objetivos de la tesis:

**Objetivo central:**

Ampliación y mejora del acceso a los servicios de telecomunicaciones en los poblados rurales alejados del Perú”

Para cumplirlo, se planteará la alternativa de implementar una red inalámbrica para brindar servicio de comunicaciones móviles de Internet, voz y datos a partir de una red satelital HTS multibanda.

**Objetivos específicos:**

Se desarrolla una red inalámbrica para brindar servicio de telecomunicaciones a los centros poblados alejados de las zonas rurales que no serán contemplados por los proyectos de redes regionales ni por la Red dorsal Nacional de fibra óptica. Realizar un despliegue de redes acorde a la demanda generada por el tráfico de consumo de datos de las instituciones consideradas:

- Colegios.
- Postas médicas.
- Comisarías.
- Municipios – Centro Poblados.
- Pobladores.
- Proveedores de Internet (ISP) – Carriers.

## CAPITULO 3: DISEÑO DE LA RED

### Introducción

Se opta por decidir la mejor opción de las tres propuestas planteadas. A partir de ello, se desarrolla el diseño de las redes satelitales y de acceso, donde se brinda la disponibilidad de cada red, sus parámetros a considerar, los cronogramas de trabajo, el dimensionamiento del alcance, caudal y ancho de banda asignado de los centros poblados e instituciones y la determinación de los gateways, VSATs, equipamiento de red inalámbrica y parámetros de equipamiento espacial y terrestre.

### 3.1 Evaluación de las alternativas propuestas

Se evalúan las tres opciones propuestas y se seleccionará la mejor estrategia, como se muestra en el mapa de medios y fines. Se están considerando las siguientes propuestas:

1. Poblados utilizan enlace de la RDNFO y los proyectos del estado
2. Poblados utilizan enlace con tecnologías disruptivas.
3. Poblados utilizan enlace satelital VSAT de HTS multibanda.

#### 3.1.1 Poblados utilizan enlace de la RDNFO y los proyectos del estado

Se podría desplegar conectividad a partir la Red dorsal nacional de fibra óptica (RDNFO) y de los proyectos de “Instalación de Banda Ancha para la conectividad integral y desarrollo Social”, con enlaces de fibra óptica o radio punto a punto desde los nodos de integración, transporte y acceso.

#### A) Evaluación Técnica

A partir de la RDNFO desde una capital de distrito y la red de transporte o acceso en los 21 proyectos de banda ancha regional, se podrá brindar enlaces de red para conexiones por medio de fibra óptica o enlace inalámbrico punto a punto y punto multipunto. El cual, atendería a los centros poblados considerados en el presente trabajo de tesis.

#### B) Evaluación Económica

Se realizó una evaluación económica con los montos reales de los costos de la red de acceso en las 21 regiones de los proyectos ejecutados por PRONATEL. En donde, en la Tabla 3 se despliega el cálculo de inversión por localidad en cada región y a este monto se le multiplico las localidades consideradas para el presente trabajo de tesis de 100 a 300 pobladores. El costo total del proyecto con las 21 regiones nos brinda un aproximado de \$ 4,385,566,424.45 dólares americanos.

Tabla 3. Costos del proyecto continuación de redes regionales. Fuente: Pronatel y E.P.

Departamento	Red de acceso	Localidades	Costos por localidad	Nuevas localidades	Costos totales
APURÍMAC	\$ 54,952,950.00	285	\$192,817.37	467	\$90,045,711.05
AYACUCHO	\$ 68,555,240.00	350	\$195,872.11	609	\$119,286,117.60
HUANCAVELICA	\$ 67,266,027.00	354	\$190,017.03	651	\$123,701,083.55
LAMBAYEQUE	\$ 47,625,904.00	355	\$134,157.48	411	\$55,138,722.66
TUMBES	\$ 8,137,070.00	56	\$145,304.82	20	\$2,906,096.43
PIURA	\$ 65,015,780.00	449	\$144,801.29	864	\$125,108,316.08
CAJAMARCA	\$ 120,139,200.00	811	\$148,137.11	2291	\$339,382,129.72
CUSCO	\$ 76,068,000.00	371	\$205,035.04	1186	\$243,171,557.95
AMAZONAS	\$ 70,909,778.00	247	\$287,084.12	524	\$150,432,079.64
ICA	\$ 22,091,124.00	75	\$294,548.32	179	\$52,724,149.28
LIMA	\$ 62,045,371.00	264	\$235,020.34	335	\$78,731,815.47
JUNÍN	\$ 69,140,640.00	425	\$162,683.86	948	\$154,224,298.16
PUNO	\$ 84,068,777.00	162	\$518,943.07	1674	\$868,710,695.67
MOQUEGUA	\$ 16,752,913.00	258	\$64,933.77	42	\$2,727,218.40
TACNA	\$ 16,901,142.00	320	\$52,816.07	31	\$1,637,298.13
ANCASH	\$ 91,186,760.00	447	\$203,997.23	921	\$187,881,445.10
HUÁNUCO	\$ 52,974,346.00	56	\$945,970.46	995	\$941,240,611.96
LA LIBERTAD	\$ 92,191,788.00	108	\$853,627.67	720	\$614,611,920.00
PASCO	\$ 22,175,308.00	418	\$53,050.98	166	\$8,806,462.03
SAN MARTIN	\$ 47,225,192.00	230	\$205,326.92	623	\$127,918,672.24
AREQUIPA	\$ 33,262,961.00	51	\$652,214.92	149	\$97,180,023.31
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1,188,686,271.00</b>	<b>6092</b>	<b>\$ 5,886,359.98</b>	<b>13806</b>	<b>\$ 4,385,566,424.45</b>

El costo de la implementación tendría dificultades por el hecho que se necesitaría empalmes de fibra óptica, postes para su implementación demandando un mayor coste y para el radio enlace punto a punto. Sería muy difícil llegar a los saltos requeridos, a causa de la demografía y acceso.

Asimismo, supera ampliamente el monto proyectado en los Proyectos Regionales, en donde tampoco es tomado en cuenta los principales departamentos de la selva.

### **C) Conclusiones de la evaluación**

El ancho de banda a utilizar en los centros poblados donde se pretende desplegar el servicio no sería suficiente por la capacidad que tienen los nodos de acceso que actualmente se encuentran en los proyectos regionales y por la difícil penetración al acceso de las comunicaciones en las áreas rurales.

De lo evaluado económicamente, se verifica un incremento mayor en los costos en comparación a lo validado en los Proyectos Regionales lo que hace no viable esta alternativa. Y, por lo tanto, esta alternativa quedaría descartada.

### **3.1.2 Poblados utilizan enlaces con tecnologías disruptivas.**

LOON es una red de globos que viajan al borde del espacio. Asociado a un operador en nuestro país podría brindar cobertura conveniente después de desastres naturales. Brindando conectividad de globos que vuelan a 20 km en la estratosfera.

#### **A) Evaluación Económica**

El acceso a Internet podría ampliar las oportunidades económicas en las poblaciones que no acceden a los servicios de telecomunicaciones.

#### **B) Conclusiones de la evaluación**

La opción de globos LOON de Google no será tomada en cuenta, porque solo se asocia con operadores móviles a nivel mundial. Asimismo, para poder brindar el servicio a todo el país se necesitaría de más de uno de estos globos y de un dimensionamiento y un análisis de estabilidad de los globos. Por acción del aire a la altura en que son monitoreados es posible que se mantengan en constante movimiento.

### **3.1.3 Poblados utilizan enlace satelital VSAT de HTS multibanda.**

Esta opción sería la más beneficiosa para las áreas rurales y centros poblados que no son considerados por los proyectos de conectividad de banda ancha del estado, como se mostrará en la presente tesis.

#### **A) Evaluación Técnica**

La capacidad de las tecnologías satelitales HTS Ka y Ku, será utilizado en cubrir todo el territorio peruano y sus regiones, con tráfico suficiente para cubrir todas las localidades de los centros poblados considerados. La banda C se utilizará en lugares dispersos, principalmente en áreas como la selva donde es confiable en escenarios de lluvias torrenciales y difícil penetración.

En las localidades se instalará una VSAT, desde donde se tendrá una red inalámbrica utilizando radio enlaces hacia las instituciones consideradas en el proyecto de tesis.

#### **B) Evaluación Económica**

Sería la opción más conveniente en lo que respecta a rentabilidad y costo. Se elabora un diseño basado en tecnologías de satélites de alto caudal. Con ese propósito, se empleará la siguiente metodología de diseño de VSAT, realizada por el Profesor Christian Chee [37], la cual se muestra en la Figura 6 :

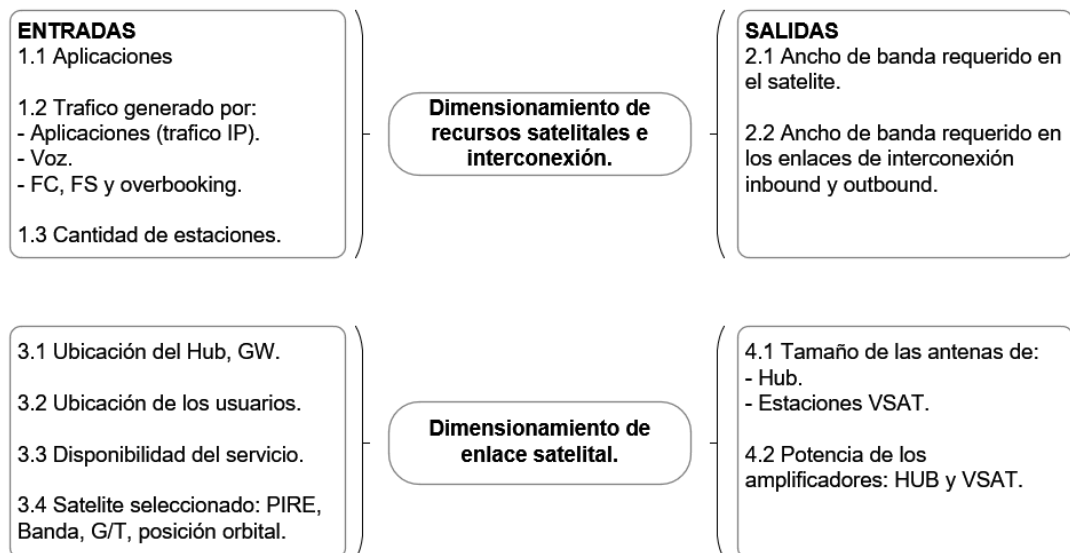


Figura 6. Proceso de diseño de una red VSAT [37].

### C) Conclusiones de la evaluación

El satélite HTS multibanda sería capaz de atender la demanda de las instituciones consideradas como los colegios, puestos de salud, comisarias, órganos de gobierno, internet y telefonía móvil. Se considera ofrecer servicio de telecomunicaciones conforme a las regiones y la demografía presentada, implementando una solución para cada tipo de región de nuestro país.

#### 3.2 Diseño de red satelital

Tiene por finalidad brindar el servicio de Internet en los colegios, puestos de salud, comisarias, municipalidades y centros poblados. A partir de una red satelital HTS, se tendrá un diseño de 15087 localidades de 100 a 300 personas y 17836 centro beneficiarios como centros educativos, centros de salud y comisarias. Estas localidades no son consideradas dentro de los Proyectos regionales. En las consideraciones de diseño, se tiene el proceso de diseño de la Figura 6, la cual seguirá el modelo del tráfico IP, el comportamiento y tratamiento de todos los centros poblados seleccionados de todo el Perú.

Luego, en las entradas (Demanda) consideraremos los recursos satelitales para obtener como salidas (Oferta), la capacidad del tráfico de red necesitado, la capacidad del ancho de banda en bajada desde y hacia los satélites. Según el tráfico de salida se realiza la dimensión del ancho de banda necesitado, de acuerdo con lo requerido en las bandas Ka, Ku y C, terminales, gateways y la cantidad de VSATs.

##### 3.2.1 Disponibilidad de la red satelital

Se ha considerado una redundancia en pisadas donde las bandas Ka y Ku son respaldadas en caso de contingencia con las pisadas de la banda C. Se ha estimado un valor de 95% de disponibilidad.

### 3.2.2 Parámetros de la red satelital

Los parámetros para diseñar la red satelital están basados en el modelo presentado por el profesor Christian Chee. Donde, se presenta a continuación los valores considerados:

1. Tasa de información comprometida (CIR): Velocidad promedio que la red está comprometida a entregar en condiciones normales.
2. Velocidad de bajada (FWD): Es el valor de transferencia en bit hacia cada consumidor. Expresado en Mbps o Gbps.
3. Asimetría (FWD-RTN): Es el vínculo entre velocidad de bajada y subida.
4. Factor de Simultaneidad: Es el valor que indica el porcentaje de usuarios que son permitidos a la red.
5. Asignación en colores en las bandas Ka y Ku: Es destinado cada color para las cuatro frecuencias que son utilizadas. A las cuatro frecuencias se les denomina clúster. En la Figura 7 se muestra circunferencias las cuales han sido designadas para utilizar módulos en 4 distintas frecuencias:

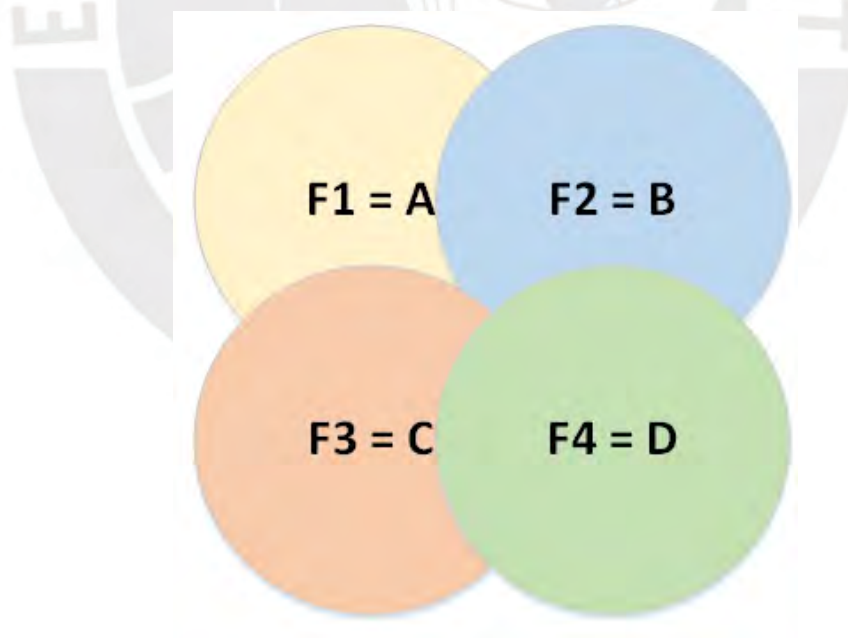


Figura 7. Reutilización de frecuencias en Clúster. E.P.

6. Asignación de color banda C: Se brinda un color a las frecuencias que se aplican para abarcar todo el territorio del Perú, como se muestra en la Figura 8. Además, se

superpone las cuatro frecuencias en solo dos pisadas, utilizando la multiplexación por división de frecuencias [8].

7. Diámetros de las pisadas de satélites: En la presente tesis se asignará los siguientes diámetros en kilómetros mostradas en la Tabla 4, donde se realiza la conversión de millas a kilómetros:

Tabla 4. Diámetro de pisadas satelitales E.P.

Banda	Diámetro en millas	milla a Km	Diámetro en kilómetros
Ka	200 millas	1.609	<b>321.80 kilómetros</b>
Ku	600 millas	1.609	<b>965.40 kilómetros</b>
C	1000 millas	1.609	<b>1609 kilómetros</b>

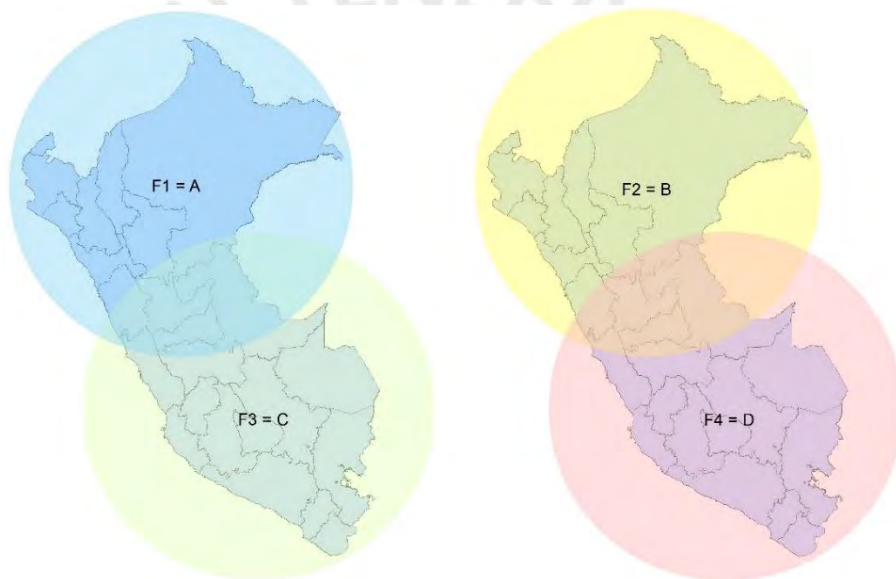


Figura 8. Reutilización de frecuencia en banda C. E.P.

8. Capacidad de velocidad por pisada: Se presenta el siguiente dimensionamiento para calcular la calidad total de la red:

Tabla 5. Capacidad en velocidad por pisada. E.P.

Banda	Frecuencia en Gbps	Pisadas	Costa	Sierra	Selva	Frecuencia por pisadas
Ka	1.5	25	10	9	6	37.5
Ku	0.43	25	10	9	6	10.75
C	0.43	4				1.72
Capacidad total de la red						49.97

Para el análisis de la Tabla 5, se tiene 25 pisadas en banda Ka y banda Ku, repartidas en la costa con 10 pisadas, en la sierra con 9 pisadas y en la selva con 6 pisadas.

Se tiene presente los siguientes puntos de vista de la tesis del Mg. Alcócer [8].

- Las pisadas están distribuidas en frecuencias distintas de acuerdo con el principio de la telefonía móvil, por ende, las frecuencias similares no serán contiguas.
- Se asigna primeramente las frecuencias en la banda Ka a las 25 pisadas. Cada pisada en banda Ka es de 1.5 Gbps. Lo que da un resultado de 37.5 Gbps en para todo el territorio del país.
- Se asigna en banda Ku con una capacidad de cada pisada de 0.425 Gbps. Lo que da un resultado de 10.625 Gbps. El valor de 0.425 Gbps por pisada se consigue utilizando el conversor de la marca Newtec modelo FRC0750 (Active L-Band combiner and upconverter) [38], y el modem de la marca Newtec modelo MDM6100 (Broadcast Satellite Modem) [39].
- Se distribuirá dos grandes pisadas que cubren todo el país con distintas frecuencias cada uno, de las 4 pisadas de 0.425 Gbps, se obtiene superponer dos pisadas en banda C con una capacidad total de 1.7 Gbps.

9. Servicio de Internet: Las siguientes instituciones son consideradas: Instituciones Educativas, Establecimiento de salud, Comisarias, Municipios de centros poblados, proveedores de internet y OIMR para proveedores de servicio móvil.

10. Telefonía móvil: Se podría ejecutar servicios de red móvil por medio de operadores móviles, a los cuales se conectaría la red a su infraestructura como carrier en las localidades consideradas.

En la Figura 9, se exponen los parámetros de diseño de red satelital. Serán desarrollados a partir de cada institución considerada con servicio de Internet.

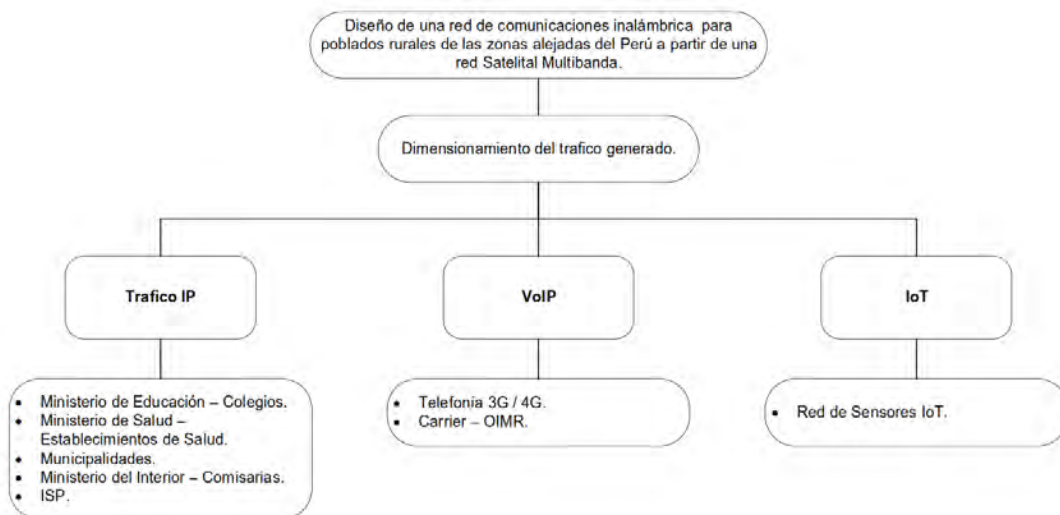


Figura 9. Diseño de la red – Dimensionamiento del tráfico de Internet. E.P.

### 3.2.3 Cronograma de trabajo.

A continuación, se presenta el cronograma realizado para los estudios del expediente técnico con un ciclo de duración de 480 días.

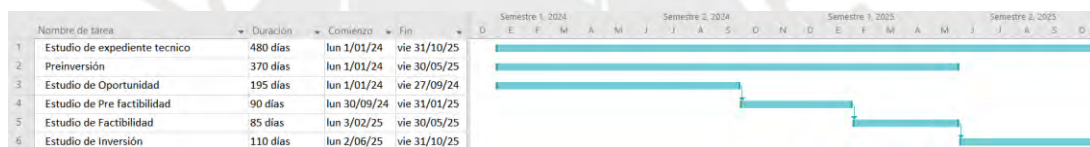


Figura 10. Cronograma de estudio de expediente técnico, factibilidad e inversión. E.P.

También, se presenta el cronograma de ejecución de la red satelital e inalámbrica y su operación.



Figura 11. Cronograma de ejecución de la red. E.P.

### 3.2.4 Dimensionamiento Satelital

El diseño satelital seguirá los siguientes procedimientos de diseño, los cuales se explicarán detalladamente a continuación:

1. Se cuenta con los datos de colegios de todo el país brindados por el Ministerio de Educación (MINEDU) a partir del censo escolarizado nacional del 2019. La información fue remitida en consecuencia a lo solicitado en el acceso a la información conforme con el Texto Único de Procedimientos Administrativos MINEDU, aprobado por Decreto Supremo N° 010-2016-MINEDU, rectificado en el Decreto Supremo 002-2018-MINEDU y el artículo 13° del Reglamento de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aceptado en el Decreto Supremo N° 072-2003-PCM.

2. Se cuenta con los datos de las postas y centros de salud proporcionados por el Ministerio de Salud (MINSA), con los datos estadísticos que cuentan con referencias actualizados al 31 de diciembre del 2018, la cual es información del Registro Nacional de Instituciones Prestadores de Servicio de Salud RENIPRESS de la Superintendencia Nacional de Salud (SUSALUD).
3. Se cuenta con los datos del Directorio Nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017, del Instituto Nacional de Estadística e informática (INEI).
4. Los datos estadísticos se procesaron con el Software ArcGIS v10.7 dando como resultado los mapas geográficos, en el que se muestran a las instituciones educativas, salud, centros poblados, comisarias, e ISPs como puntos de georreferencia.
5. Para atender el tráfico generado por las instituciones en las áreas rurales del país, se diseñó las siguientes pisadas con su respectivo diámetro en kilómetros. Se escogió el diámetro de 300 Kilómetros, el cual se hace uso por el proveedor Telefónica, en el océano del país en la Banda Ka. Se muestra la siguiente Tabla 6 de distribución de pisadas en banda Ka.

Tabla 6. Pisadas en Banda Ka. E.P.

Pisadas en Banda Ka		
Región	Número de pisadas	Diámetro en kilómetros
Costa	10 pisadas	300 kilómetros
Sierra	9 pisadas	300 kilómetros
Selva	6 pisadas	600 kilómetros
TOTAL	25 pisadas	

6. El diámetro de 300 Kilómetros también es utilizado para la banda Ku, como se muestra en la Tabla 7, lo que da un resultado de 25 pisadas superpuestas a las existentes en banda Ka. Estas no generarán interferencias entre sí.

Tabla 7. Pisadas en Banda Ku. E.P.

Pisadas en Banda Ku		
Región	Número de pisadas	Diámetro en kilómetros
Costa	10 pisadas	300 kilómetros
Sierra	9 pisadas	300 kilómetros
Selva	6 pisadas	600 kilómetros
TOTAL	25 pisadas	

7. En la Banda C, se tiene 2 pisadas que cubrirá todo el país y otras 2 pisadas superpuestas en distintas frecuencias con el objetivo de obtener 4 pisadas para la capacidad del tráfico total de ancho de banda.

### 3.2.5 Mapas del dimensionamiento Satelital

Seguidamente, se presentan los siguientes mapas del dimensionamiento satelital:

Figura 12. Mapa geográfico de centros educativos y pisadas. E.P.

Figura 13. Mapa geográfico de centros de salud y pisadas. E.P.

Figura 14. Mapa geográfico de centros poblados y pisadas. E.P.

Figura 15. Mapa geográfico de dos pisadas CW en banda C. E.P.

Figura 16. Mapa geográfico de dos pisadas CWW en banda C. E.P.

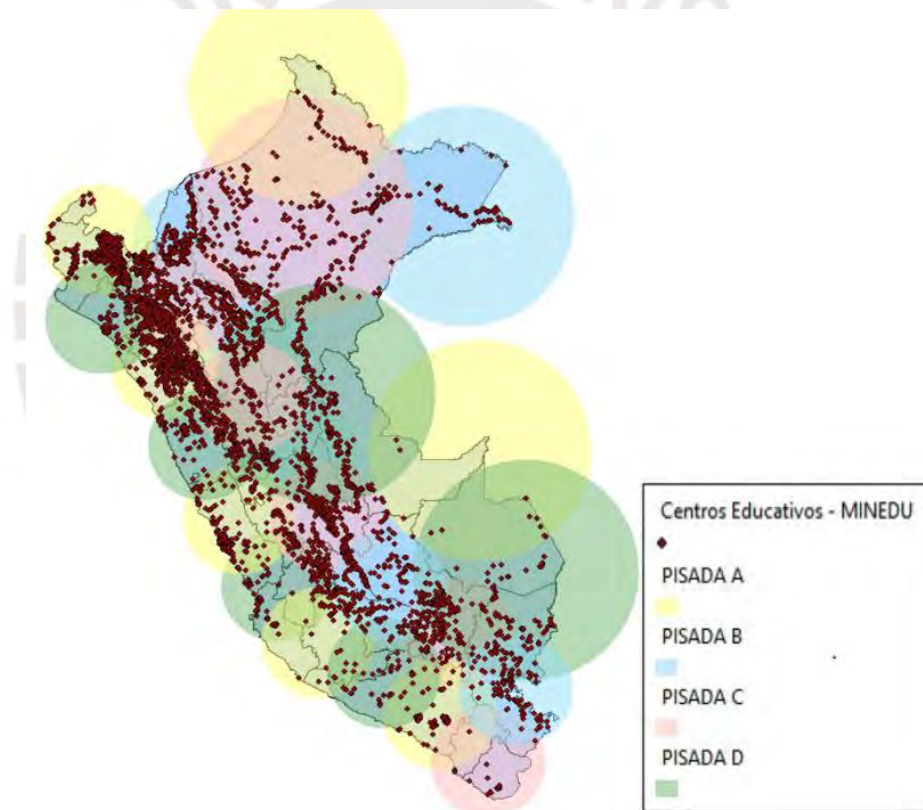


Figura 12. Mapa geográfico de centros educativos y pisadas. E.P.

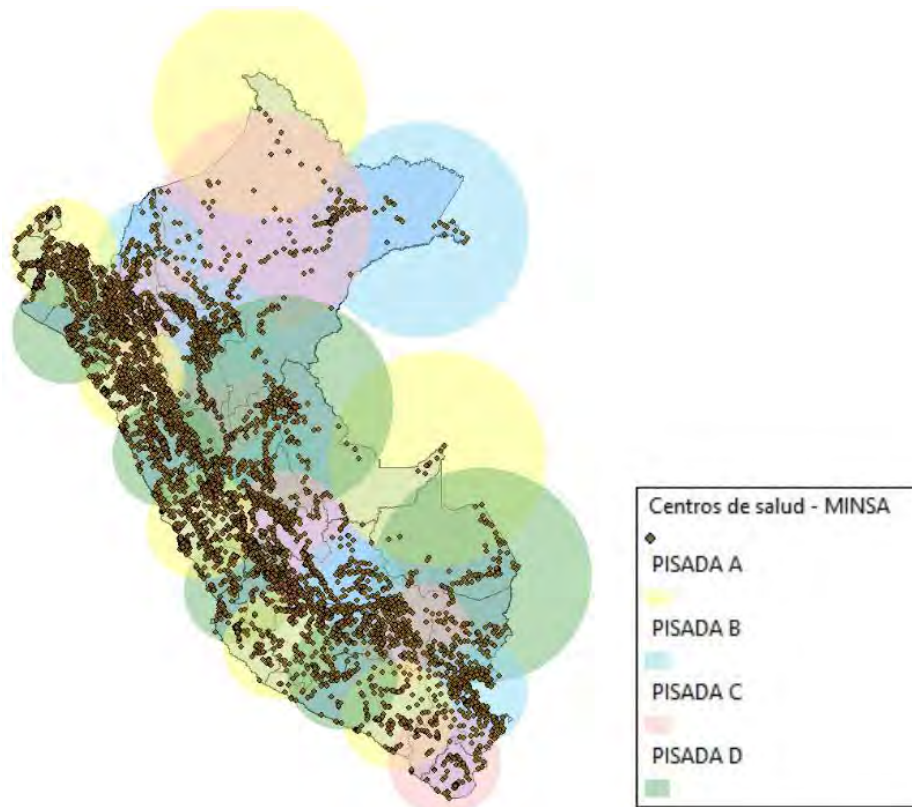


Figura 13. Mapa geográfico de centros de salud y pisadas. E.P.

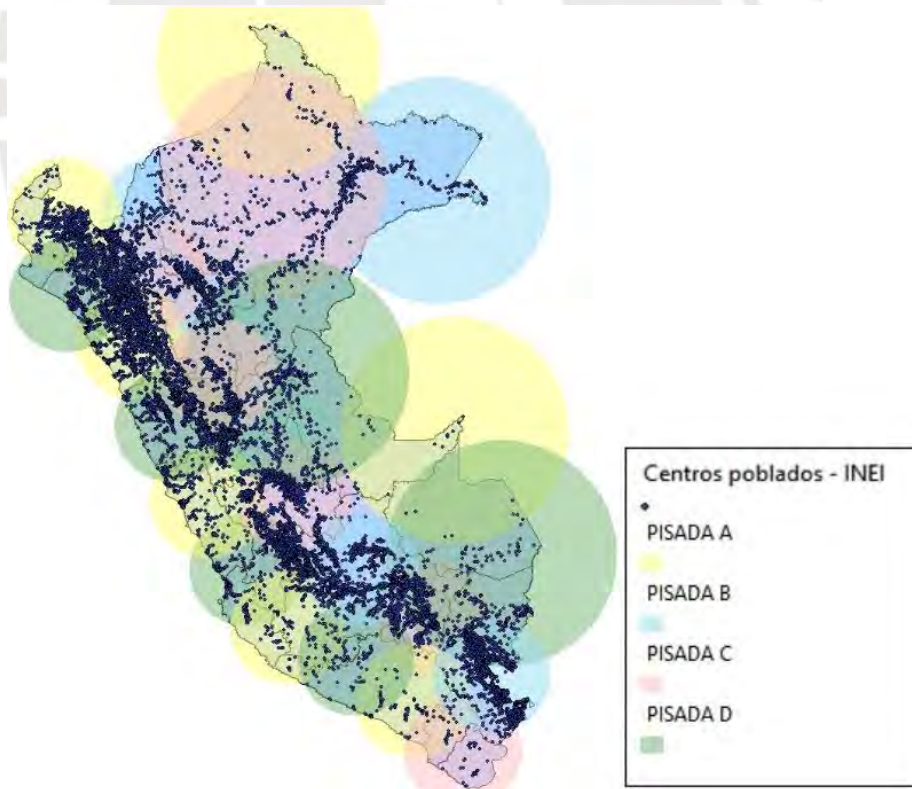


Figura 14. Mapa geográfico de centros poblados y pisadas. E.P.

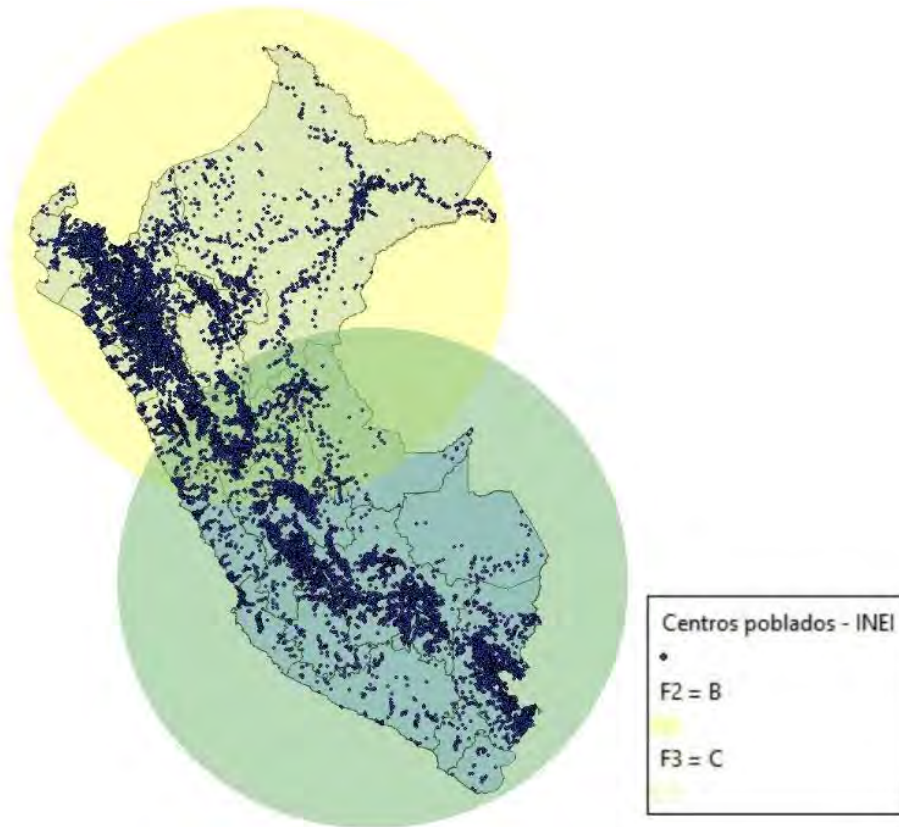


Figura 15. Mapa geográfico de dos pisadas CW en banda C. E.P.

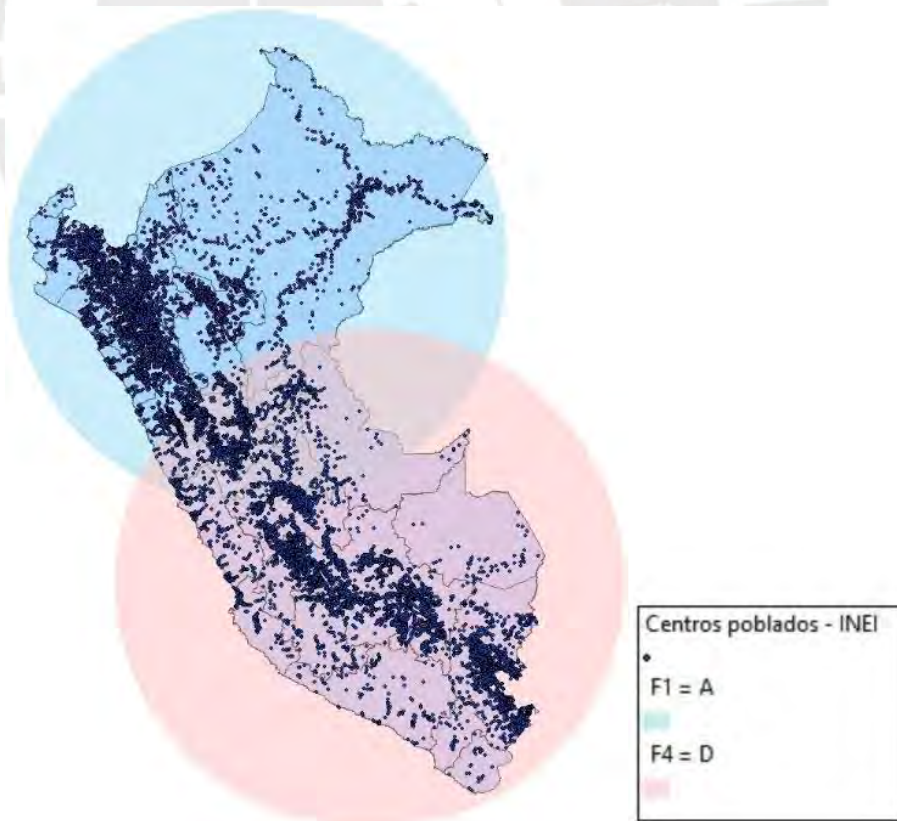


Figura 16. Mapa geográfico de dos pisadas CWW en banda C. E.P.

### **3.2.6 Dimensionamiento del requerimiento Satelital**

En esta sección se dimensiona los requerimientos del satélite, para ello, utilizamos el software de sistema de información geográfica ArcGIS, el cual, nos permite procesar la información brindada por las distintas instituciones a las que se realizó la consulta de acceso a la información para obtener los datos de la presente tesis. El software ArcGIS, se encarga de procesar los datos ya georreferenciados para obtener un análisis espacial de los mismos. El sistema de información geográfica (SIG) describe y categoriza la geografía del planeta y sus áreas para presentar y revisar la información.

El objetivo del sistema de información geográfica es establecer, difundir, adaptar la información justificados en mapas que apoyan los trabajos efectuados, asimismo, permite la creación y administración de la información geográfica de interés [40].

El procedimiento aplicado para la generación y estudio de mapas es la siguiente:

#### **3.2.6.1 Recopilación de la Información de acceso público**

En esta sección con la información ya solicitada y proporcionada por las instituciones se procede a identificar los valores que se tomaran en cuenta para realizar el cruce de información. Se cuenta con la información de Centros Poblados a nivel nacional de INEI, Censo Escolarizado 2019 MINEDU, Centros de Salud a nivel nacional MINSA y para las comisarias se toma como referencias los centros poblados con municipios a nivel nacional, dado que se realizó la consulta al MININTER en dos ocasiones sin obtener alguna respuesta de la información solicitada.

#### **3.2.6.2 Elaboración de los mapas**

Nos brindan recopilar y revisar datos que son administrados en una base de datos georreferenciada. Un mapa se utiliza en introducir los datos al sistema.

#### **3.2.6.3 Estructuración del Sistema de Información Geográfica**

Es así como se tiene la información de los centros poblados georreferenciados para ser exportados y visualizarlos con el Software ArcGIS como puntos que pueden ser editados. Asimismo, se dispone de una capa de datos de los distritos, provincias y departamentos del mapa del Perú para las referencias de ubicación. Los datos georreferenciados de MINEDU, MINSA y MININTER ya fueron previamente filtrados, tomando como referencia el ubigeo, código INEI y nombre de la localidad. Por último, al desplegar los mapas con el software ArcGIS, se obtiene la información que nos sirve para posteriormente realizar la evaluación de las redes de acceso.

### **3.2.7 Dimensionamiento de Internet en instituciones y Centros poblados**

A continuación, se procederá a realizar el cálculo de ancho de banda para proporcionar Internet en las instituciones consideradas, de los sectores educación, salud, interior, centros poblados y proveedores de internet ISP.

#### **A) Dimensionamiento – MINEDU**

Para el siguiente dimensionamiento se empleó los datos solicitados al Ministerio de Educación (MINEDU). Los datos brindados, son parte del censo escolarizado nacional 2019. Contiene la relación de colegios, la cantidad de alumnos por cada institución en primaria y secundaria, si las instituciones acceden a servicios de Internet, se evidencia en la Tabla 8.

Tabla 8. Colegios y servicio de Internet. E.P.

	Número de colegios primarios	Número de colegios secundarios	Número total de colegios
Institución educativa con Internet.	15623	10878	26501
Institución educativa sin Internet.	22982	3953	26935
Total	38605	14831	53436

De la base de datos brindada se realizó el cruce de información para determinar cuáles serán consideradas tomando en cuenta un mínimo de 50 alumnos por institución, para luego realizar el despliegue en el software ArcGIS. A partir de la información se determinó el promedio total de alumnos en cada departamento, a los que se les asignara 10 Mbps por cada 100 alumnos.

Acorde al valor asignado de velocidad de ancho de banda ponderado fundamentado con el número de alumnos, se consiguió una tasa de descarga/bajada por cada institución educativa de cada departamento. Se dimensionó las pisadas del espectro satelital en las regiones del país, obteniendo 25 pisadas de 300 kilómetros en banda Ka y Ku. A continuación, se muestran las pisadas a nivel nacional en la Figura 17.

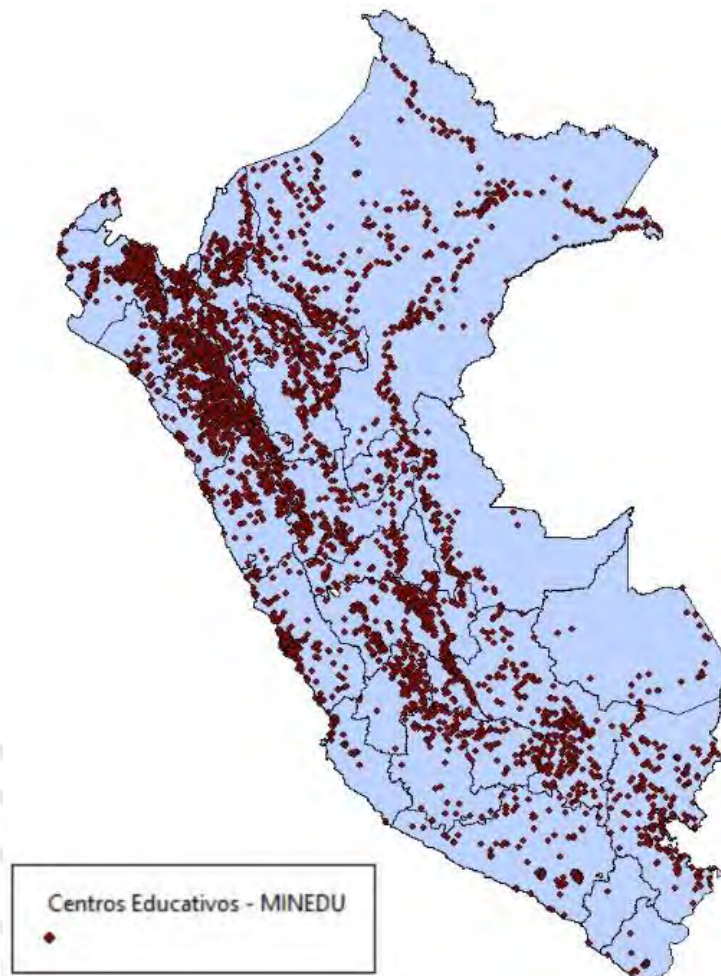


Figura 17. Centros educativos a nivel nacional E.P.

Al realizar el cálculo considerando las instituciones educativas del país, se obtiene la Tabla 9 con el promedio de alumnos de las instituciones primarias y secundarias a nivel nacional es de 100.4 alumnos por colegio. El cálculo del ancho de banda total para las instituciones educativas es de 63.78 Gbps.

Tabla 9. Cálculo velocidad de bajada por colegios a nivel nacional. E.P.

Departamento	Número de alumnos	Número de colegios	Promedio alumnos	Promedio Ancho de banda	Velocidad de bajada
Amazonas	33764	368	91.75	9.14	3362.84
Ancash	23444	254	92.30	9.19	2334.98
Apurímac	10187	97	105.02	10.46	1014.61
Arequipa	16249	153	106.20	10.58	1618.37
Ayacucho	14537	170	85.51	8.52	1447.86
Cajamarca	61578	764	80.60	8.03	6133.07
Cusco	31995	319	100.30	9.99	3186.65
Huancavelica	8263	99	83.46	8.31	822.98
Huánuco	24368	292	83.45	8.31	2427.01
Ica	6975	50	139.50	13.89	694.70

Junín	36295	376	96.53	9.61	3614.92
La Libertad	40114	436	92.00	9.16	3995.29
Lambayeque	21274	183	116.25	11.58	2118.86
Lima	83170	640	129.95	12.94	8283.60
Loreto	74194	692	107.22	10.68	7389.60
Madre De Dios	4148	35	118.51	11.80	413.13
Moquegua	429	4	107.25	10.68	42.73
Pasco	9427	105	89.78	8.94	938.91
Piura	53067	489	108.52	10.81	5285.39
Puno	23879	223	107.08	10.67	2378.31
San Martín	35712	371	96.26	9.59	3556.86
Tacna	2531	28	90.39	9.00	252.08
Tumbes	1430	12	119.17	11.87	142.43
Ucayali	23342	218	107.07	10.66	2324.82
Total de Alumnos	640372		Total Mbps		63780.00 Mbps
Total de colegios		6378	Total Gbps		63.78 Gbps



## B) Dimensionamiento – MINSA

Para el dimensionamiento en los centros de salud, manejamos la información brindada por el Ministerio de Salud – MINSA. Se encuentra conformada por las postas y centros de salud de los departamentos del Perú. De los datos brindados y ejecutando los valores georreferenciados al software ArcGIS, se consiguió elaborar el mapa de centros de salud MINSA, la cual es presentada en Figura 18.

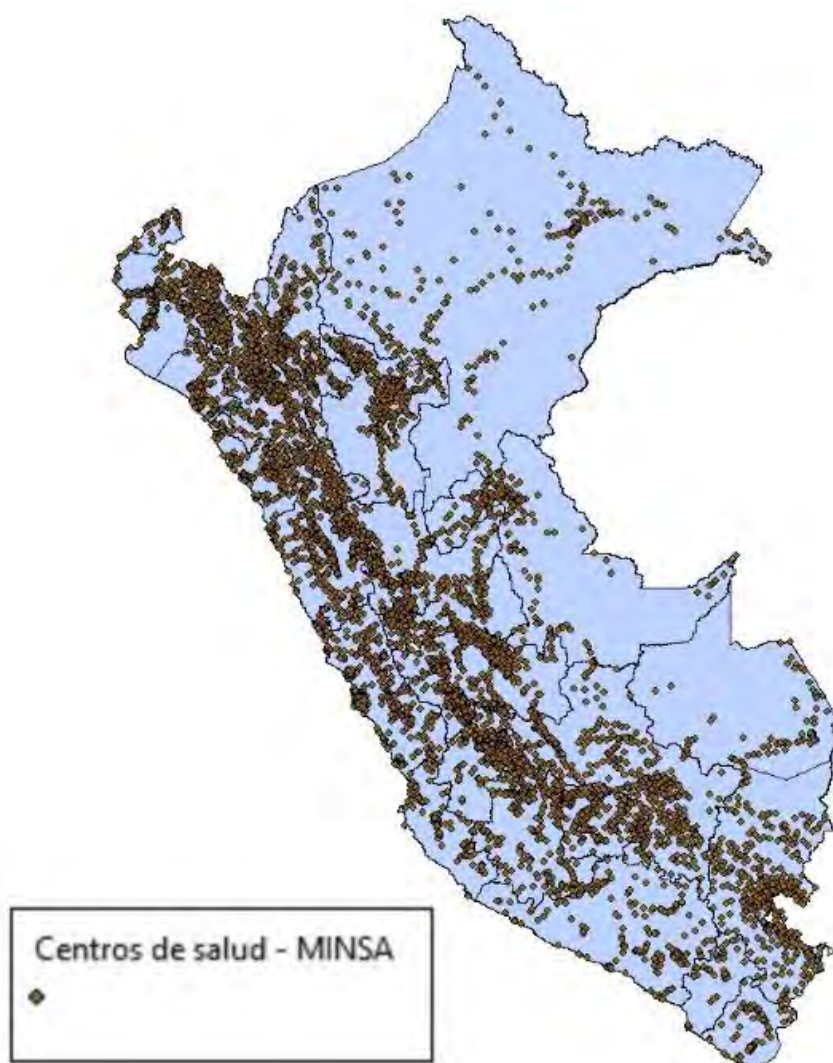


Figura 18. Centros de salud a Nivel nacional. 100 a 300 pobladores. E.P.

Adicional, se tiene las pisadas para las bandas satelitales y de ellas se obtiene la Tabla 10. En la cual, se realiza el cálculo de número de centros de salud a nivel nacional por cada departamento donde se evaluó la capacidad de 8 Mbps por cada establecimiento. El cálculo total a las instituciones de salud del MINSA es de 72.176 Gbps.

Tabla 10. Cálculo velocidad de bajada por centros de salud. E.P.

Departamento	Número de centros de salud	Velocidad de bajada por departamento
Amazonas	497	3976
Ancash	443	3544
Apurímac	401	3208
Arequipa	308	2464
Ayacucho	414	3312
Cajamarca	885	7080
Cusco	386	3088
Huancavelica	423	3384
Huánuco	349	2792
Ica	174	1392
Junín	551	4408
La Libertad	365	2920
Lambayeque	211	1688
Lima	924	7392
Loreto	488	3904
Madre De Dios	105	840
Moquegua	71	568
Pasco	274	2192
Piura	459	3672
Puno	510	4080
San Martín	399	3192
Tacna	99	792
Tumbes	59	472
Ucayali	227	1816
Total	9022	
Total Mbps		72176
Total Gbps		72.176

### C) Dimensionamiento - MININTER

La consulta que se realizó al ministerio del Interior (MININTER), por comisarias o puestos policiales que cuentan o no con el servicio de Internet, fue respondida por el área de DIRTIC PNP mencionando que la información solicitada es de carácter reservada, siendo desestimada la solicitud. Asimismo, la información que se considera en el presente trabajo de tesis es de los municipios de centros poblados por departamento del Directorio Nacional de Centros Poblados [41]. La presente tesis no atenderá a los capitales de distritos por ser considerados en los proyectos regionales de Pronatel. Para el dimensionamiento se considera la capacidad de 8

Mbps exhibido en la Tabla 11, el cálculo del ancho de banda total para las comisarías de 19,488 Gbps.

Tabla 11. Cálculo velocidad de bajada por comisaria. E.P.

Departamento	Número de comisarías	Velocidad de bajada por departamento
Amazonas	67	536
Ancash	201	1608
Apurímac	95	760
Arequipa	23	184
Ayacucho	141	1128
Cajamarca	327	2616
Cusco	127	1016
Huancavelica	252	2016
Huánuco	258	2064
Ica	4	32
Junín	108	864
La Libertad	96	768
Lambayeque	36	288
Lima	56	448
Loreto	22	176
Madre De Dios	10	80
Moquegua	24	192
Pasco	71	568
Piura	67	536
Puno	308	2464
San Martín	96	768
Tacna	24	192
Tumbes	7	56
Ucayali	16	128
Total	2436	
Total Mbps		19488
Total Gbps		19.488

#### D) Dimensionamiento de Municipalidades y Centros poblados

Los datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI, en los centros poblados a nivel nacional al 2010, se verifica que existen 91557.

Al realizar el dimensionamiento según las premisas establecidas, se depura la información con la población mayor o igual a 100 pobladores y menor o igual a 300 pobladores, puesto que, es el alcance que proyectamos para el trabajo de tesis en el cual esta población en su mayoría no es considerada por los proyectos regionales y proyectos PRONATEL. Por lo tanto, tendríamos como primer dimensionamiento de 15087 centros poblados que son mostrados en la Figura 19.

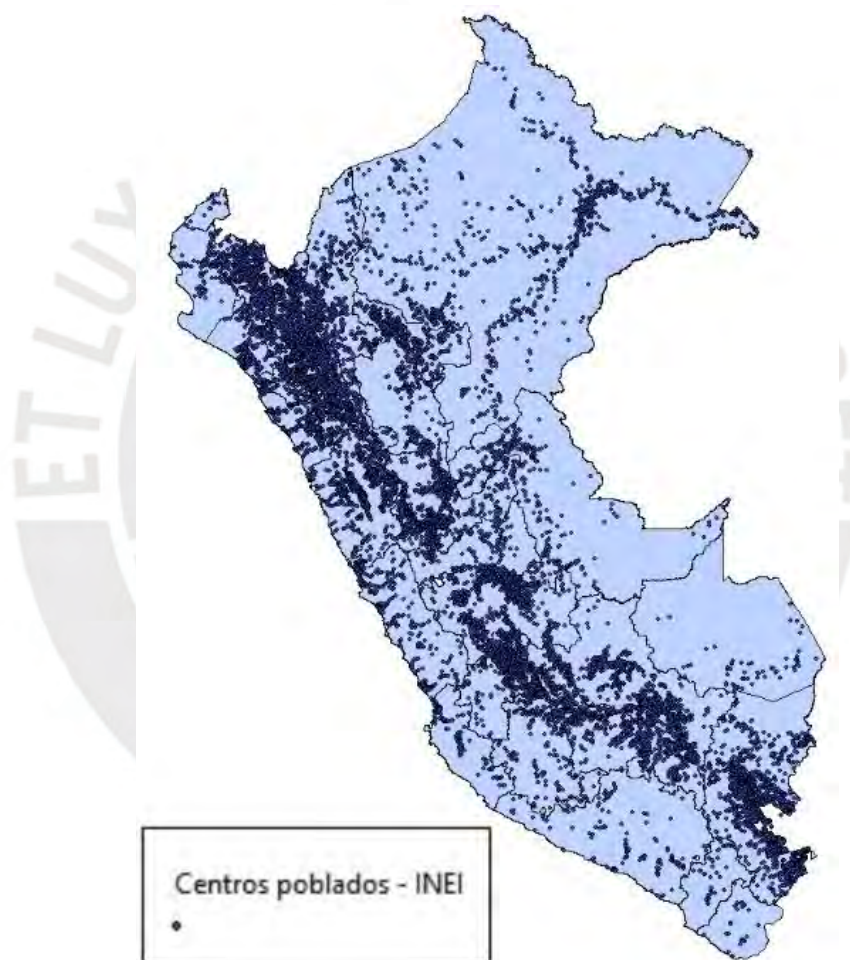


Figura 19. Centros Poblados a Nivel nacional. 100 a 300 pobladores. E.P.

Para el cálculo de la velocidad de bajada por departamento, primero se tiene la Tabla 12 de INEI [42], con los siguientes porcentajes por año: hogares que poseen televisor, hogares que cuentan con teléfono, hogares con un integrante con teléfono móvil, hogares que cuentan con computadora o laptop y hogares que tienen internet:

Tabla 12. Consumo por año de TV, Celular, Teléfono e Internet. Fuente INEI.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Hogares que poseen televisor	49.20%	49.30%	51.84%	50.42%	51.50%	51.38%	50.25%	50.26%	51.03%	50.98%	50.22%	51.01%	51.08%
Hogares que poseen teléfono	2.47%	1.90%	2.26%	2.35%	1.61%	1.30%	0.92%	0.63%	0.48%	0.27%	0.23%	0.20%	0.20%
Hogares con un integrante con teléfono móvil,	49.78%	58.20%	63.11%	68.94%	73.13%	76.37%	78.64%	79.89%	81.17%	88.10%	85.26%	89.05%	91.20%
Hogares que cuentan con computadora o laptop	3.54%	4.40%	5.78%	6.05%	5.69%	5.77%	5.53%	5.76%	6.44%	8.23%	8.16%	9.40%	10.30%
Hogares que tienen internet	0.43%	0.80%	0.94%	1.16%	1.01%	1.49%	1.56%	2.07%	4.64%	8.84%	17.59%	20.98%	26.05%

En la Tabla 13, se realiza el cálculo para validar en promedio cuantos hogares de 4 miembros existen por cada poblado en los departamentos.

Tabla 13. Promedio de hogares de 4 miembros por poblado a nivel nacional. E.P.

Departamento	LOCALIDADES	POBLACIÓN	POBLADOS PROMEDIO	HOGAR POR POBLADO
AMAZONAS	524	87967	167.88	41.97
ANCASH	921	150700	163.63	40.91
APURÍMAC	467	77732	166.45	41.61
AREQUIPA	149	25489	171.07	42.77
AYACUCHO	609	98507	161.75	40.44
CAJAMARCA	2291	410021	178.97	44.74
CUSCO	1186	194949	164.38	41.09
HUANCAVELICA	651	110779	170.17	42.54
HUÁNUCO	995	165518	166.35	41.59
ICA	179	30451	170.12	42.53
JUNÍN	948	162593	171.51	42.88
LA LIBERTAD	720	120076	166.77	41.69
LAMBAYEQUE	411	67880	165.16	41.29
LIMA	335	56357	168.23	42.06
LORETO	903	150985	167.20	41.80
MADRE DE DIOS	59	9837	166.73	41.68
MOQUEGUA	42	6585	156.79	39.20
PASCO	166	25792	155.37	38.84
PIURA	864	149559	173.10	43.28
PUNO	1674	277527	165.79	41.45
SAN MARTIN	623	107983	173.33	43.33
TACNA	31	5302	171.03	42.76
TUMBES	20	3318	165.90	41.48
UCAYALI	319	52089	163.29	40.82
TOTAL	15087	2547996		

Luego, se realiza el cálculo de consumo de ancho de banda en Mbps por hogar teniendo en cuenta el consumo promedio de TV, teléfono fijo, celular y pc o laptop.

Tabla 14. Consumo de ancho de banda por hogar. E.P.

Departamento	TV	T FIJO	CELU	PC	MBP S TV	MBPS T FIJO	MBPS CELULAR	MBP S PC	TOTAL
	51.08 %	0.20 %	91.20 %	10.30 %	4.00	0.30	3.00	12.00	
AMAZONAS	21.44	0.08	38.27	4.32	5.36	0.28	12.76	0.36	18.76
ANCASH	20.89	0.08	37.31	4.21	3.90	0.29	2.92	11.70	18.81
APURÍMAC	21.25	0.08	37.95	4.29	5.45	0.28	12.98	0.37	19.08
AREQUIPA	21.84	0.09	39.00	4.40	4.01	0.30	3.01	12.02	19.34
AYACUCHO	20.65	0.08	36.88	4.17	5.15	0.27	12.27	0.35	18.04
CAJAMARCA	22.85	0.09	40.80	4.61	4.43	0.33	3.33	13.30	21.39
CUSCO	20.99	0.08	37.48	4.23	4.73	0.25	11.27	0.32	16.57
HUANCAVELICA	21.73	0.09	38.80	4.38	4.59	0.34	3.44	13.77	22.15
HUÁNUCO	21.24	0.08	37.93	4.28	4.63	0.24	11.02	0.31	16.20
ICA	21.72	0.09	38.79	4.38	4.69	0.35	3.52	14.08	22.65
JUNÍN	21.90	0.09	39.10	4.42	4.67	0.24	11.11	0.31	16.33
LA LIBERTAD	21.30	0.08	38.02	4.29	4.56	0.34	3.42	13.69	22.02
LAMBAYEQUE	21.09	0.08	37.65	4.25	4.62	0.24	11.00	0.31	16.17
LIMA	21.48	0.08	38.36	4.33	4.65	0.35	3.49	13.95	22.43
LORETO	21.35	0.08	38.12	4.31	4.59	0.24	10.93	0.31	16.07
MADRE DE DIOS	21.29	0.08	38.01	4.29	4.64	0.35	3.48	13.91	22.37
MOQUEGUA	20.02	0.08	35.75	4.04	4.32	0.23	10.28	0.29	15.12
PASCO	19.84	0.08	35.42	4.00	4.59	0.34	3.45	13.78	22.17
PIURA	22.10	0.09	39.47	4.46	4.81	0.25	11.45	0.32	16.84
PUNO	21.17	0.08	37.80	4.27	4.40	0.33	3.30	13.20	21.23
SAN MARTIN	22.13	0.09	39.52	4.46	5.03	0.26	11.98	0.34	17.61
TACNA	21.84	0.09	38.99	4.40	4.34	0.33	3.26	13.03	20.95
TUMBES	21.18	0.08	37.82	4.27	4.88	0.25	11.62	0.33	17.08
UCAYALI	20.85	0.08	37.23	4.20	4.27	0.32	3.20	12.82	20.62

Por último, en la Tabla 15, se considera el cálculo de la velocidad de bajada por departamento que se ha obtenido del consumo promedio por poblado de ancho de banda y luego aplicando el factor de simultaneidad del 10% por hogar y del 12% por poblado, obteniendo el valor de velocidad de bajada por departamento y el total de 145,799 Gbps.

Tabla 15. Cálculo de la velocidad de bajada por departamento. E.P.

Departamento	LOCALIDADES	CONSUMO BW HOGAR	HOGAR POR POBLADO	BW POBLADO	FACTOR DE SIMULTANEIDAD	VELOCIDAD DE BAJADA POR DEPARTAMENTO
AMAZONAS	524	18.76	42.0	787.22	78.72	4950.05
ANCASH	921	18.81	40.9	769.61	76.96	8505.72
APURÍMAC	467	19.08	41.6	794.00	79.40	4449.58
AREQUIPA	149	19.34	42.8	826.93	82.69	1478.54
AYACUCHO	609	18.04	40.4	729.58	72.96	5331.74
CAJAMARCA	2291	21.39	44.7	957.22	95.72	26315.94
CUSCO	1186	16.57	41.1	680.95	68.09	9691.22
HUANCAVELICA	651	22.15	42.5	942.21	94.22	7360.55
HUÁNUCO	995	16.20	41.6	673.67	67.37	8043.56
ICA	179	22.65	42.5	963.27	96.33	2069.10
JUNÍN	948	16.33	42.9	700.26	70.03	7966.18
LA LIBERTAD	720	22.02	41.7	918.23	91.82	7933.52
LAMBAYEQUE	411	16.17	41.3	667.80	66.78	3293.56
LIMA	335	22.43	42.1	943.48	94.35	3792.80
LORETO	903	16.07	41.8	671.94	67.19	7281.17
MADRE DE DIOS	59	22.37	41.7	932.41	93.24	660.15
MOQUEGUA	42	15.12	39.2	592.50	59.25	298.62
PASCO	166	22.17	38.8	861.08	86.11	1715.27
PIURA	864	16.84	43.3	728.79	72.88	7556.10
PUNO	1674	21.23	41.4	879.97	88.00	17676.80
SAN MARTIN	623	17.61	43.3	762.94	76.29	5703.72
TACNA	31	20.95	42.8	895.79	89.58	333.23
TUMBES	20	17.08	41.5	708.33	70.83	170.00
UCAYALI	319	20.62	40.8	841.77	84.18	3222.29
TOTAL	15087				Total Mbps	145799.4058
					Total Gbps	145.799

### E) Dimensionamiento – ISP

Para los ISP se ha destinado 200 Mbps por cada pisada con el fin de comercializar Internet a instituciones privadas y proveedores de servicio de comunicaciones que lo requieran en las localidades consideradas. Seguidamente, en la Tabla 16, se cumple el cálculo de la capacidad total para los ISP de 5 Gbps.

Tabla 16. Cálculo de pisadas por región y velocidad de bajada. E.P.

Departamento	COSTA	SIERRA	SELVA
AMAZONAS			200
ANCASH	200	200	
APURÍMAC		200	
AREQUIPA	200		
AYACUCHO		200	
CAJAMARCA		200	
CUSCO			200
HUANCAVELICA		200	
HUÁNUCO		200	
ICA	200		
JUNÍN		200	
LA LIBERTAD	200		
LAMBAYEQUE	200		
LIMA	200		
LORETO			200
MADRE DE DIOS			200
MOQUEGUA	200		
PASCO		200	
PIURA	200		
PUNO		200	
SAN MARTIN			200
TACNA	200		
TUMBES	200		
UCAYALI			200
TOTAL	2000	1800	1200
Total Mbps	5000		
Total Gbps	5.0		

### F) Determinación de caudal

El cálculo de la velocidad de bajada por cada departamento se muestra en la Tabla 17, en donde, se considera la información del ancho de banda por institución considerada, así como, el cálculo de pisadas por región.

Tabla 17. Determinación de caudales por departamento. E.P.

Departamento	Centros Educativos	Centros de Salud	Comisarias	Centros Poblados	COSTA	SIERRA	SELVA	Velocidad de bajada
AMAZONAS	3362.84	3976	536	4950	0	0	200	13024.89
ANCASH	2334.98	3544	1608	8506	200	200	0	16392.71
APURÍMAC	1014.61	3208	760	4450	0	200	0	9632.19
AREQUIPA	1618.37	2464	184	1479	200	0	0	5944.92
AYACUCHO	1447.86	3312	1128	5332	0	200	0	11419.60
CAJAMARCA	6133.07	7080	2616	26316	0	200	0	42345.00
CUSCO	3186.65	3088	1016	9691	0	0	200	17181.87
HUANCAVELICA	822.98	3384	2016	7361	0	200	0	13783.53
HUÁNUCO	2427.01	2792	2064	8044	0	200	0	15526.57
ICA	694.70	1392	32	2069	200	0	0	4387.80
JUNÍN	3614.92	4408	864	7966	0	200	0	17053.10
LA LIBERTAD	3995.29	2920	768	7934	200	0	0	15816.80
LAMBAYEQUE	2118.86	1688	288	3294	200	0	0	7588.42
LIMA	8283.60	7392	448	3793	200	0	0	20116.40
LORETO	7389.60	3904	176	7281	0	0	200	18950.77
MADRE DE DIOS	413.13	840	80	660	0	0	200	2193.28
MOQUEGUA	42.73	568	192	299	200	0	0	1301.35
PASCO	938.91	2192	568	1715	0	200	0	5614.18
PIURA	5285.39	3672	536	7556	200	0	0	17249.49
PUNO	2378.31	4080	2464	17677	0	200	0	26799.11
SAN MARTIN	3556.86	3192	768	5704	0	0	200	13420.57
TACNA	252.08	792	192	333	200	0	0	1769.32
TUMBES	142.43	472	56	170	200	0	0	1040.43
UCAYALI	2324.82	1816	128	3222	0	0	200	7691.11
Total Mbps	63780.00	72176.00	19488.00	145799.41	2000.00	1800.00	1200.00	306243.41
Total Gbps	63.78	72.176	19.488	145.799406	2	1.8	1.2	306.24

Se despliega en la Figura 20 la disposición del ancho de banda.

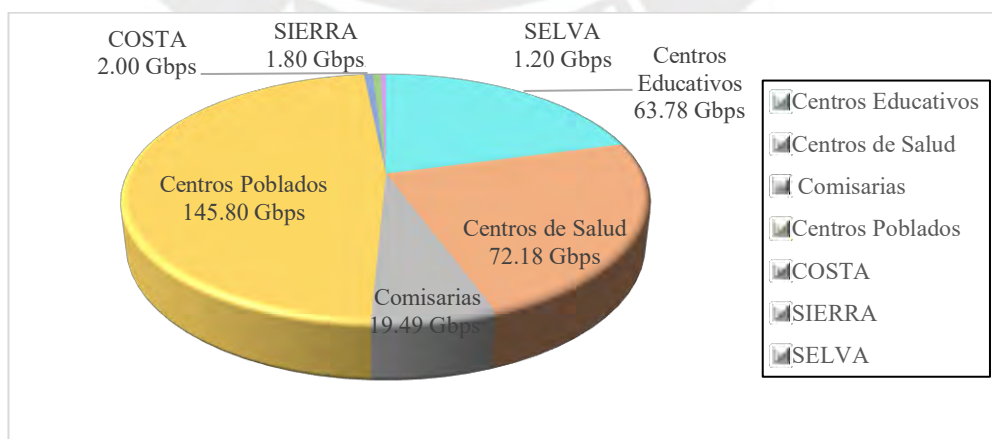


Figura 20. Disposición del ancho de banda. E.P.

Asimismo, en la Figura 21 se presenta la geografía peruana y el despliegue de los centros poblados y de los establecimientos considerados en el diseño.

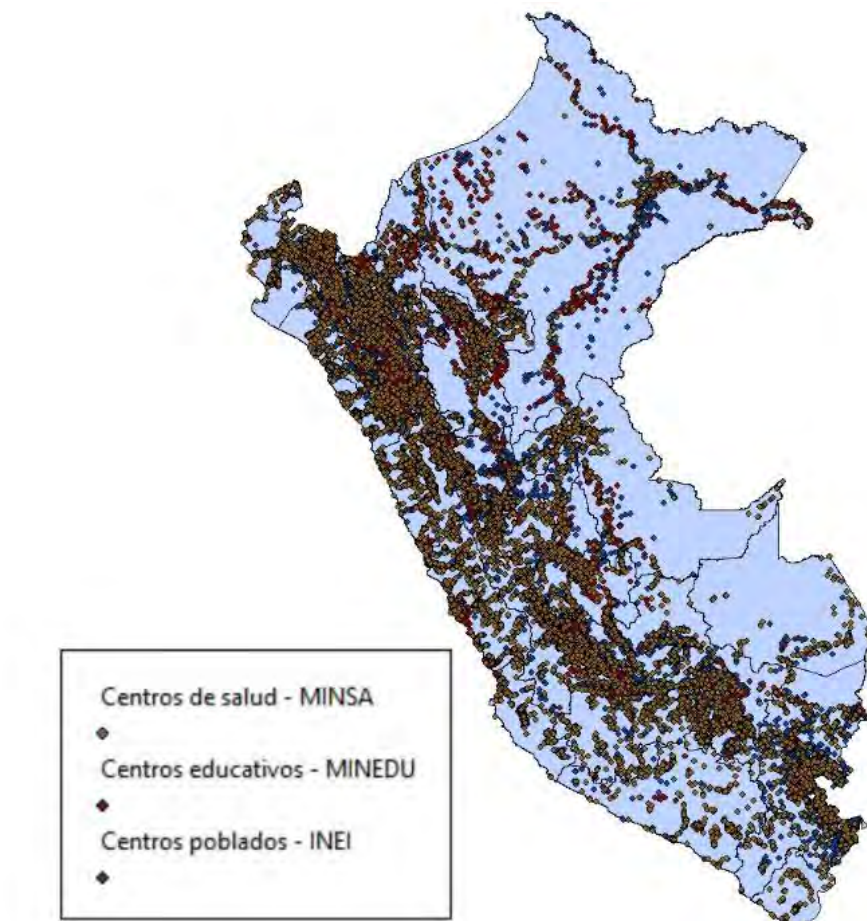


Figura 21. Mapa de los centros poblados, centros de salud y educativos. E.P.

### 3.2.8 Determinación del caudal de demanda satelital

Se obtiene el cálculo de la demanda de tráfico a nivel nacional en la Tabla 18, el cual, se extrae la información de las 25 pisadas de todas las regiones y se hace un cálculo comprimido que es producto del ancho de banda de cada departamento por la velocidad del caudal de la información asegurada 40% y por el factor de simultaneidad 20% brindándonos un resultado que al multiplicarlo por el factor de crecimiento al 2040, con un valor de 2.084. Nos da el valor comprimido al 2040. Luego, se realiza el cálculo de backhaul celular de 25 pisadas, el cual se considera los cálculos de la tesis del Mg. Alcócer [8], con las siguientes premisas:

- Se atenderá a la población entre 100 a 300 pobladores.
- Se considera un teléfono móvil por cada familia.
- El tráfico móvil es igual a 30mE (0.03 E). Datos utilizados por el MTC.
- El tráfico del códec de voz en llamada por teléfono es de 30 kbps.

Tabla 18. Cálculo de la demanda de tráfico a nivel nacional. E.P.

Departamento	25 pisadas (Mbps)	25 pisadas comprimido Gbps	Factor de crecimiento al 2040	Comprimido al 2040 Gbps	Backhaul celular 25 pisadas Gbps	Factor de crecimiento celular al 2040 - Gbps	Backhaul PRONATEL 25 pisadas al 2040	Tráfico al 2040
AMAZONAS	13314.84	1.07	2.084	1.87	0.03	1.996	0.06	1.93
ANCASH	17096.98	1.37	2.084	2.50	0.06	1.996	0.14	2.64
APURÍMAC	9852.61	0.79	2.084	1.36	0.03	1.996	0.04	1.40
AREQUIPA	5956.37	0.48	2.084	0.77	0.01	1.996	0.01	0.78
AYACUCHO	12177.86	0.97	2.084	1.74	0.04	1.996	0.06	1.80
CAJAMARCA	38939.07	3.12	2.084	5.89	0.15	1.996	0.89	6.78
CUSCO	19350.65	1.55	2.084	2.95	0.07	1.996	0.21	3.17
HUANCAVELICA	12932.98	1.03	2.084	1.87	0.04	1.996	0.08	1.95
HUÁNUCO	17433.01	1.39	2.084	2.66	0.06	1.996	0.16	2.82
ICA	4108.70	0.33	2.084	0.55	0.01	1.996	0.01	0.56
JUNÍN	18566.92	1.49	2.084	2.71	0.06	1.996	0.16	2.87
LA LIBERTAD	15083.29	1.21	2.084	2.25	0.04	1.996	0.10	2.35
LAMBAYEQUE	8404.86	0.67	2.084	1.24	0.03	1.996	0.03	1.28
LIMA	19673.60	1.57	2.084	2.65	0.02	1.996	0.06	2.70
LORETO	20699.60	1.66	2.084	3.11	0.06	1.996	0.17	3.28
MADRE DE DIOS	2123.13	0.17	2.084	0.27	0.00	1.996	0.00	0.27
MOQUEGUA	1422.73	0.11	2.084	0.17	0.00	1.996	0.00	0.17
PASCO	5558.91	0.44	2.084	0.74	0.01	1.996	0.01	0.75
PIURA	18333.39	1.47	2.084	2.73	0.06	1.996	0.15	2.89
PUNO	25862.31	2.07	2.084	3.95	0.10	1.996	0.41	4.36
SAN MARTIN	13946.86	1.12	2.084	2.06	0.04	1.996	0.08	2.14
TACNA	1746.08	0.14	2.084	0.21	0.00	1.996	0.00	0.21
TUMBES	1070.43	0.09	2.084	0.12	0.00	1.996	0.00	0.12
UCAYALI	7658.82	0.61	2.084	1.11	0.02	1.996	0.02	1.13
Total	311314.00			45.50	0.92		2.84	47.23

Para el cálculo de backhaul, se tiene como referencia que de 2700 habitantes / 4 = 675 celulares activos. Se tiene 16.2E acogido por 26 canales lo cual se determinó según la tabla de cálculo de Erlang [43]. Las líneas operan a 30 Kbps, donde 26 líneas requieren de 780 Kbps de caudal. Se da un margen del 30% obteniendo 234 Kbps adicionales, donde el total es de 1014 Kbps.

### 3.2.9 Cálculo de la proporción de gateways y de VSATS

Para establecer la proporción de gateways se emplea el procedimiento del Profesor Christian Chee, también utilizado en la tesis del Mg. Alcócer [8], de la cual, consideraremos los cálculos realizados en su tesis en el siguiente trabajo con el gentil permiso del autor.

Del ancho de banda normalizado por la ITU-T, según Maral en el libro VSAT Networks [44]. A continuación, se realiza el dimensionamiento para las bandas:

### Dimensionamiento banda C

El Perú está asignado según la ITU T en todo el mundo (WW) a la región 2 conforme a lo que se muestra en la Figura 22.

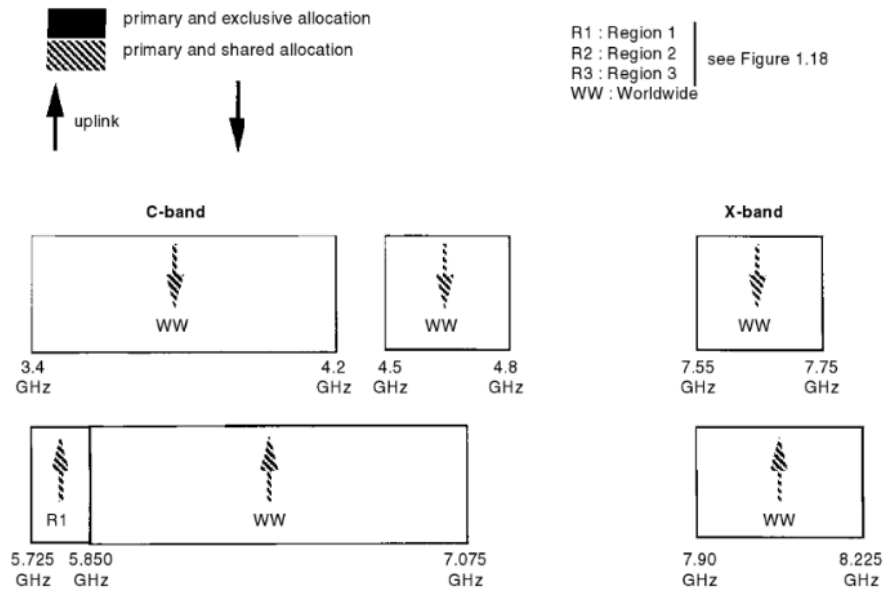


Figura 22. Frecuencia asignada al servicio satelital en banda C para redes VSAT - ITU T [44].

En banda C, se asigna los siguientes anchos de banda:

Conexión de bajada:

$$BW-C \text{ bajada } 1 = 4.2 \text{ GHz} - 3.4 \text{ GHz} = 800 \text{ MHz}$$

$$BW-C \text{ bajada } 2 = 4.8 \text{ GHz} - 4.5 \text{ GHz} = 300 \text{ MHz}$$

$$BW-C \text{ bajada total} = 800 \text{ MHz} + 300 \text{ MHz} = 1100 \text{ MHz}$$

Conexión de subida:

$$BW-C \text{ subida} = 7.075 \text{ GHz} - 5.850 \text{ GHz} = 1225 \text{ MHz}$$

Cálculo de ancho de banda para las 4 pisadas banda C:

$$\text{Pisadas } C = 0.425 \times 4 = 1.70 \text{ Gbps}$$

$$BW-C \text{ bajada} = 1.70 \text{ Gbps} / (2 \text{ bit/Hz}) = 850 \text{ MHz}$$

$$BW-C \text{ subida} = 0.25 \text{ Gbps} \times 850 \text{ MHz} = 212.50 \text{ MHz}$$

### Dimensionamiento banda Ku

El Perú está asignado según la ITU T en todo el mundo (WW) a la región 2 conforme a lo que se muestra en la Figura 23:

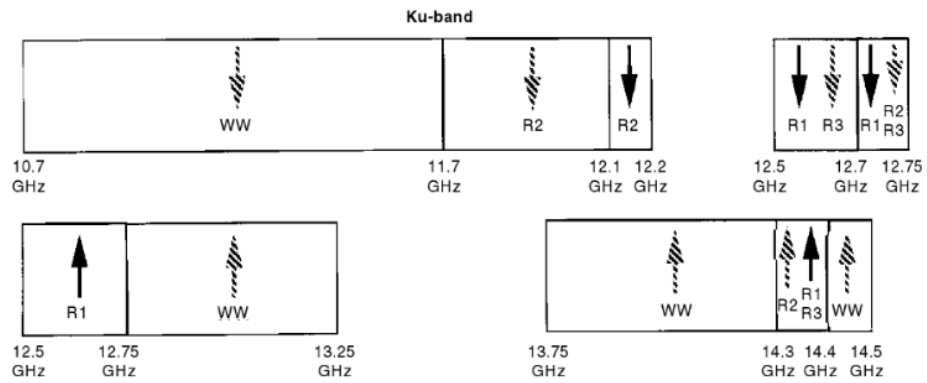


Figura 23. Asignación de frecuencia en banda Ku para redes VSAT. ITU-T [44].

Para banda Ku, se tiene los siguientes anchos de banda asignados:

Conexión de bajada:

$$BW\text{-Ku bajada 1} = 11.7 \text{ GHz} - 10.7 \text{ GHz} = 1000 \text{ MHz}$$

$$BW\text{-Ku bajada 2} = 12.2 \text{ GHz} - 11.7 \text{ GHz} = 500 \text{ MHz}$$

$$BW\text{-Ku bajada total} = 1000 \text{ MHz} + 500 \text{ MHz} = 1500 \text{ MHz}$$

Conexión de subida:

$$BW\text{-Ku subida 1} = 13.25 \text{ GHz} - 12.75 \text{ GHz} = 500 \text{ MHz}$$

$$BW\text{-Ku subida 2} = 14.50 \text{ GHz} - 13.75 \text{ GHz} = 750 \text{ MHz}$$

$$BW\text{-Ku subida total} = 500 \text{ MHz} + 750 \text{ MHz} = 1250 \text{ MHz}$$

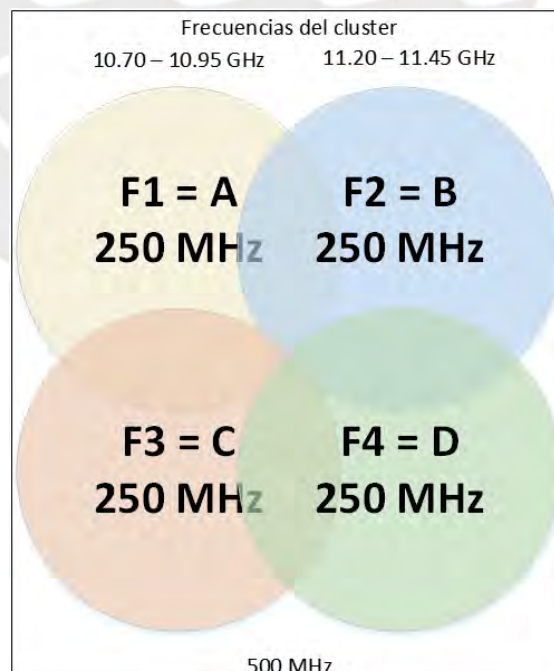


Figura 24. Frecuencias asignadas y polaridades de las pisadas en banda Ku [45]. E.P.

La capacidad de cada pisada es el siguiente cálculo:

$$\text{Pisada-Ku} = 250 \times 2 \text{ b/Hz}$$

$$\text{Pisada-Ku} = 500 \text{ Mb.}$$

En la Figura 24 se muestra el Número de clústeres de 4 pisadas =  $1500 \text{ MHz} / 425 \text{ MHz} = 3.52 \text{ MHz}$ . Para obtener el número de pisadas se multiplica por 4 obteniendo 14 pisadas por Gateway. Si se requiere 25 pisadas el número de gateways operativos en la banda Ku será de  $25/14 = 1.78$ , equivalente a dos gateways operativos y asignando dos gateways de respaldo.

### Dimensionamiento banda Ka

El Perú está asignado según la ITU T en todo el mundo (WW) a la región 2 conforme a lo que se muestra en la Figura 25.

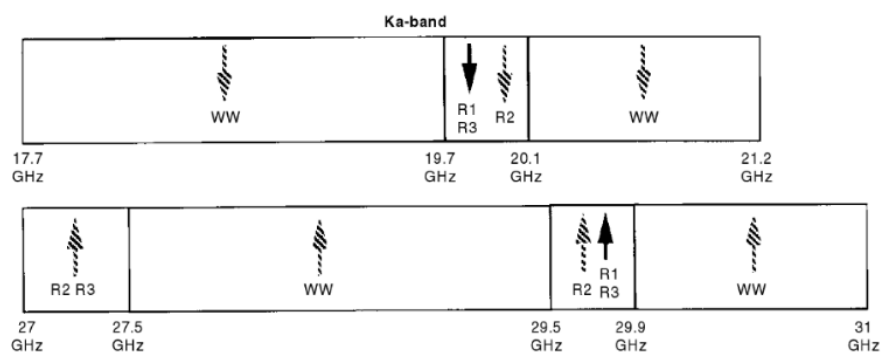


Figura 25. Frecuencia asignada en banda Ka para redes VSAT - ITU T [44].

Para banda Ka, se tiene los siguientes anchos de banda asignados:

Conexión de bajada:

$$\text{BW-Ka bajada total} = 21.20 \text{ GHz} - 17.70 \text{ GHz} = 3500 \text{ MHz}$$

Conexión de subida:

$$\text{BW-Ka subida total} = 31 \text{ GHz} - 27 \text{ GHz} = 4000 \text{ MHz}$$

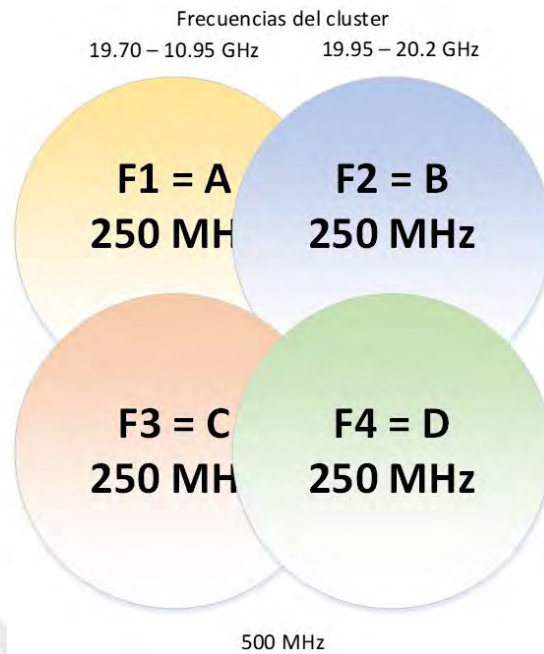


Figura 26. Frecuencias asignadas y polaridades de las pisadas en banda Ka [45]. E.P.

Según la Figura 26, se tiene asignado por clúster una frecuencia de 500 MHz, que tienen dos anchos de banda de 250 MHz. Se ha considerado dos polaridades y el espectro total de 1000 MHz. Solo se considera 1.5 Gbps que han sido considerados para el dimensionamiento del clúster.

#### **Determinación del número de VSATs:**

En la Tabla 19, se proporciona el total de VSATs por institución considerada, centros poblados e ISP.

Tabla 19. Número total de VSATs y tráfico por banda. E.P.

Institución	VSATs	Ka	Ku	C
Centros educativos	6378	5613	446	319
Centros de salud	9022	7939	632	451
Comisarias	2436	2144	171	122
Centros poblados	15087	13277	1056	754
Porcentaje	100%	88.00%	7.00%	5.00%
Total	32923	28972	2305	1646

### **3.3 Dimensionamiento de la red de acceso**

Se procedió a realizar un análisis en los centros de educación, establecimientos de salud, comisarías y centros poblados que cumplen con los requerimientos para ser considerados, en la Tabla 20 se especifica las instituciones acordes a las premisas establecidas.

Tabla 20. Instituciones consideradas de acuerdo con las premisas establecidas. E.P.

Departamento	Centros de educación	Centros de salud	Comisarias	Centros Poblados
Amazonas	368	497	67	524
Ancash	254	443	201	921
Apurímac	97	401	95	467
Arequipa	153	308	23	149
Ayacucho	170	414	141	609
Cajamarca	764	885	327	2291
Cusco	319	386	127	1186
Huancavelica	99	423	252	651
Huánuco	292	349	258	995
Ica	50	174	4	179
Junín	376	551	108	948
La Libertad	436	365	96	720
Lambayeque	183	211	36	411
Lima	640	924	56	335
Loreto	692	488	22	903
Madre De Dios	35	105	10	59
Moquegua	4	71	24	42
Pasco	105	274	71	166
Piura	489	459	67	864
Puno	223	510	308	1674
San Martín	371	399	96	623
Tacna	28	99	24	31
Tumbes	12	59	7	20
Ucayali	218	227	16	319
Total	6378	9022	2436	15087

Según la Tabla 20, se observa por departamento el número de centros educativos, centros de salud, comisarías y centros poblados. Se considera 6378 centros educativos, 9022 centros de salud, 2436 comisarías y 15087 centros poblados, lo que da un total de 32923.

Para realizar el dimensionamiento y la simulación de las redes de acceso se empleará la aplicación "Radio Mobile" [46], la cual es una herramienta de predicción de propagación de ondas de que nos permite simular nuestros enlaces de radio para verificar la conectividad entre los enlaces de radiofrecuencia que estarán en los centros poblados y las instituciones consideradas. Para obtener la información en el software lo que se procedió a realizar es importar la información filtrada de las localidades, teniendo en cuenta que para hacer las simulaciones de las localidades

se necesita de información con georreferencia de cada institución en las localidades y desde donde se empieza a desplegar la red.

Asimismo, luego de obtener la información en unidades, corroboramos que se encuentren georreferenciadas en el mapa que descargamos en el software Radio Mobile donde se puede observar que lleva el nombre asignado por localidad y tipo de institución considerada. Luego de ello, procedemos a configurar los parámetros de las radios de marca Cambium Networks punto a punto, PTP 450i [47]. Y de la radio punto a multipunto, ePMP™ 2000 [48].



Figura 27. PTP 450i. [47] Fuente: Cambium Networks



Figura 28. ePMP™ 2000. [48] Fuente: Cambium Networks.

Las cuales, ya han servido en los proyectos regionales de banda ancha en las regiones Huancavelica, Ayacucho y Apurímac con resultados positivos. La función principal de la red de acceso es proveer conectividad en las instituciones consideradas en la presente tesis. Mediante una red inalámbrica punto a punto (PTP) o una red punto multipunto (PMP) sea el caso, mediante radioenlace. En cada institución considerada se tendrá un mástil con una radio ePMP Force 180 [49], para recibir la señal desde la radio principal y luego será distribuida a los equipos dentro de la institución que brindará el servicio final.



Figura 29. ePMP Force 180. [49] Fuente: Cambium Networks.

Deberán ser distribuidos en nodos donde ya se tenga desplegada la red de VSATs. A partir de la red de VSATs se conecta la radio PTP o PMP y se despliega la red inalámbrica hasta la institución considerada, en donde existirá una radio PTP o una Access Point (AP) receptor de la red PMP.

### **3.3.1 Disponibilidad de la red de acceso**

En el dimensionamiento de la disponibilidad garantizadas en las redes acceso, se ha estimado la redundancia de conectividad con los sistemas VSATs, la penetración de la red y las instituciones que estarán conectadas a la red. Por lo que, se ha considerado un 99,9% de disponibilidad.

### **3.3.2 Parámetros de la red de acceso**

Diseñar una red capilar para brindar servicio de telecomunicaciones a los centros poblados lejanos del país. Los centros poblados de las zonas rurales tendrán que cumplir con al menos uno de los siguientes parámetros para realizar el cálculo de la demanda de centros poblados considerados:

- Es un centro poblado con más de 100 y menos de 300 pobladores.

- Cuenta con un número de estudiantes superior o similar a 50 y cuenta con servicio de Internet.
- Tiene un centro de salud o posta de salud.
- Tiene una comisaría.
- Tiene un gobierno municipal o comunidad de centro poblado.

Adicionalmente, no se atenderá a los poblados y a las instituciones ya consideradas directamente por los proyectos regionales, proyectos de PRONATEL o por la red dorsal nacional de fibra óptica (RDNFO). Tampoco se atenderán a las capitales de distritos, ya que, estas ya son consideradas por los proyectos regionales. Realizar el despliegue de red de acuerdo con la demanda generada por el tráfico de las instituciones que se muestran seguidamente en la Tabla 21.

Tabla 21. Ancho de banda para las instituciones consideradas. E.P.

INSTITUCIÓN	ANCHO DE BANDA CONSIDERADO
Colegios - Centros Educativos.	10 Mbps por cada 100 alumnos.
Postas Medicas – Centros de Salud.	8 Mbps por cada centro de salud.
Comisarias – Puestos policiales.	8 Mbps por cada comisaría.
Municipios – Centros poblados.	Asignado de acuerdo con cálculos de ancho de banda.
ISP – Carrier.	10 Mbps por cada 100 habitantes.

### 3.3.3 Parámetros del terreno y equipamiento de la red de acceso

En cada localidad se tendrá un terreno destinado para acoger a los equipos del presente diseño de red. Se tendrá como premisa los nodos construidos para las redes de los proyectos regionales donde se consideran un área de 6m x 10m. Para la instalación de la VSAT satelital se tendrá una asignación de 2x2 en el terreno. Luego, para garantizar la conectividad en la instalación del radio enlace entre el predio y las instituciones consideradas, se tendrán desplegadas torres con una altura entre 15 y 42 metros depende del área, cobertura y línea de vista que se considere luego del análisis con el software de simulación del radio enlace. Se contará un gabinete metálico (Shelter), en el cual se encontrarán los equipos de red, radio enlace, seguridad y energía.

El terreno contara con suministro eléctrico en el caso en que en la localidad o centro poblado se cuente con el servicio. En los centros poblados en los que no se cuente con suministro eléctrico, se contara con paneles solares dentro del nodo. Luego, se contará con equipos rectificadores y cargadores de voltaje 220 AC. Los cuales suministrarán voltaje DC -48V al -54V en los equipos instalados en el gabinete metálico. Se dispondrá de un banco de baterías el cual tendrá como autonomía de

24 a 48 horas en las soluciones de energía comercial y paneles solares. Se considerará la instalación de un CCTV, provisto de 2 a 4 cámaras para salvaguardar la seguridad de los equipos instalados en el nodo. También para la seguridad del equipamiento de seguridad en el terreno se podrá disponer de la utilización de sensores de apertura de puertas, movimiento, aniego y de temperatura.

También se utiliza para el diseño de las redes de acceso radioenlaces de banda no licenciada para evitar el uso de licencias y permisos o interferencias con enlaces ya establecidos en las localidades si fuera el caso. Se seguirá los lineamientos también de los proyectos regionales, en donde no se utilizará equipamiento que sea mayor el PIRE de 36 dBm o la potencia de transmisión de 24 dBm. Solo en los centros poblados rurales se podrá hacer uso del PIRE que exceda lo normado por el MTC.

### 3.3.4 Enlaces punto a punto

Los enlaces punto a punto serán utilizados en las localidades donde solo se tenga una institución considerada. La cantidad de puntos de conectividad solo será de uno en los escenarios presentados en las localidades consideradas. Las radios PTP 450i [47], tendrán una configuración en la banda de 5GHz (4900 – 5925 MHz). Es capaz de transmitir 300 Mbps de rendimiento sobre un canal de 40 MHz. En cada enlace punto a punto se considera una antena, un switch, un router y el cableado estructurado para la conectividad. En la Figura 30 se muestra la red punto a punto.

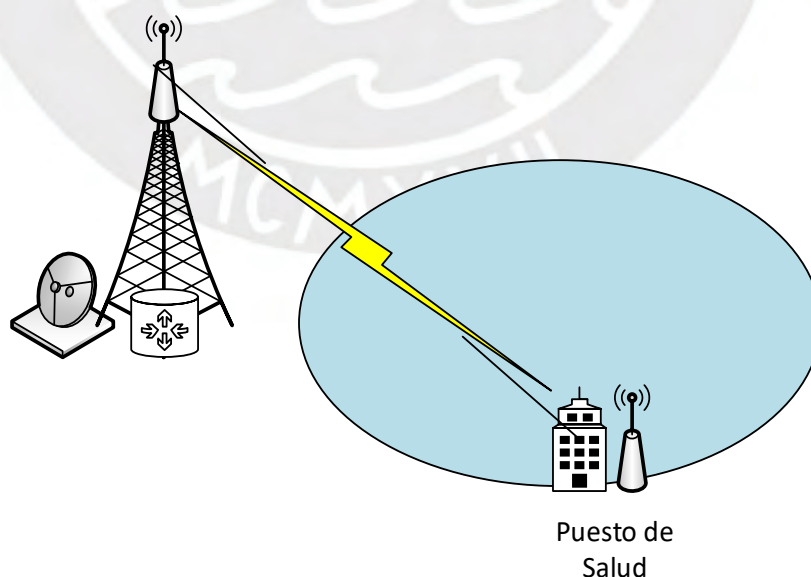


Figura 30. Enlace punto a punto. E.P.

### 3.3.5 Enlace punto multipunto

Los enlaces punto multipunto serán utilizados en las localidades haya más de una institución considerada. Las radios ePMP™ 2000, tendrán una configuración en la banda de 5GHz (5150 – 5925 MHz) [48]. En cada enlace punto multipunto se considera una antena, un switch, un router y el cableado estructurado para la conectividad. Para las instituciones consideradas se tendrá un módulo de radio ePMP Force 180 [49].

La cual es una radio pequeña que se conecta directamente con la radio ePMP™ 2000. En la Figura 31 se muestra la red punto a punto.

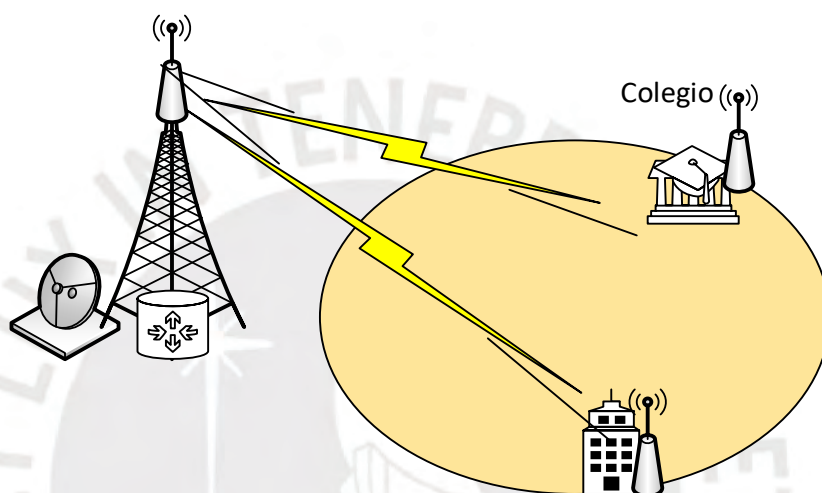


Figura 31. Enlace punto multipunto. E.P.

### 3.3.6 Equipamiento en las instituciones consideradas

El equipamiento de las instituciones contempla a los equipos terminales que garantiza la conectividad para el beneficio de la población. Se tendrá un mástil para la antena ePMP Force 180 en el exterior de la institución considerada. El cual, cumplirá con la línea de vista respectiva desde el terreno donde se esta la red de acceso. Adicional, se tendrá un Cable UTP de categoría 5e para exteriores que conectará a un equipo CPE el cual tendrá la función de router y switch.

Luego, se instalará en el interior de la institución un Access Point Indoor que funcionará de repetidor para la institución considerará y por último los equipos terminales laptops, computadoras, impresoras y equipos móviles.

### 3.3.7 Resultados de despliegue de red

Utilizamos el software Radio Mobile, los parámetros de configuración de las radios PTP y PMP se indican en la Tabla 22:

Tabla 22. Parámetros de configuración de las radios PTP y PMP. E.P.

Potencia de transmisor	40 dBm
Perdida de línea	0.5 dB
Modelo de antena	Omnidireccional y sectorial.
Ganancia	65.15 dBi.
Altura	entre 15 a 42 metros.
Frecuencia mínima	4900 MHz.
Frecuencia máxima	5925 MHz.
Polarización	Vertical.

Se realiza el despliegue de las redes en: Amazonas, Ayacucho, Ica, Madre de Dios, Apurímac y Piura. Con énfasis en dos departamentos de cada región geográfica tradicional del Perú. Consideramos la información obtenida de los centros poblados, colegios, postas y comisarias para realizar el despliegue en las tres regiones. Seguidamente, se demuestra la información obtenida en los despliegues realizados:

### 3.3.7.1 Despliegue de red en la localidad de Amazonas

Para el despliegue de la red del departamento de Amazonas, se filtró la base de datos para generar las unidades en el software. En la Figura 32 se muestra las unidades exportadas a Google Earth.

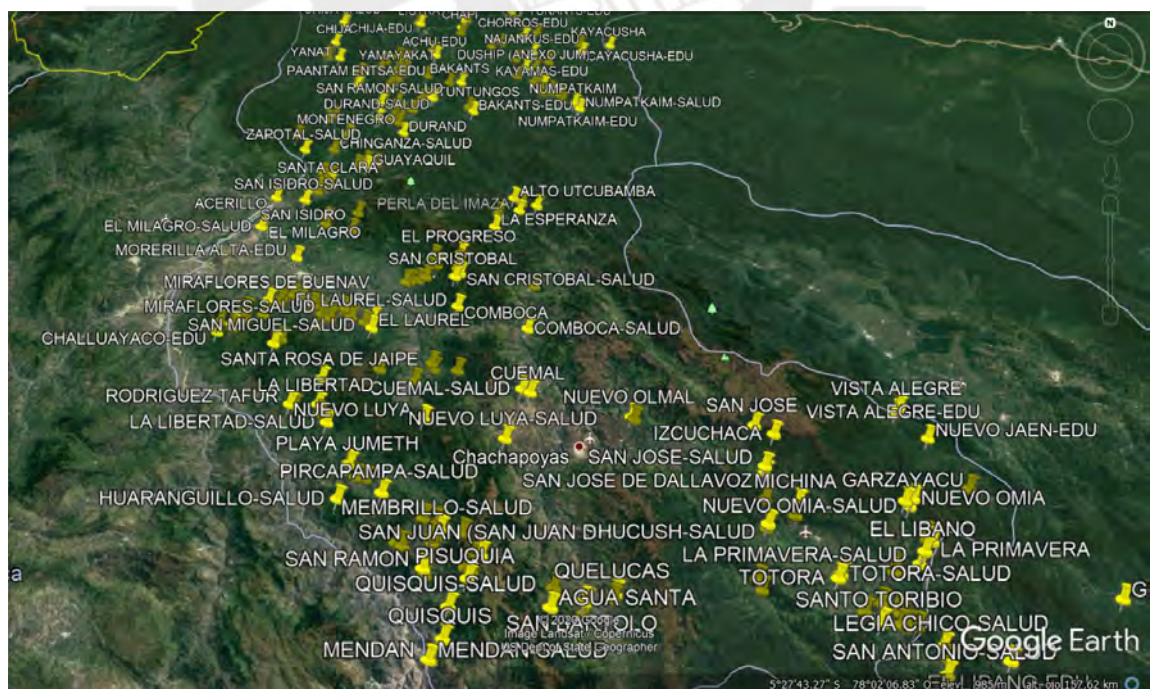


Figura 32. Localidades de la red del departamento de Amazonas - Google Earth. E.P.

Seguidamente, se presentan las unidades conectadas de Nodos e instituciones beneficiarias de las localidades de Acerillo y El Triunfo, y el enlace de radio con los parámetros de radioenlace.

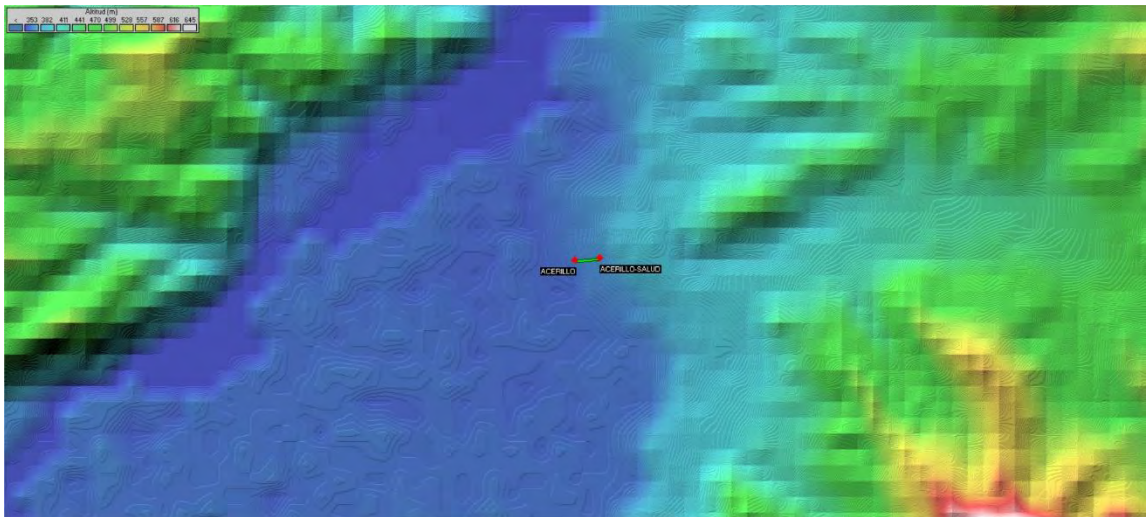


Figura 33. Despliegue de red en la localidad de Acerillo. E.P.

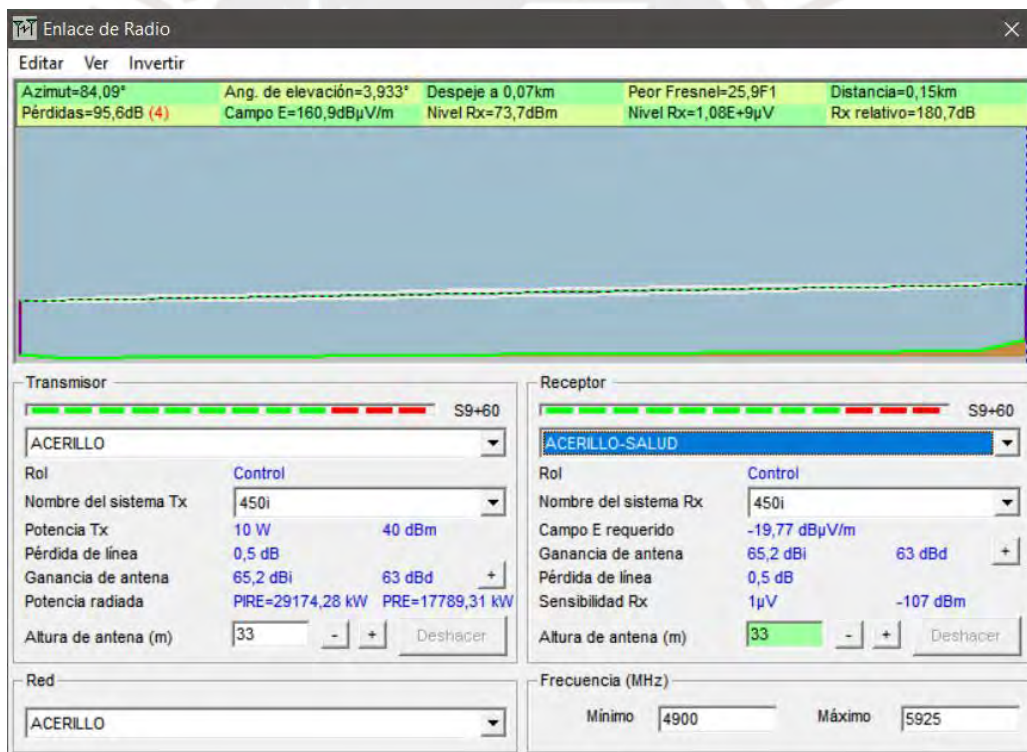


Figura 34. Enlace de radio en la localidad de Acerillo. E.P.

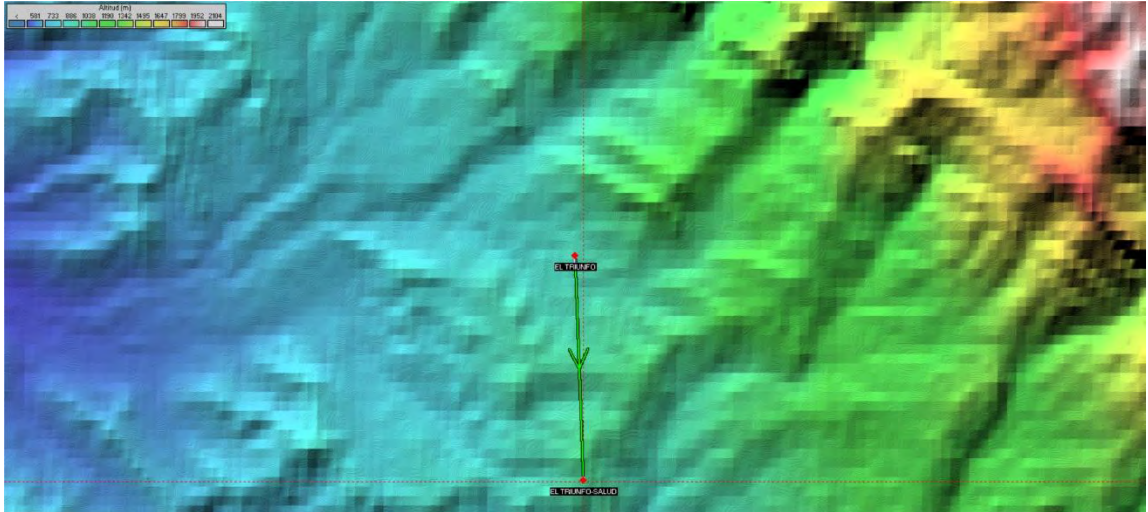


Figura 35. Despliegue de red en la localidad de El Triunfo. E.P.

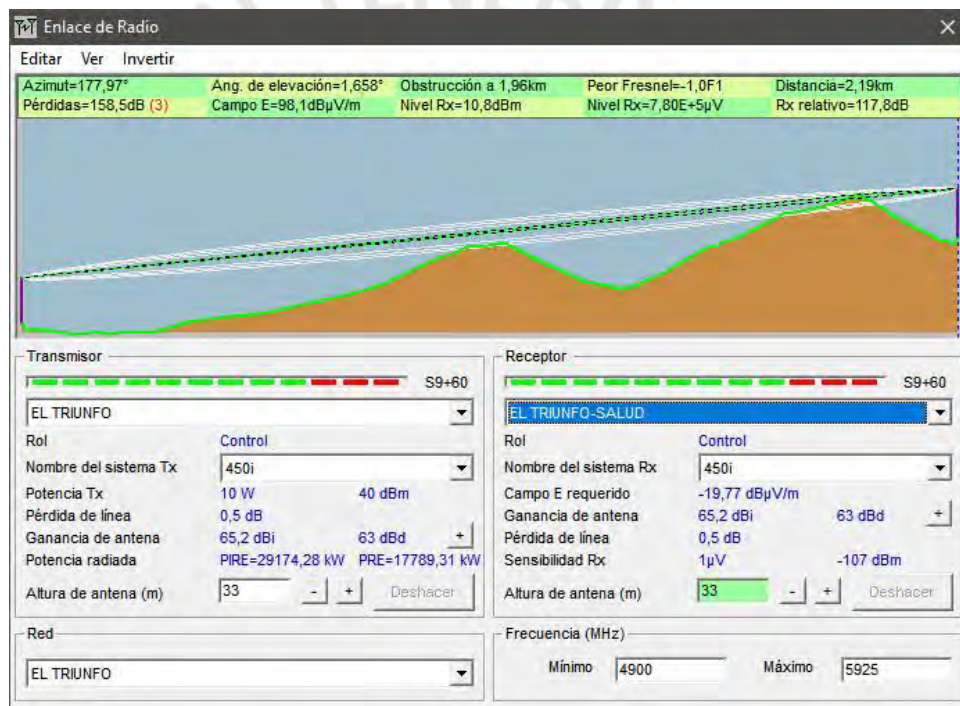


Figura 36. Enlace de radio en la localidad de El Triunfo. E.P.

### 3.3.7.2 Despliegue de red en la localidad de Ayacucho

Para el despliegue de la red del departamento de Ayacucho, se filtró la base de datos para generar las unidades en el software. En la Figura 37 se muestra las unidades exportadas a Google Earth.

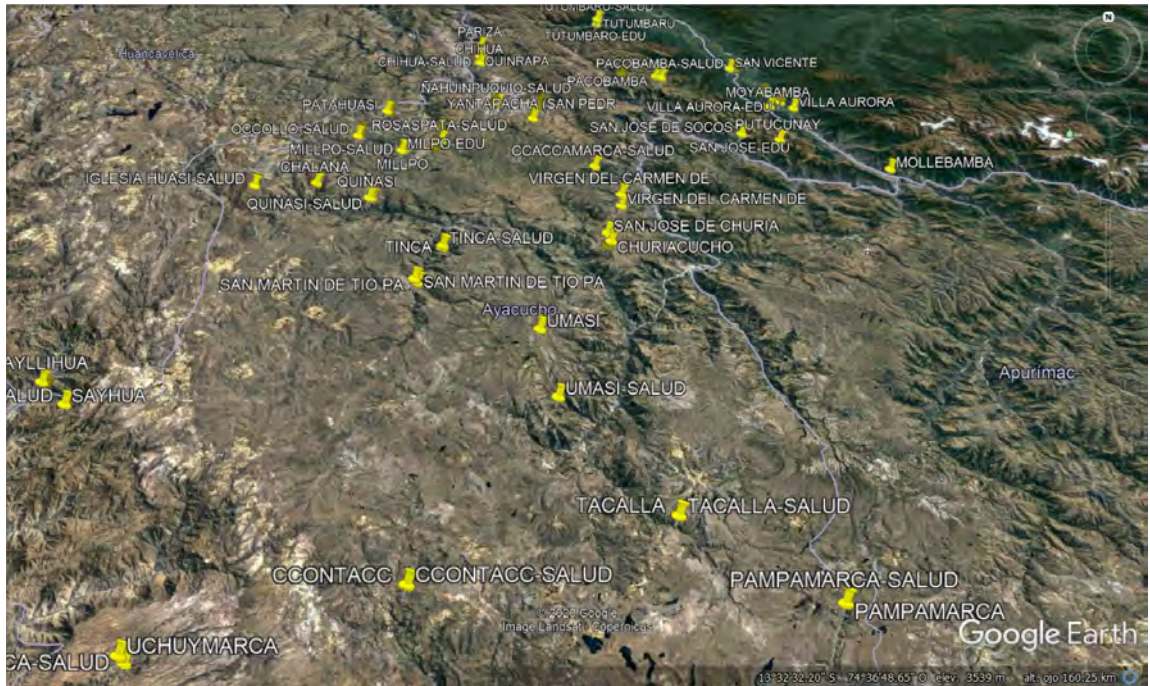


Figura 37. Localidades de la red del departamento de Ayacucho - Google Earth. E.P.

A continuación, se presentan las unidades conectadas de Nodos e instituciones beneficiarias de las localidades de Iglesia Huasi y Ñahuinpuquio, y el enlace de radio con los parámetros de radioenlace.

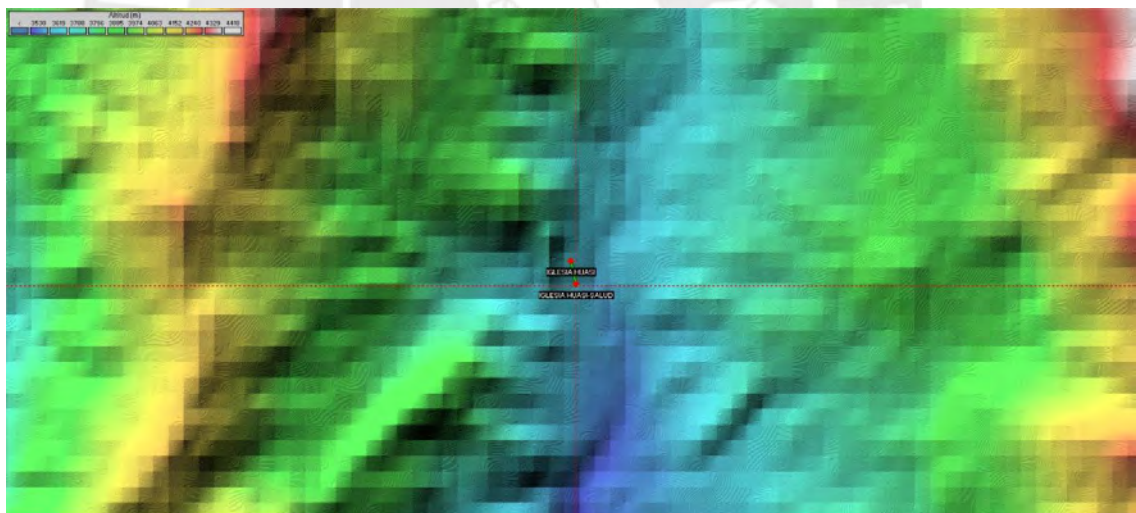


Figura 38. Despliegue de red en la localidad de Iglesia Huasi. E.P.

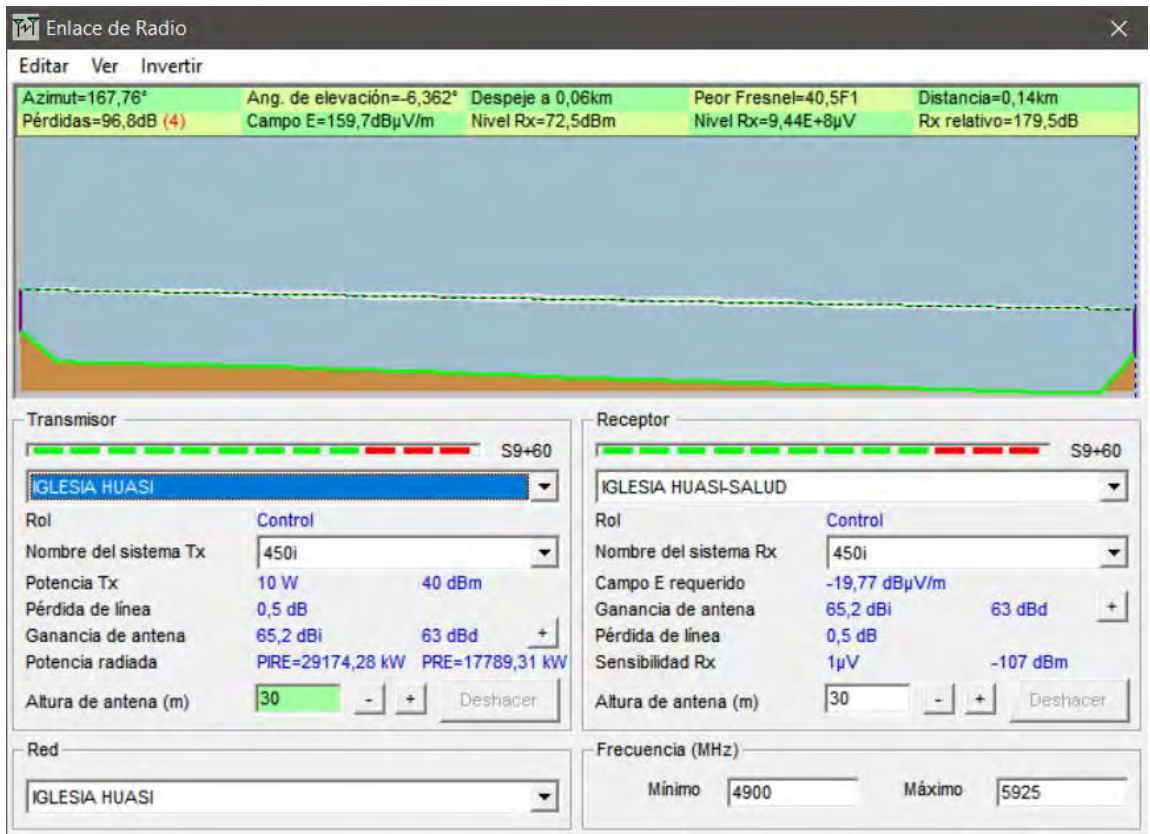


Figura 39. Enlace de radio en la localidad de Iglesia Huasi. E.P.

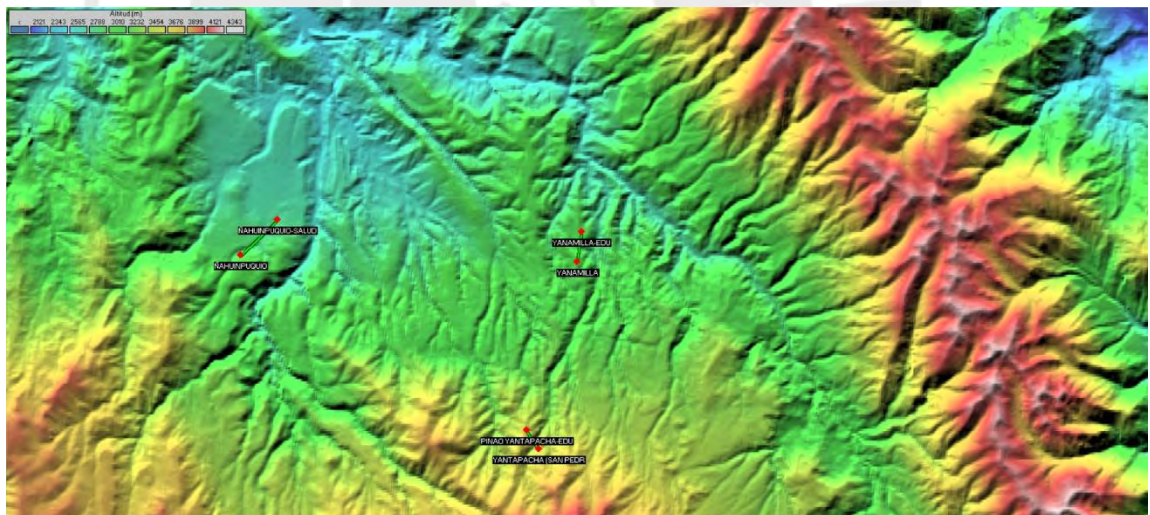


Figura 40. Despliegue de red en la localidad de Nahuinpuquio. E.P.

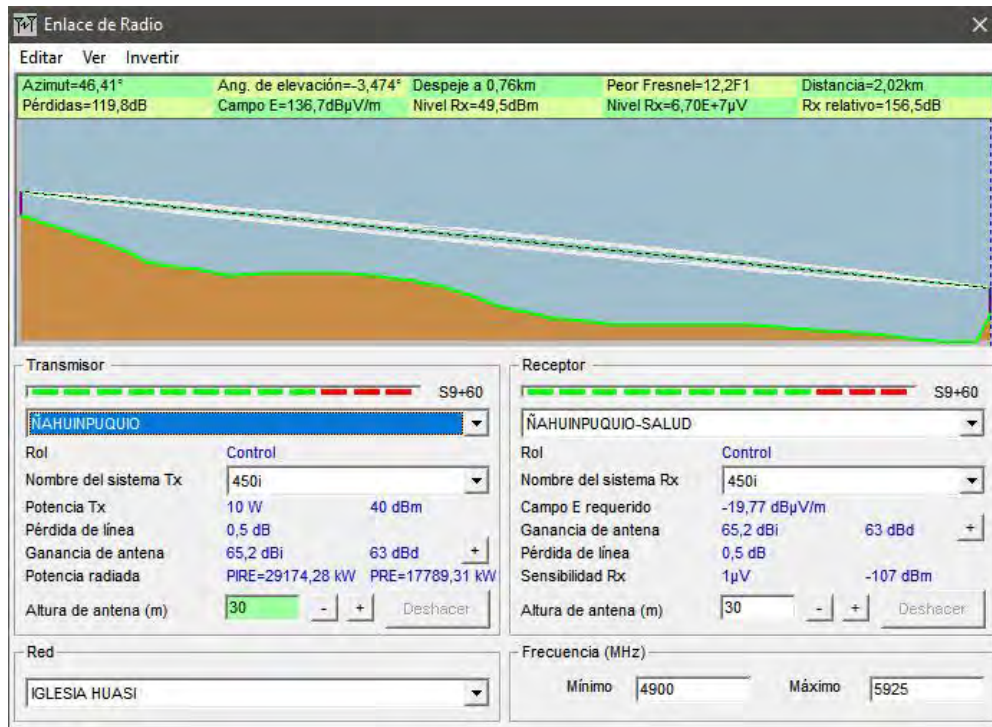


Figura 41. Enlace de radio en la localidad de Ñahuinpuquio. E.P.

### 3.3.7.3 Despliegue de red en la localidad de Ica

Para el despliegue de la red del departamento de Ica, se filtró la base de datos para generar las unidades en el software. Posteriormente, se presentan las redes y enlaces de radio de las localidades de Coyungo y Las Trancas.

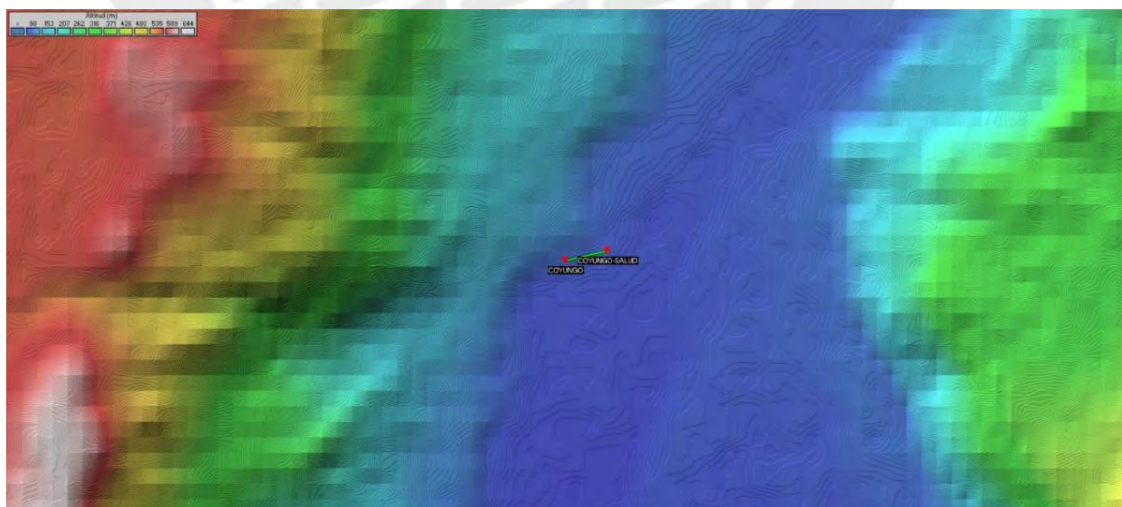


Figura 42. Despliegue de red en la localidad de Coyungo. E.P.

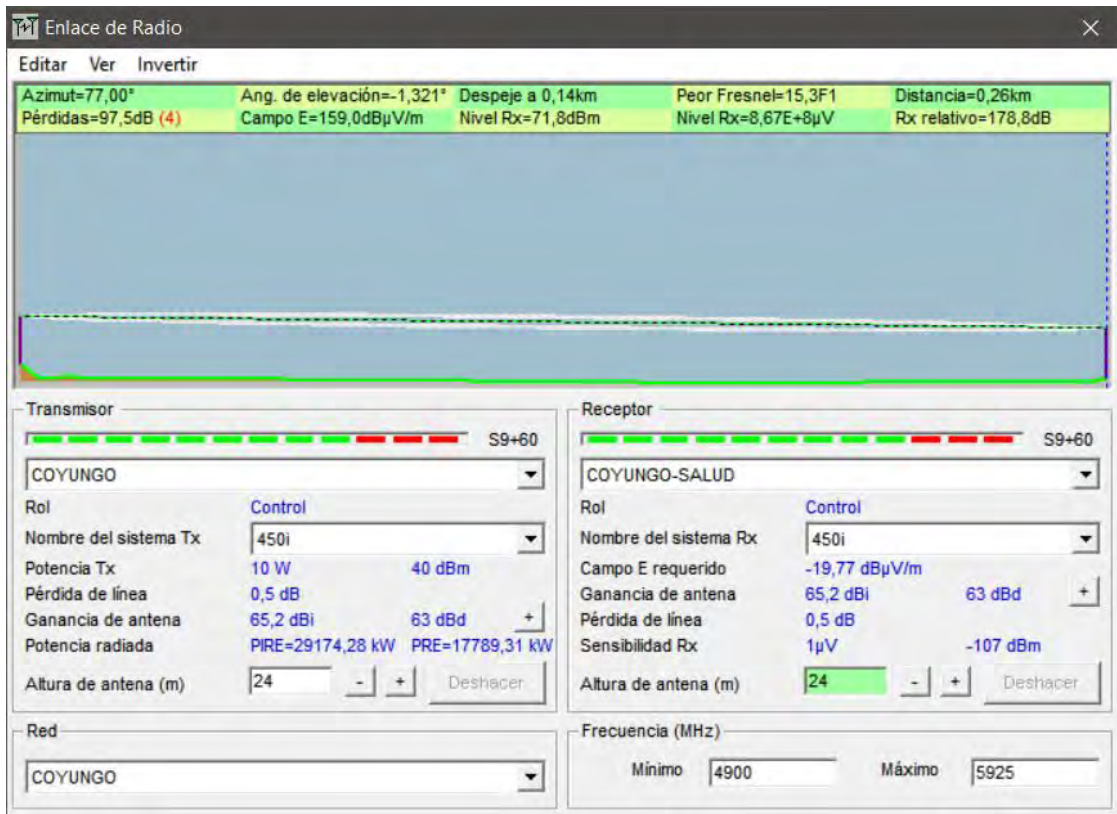


Figura 43. Enlace de radio en la localidad de Coyungo. E.P.

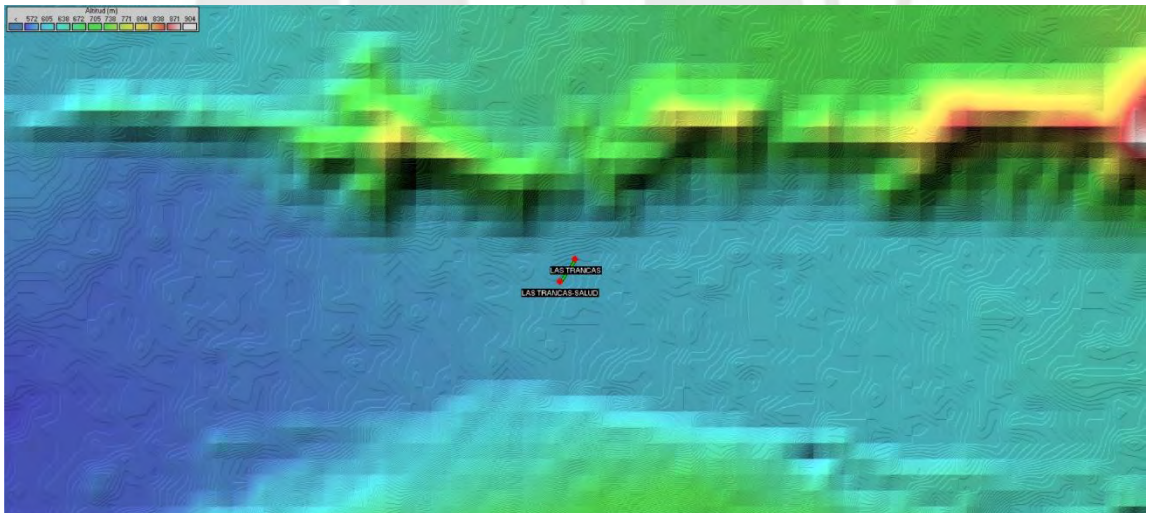


Figura 44. Despliegue de red en la localidad de Las Trancas. E.P.

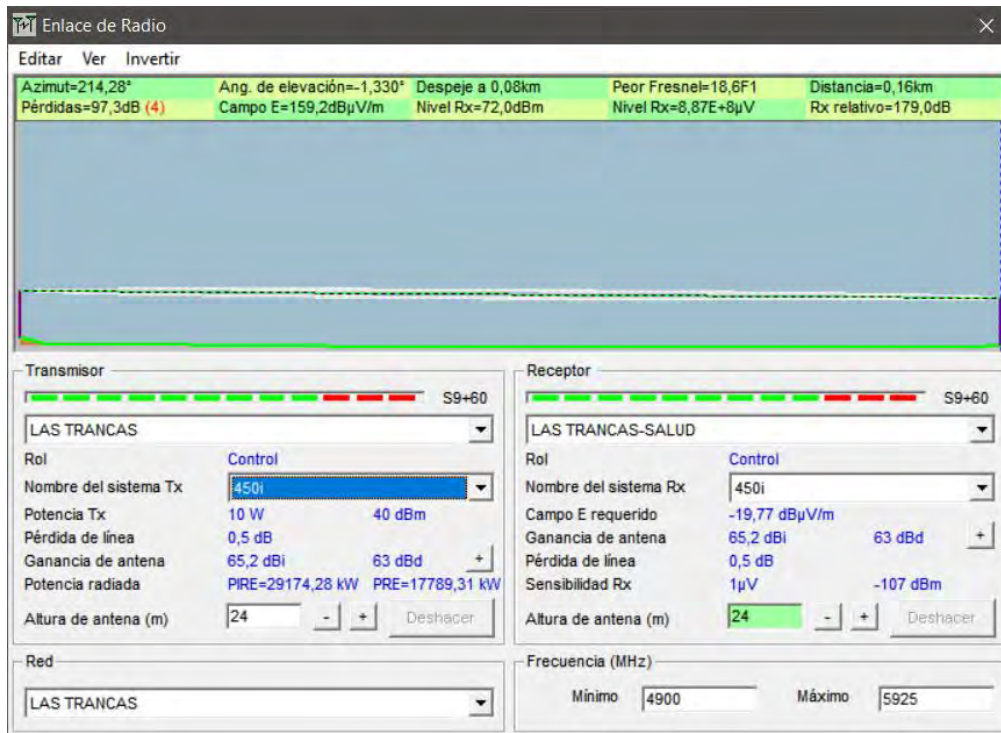


Figura 45. Enlace de radio en la localidad de Las Trancas. E.P.

### 3.3.7.4 Despliegue de red en la localidad de Madre de Dios

Para el despliegue de las redes en la región Madre de Dios, se filtró la base de datos para generar las unidades en el software. En la Figura 46 se muestra las unidades exportadas a Google Earth.



Figura 46. Localidades de redes en la región Madre de Dios - Google Earth. E.P.

A su vez, se presentan las redes y enlaces de radio de las localidades de Yomibato y Tayacome, en donde, se tiene un radio enlace PMP para brindar conectividad a 2 instituciones consideradas en cada localidad.

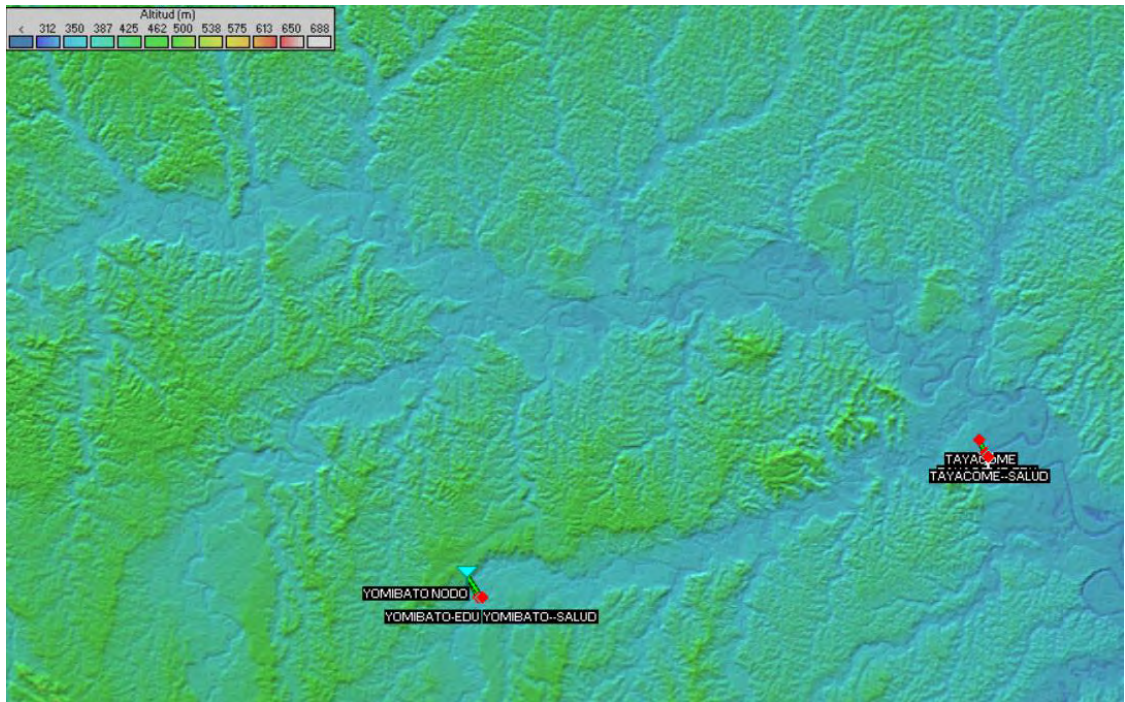


Figura 47. Despliegue de red en la localidad de Yomibato y Tayacome. E.P.

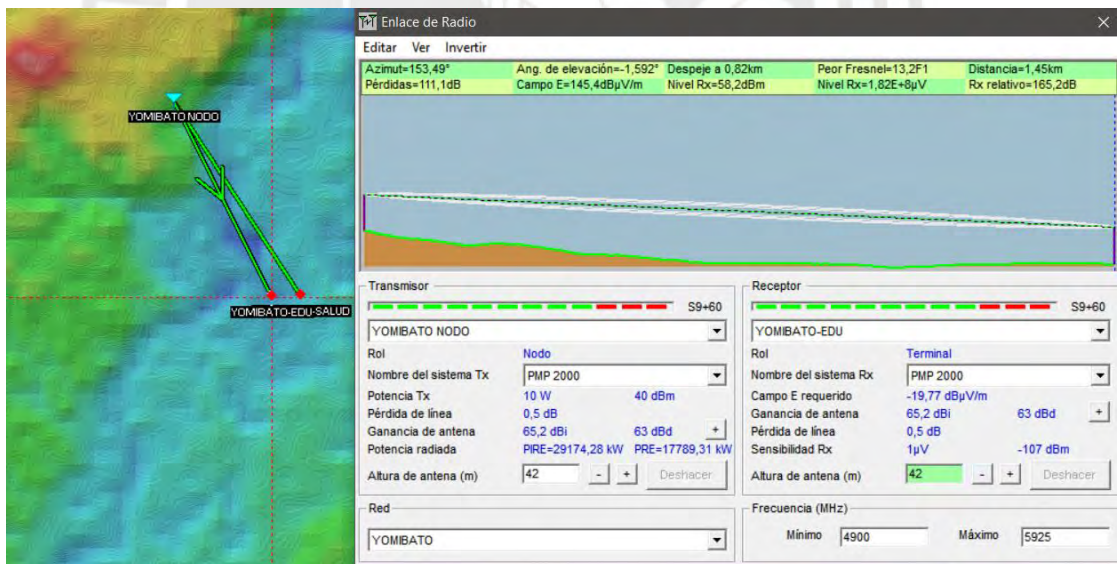


Figura 48. Despliegue de red en la localidad de Yomibato enlace 1. E.P.



Figura 49. Despliegue de red en la localidad de Yomibato enlace 2. E.P.

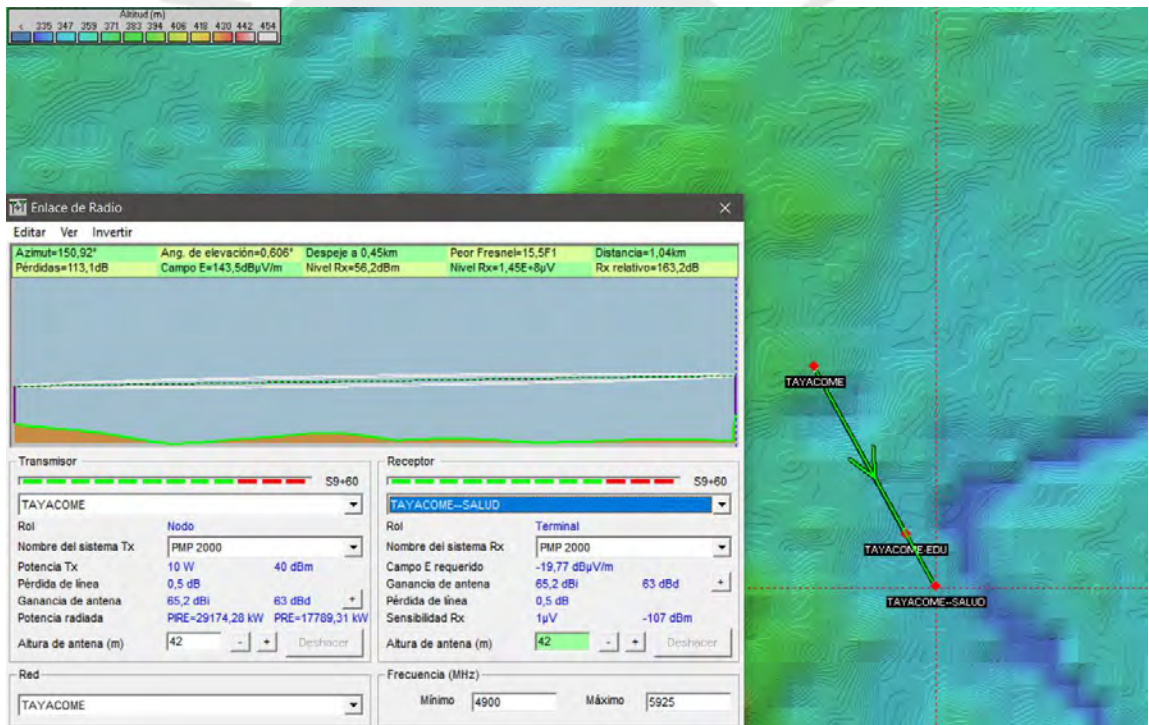


Figura 50. Despliegue de red en la localidad de Tayacome enlace 1. E.P.

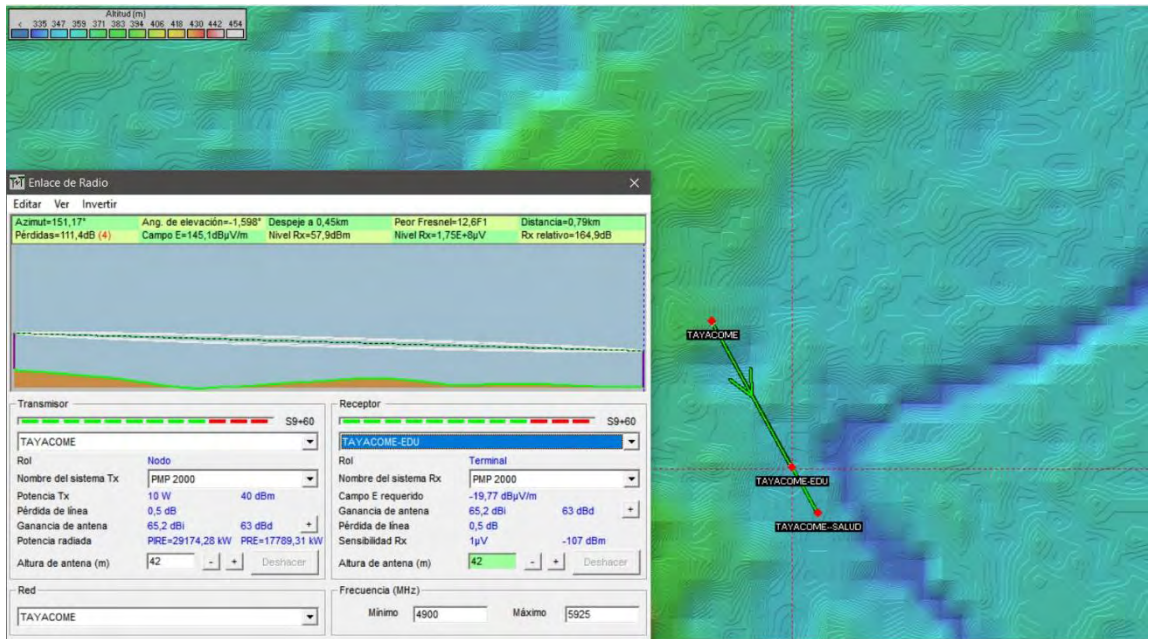


Figura 51. Despliegue de red en la localidad de Tayacome enlace 2. E.P.

### 3.3.7.5 Despliegue de red en la localidad de Apurímac

Para el despliegue de la red del departamento de Apurímac, se filtró la base de datos para generar las unidades en el software. En la Figura 52 se muestra las unidades exportadas a Google Earth.

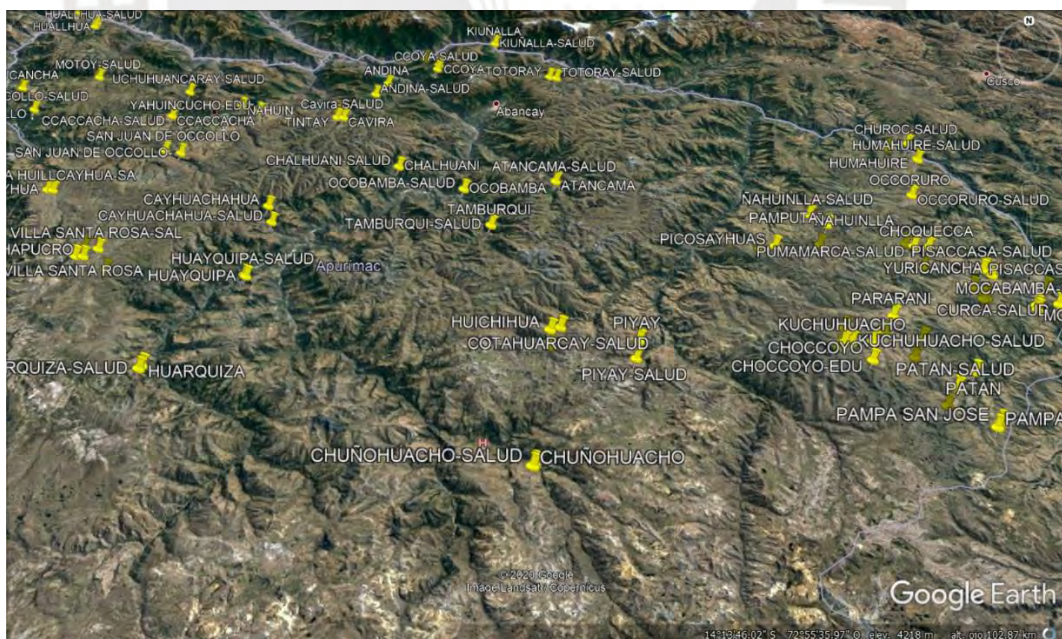


Figura 52. Localidades de la red del departamento de Apurímac - Google Earth. E.P.

Enseguida, se presentan las redes y enlaces de radio de las localidades de Motoy y Tamburqui, en donde, se observó en la localidad de Motoy que a causa de

problemas de línea de vista en el enlace con pérdida de señal, se diseñó un repetidor para poder realizar la conectividad a la institución considerada.

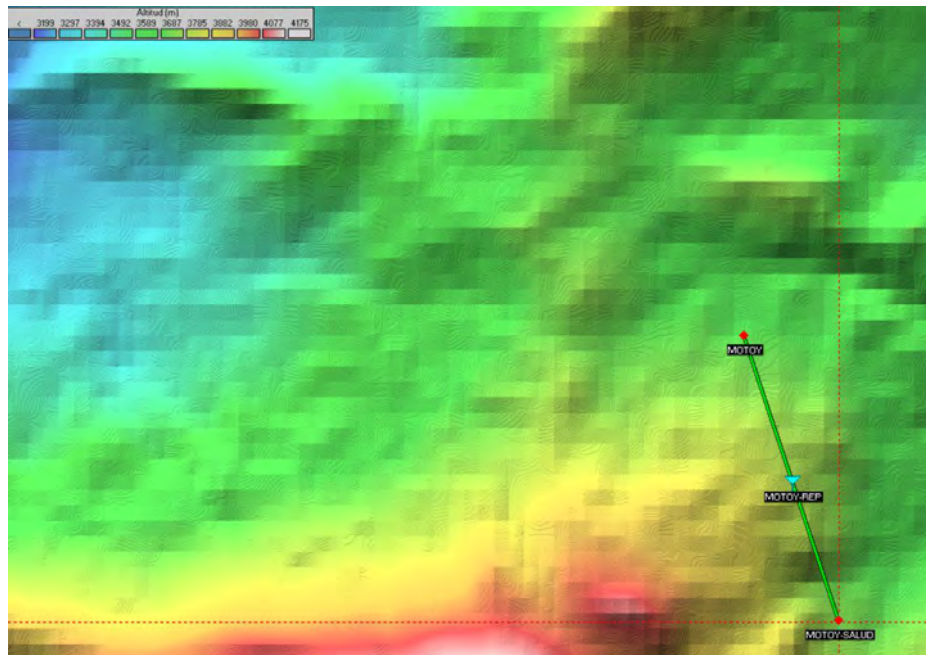


Figura 53. Despliegue de red en la localidad de Motoy. E.P.

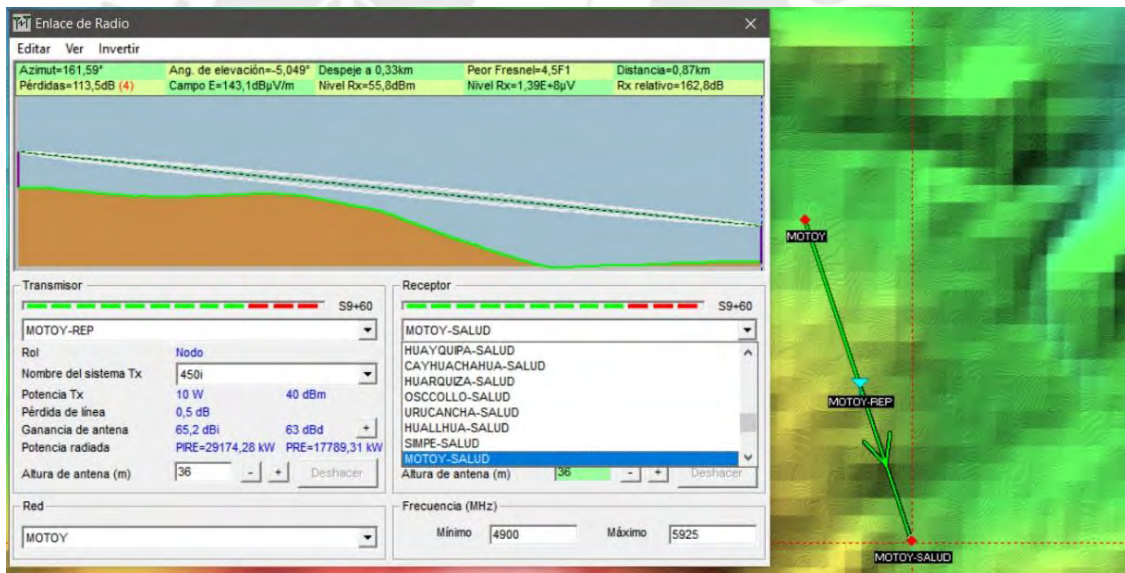


Figura 54. Enlace de radio en la localidad de Motoy enlace 1 repetidor. E.P.

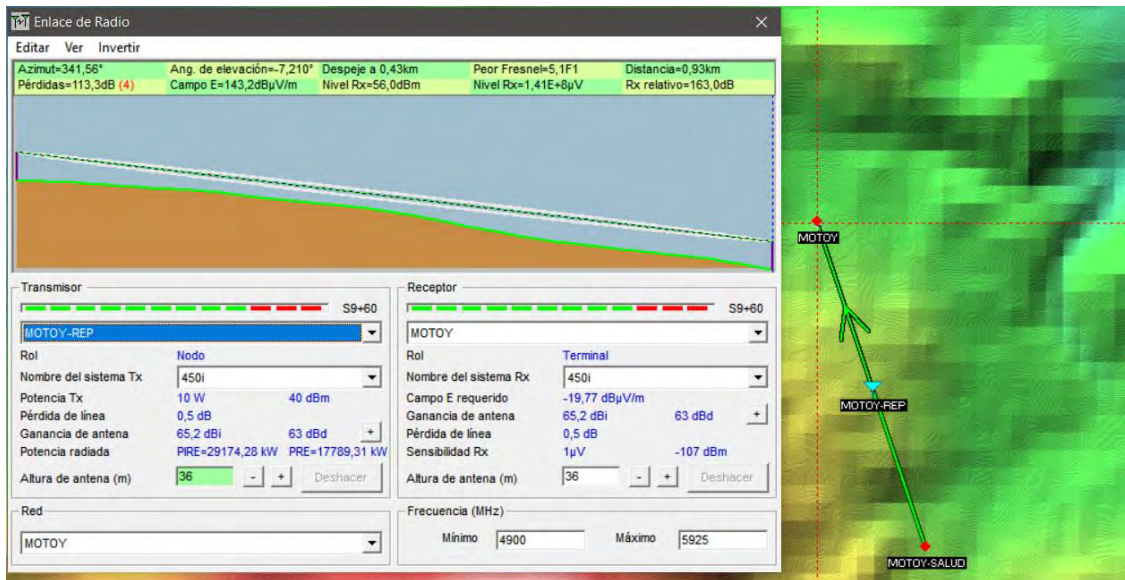


Figura 55. Enlace de radio en la localidad de Motoy enlace 2 repetidor. E.P.

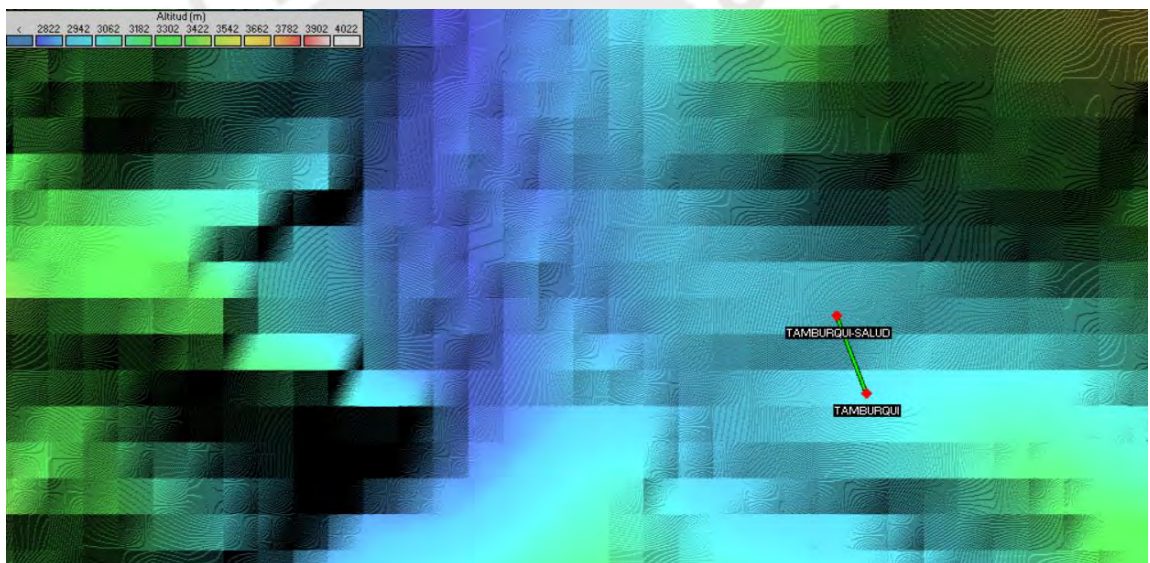


Figura 56. Despliegue de red en la localidad de Tamburqui. E.P.

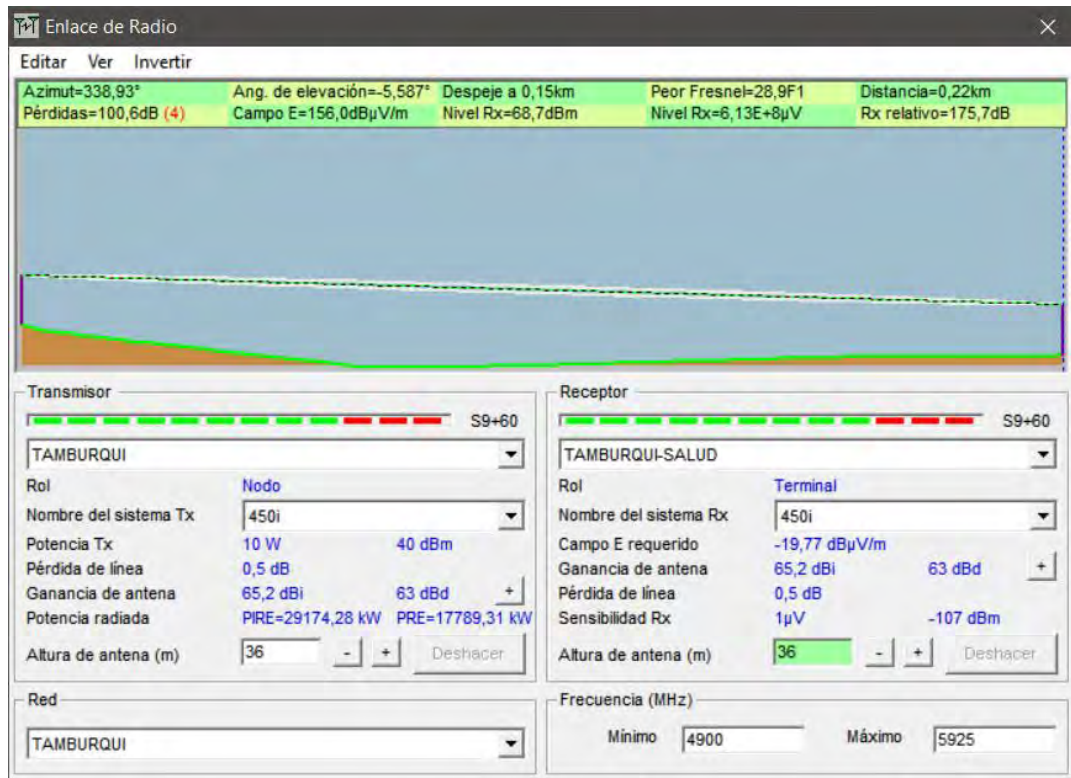


Figura 57. Enlace de radio en la localidad de Tamburqui, E.P.

### 3.3.7.6 Despliegue de red en la localidad de Piura

Para el despliegue de la red del departamento de Piura, se filtró la base de datos para generar las unidades en el software. En la Figura 58 se muestra las unidades exportadas a Google Earth.



Figura 58. Localidades de la red del departamento de Piura - Google Earth. E.P.

A continuación, se presentan las redes y enlaces de radio de las localidades de Sausal y Pillo, en donde, se observó en la localidad de Pillo que a causa de

problemas de línea de vista en el enlace con pérdida de señal, se diseñó dos repetidores para poder realizar la conectividad a la institución considerada.

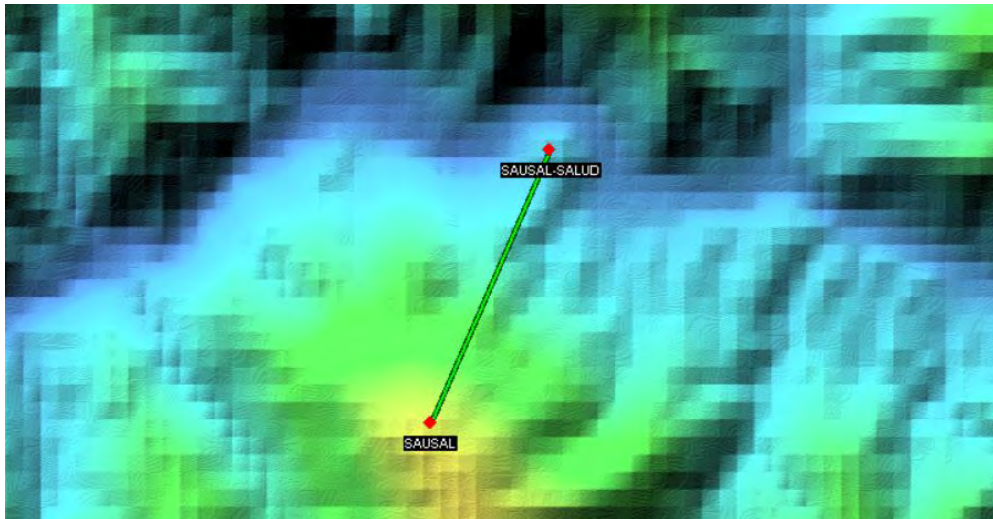


Figura 59. Despliegue de red en la localidad de Sausal. E.P.

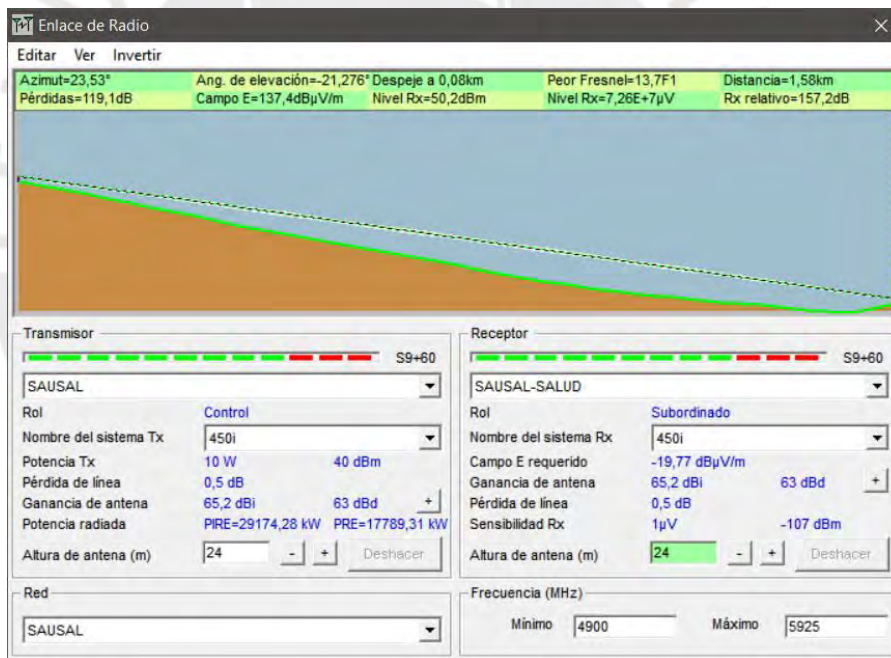


Figura 60. Enlace de radio en la localidad de Sausal. E.P.

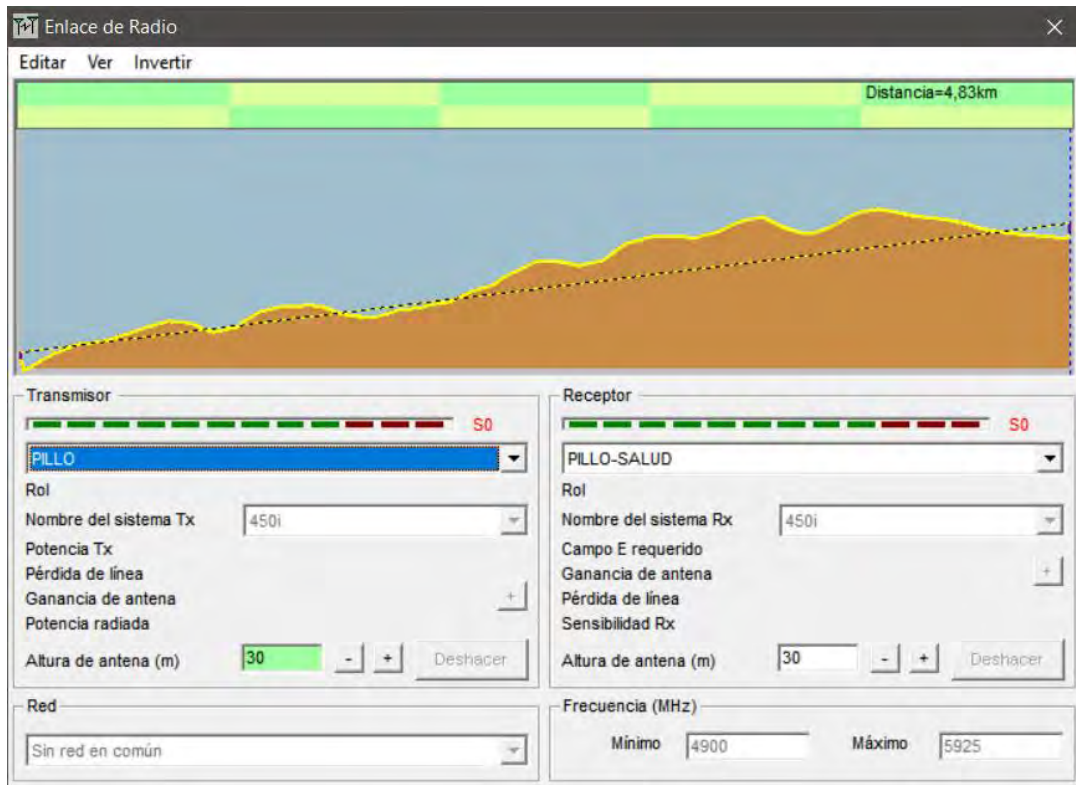


Figura 61. Enlace de radio en la localidad de Pillo sin línea de vista. E.P.



Figura 62. Despliegue de red en la localidad de Pillo con repetidores. E.P.



Figura 63. Enlace de radio en la localidad de Pillo repetidor 1. E.P.

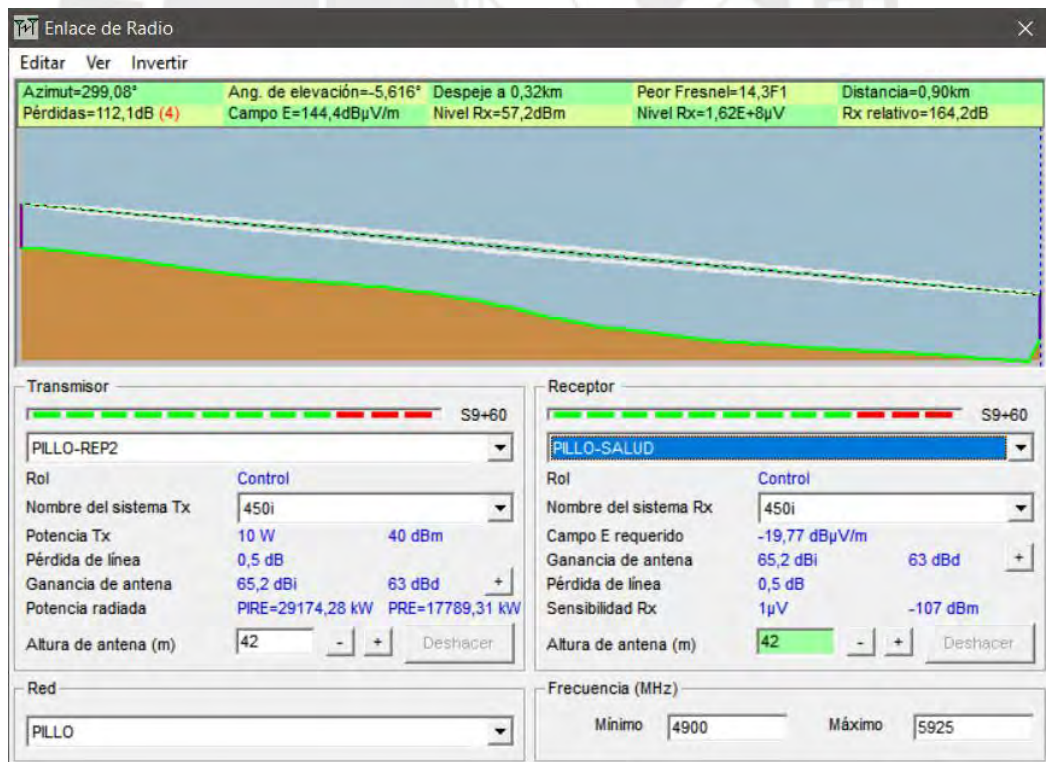


Figura 64. Enlace de radio en la localidad de Pillo repetidor 2. E.P.

## CAPITULO 4: COSTOS

### Introducción

Se realizará el cálculo de los costos de la alternativa escogida, de la red satelital, VSATs y acceso hacia las instituciones consideradas y el equipamiento en las localidades donde se tendrá el despliegue del presente trabajo de tesis.

### 4.1 Evaluación de los costos de implementación

En base a lo mostrado en el mapa de medios y fines, se realizó la evaluación de las tres alternativas propuestas, de las cuales se eligió la opción más viable “Poblados utilizan redes inalámbricas a partir de una VSAT de un satélite HTS multibanda”. Se evaluará la rentabilidad del servicio satelital multibanda y de la red inalámbrica, considerando los costos de CAPEX y costos de OPEX en el segmento terrestre y espacial, obtenidos por diversas fuentes, los cuales se tomaron algunos cálculos con el permiso del Mg. Alcócer [8] de su tesis para el presente trabajo. También se tienen valores obtenidos del libro de Gerald Maral, VSAT Networks [44].

Según Resolución Ministerial 810-2019 MTC/01.03 del 20 de setiembre del 2019, se puede considerar la adjudicación del proyecto mediante Ley de APP, Proyectos en Activos u obras por impuestos regulada por la Ley número 30225. Asimismo, el financiamiento podrá ser cofinanciado por el estado y por la empresa privada, como mineras que beneficien a la población rural.

Para la viabilidad del proyecto se presentan los siguientes valores:

- Valor presente de los costos
- Evaluación Privada
- Evaluación Social

### 4.2 CAPEX

Para los cálculos de CAPEX se tendrá dos segmentos:

- 1) Segmento Terrestre
  - 4 Gateways
  - Estaciones VSATs para los centros poblados considerados
  - Radio enlace PTP para instituciones consideradas
  - Radio enlace PMP para instituciones consideradas
- 2) Segmento Espacial

- Costos del satélite
- Costos del lanzamiento
- Aseguramiento del satélite
- Costos de subvención – financiamiento

#### 4.2.1 CAPEX - Segmento terrestre

Se realizó el cálculo del costo de las VSATs por cada banda en la Tabla 23.

Tabla 23. Costo de VSAT. E.P.

VSAT Banda	Unidades	Costo de VSAT	Costo total
VSAT Ka	28972	\$1,943.00	\$56,293,062.32
VSAT Ku	2305	\$2,271.00	\$5,233,769.31
VSAT C	1646	\$3,831.00	\$6,306,400.65
TOTAL VSATs	32923		\$67,833,232.28

Asimismo, el cálculo del segmento terrestre satelital se presenta en la Tabla 24.

Tabla 24. Cálculo en el segmento terrestre satelital. E.P.

Gateways	4
Precio de 1 Gateway	\$10,000,000.00
Precio de 4 Gateways	\$40,000,000.00
VSAT bandas Año 0	\$67,833,232.28
Inversión del segmento terrestre satelital	\$107,833,232.28
VSAT bandas Año 5	\$67,833,232.28
VSAT bandas Año 10	\$67,833,232.28

En la Tabla 25, se incluye en los costos de CAPEX del segmento terrestre el equipamiento de la red inalámbrica, las obras civiles en cada localidad y el equipamiento en cada institución considerada.

Tabla 25. Cálculo en el segmento terrestre de la red inalámbrica. E.P.

Equipamiento	Costo unitario	Unidades necesarias	Costo total
<b>EQUIPOS ACTIVOS</b>			
Equipos de Microondas para Enlace PTP y PMP.	\$4,800.00	32923	\$158,030,400.00
Switch de comunicaciones Layer 2 - 48 ports	\$400.00	32923	\$13,169,200.00
Router Layer 3 - 8 ports	\$450.00	32923	\$14,815,350.00
Servidor	\$600.00	32923	\$19,753,800.00
<b>EQUIPOS PASIVOS</b>			
Gabinete Rack 24 RU	\$300.00	32923	\$9,876,900.00
UPS autonomía de energía	\$180.00	32923	\$5,926,140.00
Sistema de protección eléctrica (incluidos materiales)	\$800.00	32923	\$26,338,400.00
Mástil de 3 metros	\$80.00	32923	\$2,633,840.00
Servicios de instalación	\$2,000.00	32923	\$65,846,000.00
<b>OBRAS CIVILES EN CADA LOCALIDAD</b>			

Sistema de energización de terreno en la localidad considerada (incluido equipamiento e instalación)	\$1,200.00	32923	\$39,507,600.00
Sistema de protección puesta a tierra en la localidad considerada (incluido equipamiento e instalación)	\$400.00	32923	\$13,169,200.00
Sistema de seguridad de terreno en la localidad considerada (incluido equipamiento e instalación)	\$800.00	32923	\$26,338,400.00
Torre arriestrada (incluida instalación)	\$2,800.00	32923	\$92,184,400.00
Adquisición de terreno en cada localidad red de acceso	\$3,500.00	32923	\$115,230,500.00
<b>EQUIPAMIENTO EN LAS INSTITUCIONES</b>			
Equipamiento de Instituciones educativas	\$2,400.00	6378	\$15,307,200.00
Equipamiento de Establecimientos de Salud	\$2,200.00	9022	\$19,848,400.00
Equipamiento de Comisarias	\$2,200.00	2436	\$5,359,200.00
Equipamiento de Centros Poblados	\$2,200.00	15087	\$33,191,400.00
TOTAL			\$676,526,330.00

#### 4.2.2 CAPEX - Segmento espacial

Se realiza el cálculo de los costos satelitales, los cuales incluyen todo lo referente al satélite. Costos, lanzamiento, plataforma de control, seguros y financiamiento. Se detalla el costo CAPEX del segmento espacial en la Tabla 26.

Tabla 26. Costos del segmento espacial. E.P.

Costos del satélite	\$250,000,000.00
Costos del lanzamiento	\$100,000,000.00
Seguro del satélite	\$80,000,000.00
Centro de Operación	\$50,000,000.00
Financiamiento	\$20,000,000.00
Inversión en satélite	\$500,000,000.00

#### 4.3 OPEX

Para los cálculos de OPEX se tendrá dos segmentos:

- 1) Segmento Terrestre
  - Mantenimiento del satélite y de la red de inalámbrica.
  - Mantenimiento del sistema de energía, seguridad y protección.
  - Mantenimiento en la torre.
  - Mantenimiento en equipamiento de las instituciones consideradas.
- 2) Segmento Espacial
  - Mantenimiento satelital.
  - Mantenimiento de los gateways.
  - Mantenimiento de VSATs.

##### 4.3.1 Costos OPEX del segmento terrestre

Para los cálculos del OPEX en el segmento terrestre, tenemos la siguiente Tabla 27:

Tabla 27. Costos OPEX del segmento terrestre. E.P.

Mantenimiento de red inalámbrica	\$300,000.00
Mantenimiento de equipo de comunicaciones	\$300,000.00
Mantenimiento de equipos de seguridad	\$120,000.00
Mantenimiento de sistema de energía	\$200,000.00
Mantenimiento de sistema de protección	\$120,000.00
Mantenimiento de torre	\$160,000.00
Mantenimiento de equipamiento en Instituciones educativas	\$220,000.00
Mantenimiento de equipamiento en Establecimientos de salud	\$220,000.00
Mantenimiento de equipamiento en comisarias	\$220,000.00
Mantenimiento de equipamiento en centros poblados	\$220,000.00
Total de costos operativos y mantenimiento	\$2,080,000.00

Asimismo, se tiene los cálculos del capital humano designado a fin de la operatividad en la Tabla 28.

Tabla 28. Capital humano designado en la operación de la red. E.P.

PUESTO	CANTIDAD	SUELDO MENSUAL	SUELDO ANUAL
Gerente de Operaciones y Mantenimiento	1	\$4,021	\$4,854
Jefe de Operaciones	1	\$2,681	\$3,236
Supervisor de Operaciones	3	\$1,609	\$1,942
Jefe de Logística	1	\$2,681	\$3,236
Supervisor de Logística	3	\$1,609	\$1,942
Jefe de Mantenimiento	1	\$2,681	\$3,236
Supervisor de Mantenimiento	3	\$1,609	\$1,942
Analista de Mantenimiento	12	\$804	\$971
Supervisor de Planta Externa	12	\$1,340	\$1,618
Supervisor de Planta Interna	12	\$1,340	\$1,618
Técnico de Planta Interna	48	\$670	\$809
Técnico de Planta Externa	48	\$670	\$809
Jefe NOC	1	\$2,681	\$3,236
Supervisor NOC	3	\$1,609	\$1,942
Ingeniero de Redes - N3	4	\$1,340	\$1,618
Ingeniero NOC - N2	6	\$938	\$1,133
Analista NOC - N1	12	\$670	\$809
Total	171	\$28,954.42	\$34,952.24

#### 4.3.2 Costos OPEX del segmento espacial

Para los cálculos del OPEX en el segmento espacial, tenemos la siguiente Tabla 29:

Tabla 29. Costos OPEX del segmento espacial. E.P.

Mantenimiento satelital	\$12,500,000.00
Mantenimiento y operación de Gateways (Anual)	\$600,000.00
Mantenimiento y operación de VSATs (Anual)	\$2,800,000.00
Total de costos operativos y mantenimiento	\$15,900,000.00

#### 4.4 Valor actual de costos

El cálculo está basado en el valor del CAPEX y OPEX mostrados en el capítulo anterior, para la elaboración de la Tabla 30, se tomó como plantilla el formato de la conferencia “Modelo técnico económico para un satélite de telecomunicaciones del Foro de Conectividad satelital, cobertura total”. Planteado por el Mag. Luis Montes.



Tabla 30. Valor actual de costos. E.P.

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mantenimiento de red inalámbrica		\$300,000.00	\$300,000.00	\$300,000.00	\$300,000.00	\$300,000.00	\$300,000.00	\$300,000.00	\$300,000.00	\$300,000.00	\$300,000.00
Mantenimiento de equipo de comunicaciones		\$300,000.00	\$300,000.00	\$300,000.00	\$300,000.00	\$300,000.00	\$300,000.00	\$300,000.00	\$300,000.00	\$300,000.00	\$300,000.00
Mantenimiento de equipos de seguridad		\$120,000.00	\$120,000.00	\$120,000.00	\$120,000.00	\$120,000.00	\$120,000.00	\$120,000.00	\$120,000.00	\$120,000.00	\$120,000.00
Mantenimiento de sistema de energía		\$200,000.00	\$200,000.00	\$200,000.00	\$200,000.00	\$200,000.00	\$200,000.00	\$200,000.00	\$200,000.00	\$200,000.00	\$200,000.00
Mantenimiento de sistema de protección		\$120,000.00	\$120,000.00	\$120,000.00	\$120,000.00	\$120,000.00	\$120,000.00	\$120,000.00	\$120,000.00	\$120,000.00	\$120,000.00
Mantenimiento de torre		\$160,000.00	\$160,000.00	\$160,000.00	\$160,000.00	\$160,000.00	\$160,000.00	\$160,000.00	\$160,000.00	\$160,000.00	\$160,000.00
Mantenimiento de equipamiento en Instituciones educativas		\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00
Mantenimiento de equipamiento en Establecimientos de salud		\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00
Mantenimiento de equipamiento en comisarias		\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00
Mantenimiento de equipamiento en centros poblados		\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00	\$220,000.00
<b>Total de costos operativos y mantenimiento</b>		<b>\$2,080,000.00</b>	<b>\$2,080,000.00</b>	<b>\$2,080,000.00</b>	<b>\$2,080,000.00</b>	<b>\$2,080,000.00</b>	<b>\$2,080,000.00</b>	<b>\$2,080,000.00</b>	<b>\$2,080,000.00</b>	<b>\$2,080,000.00</b>	<b>\$2,080,000.00</b>
Mantenimiento satelital		\$12,500,000.00	\$12,500,000.00	\$12,500,000.00	\$12,500,000.00	\$12,500,000.00	\$12,500,000.00	\$12,500,000.00	\$12,500,000.00	\$12,500,000.00	\$12,500,000.00
Mantenimiento y operacion de Gateways (Anual)		\$600,000.00	\$600,000.00	\$600,000.00	\$600,000.00	\$600,000.00	\$600,000.00	\$600,000.00	\$600,000.00	\$600,000.00	\$600,000.00
Mantenimiento y operación de VSATs (Anual)		\$2,800,000.00	\$2,800,000.00	\$2,800,000.00	\$2,800,000.00	\$2,800,000.00	\$2,800,000.00	\$2,800,000.00	\$2,800,000.00	\$2,800,000.00	\$2,800,000.00
<b>Total de costos operativos y mantenimiento</b>		<b>\$15,900,000.00</b>	<b>\$15,900,000.00</b>	<b>\$15,900,000.00</b>	<b>\$15,900,000.00</b>	<b>\$15,900,000.00</b>	<b>\$15,900,000.00</b>	<b>\$15,900,000.00</b>	<b>\$15,900,000.00</b>	<b>\$15,900,000.00</b>	<b>\$15,900,000.00</b>
Inversion del segmento terrestre satelital	\$107,833,232.28										
Inversion del segmento terrestre	\$676,526,330.00										
Inversion del segmento espacial	\$500,000,000.00										
Reposicion de VSAT a los 5 años						\$67,833,232.28					
Reposicion de VSAT a los 10 años											\$67,833,232.28
Recursos Humanos asignado para la operación de la red	\$2,306,848.07	\$2,306,848.07	\$2,306,848.07	\$2,306,848.07	\$2,306,848.07	\$2,306,848.07	\$2,306,848.07	\$2,306,848.07	\$2,306,848.07	\$2,306,848.07	\$2,306,848.07
<b>Costos a precios Sociales (CAPEX)</b>	<b>\$1,286,666,410.35</b>	<b>\$18,206,848.07</b>	<b>\$18,206,848.07</b>	<b>\$18,206,848.07</b>	<b>\$18,206,848.07</b>	<b>\$18,206,848.07</b>	<b>\$86,040,080.35</b>	<b>\$18,206,848.07</b>	<b>\$18,206,848.07</b>	<b>\$18,206,848.07</b>	<b>\$86,040,080.35</b>
% Mantenimiento Satélite 2.5%		\$12,500,000.00									
Tasa de descuento		11.75%									
Tasa Equivalente mensual		0.98%									
Plazo en años		10									
Plazo en meses		120									
Valor actual		\$103,934,115.32									
Valor actual de costos		\$1,390,600,525.67									
Costo anual equivalente		\$243,600,981.45									
Costo mensual equivalente		\$20,300,081.79									

#### 4.5 Evaluación privada

El cálculo de la evaluación privada está realizado en base al valor del CAPEX y OPEX mostrados en el capítulo anterior. Para el diseño de la evaluación privada, primero, consideraremos los niveles de factor de crecimiento calculados en el capítulo 3 y en la Tabla 31. Se realiza el cálculo del factor de crecimiento del servicio de Internet, telefonía móvil y poblacional rural anual. Asimismo, se calcula el valor del desarrollo poblacional de acuerdo con los valores publicados por INEI.

Tabla 31. Factor de crecimiento. E.P.

<b>Factor / Tasa</b>	<b>2020-2040</b>	<b>Anual</b>
Crecimiento del servicio de Internet	2.084	0.139
Crecimiento del servicio de Telefonía móvil	1.996	0.133
<b>Tasa crecimiento de población rural anual</b>	(*)	<b>1.05%</b>

Tabla 32. Tasas de crecimiento de población rural, entre los años 2000 a 2040. E.P.

Año	Tasa
2000	1.60%
2005	1.50%
2010	1.30%
2015	1.20%
2020	1.05%
2025	0.91%
2030	0.77%
2035	0.63%
2040	0.49%
Promedio	1.050%

En la Tabla 33 se presenta la evaluación privada tomando en cuenta los valores de desarrollo en los pobladores, utilización de internet en hogares rurales y las instituciones consideradas. El cálculo está expresado en dólares americanos.

Tabla 33. Evaluación privada. E.P.

Tasa de crecimiento poblacional	1.050%	DÓLAR	3.73								
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Número de localidades	32923	32923	32923	32923	32923	32923	32923	32923	32923	32923	32923
Población beneficiaria	2547996	2675396	2809166	2949624	3097105	3251960	3414558	3585286	3764551	3952778	4150417
Crecimiento Internet	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
% Consumidores de Internet	0.0%	10.0%	11.9%	14.1%	16.8%	20.0%	23.8%	28.3%	33.7%	40.0%	47.6%
Consumidores de Internet		267540	334291	415897	520314	650392	812665	1014636	1268654	1581111	1975598
Beneficio Privado Anual Internet		\$675.00	\$675.00	\$675.00	\$675.00	\$675.00	\$675.00	\$675.00	\$675.00	\$675.00	\$600.00
Beneficio Social Total Internet		\$180,589,216.50	\$225,646,226.02	\$280,730,451.78	\$351,211,714.14	\$439,014,642.68	\$548,548,796.02	\$684,879,305.62	\$856,341,138.85	\$1,067,250,084.03	\$1,185,359,093.33
Beneficio Social TOTAL		\$180,589,216.50	\$225,646,226.02	\$280,730,451.78	\$351,211,714.14	\$439,014,642.68	\$548,548,796.02	\$684,879,305.62	\$856,341,138.85	\$1,067,250,084.03	\$1,185,359,093.33
Costos Operativos y Mantenimiento		\$18,206,848.07	\$18,206,848.07	\$18,206,848.07	\$18,206,848.07	\$18,206,848.07	\$18,206,848.07	\$18,206,848.07	\$18,206,848.07	\$18,206,848.07	\$18,206,848.07
CAPEX	\$1,286,666,410.35										
Estudios de Ingeniería	\$10,070,645.00										
Difusión y sensibilización	\$20,141,290.00										
Capacitación	\$15,105,967.00										
Supervisión de la inversión	\$25,176,612.00										
Elaboración de la Línea de base	\$8,056,516.00										
Costos a precios Sociales	\$1,365,217,440.35	\$18,206,848.07	\$18,206,848.07	\$18,206,848.07	\$18,206,848.07	\$18,206,848.07	\$18,206,848.07	\$18,206,848.07	\$18,206,848.07	\$18,206,848.07	\$18,206,848.07
FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS	-\$1,365,217,440.35	\$162,382,368.43	\$207,439,377.95	\$262,523,603.71	\$333,004,866.07	\$420,807,794.61	\$530,341,947.95	\$666,672,457.55	\$838,134,290.78	\$1,049,043,235.96	\$1,167,152,245.26
Tasa social de descuento	11.75%										
VAN PRIVADO	\$1,282,825,194.61										
TIR PRIVADO	25%										



#### **4.6 Evaluación social**

El presente cálculo de la evaluación social mantiene como propósito determinar la rentabilidad en los proyectos de financiación pública designado a la sociedad en su conjunto. Se obtiene realizando el contraste de los beneficios y el costo social ligados al proyecto. Para el diseño de la Tabla 34, se presenta la evaluación social se considera el mismo crecimiento de población, y los porcentajes de consumo de internet en hogares rurales y las instituciones consideradas. No se considera el servicio de telefonía pública en la presente evaluación social por causa de la disminución de la demanda del servicio. El siguiente cálculo esta expresado en soles.



Tabla 34. Evaluación social. E.P.

Tasa de crecimiento poblacional	1.05%	DÓLAR		3.73							
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Número de localidades	15087	15087	15087	15087	15087	15087	15087	15087	15087	15087	15087
Población beneficiaria	2547996	2675396	2809166	2949624	3097105	3251960	3414558	3585286	3764551	3952778	4150417
%Consumidores Internet - Hogar	0.0%	10.0%	11.9%	14.1%	16.8%	20.0%	23.8%	28.3%	33.7%	40.0%	47.6%
Consumidores de Internet - Hogar		267540	334291	415897	520314	650392	812665	1014636	1268654	1581111	1975598
Pago Social Anual Internet - Hogar		S/ 600.00	S/ 600.00	S/ 600.00	S/ 600.00	S/ 600.00	S/ 600.00	S/ 600.00	S/ 600.00	S/ 600.00	S/ 600.00
Consumidores de Internet - Instituciones		3100	6500	9600	12700	17836	17836	17836	17836	17836	17836
Pago Social Anual Internet - Instituciones		S/ 2,500.00	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00
		S/ 7,750,000.00	S/ 16,250,000.00	S/ 24,000,000.00	S/ 31,750,000.00	S/ 44,590,000.00	S/ 44,590,000.00	S/ 44,590,000.00	S/ 44,590,000.00	S/ 44,590,000.00	S/ 44,590,000.00
<b>Beneficio Social TOTAL</b>		S/ 168,273,748.00	S/ 216,824,423.13	S/ 273,538,179.36	S/ 343,938,190.35	S/ 434,825,237.93	S/ 532,188,929.80	S/ 653,371,605.00	S/ 805,782,123.42	S/ 993,256,741.36	S/ 1,229,949,093.33
Costos Operativos y Mantenimiento		S/ 67,911,543.30	S/ 67,911,543.30	S/ 67,911,543.30	S/ 67,911,543.30	S/ 67,911,543.30	S/ 67,911,543.30	S/ 67,911,543.30	S/ 67,911,543.30	S/ 67,911,543.30	S/ 67,911,543.30
CAPEX	S/ 4,799,265,710.61										
Estudios de Ingeniería	S/ 37,563,505.85										
Difusión y sensibilización	S/ 75,127,011.70										
Capacitación	S/ 56,345,256.91										
Supervisión de la inversión	S/ 93,908,762.76										
Elaboración de la Línea de base	S/ 30,050,804.68										
Subsidio		S/ 493,030,653.00	S/ 493,030,653.00	S/ 493,030,653.00	S/ 493,030,653.00	S/ 493,030,653.00	S/ 493,030,653.00	S/ 493,030,653.00	S/ 493,030,653.00	S/ 493,030,653.00	S/ 493,030,653.00
Costos a precios Sociales	S/ 5,092,261,052.51	S/ 67,911,543.30	S/ 67,911,543.30	S/ 67,911,543.30	S/ 67,911,543.30	S/ 67,911,543.30	S/ 67,911,543.30	S/ 67,911,543.30	S/ 67,911,543.30	S/ 67,911,543.30	S/ 67,911,543.30
<b>FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS</b>	<b>-S/ 5,092,261,052.51</b>	<b>S/ 593,392,857.70</b>	<b>S/ 641,943,532.82</b>	<b>S/ 698,657,289.06</b>	<b>S/ 769,057,300.05</b>	<b>S/ 859,944,347.63</b>	<b>S/ 957,308,039.50</b>	<b>S/ 1,078,490,714.70</b>	<b>S/ 1,230,901,233.12</b>	<b>S/ 1,418,375,851.06</b>	<b>S/ 1,655,068,203.03</b>
Tasa social de descuento	11.75%										
VAN SOCIAL	S/ 0										
TIR SOCIAL	12%										



#### 4.7 Resultados de la evaluación privada y social

Se consideró como plantilla el formato de la conferencia “Modelo técnico económico para un satélite de telecomunicaciones” del Foro de Conectividad satelital presentado por el Mag. Luis Montes en agosto del 2017. Se consideraron en ambas evaluaciones los mismos valores de crecimiento de población, los cuales se obtuvieron desde el diseño de la red para todo el Perú.

Los valores conseguidos de la evaluación privada son los siguientes:

- VAN PRIVADO: \$1,282,825,194.61
- TIR PRIVADO : 25%

Los valores conseguidos de la evaluación social son los siguientes:

- VAN SOCIAL: S/ 0
- TIR SOCIAL: 12%

Para concluir, el proyecto cuenta con rentabilidad.

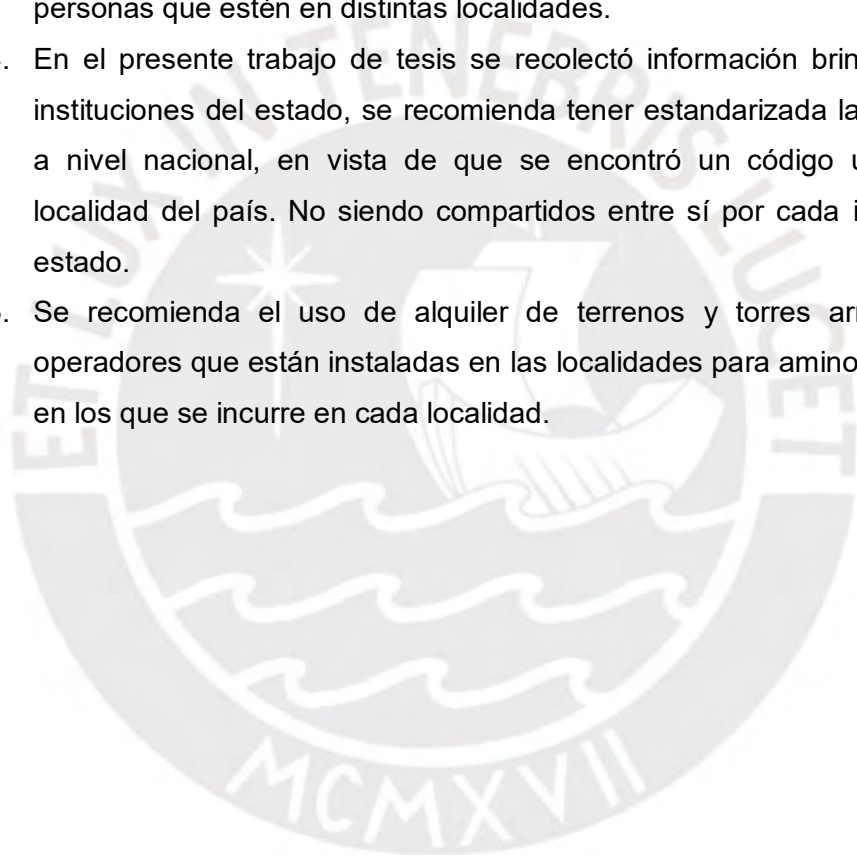


## CONCLUSIONES

1. Se podrá conseguir aminorar la brecha digital en las áreas rurales, así como en los centros poblados alejados del país. Implementando una red de acceso inalámbrica que brinda comunicación y acceso a Internet. Se demuestra que es económicamente viable y rentable el presente trabajo de tesis.
2. Se podrá intensificar y acrecentar el acceso al servicio de telecomunicaciones en los centros poblados alejados del país.
3. Se logrará formular una red capilar de telecomunicaciones a poblados y localidades no atendidas por los proyectos del Estado.
4. La red inalámbrica implementada en el presente trabajo de tesis permitirá beneficiar a los centros poblados que no son contemplados por los proyectos del estado ni por la red dorsal de fibra óptica. Llegando a lugares alejados que eran parte de la brecha de comunicaciones de nuestro país.
5. Se ha realizado el dimensionamiento de la red con base en el tráfico producido por las siguientes instituciones consideradas:
  - Colegios - Centros Educativos: 10 Mbps por cada 100 alumnos.
  - Postas médicas – Centros de Salud: 8 Mbps por cada centro de salud.
  - Comisarías – Puestos policiales: 8 Mbps por cada comisaria
  - Municipios – Centros poblados: 10 Mbps por cada centro poblado.
  - ISP – Carrier: 10 Mbps por cada 100 habitantes.
6. Con el software ArcGIS y la base de datos brindada por cada institución del estado, se puede mejorar el dimensionamiento de ancho de banda considerando las localidades beneficiadas donde llegara el servicio de comunicaciones. Se podría tener la información de estas localidades por cada pisada incluso, actualizando la información y extrayendo los datos desde el software ArcGIS hacia una hoja de cálculo para el tratamiento posterior.
7. Con el software Radio Mobile se pudo determinar el despliegue correcto de los radioenlaces mediante la simulación y el despliegue en cada región geográfica tradicional del Perú, considerando la costa, sierra y selva. Considerando dos departamentos por cada región: Amazonas, Ayacucho, Ica, Madre de Dios, Apurímac y Piura.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso de redes inalámbricas de penetración para las zonas rurales de difícil acceso, el costo comparado a implementaciones con otros medios de comunicación es más accesible y de menos costo.
2. Se empleó el software ArcGIS y Radio Mobile, los cuales son recomendados para el trabajo de análisis y simulación de localidades con georreferencia y despliegue de radioenlaces.
3. Se recomienda establecer una base de datos estándar y compartida en todos los establecimientos de salud para facilitar el uso inmediato de personas que estén en distintas localidades.
4. En el presente trabajo de tesis se recolectó información brindada por las instituciones del estado, se recomienda tener estandarizada las localidades a nivel nacional, en vista de que se encontró un código único a cada localidad del país. No siendo compartidos entre sí por cada institución del estado.
5. Se recomienda el uso de alquiler de terrenos y torres arriostradas de operadores que están instaladas en las localidades para aminorar los costos en los que se incurre en cada localidad.



## BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. Barrantes, "Análisis de la demanda por TICs: ¿Qué es y cómo medir la pobreza digital?," *Pobreza Digital: Perspectivas para América Latina y el Caribe*, 2009. [Online]. Available: [http://www.dirsi.net/files/02-Barrantes\\_esp\\_web\\_18set.pdf](http://www.dirsi.net/files/02-Barrantes_esp_web_18set.pdf). [Accessed: 06-Oct-2023].
- [2] E. José, A. García, J. Inei, R. Charles, W. Duarte, and J. E. D, "Evolucion de la Pobreza Monetaria," 2019. [Online]. Available: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1646/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1646/libro.pdf). [Accessed: 06-Oct-2023].
- [3] G. Natura, "Tecnología para frenar la tala ilegal de árboles," 2018. [Online]. Available: <https://generacionnatura.org/k2-information/noticias-positivas-desarrollo-sostenible/tecnologia/473-tecnologia-eliminar-tala-ilegal-arboles.html>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [4] C. Gutiérrez, F. Romaní Romaní, P. Wong, and J. Del Carmen Sara, "Brecha entre cobertura poblacional y prestacional en salud: un reto para la reforma de salud en el Perú," *Anales de la Facultad de Medicina*, 07-Jun-2018. [Online]. Available: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/anales/article/view/14595>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [5] C. Guadalupe, J. León, J. S. Rodríguez, and S. Vargas, "Análisis y perspectivas de la educación básica," 2017. [Online]. Available: [http://www.grade.org.pe/forge/descargas/Estado de la educación en el Perú.pdf](http://www.grade.org.pe/forge/descargas/Estado%20de%20la%20educaci3n%20en%20el%20Peru.pdf). [Accessed: 06-Oct-2023].
- [6] J. Nagel, "Principales barreras para la adopción de las TIC en la agricultura y en las áreas rurales | Publicación | Comisión Económica para América Latina y el Caribe," *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*, 2012. [Online]. Available: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/0956dd01-50c3-498f-86a0-6787062a5fdc/content>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [7] J. More Sánchez, "Identificación de una alternativa satelital para proveer servicios de telecomunicaciones en el Perú," *Tesis de maestría, Escuela de Posgrado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú*, 2013. .
- [8] A. C. Alcócer García, "Diseño de una red Satelital multibanda de banda ancha para comunicaciones en el Perú.," 2019.

- [9] R. A. Chávez Maldonado and R. A. Díaz Vergara, "Desarrollo del plan nacional de comunicaciones satelitales para el Perú," 2019.
- [10] Fondo para la Innovación la Ciencia y la Tecnología, "Guía práctica para elaborar el marco lógico de un proyecto tecnológico." [Online]. Available: [https://proinnovate.gob.pe/fincyt/doc/DOCUMENTOS/Guia\\_Marco\\_Logico.pdf](https://proinnovate.gob.pe/fincyt/doc/DOCUMENTOS/Guia_Marco_Logico.pdf). [Accessed: 06-Oct-2023].
- [11] Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, "Invertir en la población rural del Perú," 2016. [Online]. Available: [https://www.ifad.org/documents/38714170/39972349/peru\\_s.pdf/e77154d4-2347-43b1-af3a-7e2bf722e2df](https://www.ifad.org/documents/38714170/39972349/peru_s.pdf/e77154d4-2347-43b1-af3a-7e2bf722e2df). [Accessed: 06-Oct-2023].
- [12] J. F. Bossio, J. López Valverde, M. Saravia, and P. Wolf, "Desarrollo Rural y Tecnologías de Información y Comunicación. Lecciones en el Perú: lecciones aprendidas y recomendaciones," 2005. [Online]. Available: [https://www.sudamericarural.org/images/en\\_papel/archivos/desarrollotyicperu.pdf](https://www.sudamericarural.org/images/en_papel/archivos/desarrollotyicperu.pdf). [Accessed: 06-Oct-2023].
- [13] Congreso de la República, "Ley General de Salud - PERU," *Igarss 2014*, 1997. [Online]. Available: <http://www.essalud.gob.pe/transparencia/pdf/publicacion/ley26842.pdf>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [14] Idex Vexler Talledo, "Informe sobre la Educación Peruana Situación y Perspectivas," 2004. [Online]. Available: <https://mapeal.cippecc.org/wp-content/uploads/2014/06/Informe-sobre-la-Educación-Peruana.-Situacion-y-perspectivas1.pdf>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [15] Policía Nacional del Perú, "Ley Orgánica de la Policia Nacional del Perú," 2002. [Online]. Available: [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_per\\_org\\_pnp.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_per_org_pnp.pdf). [Accessed: 06-Oct-2023].
- [16] FITEC, "Proyecto 'Instalación de Banda Ancha para la Conectividad Integral y Desarrollo Social de la Región Ayacucho,'" 2014. [Online]. Available: [http://www.proyectosapp.pe/RepositorioAPS/0/2/JER/ESTUDIOS\\_PROY\\_AYACUCHO/Estudio-de-Factibilidad-Viabilizado-Ayacucho.pdf](http://www.proyectosapp.pe/RepositorioAPS/0/2/JER/ESTUDIOS_PROY_AYACUCHO/Estudio-de-Factibilidad-Viabilizado-Ayacucho.pdf). [Accessed: 06-Oct-2023].
- [17] J. F. Artilles Brito and P. J. Echenique Veliz, "Tendencias actuales de las comunicaciones satelitales y su importancia en las redes móviles de 5ta generación (5G)," *Revista Telemática*, 2018. [Online]. Available: <http://www.revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele/article/view/319>.

[Accessed: 06-Oct-2023].

- [18] D. Minoli, "Innovations in Satellite Communication and Satellite Technology: The Industry Implications of DVB-S2X, High Throughput Satellites, Ultra HD, M2M, and IP," *Innovations in Satellite Communication and Satellite Technology: The Industry Implications of DVB-S2X, High Throughput Satellites, Ultra HD, M2M, and IP*, 16-Feb-2015. [Online]. Available: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118984086>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [19] Hispasat, "El Rol del Satélite para el cierre de la brecha digital," 2018. [Online]. Available: <https://docplayer.es/86021147-El-rol-del-satelite-para-el-cierre-de-la-brecha-digital.html>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [20] A. Ornés, "Satélites de Alto Rendimiento (HTS) Seminario Regional Radiocomunicaciones RRS-17-Américas." [Online]. Available: [https://www.itu.int/en/ITU-R/seminars/rrs/RRS-17-Americas/Documents/Forum/2\\_Inmarsat\\_Alejandra.pdf](https://www.itu.int/en/ITU-R/seminars/rrs/RRS-17-Americas/Documents/Forum/2_Inmarsat_Alejandra.pdf). [Accessed: 06-Oct-2023].
- [21] D. C. G. araujo, L. camacho, "Redes Inalámbricas Para Zonas Rurales," 2011. [Online]. Available: <http://gtr.telecom.pucp.edu.pe/redes-inalambricas-para-zonas-rurales-2da-edicion/>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [22] J. J. Yunquera, "Diseño de una Red WI-FI para la E.S.I," *Universidad de Sevilla*, 2015. [Online]. Available: <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/11138/fichero/memoria%252F Capitulo+3.pdf+>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [23] Aruba, "¿QUÉ ES 802.11ax (WI-FI 6)? Y por qué lo necesita," 2020. [Online]. Available: [https://www.arubanetworks.com/assets/\\_es/so/SO\\_80211ax.pdf](https://www.arubanetworks.com/assets/_es/so/SO_80211ax.pdf). [Accessed: 06-Oct-2023].
- [24] "PerúSAT-1, satélite de Observación de la Tierra." [Online]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/conida/noticias/84706-perusat-1-satelite-de-observacion-de-la-tierra>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [25] "Satélites: PUCP-Sat-1 - PUCP | Instituto de Radioastronomía." [Online]. Available: <https://inras.pucp.edu.pe/proyectos/pucp-sat-1/>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [26] "Es el satélite más liviano del mundo.," 2010. [Online]. Available: <https://es.slideshare.net/hunico/es-el-satlite-ms-liviano-del-mundo-28845609>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [27] "Satélite peruano Chasqui 1 fue puesto en órbita." [Online]. Available:

- <https://networkingsat.com/blog/satelite-peruano-chasqui1/>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [28] “NanoRacks-UAPSAT-1.” [Online]. Available: <https://www.nasa.gov/mission/station/research-explorer/investigation/?#id=1181>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [29] C. Chee, “Satélite peruano de comunicaciones para cerrar las brechas de telecomunicaciones en el país,” 2017. [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/satélite-peruano-de-comunicaciones-para-cerrar-las-brechas-chee/>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [30] “Telstar-19 VANTAGE entra en operación — Latam Satelital,” 2018. [Online]. Available: <http://latamsatelital.com/telstar-19-vantage-entra-operacion/>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [31] H. María Felpeto, “HISPASAT y Gilat se asocian para comercializar la capacidad HTS en banda Ka de los satélites Amazonas 3 y 5 en Brasil,” 2018. [Online]. Available: <https://www.hispasat.com/es/sala-de-prensa/notas-de-prensa/archivo-2018/341/hispasat-y-gilat-se-asocian-para-comercializar-la-capacidad-hts-en-banda-Ka-de-los-satelites-amazonas-3-y-5-en-brasil>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [32] “SES-14, con cobertura HTS en Latinoamérica, entra en servicio — Latam Satelital,” 2018. [Online]. Available: <http://latamsatelital.com/ses-14-cobertura-latinoamerica-servicio/>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [33] “Telstar-18 VANTAGE de Telesat, HTS para Asia Pacifico — Latam Satelital,” 2018. [Online]. Available: <http://latamsatelital.com/telstar-18-vantage-telesat-hts-asia-pacifico/>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [34] Enfasys, “Satélites HTS revolucionan el mercado de Internet en zonas rurales.” 2018. [Online]. Available: <https://www.enfasys.net/2018/12/17/satelites-hts-revolucionan-el-mercado-de-Internet-en-zonas-rurales/>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [35] PROINVERSIÓN, “Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica: Cobertura Universal Norte, Cobertura Universal Sur y Cobertura Universal Centro.” [Online]. Available: <https://www.investinperu.pe/es/app/procesos-concluidos/proyecto/5682>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [36] PRONATEL, “Proyectos regionales de Banda Ancha.” [Online]. Available: [https://portal.mtc.gob.pe/logros\\_redes\\_regionales.html](https://portal.mtc.gob.pe/logros_redes_regionales.html). [Accessed: 06-Oct-2023].
- [37] C. Chee, “Proceso de diseño de una red VSAT.” .

- [38] "FRC0750 Active L-Band Combiner and Upconverter - Product - ST Engineering iDirect (Europe) - Newtec." [Online]. Available: <https://www.idirect.net/products/frc0750-active-l-band-combiner/>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [39] "MDM6100 Broadcast Satellite Modem - Product - ST Engineering iDirect (Europe) - Newtec." [Online]. Available: <https://www.idirect.net/products/mdm6100-broadcast-satellite-modem/>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [40] "Introducción a SIG | ArcGIS Resource Center." [Online]. Available: <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000000t000000.htm>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [41] INEI, "Directorio Nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017." [Online]. Available: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1541/index.htm](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm). [Accessed: 06-Oct-2023].
- [42] INEI, "Hogares con Acceso a Tecnologías de Información y Comunicación," 2021. [Online]. Available: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/tecnologias-de-la-informacion-y-telecomunicaciones/>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [43] "Erlang B calculator - Free tools from Westbay Engineers." [Online]. Available: <https://www.erlang.com/calculator/erlb/>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [44] Gerard Maral, "VSAT Networks, 2nd Edition," 2004. [Online]. Available: <https://www.wiley.com/en-pe/VSAT+Networks%2C+2nd+Edition-p-9780470866856>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [45] C. Chee, "Sistemas de comunicación Satelital."
- [46] "Información de Radio Mobile Online." [Online]. Available: <https://www.ve2dbe.com/rmonlineinfospa.html>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [47] Cambium Networks, "PTP 450i Wireless Backhaul Solution." [Online]. Available: <https://www.cambiumnetworks.com/products/backhaul/ptp-450i/>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [48] Cambium Networks, "ePMP 2000 Access Point with Intelligent Filtering." [Online]. Available: <https://www.cambiumnetworks.com/products/epmp/epmp-2000/>. [Accessed: 06-Oct-2023].
- [49] Cambium Networks, "ePMP Force 180 Subscriber Module." [Online]. Available: <https://www.cambiumnetworks.com/products/epmp/force-180/>. [Accessed: 06-Oct-2023].

## ANEXOS

### ANEXO 1: Consultas realizadas al Ministerio de Educación (MINEDU).

#### MINEDU :: Solicitud de Acceso a la Información N° MPT2019-EXT-0207336

1 mensaje

Mensajería del Ministerio de Educación <mailmed@minedu.gob.pe>  
Responder a: mailmed@minedu.gob.pe  
Para: FJGUERRERO@pucp.edu.pe

10 de octubre de 2019, 11:53

#### MINEDU

Estimado Sr(a) : GUERRERO GODOY FERNANDO JOSE

Su solicitud ha sido registrada correctamente, habiendo solicitado la siguiente información:

1. RELACION DE COLEGIOS A NIVEL NACIONAL. INDICANDO LA CANTIDAD DE ALUMNOS POR NIVEL PRIMARIO Y NIVEL SECUNDARIO. INDICANDO LOCALIDAD CON COORDENADAS GEOGRAFICAS. DE PREFERENCIA EN FORMATO SHP. 2. RELACION DE COLEGIOS QUE YA TIENEN ACCESO A INTERNET Y A QUE VELOCIDAD DE DESCARGA. 3. RELACION DE COLEGIOS QUE NO CUENTAN CON EL SERVICIO DE INTERNET. INDICANDO LOCALIDAD CON COORDENADAS GEOGRAFICAS.

Transacción : Registro de Solicitud de Acceso a la Información

N° Expediente : MPT2019-EXT-0207336

Fecha y Hora de Registro : 10/10/2019 11:53 AM

Observaciones :

La solicitud fué registrada con los siguientes datos de la persona natural: GUERRERO GODOY FERNANDO JOSE

Oficina de Atención al Ciudadano y Gestión Documental  
Ministerio de Educación  
Teléfono: 615-5800 anexo 26177 - 22170

#### Acceso a la Información

1 mensaje

NOTIFICACIONES ACCESO OACIGED <NOTIFICACIONESACCESO@minedu.gob.pe>  
Para: "FJGUERRERO@PUCP.EDU.PE" <FJGUERRERO@pucp.edu.pe>

13 de noviembre de 2019, 12:30

Estimado señor Fernando José,

Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente, en relación a su solicitud de Acceso a la Información Pública, ingresada a través del Expediente MPT2019-EXT-0207336, al respecto cumpla con remitirle adjunto al presente el OFICIO N° 12801-2019-MINEDU/SG-OACIGED.

Cabe mencionar que de requerir mayor información al respecto, comuníquese a los números que figuran en la parte final de este correo.

Finalmente, en atención a lo establecido en el numeral 20.4 del artículo 20 del TUO de la Ley 274444, Ley del Procedimiento Administrativo General, se solicita a usted se sirva responder el presente con el acuse de recibo correspondiente.

Saludos cordiales.


Atentamente.

**EQUIPO DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA**

**OFICINA DE ATENCIÓN AL CIUDADANO Y GESTIÓN DOCUMENTAL**

**OACIGED.**

**ANEXO: 26177-22170**

 OFICIO-12801-2019-MINEDU-SG-OACIGED.PDF  
853K



PERÚ

Ministerio de Educación

Mejores peruanos Siempre

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad"

VIERNES, 08 DE NOVIEMBRE DE 2019

**OFICIO 12801-2019-MINEDU/SG-OACIGED**

Señor.

**FERNANDO JOSE GUERRERO GODOY**  
Jr. Garcilaso de la Vega N° 1854, Distrito de Lince  
Presente.

**Asunto** : Solicitud de acceso a la información.

**Referencia** : Expediente MPT2019-EXT-0207336.

Me dirijo a usted en atención al documento de la referencia, mediante el cual en el marco del Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM<sup>1</sup>, solicita lo siguiente:

1. *Relación de colegios a nivel nacional, indicando la cantidad de alumnos por nivel primario y nivel secundario, indicando localidad con coordenadas geográficas de preferencia en formato SHP.*
2. *Relación de colegios que ya tienen acceso a internet y a qué velocidad de descarga.*
3. *Relación de colegios que no cuentan con el servicio de internet, indicando localidad con coordenadas geográficas. (Texto transcrito de su solicitud).*


Sobre el particular, mediante **Oficio N° 01617-2019-MINEDU/SPE-OSEE-UE**, la Unidad de Estadística brinda atención a su pedido, remitiendo la información solicitada en un medio magnético CD.

En tal sentido, para recabar el CD con la información descrita, deberá acercarse a las instalaciones del Ministerio de Educación, ubicado en Calle Del Comercio N° 193 - San Borja y abonar, de conformidad con el Texto Único de Procedimientos Administrativos – TUPA del Ministerio de Educación, aprobado mediante Decreto Supremo N° 010-2016-MINEDU, modificado por Decreto Supremo N° 002-2018-MINEDU y el artículo 13° del Reglamento de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 072-2003-PCM, la tasa por concepto de reproducción, equivalente a S/ 1.00; la misma que consta de un (01) CD.

Sin otro particular, me despido.

Atentamente,

 <b>RICARDO BLANES ARANGO</b> Jefe del PAU 20131370998 asst COORDINADOR OACIGED - MINEDU Soy el autor del documento VISTO BUENO MINISTERIO DE EDUCACIÓN	 <b>CRUZ SILVA</b> <i>Cruz Silva</i> PAU 20131370998 hard JEFA DE LA OACIGED - MINEDU Soy el autor del documento VISTO BUENO MINISTERIO DE EDUCACIÓN	 <b>DIVISA RAMIREZ</b> <i>Divisa Ramirez</i> Leslie PAU 20131370998 soft COORDINADORA DE PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS - MINEDU Soy el autor del documento VISTO BUENO MINISTERIO DE EDUCACIÓN
--	---	--



**EXPEDIENTE: MPT2019-EXT-0207336**

Esto es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado del Ministerio de Educación, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web:

[http://esinad.minedu.gob.pe/es\\_inadmed\\_2/VDD\\_ConsultaDocumento.aspx](http://esinad.minedu.gob.pe/es_inadmed_2/VDD_ConsultaDocumento.aspx) e ingresando la siguiente clave: **CB27CD**

[www.minedu.gob.pe](http://www.minedu.gob.pe) | Calle Del Comercio 193  
San Borja, Lima 41, Perú  
T: (511) 611 5800

EL PERÚ PRIMERO

## ANEXO 2: Consultas realizadas al Ministerio de Salud (MINSA).

**Seguimiento de Solicitudes** Ayuda

Tipo Dependencia :       Periodo :

Dependencia / Area :       Numero de Solicitud :   
*(Ingrese Solo los Dígitos)*

---

**Detalle de la Solicitud Realizada**

Dependencia / Area	Fecha	Información Solicitada
OFICINA GENERAL DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN		1. RELACION DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD GEOREFERENCIADO POR LOCALIDAD A NIVEL NACIONAL QUE NO DISPONGAN DE ACCESO A INTERNET. 2. REALACION DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD GEOREFERENCIADO POR LOCALIDAD A NIVEL NACIONAL QUE NO DISPONGAN DE ACCESO A INTERNET EN FORMATO SHP PARA PROCESAMIENTO EN ARCGIS.
		<b>Información Brindada</b> En la fecha se remite respuesta a su solicitud.  Nota - el correo es usado automaticamente por el sistema, por favor no responda a este correo. Cualquier información Adicional, Ingresar directamente al Sistema de Solicitudes.  Este e-mail puede contener información confidencial y/o privilegiada. Si el presente mensaje no va dirigido a su persona (o lo ha recibido por error) por favor, notifiquelo inmediatamente al emisor y destruya este e-mail. Cualquier divulgación, copia o distribución no autorizada del material contenido en este e-mail queda prohibida.

**ESTADO : ATENDIDO**

### Solicitud de información N° 19-008986

2 mensajes

SAIP - OGEI <saip\_ogei@minsa.gob.pe>  
Para: "FJGUERRERO@PUCP.EDU.PE" <FJGUERRERO@pucc.edu.pe>

17 de octubre de 2019, 17:13



"Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad"

Señor

**FERNANDO JOSE GUERRERO GODOY**

**Distrito de Lince**

*En atención a su solicitud recibida a través del Sistema de Atención de Solicitudes de Acceso a la Información Pública del Ministerio de Salud, estamos poniendo a su alcance un archivo que contiene la relación de establecimientos de salud con acceso a internet social al 31 diciembre 2018. Asimismo, le hacemos saber que la relación de establecimientos de salud georreferenciados puede obtenerse haciendo consulta o descarga de archivo en la siguiente dirección electrónica:*

<http://app20.susalud.gob.pe:8080/registro-renipress-webapp/listadoEstablecimientosRegistrados.htm?action=mostrarBuscar#no-back-button>

*Asimismo, le hacemos saber que el Ministerio de Salud no tiene información adicional a la remitida.*

Cordiales saludos

**Marco P. Bardales Espinoza**

**Oficina General de Tecnologías de la Información**

**LISTADO DE ESTABLECIMIENTOS REGISTRADOS EN EL RENIPRESS**

Nombre / Denominación / Razón Social / Nombre Comercial / Código Único / RUC / Director Médico

Estado: ACTIVADO

DEPARTAMENTO (*) (Todos)	PROVINCIA (*) (Todos)	DISTRITO (*) (Todos)
Institución a la que pertenece (Todos)	TIPO (Todos)	CLASIFICACIÓN (Todos)
Categoría (Todos)	Unidad Ejecutora (Todos)	SERVICIO (Todos)
Autoridad Sanitaria (Todos)	RED (Todos)	MICRO RED (Todos)
CLAS (Todos)	Colegio Profesional (Todos)	Especialidad (Todos)
TELESALUD (Todos)	<input type="checkbox"/> Establecimientos Georeferenciados	

Establecimientos con Resolución SUCAMEC

RANGO DE BÚSQUEDA

Registro  
 Categorización  
 Caducidad de Categoría

Desde:

Hasta:



## ANEXO 3: Consultas realizadas al Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

### Solicitud Virtual de Acceso a la Información Pública.

1 mensaje

acceso-informacion@mtc.gob.pe <acceso-informacion@mtc.gob.pe>  
Para: FJGUERRERO@puccp.edu.pe

16 de octubre de 2019, 15:06



#### MTC - SOLICITUD VIRTUAL DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA

Estimado(a) Señor(a): **FERNANDO JOSE GUERRERO GODOY,**

Su solicitud ha sido registrada con el número de expediente: **326241.**

Detalle: - SECTOR: COMUNICACIONES. - PROYECTOS PRONATEL (FITEL) - LOCALIDADES QUE NO SERÁN ATENDIDAS POR LOS 21 PROYECTOS REGIONALES "INSTALACIÓN DE BANDA ANCHA PARA LA CONECTIVIDAD Y DESARROLLO SOCIAL." FORMULADOS EN EL ARTÍCULO 7.4 DE LA LEY N° 29904 "LEY DE PROMOCIÓN DE LA BANDA ANCHA Y CONSTRUCCIÓN DE LA RED DORSAL NACIONAL DE FIBRA ÓPTICA" - INFORMACIÓN AL PRESENTE AÑO 2019. 1. RELACIÓN DE LOCALIDADES BENEFICIARIAS A NIVEL NACIONAL DE LOS PROYECTOS REGIONALES INDICANDO LOCALIDAD CON COORDENADAS GEOGRÁFICAS. 2. RELACIÓN DE LOCALES ESCOLARES BENEFICIARIOS A NIVEL NACIONAL DE LOS PROYECTOS REGIONALES INDICANDO LOCALIDAD CON COORDENADAS GEOGRÁFICAS. 3. RELACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD BENEFICIARIOS A NIVEL NACIONAL DE LOS PROYECTOS REGIONALES INDICANDO LOCALIDAD CON COORDENADAS GEOGRÁFICAS. 4. RELACIÓN DE COMISARIAS BENEFICIARIAS A NIVEL NACIONAL DE LOS PROYECTOS REGIONALES INDICANDO LOCALIDAD CON COORDENADAS GEOGRÁFICAS. 5. DE TODO LO SOLICITADO, INCLUIR NO BENEFICIARIAS CON COORDENA.

Si desea realizar el seguimiento de su solicitud, ingresar [aquí](#) y su contraseña es: C2HEH2

Usted recibirá una respuesta dentro del plazo de 10 días hábiles.

Responsable de Acceso a la Información Pública  
OACGD – Oficina de Atención al Ciudadano y Gestión Documental  
Ministerio de Transportes y Comunicaciones  
Teléfono: 615-7800 anexo 1663 - 5805

\*Este mensaje de correo electrónico y/o el material adjunto puede contener información confidencial o legalmente protegida por la Ley N° 29733 - Ley de Protección de Datos Personales, y es de uso exclusivo de la(s) persona(s) a quien(es) se dirige. Si no es usted el destinatario indicado, queda notificado de que la lectura, utilización, divulgación y/o copia puede estar prohibida en virtud de la legislación vigente. Si usted recibe este mensaje por error por favor notificarlo al remitente y elimine toda la información\*





PERÚ

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Comunicaciones

Programa Nacional de Telecomunicaciones

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres" "Año de la lucha contra la Corrupción y la Impunidad"



MEMORANDO N° 495-2019-MTC/24-OA

A ROSE MARY RAMIREZ ESCARATE  
Directora de la Oficina de Atención al Ciudadano y Gestión Documental

ASUNTO Solicitud de Acceso a la Información Pública  
Fernando José Guerrero Godoy

REF. Hoja de Ruta N° T-318384-2019 y  
Hoja de Ruta N° T-326241-2019

FECHA Lima, 24 OCT. 2019

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con relación a la solicitud de acceso a la información pública presentada por el señor Fernando José Guerrero Godoy, con los documentos de la referencia, quien solicita la siguiente documentación:

- Relación de localidades a nivel nacional que no serán atendidos por los proyectos regionales, indicando localidad con coordenadas geográficas.
- Relación de localidades a nivel nacional que no serán atendidos por los proyectos regionales, indicando localidad con coordenadas geográficas en formato shp.
- Relación de localidades beneficiarias a nivel nacional de los proyectos regionales indicando localidad con coordenadas geográficas.
- Relación de locales escolares beneficiarios a nivel nacional de los proyectos regionales indicando localidad con coordenadas geográficas.
- Relación de establecimientos de salud beneficiarios a nivel nacional de los proyectos regionales indicando localidad con coordenadas geográficas.
- Relación de comisarias beneficiarias a nivel nacional de los proyectos regionales indicando localidad con coordenadas geográficas.

Al respecto, la Dirección de Supervisión de Proyectos, a través del Memorando N° 0505-2019-MTC/24-DSP, comunica que luego de la revisión de la documentación requerida solo cuenta con la información de localidades e instituciones beneficiarias obligatorias de los proyectos que PRONATEL es parte, la misma que no se encuentra dentro de los alcances de excepciones al ejercicio de información reservada o confidencial o no, de conformidad con lo establecido en los artículos 16 y 17 del Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transferencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-203-PCM, la cual se adjunta en CD.

Por otro lado, la Dirección de Supervisión de Proyectos, informa que no cuenta con el resto de la información solicitada, por lo que recomienda que el administrado deberá requerirla a las entidades públicas correspondientes.

Atentamente,

  
 CLAUDIA M. ZANINI FERNÁNDEZ  
 Directora de la Oficina de Administración  
 PRONATEL

Jirón Zorrillos 1203 - Lima - Perú  
T. (511) 615-7800  
www.mtc.gob.pe

EL PERÚ PRIMERO

## ANEXO 4: Consultas realizadas al Ministerio del Interior (MININTER).

**Pedido de información por Transparencia**  
1 mensaje

**Acceso a la Información** <accesoainformacion@mininter.gob.pe>  
Para: fguerreiro@pucp.edu.pe

26 de noviembre de 2019, 10:46


Estimado señor Guerrero :

Me dirijo a usted, para remitir la Carta N° 001826-019/IN/SG/OACGD y anexo, relacionada al trámite de su pedido de Información, a fin tome conocimiento de su contenido para sus fines, agradeciendo se **sirva acusar recibo por este mismo medio**.

Cabe precisar que se le notifica por este medio, conforme a lo solicitado en su escrito.

Atentamente,

Carla Castellanos M.  
Asistente legal  
Equipo de Acceso a la Información Pública  
Oficina de Atención al Ciudadano y Gestión Documental  
Secretaría General MININTER

  
PERÚ Ministerio del Interior

Firmado por: MILLÁN BAJONERO Mirtha Erika FAU.2012109586.kuad  
Fecha: 2019.11.26 12:54:05.00  
Atributos: Soy el Autor (Ver) | Firmado  
Localización: Sin firm.

"DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRES"  
"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD"

San Isidro, 26 de Noviembre del 2019

**CARTA N° 001826-2019/IN/SG/OACGD**

Señor  
**FERNANDO JOSÉ GUERRERO GODOY**  
E-mail: fguerreiro@pucp.edu.pe  
Jr. Garcilaso de la Vega N° 1854 - Dpto. 403  
Lince.-

**Asunto:** Pedido de información amparada en la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública

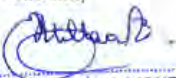
**Referencia:** Solicitud s/n registrada el 25.11.2019

Tengo el agrado de dirigirme a usted en mi calidad de Responsable de atender las solicitudes de acceso a la información pública que corresponda al Ministerio del Interior, con relación al documento de la referencia, a través del cual solicita la siguiente información: **"1. Relación de establecimientos policiales, comisarias, puestos de emergencia policial georeferenciados por localidad a nivel nacional. 2. Relación de establecimientos policiales, comisarias que cuentan con internet y que no cuentan con internet georeferenciados por localidad a nivel nacional"**; pedido que se ampara en la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Al respecto, hago de su conocimiento que mediante Oficio N° 001164-2019/IN/SG/OACGD, que en copia se adjunta, su pedido de información está siendo trasladado al Funcionario Responsable de Acceso a la Información Pública de la Policía Nacional del Perú, para su atención directa en el ámbito de su competencia.

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente,

  
MIRTHA E. MILLÁN BAJONERO  
Directora de la Oficina de Atención al Ciudadano y Gestión Documental  
MINISTERIO DEL INTERIOR

## CONSTANCIA DE ENTERADO

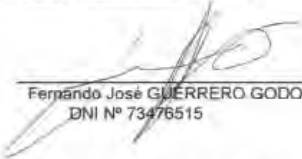
— EN LA FECHA, POR MEDIO DE LA PRESENTE, TOMO CONOCIMIENTO SOBRE EL RESULTADO DE MI GESTION, CONTENIDO EN EL DICTAMEN N° 346 -2019-CONGEM-SECEJE/DIRTIC-OAJ DEL 29NOV2019, SOBRE INFORMACION SOLICITADA DE ESTABLECIMIENTOS POLICIALES, COMISARIAS, PUESTOS DE EMERGENCIA POLICIAL Y GEO REFERENCIADOS POR LOCALIDAD A NIVEL NACIONAL Y RELACION DE ESTABLECIMIENTOS POLICIALES COMISARIAS QUE CUENTEN CON INTERNET —

— AL RESPECTO, LOS ARTICULOS 15°, 16° Y 17 DEL TEXTO UNICO ORDENADO DE LA LEY N° 27806 - LEY DE TRANSPARENCIA Y ACCESO A LA INFORMACION PUBLICA APROBADO MEDIANTE DECRETO SUPREMO N° 043 - 2003-PCM, PRESCRIBEN TEXTUALMENTE LO SIGUIENTE: **ARTICULO 15.- EXCEPCIONES AL EJERCICIO DEL DERECHO: 1. INFORMACION CLASIFICADA EN EL AMBITO MILITAR, TANTO EN EL FRENTE INTERNO COMO EXTERNO:** A) PLANES DE DEFENSA MILITAR CONTRA POSIBLES AGRESIONES DE OTROS ESTADOS, LOGISTICOS, DE RESERVA Y MOVILIZACION Y DE OPERACIONES ESPECIALES COMO OFICIOS Y COMUNICACIONES INTERNAS QUE HAGAN REFERENCIA EXPRESA A LOS MISMOS. B) LAS OPERACIONES Y PLANES DE INTELIGENCIA Y CONTRAINTELIGENCIA MILITAR, C) DESARROLLOS TECNICOS Y/O CIENTIFICOS PROPIOS DE LA DEFENSA NACIONAL. D) ORDENES DE OPERACIONES, LOGISTICAS Y CONEXAS, RELACIONADAS CON PLANES DE DEFENSA MILITAR CONTRA POSIBLES AGRESIONES DE OTROS ESTADOS O DE FUERZAS IRREGULARES MILITARIZADAS INTERNAS Y/O EXTERNAS, ASI COMO OPERACIONES EN APOYO A LA POLICIA NACIONAL DEL PERU, PLANES DE MOVILIZACION Y OPERACIONES ESPECIALES RELATIVAS A ELLA. E) PLANES DE DEFENSA DE BASES E INSTALACIONES MILITARES; F) EL MATERIAL BELICO, SUS COMPONENTES, ACCESORIOS, OPERATIVIDAD Y/O UBICACIONES CUYAS CARACTERISTICAS PONDRIAN EN RIESGO LOS PLANES DE DEFENSA MILITAR CONTRA POSIBLES AGRESIONES DE OTROS ESTADOS O DE FUERZAS IRREGULARES MILITARIZADAS INTERNAS Y/O EXTERNAS, ASI COMO DE OPERACIONES EN APOYO A LA POLICIA NACIONAL DEL PERU, PLANES DE MOVILIZACION Y OPERACIONES ESPECIALES RELATIVAS A ELLAS. G) INFORMACION DEL PERSONAL MILITAR QUE DESARROLLA ACTIVIDADES DE SEGURIDAD NACIONAL Y QUE PUEDA PONER EN RIESGO LA VIDA E INTEGRIDAD DE LAS PERSONAS INVOLUCRADAS. **2. INFORMACION CLASIFICADA EN EL AMBITO DE INTELIGENCIA TANTO EN EL FRENTE EXTERNO COMO INTERNO:** A) LOS PLANES ESTRATEGICOS Y DE INTELIGENCIA, ASI COMO LA INFORMACION QUE PONGA EN RIESGOS SUS FUENTES. B) LOS INFORMES QUE DE HACERSE PUBLICOS, PERJUDICARIAN LA INFORMACION DE INTELIGENCIA. C) AQUELLOS INFORMES OFICIALES DE INTELIGENCIA QUE, DE HACERSE PUBLICOS, INCIDIRIAN NEGATIVAMENTE EN LAS EXCEPCIONES CONTEMPLADAS EN EL INCISO A) DEL ARTICULO 15° DE LA PRESENTE LEY. C) INFORMACION RELACIONADA CON EL ALISTAMIENTO DEL PERSONAL Y MATERIAL. E) LAS ACTIVIDADES Y PLANES ESTRATEGICOS DE INTELIGENCIA Y CONTRAINTELIGENCIA, DE LOS ORGANISMOS CONFORMANTE DE SISTEMA DE INTELIGENCIA NACIONAL (SINA), ASI COMO LA INFORMACION QUE PONGA EN RIESGO SUS FUENTES. F) INFORMACION DEL PERSONAL CIVIL O MILITAR QUE DESARROLLA ACTIVIDADES DE SEGURIDAD NACIONAL Y QUE PUEDA PONER EN RIESGO LA VIDA E INTEGRIDAD DE LAS PERSONAS INVOLUCRADAS. G) LA INFORMACION DE INTELIGENCIA QUE COMPRENDE ALGUNO DE LOS SUPUESTOS CONTENIDOS EN EL ARTICULO 15 NUMERAL 1. EN LOS SUPUESTOS CONTENIDO EN ESTE ARTICULO LOS RESPONSABLES DE LA CLASIFICACION SON LOS TITULARES DEL SECTOR O PUEGO RESPECTIVO, O LOS FUNCIONARIOS DESIGNADOS POR ESTE CON POSTERIORIDAD A LOS CINCO AÑOS DE LA CLASIFICACION A LA QUE SE REFIERE EL PARRAFO ANTERIOR, CUALQUIER PERSONA PUEDE SOLICITAR LA INFORMACION CLASIFICADA COMO SECRETA, LA CUAL SERA ENTREGADA SI EL TITULAR DEL SECTOR O PUEGO RESPECTIVO CONSIDERA QUE SU DIVULGACION NO PONE EN RIESGO LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS, LA INTEGRIDAD TERRITORIAL Y/O SUBSISTENCIA DEL SISTEMA DEMOCRATICO. EN CASO CONTRARIO DEBERA FUNDAMENTAR EXPRESAMENTE Y POR ESCRITO LAS RAZONES PARA QUE SE POSTERGUE LA CLASIFICACION Y EL PERIODO QUE CONSIDERA QUE DEBE CONTINUAR CLASIFICADO. SE APLICAN LAS MISMA REGLAS SI SE REQUIERE UNA NUEVA PRORROGA POR UN NUEVO PERIODO. EL DOCUMENTO QUE FUNDAMENTA QUE LA INFORMACION CONTINUA COMO CLASIFICADA SE PONE EN CONOCIMIENTO DEL CONSEJO DE MINISTROS, EL CUAL PUEDE CLASIFICARLO, DICHO DOCUMENTO TAMBIEN ES PUESTO EN CONOCIMIENTO DE LA COMISION ORDINARIA A LA QUE SE REFIERE EL ARTICULO 36 DE LA LEY N° 27479 DENTRO DE LOS DIEZ (10) DIAS POSTERIORES A SU PRONUNCIAMIENTO. LO SEÑALADO EN ESTE PARRAFO NO IMPIDE QUE EL CONGRESO DE LA REPUBLICA ACCEDE A LA INFORMACION CLASIFICADA EN CUALQUIER MOMENTO DE ACUERDO A LO SEÑALADO EN EL ARTICULO 18 DE LA PRESENTE LEY, LA LEY DEL SISTEMA DE INTELIGENCIA NACIONAL - SINA Y DE LA DIRECCION NACIONAL DE INTELIGENCIA - DINI SEÑALA EL PLAZO DE VIGENCIA DE LA CLASIFICACION SECRETA, RESPECTO DE LA INFORMACION QUE PRODUCE EL SISTEMA, Y EL TRAMITE PARA CLASIFICAR, RENOVAR Y/O MODIFICAR LA MISMA. LA CLASIFICACION ES OBJETO DE REVISION DE CADA CINCO AÑOS POR EL CONSEJO DE SEGURIDAD NACIONAL. **ARTICULO 16.- EXCEPCIONES AL EJERCICIO DEL DERECHO: INFORMACION RESERVADA:** EL DERECHO DE ACCESO A LA INFORMACION PUBLICA NO PODRA SER EJERCIDO RESPECTO DE LA INFORMACION CLASIFICADA COMO RESERVADA. EN CONSECUENCIA LA EXCEPCION COMPRENDE UNICAMENTE LOS SIGUIENTES SUPUESTOS: 1.- LA INFORMACION QUE POR RAZONES DE SEGURIDAD NACIONAL EN EL AMBITO DEL ORDEN INTERNO, CUYA REVELACION ORIGINARIA UN RIESGO A LA INTEGRIDAD TERRITORIAL Y/O SUBSISTENCIA DEL SISTEMA DEMOCRATICO. EN CONSECUENCIA SE CONSIDERA RESERVADA LA INFORMACION QUE TIENE POR FINALIDAD PREVENIR Y REPRIMIR LA CRIMINALIDAD EN EL PAIS Y CUYA REVELACION PUEDE ENTORPECERLA Y COMPRENDE UNICAMENTE: A) LOS PLANES DE OPERACIONES POLICIALES Y DE INTELIGENCIA, ASI COMO AQUELLOS DESTINADOS A COMBATIR EL TERRORISMO, TRAFICO ILICITO DE DROGAS Y ORGANIZACIONES CRIMINALES, ASI COMO LOS OFICIOS, PARTES Y COMUNICACIONES QUE SE REFIERAN EXPRESAMENTE ELLOS. B) LAS INFORMACIONES QUE IMPIDAN EL CURSO DE LAS INVESTIGACIONES EN SU ETAPA POLICIAL DENTRO DE LOS LIMITES DE LA LEY, INCLUYENDO LOS SISTEMAS DE RECOMPENSA, COLABORACION EFICAZ Y PROTECCION DE TESTIGOS, ASI COMO LA INTERCEPCION DE COMUNICACIONES AMPARADAS POR LA LEY. C) LOS PLANES DE SEGURIDAD Y DEFENSA DE INSTALACIONES POLICIALES, ESTABLECIMIENTO PENITENCIARIOS, LOCALES PUBLICOS Y LOS DE PROTECCION DE DIGNATARIOS, ASI COMO LOS OFICIOS, PARTES Y COMUNICACIONES QUE SE REFIERAN EXPRESAMENTE A ELLOS. E) EL MOVIMIENTO DEL PERSONAL QUE PUDIERA PONER EN RIESGO LA

VIDA E INTEGRIDAD DE LAS PERSONAS INVOLUCRADAS O AFECTAR LAS SEGURIDAD CIUDADANA, E) EL ARMAMENTO Y MATERIAL LOGISTICO COMPROMETIDO EN OPERACIONES ESPECIALES Y PLANES DE SEGURIDAD Y DEFENSA DEL ORDEN INTERNO F) LA INFORMACION CONTENIDA EN LOS REPORTES DE ACTIVIDADES CON LAS SUSTANCIAS QUIMICAS TOXICAS Y SUS PRECURSORES LISTADOS SOBRE LA PROHIBICION DEL DESARROLLO, LA PRODUCCION, EL ALMACENAMIENTO Y EL EMPLEO DE ARNAS QUIMICAS Y SOBRE SU DESTRUCCION; LA INFORMACION CONTENIDA EN LOS REPORTES SOBRE INSTALACIONES DE PRODUCCION DE LAS SUSTANCIAS QUIMICAS DEFINIDAS, LA INFORMACION RELACIONADA CON LAS INSPECCIONES NACIONALES E INSPECCIONES REALIZADAS POR LA SECRETERIA TECNICA DE LA ORGANIZACION PARA LA PROHIBICION DE LAS ARMAS QUIMICAS; LA INFORMACION CONCERNIETE A LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN DONDE INTERVIENEN SUSTANCIAS QUIMICAS TOXICAS Y SUS PRECURSORES DE LAS LISTAS 1, 2 Y 3 DE DICHA CONVENCION; Y LA INFORMACION CONCERNIENTE AL EMPLEO DE LAS SUSTANCIAS QUIMICAS TOXICAS Y SUS PRECURSORES DE LAS LISTAS 1 Y 2 DE DICHA CONVENCION. **ARTICULO 17.- EXCEPCIONES AL EJERCICIO DEL DERECHO: INFORMACION CONFIDENCIAL:** 1. LA INFORMACION QUE CONTENGA CONSEJOS, RECOMENDACIONES U OPINIONES PRODUCIDAS COMO PARTE DEL PROCESO DELIBERATIVO Y CONSULTIVO PREVIO A LA TOMA DE UNA DECISION DE GOBIERNO, SALVO QUE DICHA INFORMACION SEA PUBLICA, UNA VEZ TOMADA LA DECISION, ESTA EXCEPCION CESA SI LA ENTIDAD DE LA ADMINISTRACION PUBLICA OPTA POR HACER REFERENCIA EN FORMA EXPRESA A ESOS CONSEJOS, RECOMENDACIONES U OPINIONES. 2. LA INFORMACION PROTEGIDA POR EL SECRETO BANCARIO, TRIBUTARIO, COMERCIAL, INDUSTRIAL, TECNOLOGICO Y BURSATIL QUE ESTAN REGULADOS, UNOS POR EL INCISO DE ARTICULO 2 DE LA CONSTITUCION, Y LOS DEMAS POR LA LEGISLACION PERTINENTE. 3. LA INFORMACION VINCULADA A INVESTIGACIONES EN TRAMITE REFERIDAS AL EJERCICIO DE LA POTESTAD SANCIONADORA DE LA ADMINISTRACION PUBLICA, EN CUYO CASO LA EXCLUSION DEL ACCESO TERMINA CUANDO LA RESOLUCION QUE PONE FIN AL PROCEDIMIENTO QUEDA CONSENTIDA O CUANDO TRANSCURREN MAS DE SEIS (06) MESES DESDE QUE SE INICIO EL PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO SANCIONADOS, SIN QUE SE HAYA DICTADO RESOLUCION FINAL. ASIMISMO, PUEDE VERIFICARSE QUE LA INFORMACION SOLICITADA POR EL SR. FERNANDO JOSE GUERRERO GODDY ES DE CARÁCTER RESERVADA EN APLICACION DE LOS FUNDAMENTOS Y NORMATIVIDAD CONTENIDOS EN EL ARTICULO 16° NUMERAL 1 LITERALES A) B) C), SIENDO DESESTIMADA SU SOLICITUD DE ACCESO A LA INFORMACION PUBLICA PRESENTADA POR SU PERSONA, RESULTA DESESTIMADA.


DE CONFORMIDAD FIRMO A CONTINUACION.

SAN ISIDRO, 20 DE Septiembre DEL 2020

  
Fernando José GUERRERO GODDY  
DNI Nº 73476515

Domicilio: Jr. Garcilazo de la Vega Nº 1854 Dpto.  
403. Telf: 994431580



  
04 - 72850  
Ricardo Antonio GASTAÑETA ROJAS  
CIVIL PNP  
SECRETARIO DIRTIC PNP

