

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**LA TOPOGRAFÍA Y SU IMPACTO EN LA VIABILIDAD DE
PROYECTOS DE TELEFONÍA MÓVIL**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

SARA ESTEFANÍA LOAYZA AGUILAR

Lima- Perú

2015

DEDICATORIA

A mi familia, puesto que sin su gran apoyo y el aliento que me dieron para continuar, nada de esto hubiese sido posible.

“La tecnología se desarrolla a un ritmo exponencial, debemos buscar ir de la mano con ella”

ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE	1
RESUMEN.....	4
LISTA DE CUADROS	5
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	7
INTRODUCCIÓN.....	8
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	12
1.1 ANTECEDENTES	12
1.2 CONCEPTOS BÁSICOS.....	12
1.2.1 Telecomunicaciones	12
1.2.2 Altimetría.....	13
1.2.3 Cota, elevación o altura	13
1.2.4 Área Rural.....	13
1.2.5 Costo CAPEX	13
1.2.6 Costo OPEX	14
1.2.7 Antenas.....	14
1.3 COMPOSICIÓN DE UNA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL	15
1.4 TIPOS DE SERVICIOS QUE SE PUEDEN BRINDAR	18
1.5 ORGANIZACIONES QUE INTERVIENEN EN ESTE TIPO DE PROYECTOS EN EL PERÚ	21
1.5.1 Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL).....	21
1.5.2 Sociedad Civil de cada localidad.....	21
1.5.3 Operador.....	22
1.5.4 Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)	23
1.5.5 Gobiernos Locales	23
1.5.6 Otros actores	24
CAPÍTULO II: ALCANCES DE UN PROYECTO PARA UNA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL	25
2.1 ESTACIONES BASE EN EDIFICIOS/AZOTEAS (ROOFTOP)	25
2.2 ESTACIONES BASE EN PISO (GREENFIELD) - URBANO	26
2.3 ESTACIONES BASE EN PISO (GREENFIELD) - RURAL	26

2.4	ETAPAS DE UN PROYECTO DE ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL.....	27
2.4.1	Búsqueda de candidatos.....	27
2.4.2	Adquisición.....	27
2.4.3	Ingeniería.....	27
2.4.4	Licencia de Construcción.....	28
2.4.5	Ejecución de Obra.....	28
2.4.6	Equipamiento y Puesta en Servicio.....	28
2.5	PLAZOS DE EJECUCIÓN PROMEDIO PARA EL DESARROLLO DE UN PROYECTO DE ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL.....	28
CAPÍTULO III: DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA.....		40
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y VERIFICACIÓN DEL SOBRECOSTO POR CONDICIONES TOPOGRÁFICAS DE LA ZONA.....		42
4.1	OBRAS PRELIMINARES.....	42
4.1.1	Acarreo de material a pie de obra.....	42
4.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	42
4.2.1	Corte de terreno.....	42
4.2.2	Relleno compactado con material propio.....	42
4.2.3	Eliminación de desmonte.....	42
4.3	ESTRUCTURA METÁLICA.....	43
4.3.1	Suministro de Estructura Metálica.....	43
4.3.2	Instalación de Estructura Metálica.....	43
CAPÍTULO V: PLANTEAMIENTO Y ANÁLISIS DE SOLUCIONES PARA MINIMIZAR EL SOBRECOSTO POR CONDICIONES TOPOGRÁFICAS DE LA ZONA.....		46
5.1	COTA.....	46
5.2	ACCESIBILIDAD.....	47
5.3	PENDIENTE.....	47
5.4	ANGULO DE DECLINE.....	47
CAPÍTULO VI: DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE INFLEXIÓN PARA LA VIABILIDAD DE UN PROYECTO DE ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL.....		50
CAPÍTULO VII: CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO.....		51
CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		52
8.1	CONCLUSIONES.....	52
8.2	RECOMENDACIONES.....	53

BIBLIOGRAFÍA.....	54
ANEXOS	55

RESUMEN

En la última década, el mercado de la telefonía móvil en el Perú se ha incrementado exponencialmente, el uso de este servicio se ha vuelto muy necesario y por qué no decir, imprescindible en el ámbito profesional, comercial, familiar. Con tal demanda por este servicio, se hace necesario el aumento de la infraestructura para telefonía móvil, con la finalidad de mejorar la calidad del servicio y ampliar la cobertura, tanto en zonas urbanas como rurales.

En vías de materializar este incremento en infraestructura para telefonía móvil, los operadores telefónicos del mercado local, buscan colocar cierta cantidad estaciones en zonas rurales, en las cuales la topografía cumple un rol muy determinante en viabilidad de la ejecución de este tipo de proyectos, muchas veces desestimándose o prolongándose la implementación de los mismos, y por tanto afectando la cobertura en estas zonas.

En el presente informe se analizan los sobrecostos producto de las condiciones topográficas particulares de un potencial candidato a estación base de telefonía móvil y su incidencia en el costo total del proyecto.

Del análisis anterior, se indican las opciones de modificación a los diseños, con la finalidad de reducir el impacto de los sobrecostos y de esta manera viabilizar la ejecución del proyecto, esto teniendo en cuenta la visión de los inversionistas.

El Ingeniero Civil podrá tener en consideración los criterios analizados, para la búsqueda de candidatos a estaciones base de telefonía móvil, y, preliminarmente, advertir al cliente sobre los posibles sobrecostos que se presentarán durante la ejecución de las obras, para que éste finalmente decida si se prosigue con la ingeniería o se desestima el candidato a sitio y se busca uno nuevo.

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 01 Plazo de ejecución de una estación base en edificio/azotea	29
Cuadro N° 02 Plazo de ejecución de una estación base en piso	29
Cuadro N° 03 Área de interés a cubrir con la EB Huansala	31
Cuadro N° 04 Configuración de antenas a instalar en EB Huansala	32
Cuadro N° 05 Área de interés a cubrir con la EB Umbe.....	35
Cuadro N° 06 Configuración de antenas (sectores) a instalar en EB Umbe	36
Cuadro N° 07 Área de interés a cubrir con la EB Isidro.....	38
Cuadro N° 08 Configuración de antenas (sectores) a instalar en EB Isidro	38

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 01 Composición de una Estación Base de Telefonía Móvil	15
Figura N° 02 Gráfica de redes de acceso y transporte	16
Figura N° 03 Ventajas de tecnología 4G frente a la 3G	17
Figura N° 04 Sistema de buscapersonas, modelo básico	19
Figura N° 05 Ejemplo de sistemas de comunicaciones personales	20
Figura N° 06 Servicio Móvil Satelital	20
Figura N° 07 Vista de Google Earth de zona de interés Campamento Minero Huansala	30
Figura N° 08 Ubicación geográfica de zona de interés Campamento Minero Huansala	30
Figura N° 09 Topografía de zona de interés Campamento Minero Huansala	31
Figura N° 10 Ubicación de candidatos a EB Huansala	32
Figura N° 11 Vista de terreno para EB Huansala	33
Figura N° 12 Demarcación de EB Huansala y áreas de interés	33
Figura N° 13 Demarcación de ubicación de EB Huansala	34
Figura N° 14 Vista de Google Earth de ubicación para EB Umbe	35
Figura N° 15 Vista de terreno para EB Umbe	36
Figura N° 16 Vista de Google Earth de ubicación para EB Isidro	37
Figura N° 17 Vista de terreno para EB Isidro	39

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

CAPEX Capital Expenditures (Gastos de capital)

OPEX Operating Expense (Gastos de operación)

EB Estación Base

INTRODUCCIÓN

El avance tecnológico está ganando terreno en casi todas las actividades de la humanidad, esto ha motivado al sector público y privado a desarrollar soluciones que brinden servicios de voz y datos en las áreas urbanas (ciudades) y en las áreas rurales (áreas alejadas de los sectores urbanos, incluso muy alejadas de centros poblados atendidos por servicios básicos), por lo tanto en este informe se describirá todo lo concerniente al desarrollo y diseño de una solución, pero se enfocará particularmente a buscar las condiciones de ubicación óptimas para hacer viable la ejecución de este tipo de proyectos.

Con la implementación de estos proyectos, se pretende en un futuro, masificar y ampliar la cobertura del servicio de las Telecomunicaciones en las áreas urbanas y las áreas rurales, de preferencia aquellas de interés social, también brindar herramientas de ayuda a las áreas rurales, llevándolas a un entorno tecnológico donde el conocimiento y difusión de la información es el objetivo más importante. Esta información permitirá al poblador rural, obtener nuevas formas de desarrollo.

En el presente informe se denotará que muchos de los problemas que aquejan a las áreas rurales no se pueden solucionar únicamente con las Telecomunicaciones y exigen una coordinación de los programas de electrificación, desarrollo de redes de transporte, enseñanza y capacitación permanente. Además, se han de concebir soluciones enfocadas a la factibilidad económica y tecnológica más adecuada para estos entornos, teniendo en cuenta las necesidades de desarrollo y la economía de esas áreas.

Al realizar este tipo de proyectos, cuyo objetivo es brindar servicios de voz y datos en las áreas urbanas y rurales, se presentan diversos desafíos que los dividiremos en: Tecnológicos, Regulatorios, Financieros y Sociales, los que se enfocarán principalmente en áreas rurales.

a) Desafíos Tecnológicos

La geografía peruana pone muchas trabas al desarrollo de infraestructura inalámbrica y hay que adaptar la tecnología a dicha realidad. Asimismo, es

necesario avanzar hacia el desarrollo de dispositivos de conectividad que realmente estén al alcance de los pobladores que habitan las áreas rurales y que estos dispositivos puedan ser reparados localmente a través de técnicos debidamente entrenados para ello. Esta lejanía hace pensar a menudo que la solución de conectividad sea siempre satelital. Antes de evaluar otras tecnologías, por lo general en estos proyectos se empiezan por instalar radios, colocar antenas y orientar los enlaces de radio e incluso soluciones satelitales. Sin duda, la tecnología inalámbrica brinda grandes ventajas y en muchos casos es la única alternativa, a pesar de ello, la experiencia recomienda una combinación de tecnologías para hacer más sólida una solución.

La infraestructura tecnológica no solamente tiene que ver con las computadoras y su conectividad, también con todos aquellos accesorios que los soportan. Por ejemplo, no analizar la provisión de energía eléctrica suele ser un problema común, muchas localidades que son equipadas con computadoras de última tecnología han quedado inutilizadas o han sido gravemente afectados debido a la energía eléctrica de mala calidad, con excesivas variaciones o sobrecargas. Otro caso es no considerar las condiciones climáticas de la región; los fuertes vientos y el clima adverso hacen que hasta la antena más sólida pueda doblarse con facilidad, la humedad y el calor afectan a los equipos electrónicos y hacen que sus condiciones de funcionamiento varíen.

b) Desafíos Regulatorios

Es importante revisar el actual marco regulatorio para dar forma a estas soluciones rurales, en el manejo, asignación y atribuciones de las frecuencias licenciadas y no licenciadas, la posibilidad de la convergencia de medios, etc.

c) Desafíos Financieros

El financiamiento de la infraestructura básica de todos estos tipos de diseños de soluciones, deberá ser promovido por el Estado y financiados por alguna Institución Particular o Privada (Operadores).

d) Desafíos Sociales

Este es el desafío más difícil por la debilidad institucional existente en el Perú. Un esquema de conectividad como el que pensamos requiere sostenerse en una

sólida organización social que con una administración privada logre sostener el servicio de la Plataforma de Telecomunicaciones.

Lo importante no es siempre la tecnología, lo más relevante de estas Plataformas de Telecomunicaciones (soluciones) rurales es que las personas sepan usarlo y su uso cause impacto. Bien podemos concluir que las computadoras, el mismo "Internet", la radio y la telefonía por sí mismas, no tienen mucha utilidad si las comunidades y las personas no saben qué hacer con ellas, ni identifican formas reales de cómo mejorar su calidad de vida.

Durante la ejecución del presente informe, se profundizará en identificar particularmente desafíos tecnológicos, relacionados con la geografía y su adaptación con los requerimientos técnicos establecidos para la operación eficiente y sostenible de los servicios de voz y datos.

Objetivo Principal

El objetivo principal del presente informe es identificar y verificar la implicancia de los sobrecostos originados por la topografía (altitud) de la zona, durante la construcción de un proyecto de telefonía móvil, teniendo en consideración los requisitos de diseño de la solución tecnológica.

Objetivos Específicos

Se plantearán opciones de modificaciones que se aplicarán a la ingeniería del proyecto, que ayuden a minimizar los sobrecostos originados por la difícil topografía de la zona (cota en cada punto).

Se buscará determinar, de existir una relación, hasta qué cota resulta conveniente ubicar este tipo de proyectos, de manera tal que los sobrecostos por la altitud se puedan compensar con los costos que se ahorrarían en la infraestructura requerida.

Metodología de trabajo

Para conseguir los objetivos antes descritos, en el presente informe se evaluarán tres estaciones base con topografía accidentada, ubicadas geográficamente dentro del Perú, para ello se recopilará información de campo necesaria para el proyecto: Levantamiento Topográfico, Estudio de Suelos, Estudio de Resistividad

Eléctrica del Suelo, entre otros, de acuerdo con los lineamientos establecidos en los Capítulos II y III del presente informe.

En el Capítulo IV, considerando un proyecto típico de estación base, que cumpla con los requerimientos técnicos y tecnológicos, se calcularán los sobrecostos cuantitativamente para la ejecución del proyecto, debido a la altimetría de cada punto.

Durante el proceso del informe, en el Capítulo V, se plantearán cambios al proyecto y se calcularán los nuevos costos, buscando en todo momento minimizar los sobrecostos por condiciones topográficas difíciles.

En el Capítulo VI, para un caso específico se buscará determinar el punto (considerando cotas y pendiente) a partir del cual ya no resulta conveniente en términos económicos, plantear la ubicación de una Estación Base de Telefonía Móvil.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo, además de proponer algunas actividades futuras que permitan llevar a cabo la realización de lo propuesto en este informe y realizar algunos estudios adicionales con la finalidad de ampliar el tema.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES

Los servicios de telecomunicaciones en el Perú se encuentran normalizados en el Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones. En dicho documento se pueden encontrar los diferentes servicios y sus respectivas clasificaciones con el fin de tener un mejor orden y además es posible modificarlo, según decretos, conforme va evolucionando la tecnología y las prestaciones que brindarían los operadores que tienen las concesiones. En este primer capítulo se busca definir los conceptos básicos, la composición de una Estación Base, los principales actores que intervienen en el proceso y los tipos de servicios de telecomunicaciones con sus respectivas infraestructuras, en especial los servicios públicos ya que por lo general los servicios privados y los servicios de Radiodifusión (privados de interés público) solicitan a los servicios públicos que les brinden infraestructura para poder implementarse.

1.2 CONCEPTOS BÁSICOS

1.2.1 Telecomunicaciones

La telecomunicación (del prefijo griego tele, "Distancia" o "Lejos", "comunicación a distancia") es una técnica que consiste en transmitir un mensaje desde un punto a otro, normalmente con el atributo típico adicional de ser bidireccional. El término telecomunicación cubre todas las formas de comunicación a distancia, incluyendo radio, telegrafía, televisión, telefonía, transmisión de datos e interconexión de ordenadores.

Los elementos que integran un sistema de telecomunicación son un transmisor, una línea o medio de transmisión y posiblemente, impuesto por el medio, un canal y finalmente un receptor. El transmisor es el dispositivo que transforma o codifica los mensajes en un fenómeno físico, la señal. El medio de transmisión, por su naturaleza física, es posible que modifique o degrade la señal en su trayecto desde el transmisor al receptor. Por ello, el receptor ha de

tener un mecanismo de decodificación capaz de recuperar el mensaje dentro de ciertos límites de degradación de la señal.

1.2.2 Altimetría

Es el conjunto de trabajos que suministran los elementos para determinar las alturas o diferencias de elevaciones entre puntos del terreno, con el propósito de obtener la representación de los accidentes o configuración del mismo.

1.2.3 Cota, elevación o altura

Distancia vertical de un punto determinado de la superficie terrestre que existe desde el plano de comparación a dicho punto. Las ALTURAS de un trabajo de Topografía, están referidas a un plano común de referencia. Este plano llamado de comparación es una superficie plana imaginaria, cuyos puntos se asumen con una elevación o altura cero.

1.2.4 Área Rural

La definición de área rural puede variar de acuerdo al contexto en el que se utilice. Para los fines de este informe, la definición de área rural en el Perú se ha construido a partir de la utilizada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática "INEI" en los censos nacionales de población y vivienda. De acuerdo a esta definición, se entiende por áreas rurales a aquellos territorios conformados por Centros Poblados Rurales (CPR). Un (CPR) "Es aquel que no tiene más de 100 viviendas contiguamente, ni es capital de distrito; o, que teniendo más de 100 viviendas, éstas se encuentran dispersas o diseminadas sin formar bloques o núcleos, aquellos que son así calificados por el "INEI", además a aquellas capitales de distrito que no dispongan de servicio de Telecomunicaciones y cuenten con menos de 3,000 habitantes, aun cuando hayan sido calificadas como centro poblado urbano por el "INEI".

1.2.5 Costo CAPEX

Es el costo asociado a la ejecución de un proyecto integral desde su concepción hasta su puesta en servicio, considerando la

infraestructura y equipamiento. En adelante se denominará también como costo de construcción.

1.2.6 Costo OPEX

Es el costo asociado a la operación y mantenimiento de un proyecto después de su puesta en servicio hasta completar su vida útil, considerando su mantenimiento preventivo a la infraestructura y equipamiento, como el mantenimiento correctivo. En adelante se denominará también como costo de operación.

1.2.7 Antenas

Una antena es un dispositivo pasivo (un arreglo de conductores eléctricos) que convierte potencia RF (radiofrecuencia) en campos electromagnéticos o en su defecto intercepta éstos mismos y los convierte a energía RF. Una antena de telefonía móvil es de instalación fija, se conecta con los teléfonos móviles mediante ondas electromagnéticas de radiofrecuencia, asimismo las antenas se comunican con la central de su propia red. Las antenas de telefonía se caracterizan por ser bi-direccionales (emisión o recepción) de baja potencia. Además por producir radiación RF, son montadas sobre postes, torres de transmisión, o en los techos de altos edificios, ya que necesitan estar a cierta altura para poder tener una cobertura más amplia. Cuando una persona se comunica mediante un celular, éste se conecta a la antena más cercana, que a su vez envía la llamada hacia la central de telefonía que nos conecta con nuestro receptor.

1.3 COMPOSICIÓN DE UNA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL

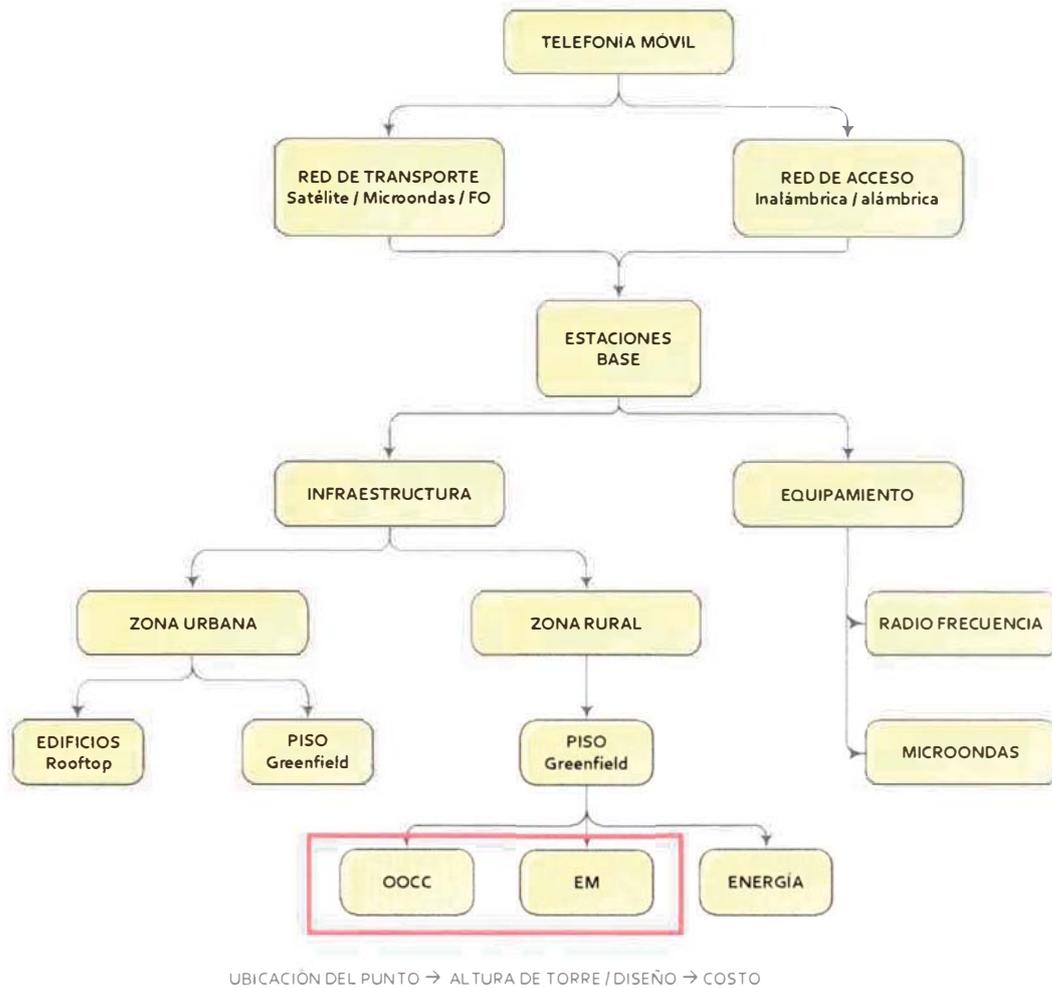


Figura N° 01 – Composición de una Estación Base de Telefonía Móvil

Los servicios de Telefonía Móvil que brindan actualmente los distintos operadores que tienen bandas en concesión, funcionan en general bajo el esquema que se indica a continuación, y que en algún punto son tema del presente informe.

Para hacer posible el servicio de Telefonía Móvil, se requiere de la implementación de dos redes, una primera denominada Red de Transporte y la segunda denominada Red de Acceso.

La Red de Transporte puede darse de tres maneras distintas, las cuales responden a necesidades particulares:

- Satélite – Antenas Satelitales. Bajo gasto de inversión (CAPEX) pero elevados gastos de operación (OPEX). Permite llegar a sitios poco accesibles: localidades en la selva, pero la calidad de comunicación no es tan buena.
- Microondas – Antenas Microondas de diámetros desde 0.30m a 3.60m. Costos fijos elevados requieren de una densidad mínima para ser rentable. CAPEX más alto y menor OPEX. Capacidad para transportar gran cantidad de datos, pero con restricciones.
- Fibra Óptica – Red Dorsal Nacional de FO, redes propias de los operadores. Capacidad para transportar grandes cantidades de datos de forma casi ilimitada. Costos fijos elevados requieren de una densidad mínima para ser rentable. CAPEX elevado y bajo OPEX.

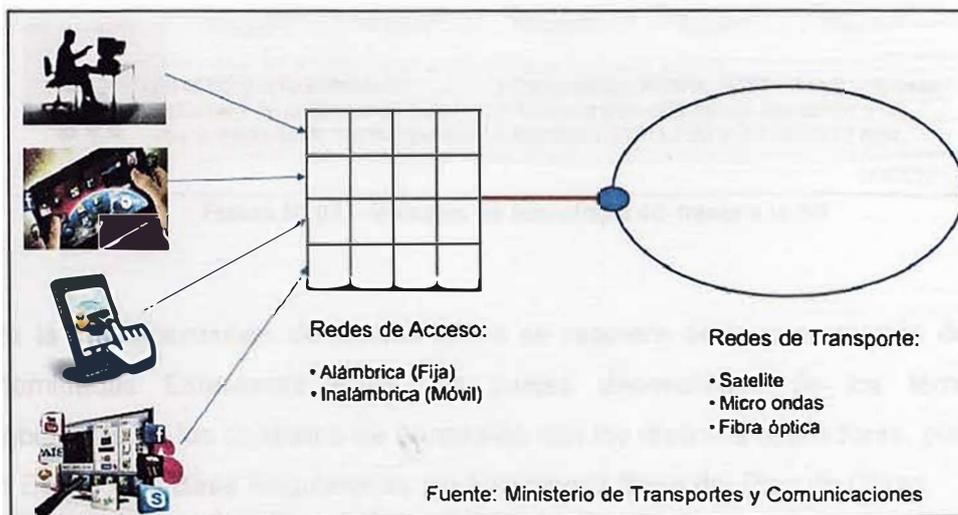


Figura N° 02 – Gráfica de redes de acceso y transporte

La Red de Acceso puede ser de dos maneras distintas:

- Alámbrico - ADSL, Cable, FTTH. Altos costos fijos totales y hundidos (se requiere densidad geográfica). En las tecnologías alámbricas lo relevante es el aseguramiento de la velocidad (ancho de banda).

- Inalámbrico - 2.5G, 3G, 3.5G y 4G. Menores costos fijos unitarios (la densidad elevada puede ser un problema). En las tecnologías inalámbricas lo relevante ha sido la movilidad. La 4G LTE es el inicio de la convergencia.

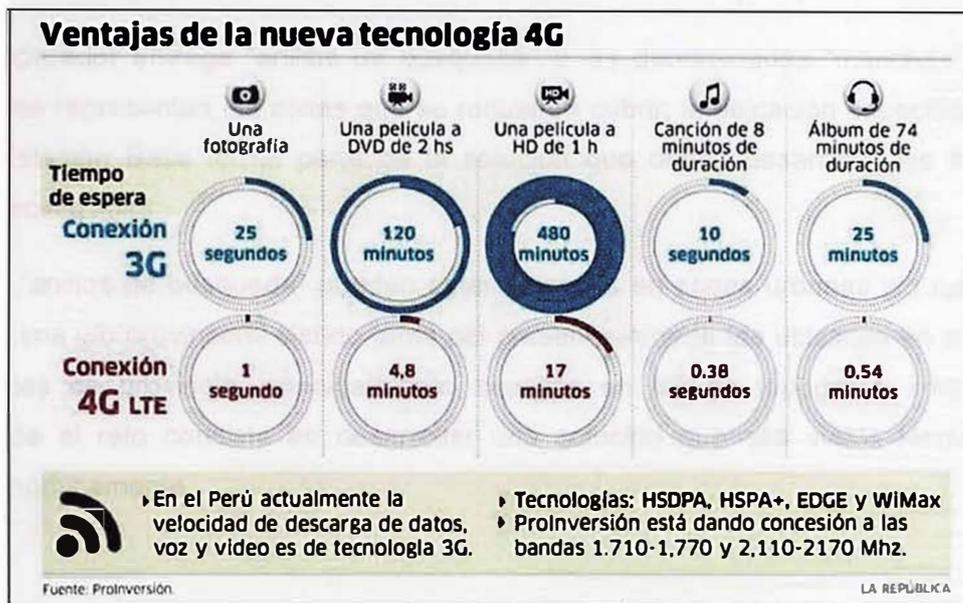


Figura N° 03 – Ventajas de tecnología 4G frente a la 3G

Para la implementación de ambas redes se requiere de la construcción de las denominadas Estaciones Base, las cuales dependiendo de los términos establecidos en los contratos de concesión con los distintos operadores, pueden ser: Estaciones Base Regulatorias y/o Estaciones Base del Plan de Obras.

Las Estaciones Base Regulatorias, son todas aquellas que el Estado obliga a construir en un plazo determinado, en localidades específicas en todo el Perú, normalmente ubicadas en zonas de interés social, bajo el condicionante de la aplicación de penalidades y/o multas en caso de no cumplimentación, por lo que el costo de éstas no es un limitante para su construcción.

Las Estaciones Base del Plan de Obras, son todas aquellas, que de acuerdo al área de planeamiento de cada operador son estratégicas, ya sea para ampliar la cobertura a zonas sin servicio y/o mejorar la calidad del servicio en zonas con mucha cantidad de usuarios y poca densidad de antenas, lo que origina la insatisfacción de los clientes, que puede llevar hasta la pérdida de los mismos.

Es para estas Estaciones Base del Plan de Obras, que además de ser estratégica su construcción, se mide como factor determinante la rentabilidad, que viene asociada directamente al costo de la construcción de la misma (capex) y a su costo de operación (opex), y es en este punto donde se determina la viabilidad de un proyecto específico.

El operador entrega “anillos de búsqueda” o las denominadas “manchas”, las cuales representan las zonas que se requieren cubrir; la ubicación específica de la Estación Base forma parte de la solución que deben desarrollar las áreas especializadas.

Los “anillos de búsqueda” pueden estar ubicados en zonas urbanas y/o rurales de Lima y/o provincias, siendo tema del presente informe las ubicadas en zonas rurales de provincia, principalmente aquellas en las de topografía irregular, donde el reto consiste en desarrollar una solución que sea viable técnica y económicamente.

1.4 TIPOS DE SERVICIOS QUE SE PUEDEN BRINDAR

Servicio de buscapersonas

Es un sistema del servicio de radiocomunicación móvil terrestre, que tiene como finalidad cursar mensajes individuales o a grupos, de manera unidireccional o bidireccional desde redes alámbricas, inalámbricas o utilizando ambas, hacia una o varias estaciones terminales del sistema. Las estaciones terminales, también llamados buscapersonas, pueden ser portátiles o estar instalados en puntos fijos no determinados o en vehículos. A continuación se presenta el modelo básico que se utiliza para este tipo de servicio:

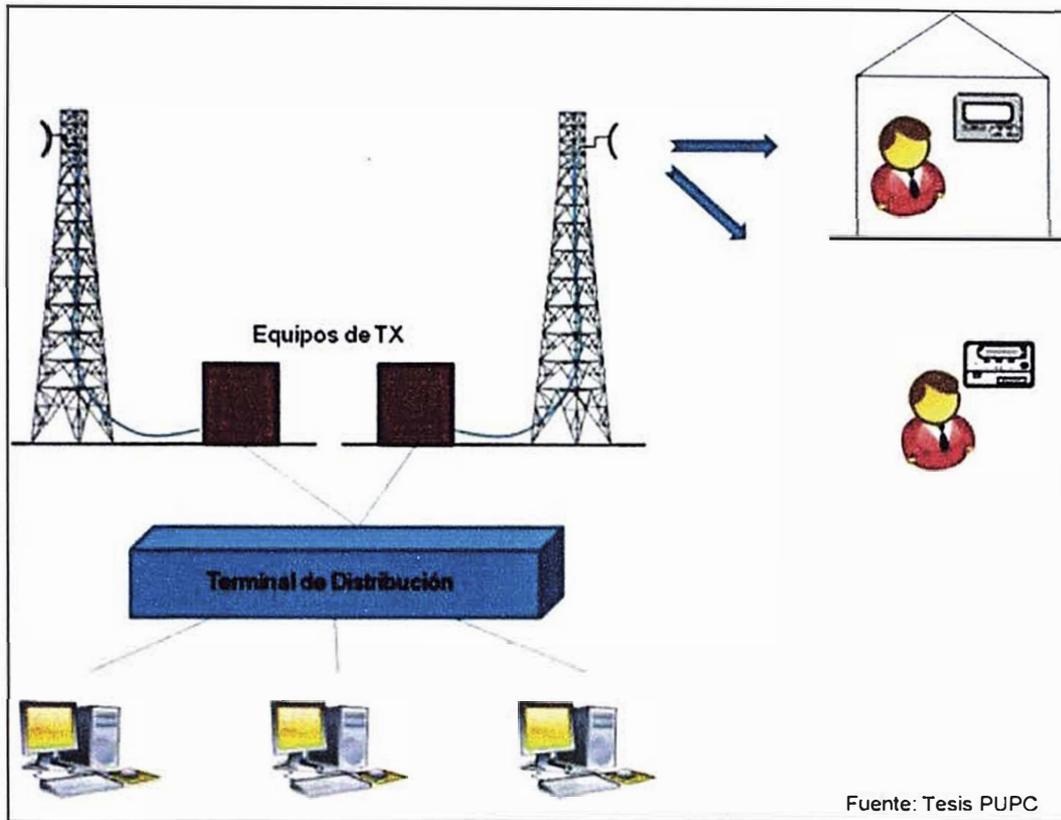


Figura N° 04 – Sistema de buscapersonas, modelo básico

Sistemas de comunicaciones personales (PCS)

Estos sistemas permiten brindar los servicios de comunicaciones móviles, donde el usuario utiliza un terminal móvil que le brindará una comunicación en todo momento dentro del área de concesión. Analizando la infraestructura, las señales RF llegan a los usuarios gracias a que son transmitidas por las antenas ubicadas en las torres de las diferentes operadoras. A continuación la figura ejemplifica este tipo de servicios

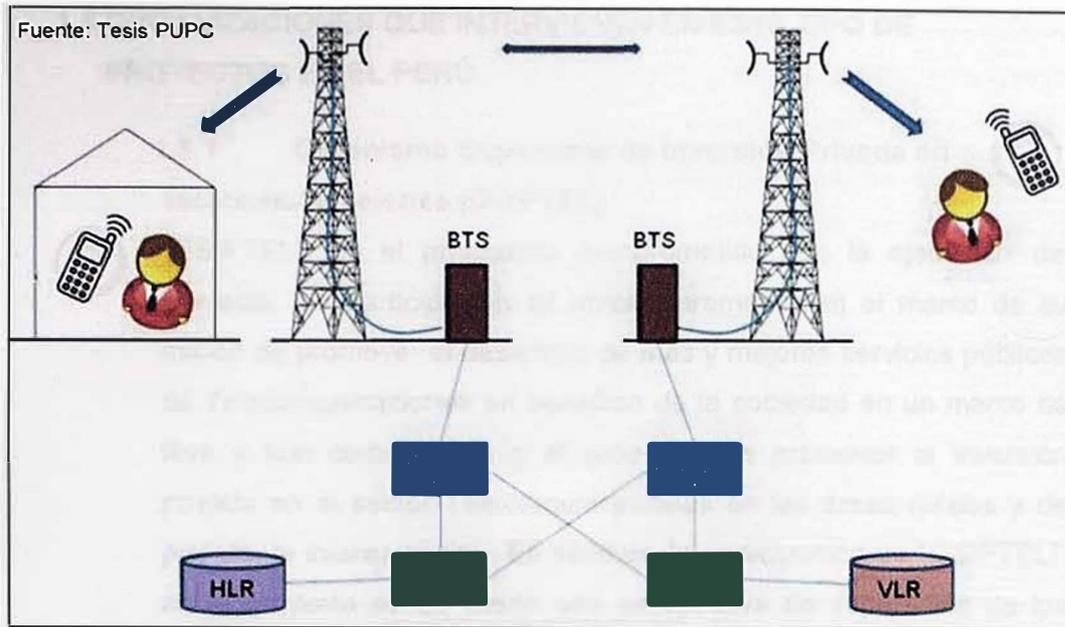


Figura N° 05 – Ejemplo de sistemas de comunicaciones personales

Servicio público móvil por satélite

Este servicio se brinda por medio de terminales móviles y del uso de satélites, permitiendo al usuario comunicarse.

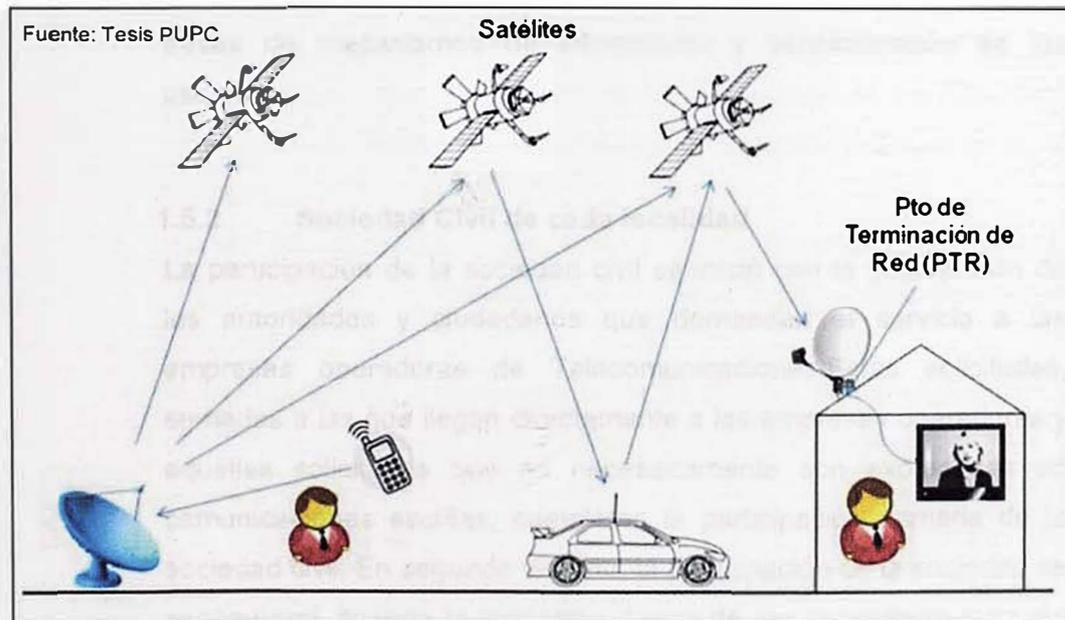


Figura N° 06 – Servicio Móvil Satelital

1.5 ORGANIZACIONES QUE INTERVIENEN EN ESTE TIPO DE PROYECTOS EN EL PERÚ

1.5.1 Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL)

“OSIPTEL”, es el organismo comprometido con la ejecución del proyecto. Su participación se ubica claramente en el marco de su misión de promover el desarrollo de más y mejores servicios públicos de Telecomunicaciones en beneficio de la sociedad en un marco de libre y leal competencia y el propósito de promover la inversión privada en el sector Telecomunicaciones en las áreas rurales y de preferente interés social. En síntesis, la participación de “OSIPTEL”, en el proyecto se da desde una perspectiva de superación de los problemas de oferta y demanda presentes en la provisión de los servicios de Telecomunicaciones en localidades cuyo tamaño y nivel de actividad económica justifican la instalación y operación del servicios. Es decir, por un lado facilitará recursos para la ejecución de las inversiones requeridas para la oferta de los servicios, y por el otro lado, favorecerá la activación y crecimiento de la demanda a través de mecanismos de información y sensibilización de los usuarios.

1.5.2 Sociedad Civil de cada localidad

La participación de la sociedad civil se inició con la intervención de las autoridades y ciudadanos que demandan el servicio a las empresas operadoras de Telecomunicaciones. Estas solicitudes, sumadas a las que llegan directamente a las empresas operadoras y aquellas solicitudes que no necesariamente son expresadas en comunicaciones escritas, completan la participación primaria de la sociedad civil. En segundo término, la participación de la sociedad se concretizará cuando la población, luego de ser consultada a través de sus autoridades, autoricen y faciliten las labores de sensibilización por parte de los funcionarios a la población beneficiaria. Dicha sensibilización consistirá, en primer lugar, en informar a las autoridades y a los ciudadanos que sus centros poblados serán

atendidos por el proyecto, de las ventajas de contar con el servicio que ofrecen como el acceso a "Internet" y telefonía todo esto con la finalidad de propiciar el clima de confianza necesario para que las autoridades y la población de las localidades acojan al operador para que instale, opere y mantenga el servicio en los centros poblados.

1.5.3 Operador

El operador, iniciará su participación como un postor del concurso público de ofertas convocado por una tercera entidad encargada de llevarlo a cabo, para lo cual deberá adquirir las bases de dicho concurso. La participación del operador continúa con la comprensión de la propuesta presentada en las bases. Luego de tomar dicha decisión, tendrá que realizar una evaluación privada de su intervención en los planos técnicos, económicos y financieros y alcanzar su propuesta económica de subsidio mínimo al concurso convocado por "OSIPTEL". Desde el punto de vista del operador, la propuesta puede ser resumida de la manera siguiente:

Desde el lado de la oferta: Proveer la infraestructura de Telecomunicaciones y los instrumentos necesarios (conectividad) para que la población beneficiada tengan la posibilidad de acceder al servicio.

Responsabilizarse por la operación y mantenimiento de los equipos, la infraestructura y otros componentes que faciliten la sostenibilidad del proyecto.

Desde el lado de la demanda: Realizar labores de sensibilización y difusión dirigidas a las autoridades y población en general para dar a conocer la existencia de la infraestructura, los nuevos servicios a los que se puede acceder con dicha infraestructura de Telecomunicaciones y sus beneficios, en las localidades beneficiarias.

1.5.4 Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, es el encargado de cuidar que el proyecto se enmarque dentro de la política de Telecomunicaciones del país, de vigilar el cumplimiento de la normatividad aplicada al proyecto y confirmar que el impacto del mismo beneficie a los pobladores identificados. Su participación se configura en primer lugar, evaluando y aprobando el proyecto de acuerdo a las atribuciones conferidas por la “Ley de Telecomunicaciones”, en la que se menciona que si bien los proyectos son seleccionados por “OSIPTEL”, “éstos deben ser aprobados” por el “MTC” sobre la base de los servicios previstos y priorizados por el plan nacional de Telecomunicaciones. En segundo lugar, revisando, evaluando y aprobando este perfil en el marco del sistema nacional de inversión pública, a través de la Oficina de Programación de Inversiones (OPI). El siguiente nivel de participación del “MTC” se dará cuando, de sea necesario otorgar las concesiones respectivas para la prestación de los servicios públicos de Telecomunicaciones al operador seleccionado. Esta última acción estará acompañada de la respectiva supervisión del cumplimiento del (o los) contrato(s) de concesión.

1.5.5 Gobiernos Locales

Son las autoridades de cada localidad donde se plantea instalar una estación base. Son los encargados de aprobar los proyectos, emitir las licencias de construcción, fiscalizar la correcta ejecución del proyecto y emitir las conformidades de obra correspondientes, en base a la reglamentación aplicable en el país. Con el fin de atender la demanda actual del servicio, y teniendo como antecedentes restricciones en la emisión de licencias para este tipo de proyectos por algunos gobiernos locales, es que el 12 de julio del 2014 se aprobó y publicó en el Diario “El Peruano” la Ley N°30228, Ley que modifica la Ley 29022, Ley para la Expansión de la Infraestructura en Telecomunicaciones, en la que principalmente se indica que este tipo de proyectos están sujetos a un régimen de aprobación automática, previo cumplimiento de los requisitos establecidos en las normas, y

que es aplicable y de observancia obligatoria a todas las entidades de la administración pública a nivel nacional.

1.5.6 Otros actores

Dependiendo de la ubicación en donde se plantea ubicar una Estación Base, intervendrán otros actores como:

Instituto Nacional de Cultura (INC) – Para la obtención del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos, para sitios ubicados cerca a zonas declaradas con restos arqueológicos.

Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) – Para la aprobación de la altura máxima de la infraestructura a instalar en una Estación Base, al ubicarse en el radio de vuelo de aeronaves.

Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) – Para la aprobación de la instalación de una Estación Base, cuando esté ubicada cerca a alguna zona de protección natural.

CAPÍTULO II: ALCANCES DE UN PROYECTO PARA UNA ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL

Tal como se señaló en el capítulo anterior, la información de entrada para la elaboración de un proyecto de Estación Base parte desde el área de planeamiento del operador, el cual entrega un “anillo de búsqueda” en base al cual se realiza preliminarmente un trabajo de gabinete para luego salir a campo con un equipo multidisciplinario y obtener información de primera mano.

Para las Estaciones Base de Telefonía Móvil, la red de acceso que se utiliza es la Red Inalámbrica, y generalmente la red de transporte que se utiliza es la Red de Transporte por Microondas, salvo casos particulares en los que se usa por Satélite o Fibra Óptica.

Adicionalmente, el área de planeamiento del operador debe definir:

- La cantidad y tipo de antenas de radio frecuencia (RF) que se requieren instalar, indicar los acimuts de las mismas.
- La cantidad y diámetro de antenas microondas (MO) que se requieren instalar, así como los respectivos enlaces que se proyecta realizar para la verificación de la Línea de Vista en campo, de requerirse.
- La cantidad y tipo de equipamiento a instalar, así como la potencia de los mismos, para proyectar la Potencia Eléctrica que se requiere contratar a la concesionaria.

En el trabajo de gabinete se ubica el “anillo de búsqueda” o “mancha” con el apoyo de distintas herramientas que existen actualmente (geomática), de esta manera se tiene un conocimiento preliminar de la zona en la que se deberá trabajar, y se definirá la altura a la que se necesitarán instalar las antenas de radio frecuencia para dar cobertura la zona requerida y tener un planteamiento preliminar de la zona en la que se necesita levantar información.

De acuerdo con la ubicación y la información anterior, se podrían tener las siguientes opciones de tipos de Estaciones Base:

En zonas urbanas:

2.1 ESTACIONES BASE EN EDIFICIOS/AZOTEAS (ROOFTOP)

En este tipo de estaciones la infraestructura a instalar la constituyen:

- Obras Civiles.- Que pueden ser casetas de equipos o losas de equipos, columnas/pedestales de apoyo.
- Estructura Metálica.- Que de acuerdo con la altura de la edificación y la altura requerida pueden ser soportes, mástiles, torres ventadas o torres arriostradas.
- Obras Eléctricas.- Que la componen la acometida de alimentación eléctrica, el sistema de puesta a tierra y en caso se requiera, tendidos eléctricos de energía en Baja Tensión.

2.2 ESTACIONES BASE EN PISO (GREENFIELD) - URBANO

En este tipo de estaciones la infraestructura a instalar la constituyen:

- Obras Civiles.- Cerco perimétrico, losas de equipos, cimentación para estructura metálica.
- Estructura Metálica.- Que de acuerdo con la altura requerida pueden ser torres autosoportadas, monopolos, torres ventadas.
- Obras Eléctricas.- Que la componen la acometida de alimentación eléctrica, el sistema de puesta a tierra y en caso se requiera, tendidos eléctricos de energía en Baja Tensión.

En zonas rurales:

2.3 ESTACIONES BASE EN PISO (GREENFIELD) - RURAL

En este tipo de estaciones la infraestructura a instalar la constituyen:

- Obras Civiles.- Muros de contención, cerco perimétrico, casetas de GE (opcional), losas de equipos, cimentación para estructura metálica.
- Estructura Metálica.- Que de acuerdo con la altura requerida pueden ser torres autosoportadas, torres ventadas.
- Obras Eléctricas.- Que la componen la acometida de alimentación eléctrica, el sistema de puesta a tierra y en caso se requiera, tendidos eléctricos de energía en Baja Tensión o Media Tensión

Dentro de los alcances para este tipo de proyectos se encuentra el Sistema de Puesta a Tierra a instalar, el cual se requiere sea menor a 5 Ohmios, para la protección de los equipos de telecomunicaciones.

2.4 ETAPAS DE UN PROYECTO DE ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL

Para el desarrollo de este tipo de proyectos desde su concepción, el mismo debe pasar por las siguientes etapas:

2.4.1 Búsqueda de candidatos.- Lo realiza en campo un equipo multidisciplinario, compuesto por los siguientes profesionales: 01 Abogado, 01 Ingeniero Civil, 01 Ingeniero Electricista y 01 Ingeniero de Telecomunicaciones o Electrónico. En esta etapa se identifican los potenciales puntos de ubicación para el nuevo emplazamiento, emitiendo un informe sobre cada punto acerca de su situación legal, la solución técnica, la disponibilidad de energía y el costo de la renta, Se analizan los candidatos y se define el candidato que pasará a la siguiente etapa. En el ANEXO 1, se muestra el tipo de información que se recopila de campo.

2.4.2 Adquisición.- En esta etapa intervienen únicamente los abogados, los que se encargan del estudio de títulos, normalización de títulos, la negociación y firma del contrato de arrendamiento y contrato de servidumbre en caso aplique tendido de redes eléctricas exteriormente.

2.4.3 Ingeniería.- En esta etapa se regresa a campo y se realiza el levantamiento de información detallada y estudios específicos correspondientes al punto del nuevo emplazamiento, se desarrollan las especialidades de Arquitectura, Estructuras, Instalaciones Eléctricas, Instalaciones de Radio Frecuencia. Se elabora el expediente de licencia de acuerdo con la normativa legal vigente aplicable para este tipo de proyectos, y los expedientes y/o estudios adicionales que se requieran según sea el caso (expediente CIRA, expediente DGAC, Expediente INRENA, Estudio Teórico de Radiaciones No Ionizantes, Monitoreo de Radiaciones No Ionizantes, entre otros). En esta etapa se solicita además la factibilidad del suministro o punto de diseño de energía eléctrica a la concesionaria.

2.4.4 Licencia de Construcción.-Ya desarrollada la ingeniería, se procede con la presentación del expediente de licencia al gobierno local y en caso se requiera el proyecto de tendido de línea en Baja Tensión o Media Tensión a la concesionaria.

2.4.5 Ejecución de Obra.- Ya contando con los permisos y aprobaciones correspondientes, se procede con la ejecución de los trabajos según el proyecto. Es importante señalar que un factor importante que puede determinar la culminación o no de esta etapa, es el social, factor por el cual algunas veces el proyecto puede quedar trunco y desestimado en esta etapa, de presentarse este tipo de problemas se programan charlas y talleres informativos acerca de este tipo de proyectos, buscando contar con la aprobación para continuar la ejecución de las obras. Al final de esta etapa se realizan las pruebas y mediciones del sistema de puesta a tierra instalado y megado de circuitos correspondiente, con el fin de garantizar la protección de los equipos a instalar en la siguiente etapa.

2.4.6 Equipamiento y Puesta en Servicio.- En esta etapa se realiza la instalación de los equipos, antenas y conexión de los mismos, se deja listo, energizado para la puesta en servicio y se dejan las antenas irradiando.

2.5 PLAZOS DE EJECUCIÓN PROMEDIO PARA EL DESARROLLO DE UN PROYECTO DE ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL

El tiempo promedio para el desarrollo de cada una de estas etapas es el siguiente según el tipo de proyecto:

Estaciones Base en Edificio/Azotea en Lima o Provincia: 125 días

- Búsqueda, Adquisición, Ingeniería y Licencia: 90 días
- Ejecución de Obras: 30 días
- Equipamiento y Puesta en Servicio: 05 días

Cuadro N° 01 – Plazo de ejecución de una estación base en edificio/azotea

ESTACIONES BASE EN EDIFICIO/AZOTEA

ACTIVIDAD	PLAZO	125 DÍAS
BÚSQUEDA, ADQUISICIÓN, INGENIERÍA Y LICENCIA	90 DÍAS	
EJECUCIÓN DE OBRA	30 DÍAS	
EQUIPAMIENTO Y PUESTA EN SERVICIO	5 DÍAS	

Fuente: Elaboración propia

Estaciones Base en Piso en Lima o Provincia: 140 días

- Búsqueda, Adquisición, Ingeniería y Licencia: 90 días
- Ejecución de Obras: 45 días
- Equipamiento y Puesta en Servicio: 05 días

Para este tipo de estaciones en particular, según la ubicación del futuro emplazamiento, y de no existir acceso vehicular a pie de obra, puede considerarse un plazo adicional por el acarreo de materiales.

Cuadro N° 02 – Plazo de ejecución de una estación base en piso

ACTIVIDAD	PLAZO	140 DÍAS
BÚSQUEDA, ADQUISICIÓN, INGENIERÍA Y LICENCIA	90 DÍAS	
EJECUCIÓN DE OBRA	45 DÍAS	
EQUIPAMIENTO Y PUESTA EN SERVICIO	5 DÍAS	

Fuente: Elaboración propia

Para el caso particular a analizar en el presente informe los datos son:

Nombre del Proyecto1: **EB Huansala**

Ubicación: **Asentamiento Minero Huansala**

Departamento: **Ancash**

Provincia: **Bolognesi**

Distrito: **Huallanca**



Figura N° 07– Vista de Google Earth de zona de interés Campamento Minero Huansala

Coordenadas Geográficas (WGS 84):

Latitud: -09.87747°

Longitud: -77.00415°

Altura: 4,008 m.s.n.m.



Figura N° 08 – Ubicación geográfica de zona de interés Campamento Minero Huansala

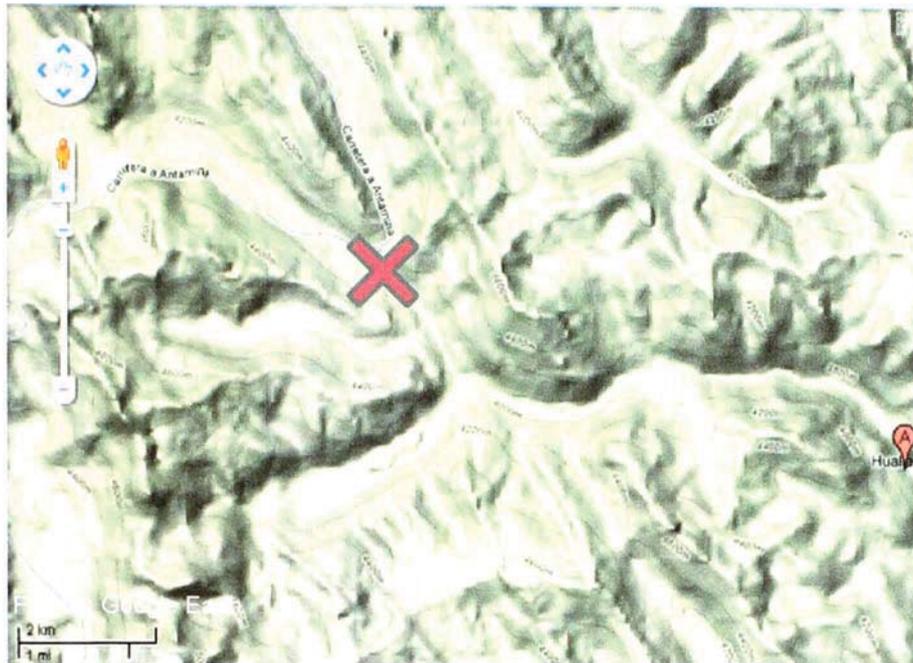


Figura N° 09 – Topografía de zona de interés Campamento Minero Huansala

Alcances del proyecto

Zonas de interés de cobertura:

Cuadro N° 03 – Área de interés a cubrir con la EB Huansala

ÁREAS DE INTERÉS	COORDENADAS
Bienestar Social	S9 87243 W77 00825
Ingreso	S9 87067 W77 01726
Campamento de Obreros	S9 87047 W77 01581
Comedor # 1	S9 87025 W77 01509
Comedor # 2	S9 87047 W77 01535
Comisaria	S9 87050 W77 01707
Concentradora	S9 87247 W77 00299
Division de seguridad	S9 87230 W77 00767
Garita de control	S9 87222 W77 00827
Lavanderia	S9 87287 W77 00738
Oficina Administrativa	S9 87291 W77 00597
oficina de contrata	S9 87308 W77 00593
Pabellon 3,4 y 8	S9 87030 W77 01246
Pabellon 32 y 30	S9 87054 W77 01227
Unidad medica	S9 87284 W77 00967
Relavera	S9 87461 W77 01963

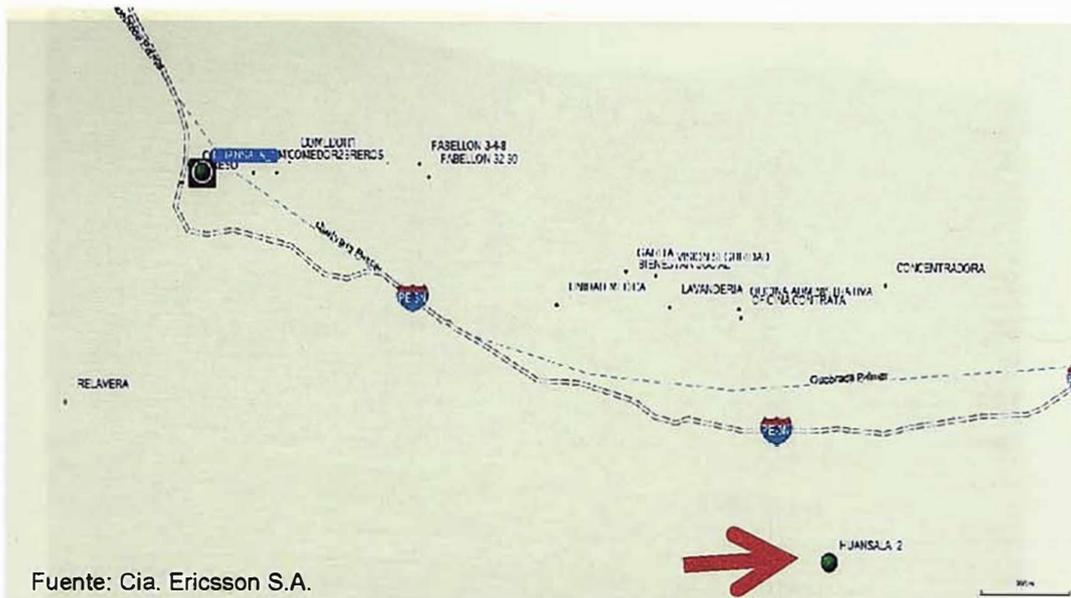


Figura N° 10 – Ubicación de candidatas a EB Huansala

Configuración RF requerida:

Cuadro N° 04 – Configuración de antenas (sectores) a instalar en EB Huansala

CONFIGURACIÓN: 440/000	Orientación	Tilt	Altura Antena	Tipo	Ancho de Haz	# Bandas
Alfa	30°	4	30 MTS	SIMPLE (2)	60	850MHZ
Beta	300°	4	30 MTS	SIMPLE (2)	60	850MHZ

Red de transporte: Satelital

Según las condiciones encontradas en el lugar, la estación a instalar será:

Estaciones Base en Piso (Greenfield)

Los trabajos a ejecutar serán:

Obras Civiles.- Cimentación para estructura metálica.

Estructura Metálica.- Torre Autosoportada de 30.00m

Obras Eléctricas.- No existen redes de la concesionaria, se debe hacer convenio de suministro de energía eléctrica con la mina Santa Luisa. Sistema de Puesta a Tierra Convencional según el tipo de terreno encontrado en la zona.



Figura N° 11 – Vista de terreno para EB Huansala



Figura N° 12 – Demarcación de EB Huansala y áreas de interés



Figura N° 13 – Demarcación de ubicación de EB Huansala

Nombre del Proyecto 2: **EB Umbe**

Ubicación: Sector Caniasbamba o Pucagaga S/N, Caserío de Caniasbamba

Departamento: Ancash

Provincia: Sihuas

Distrito: Sicsibamba

Coordenadas Geográficas (WGS 84):

Latitud: -08.62468°

Longitud: -77.5612°

Altura: 3,579 m.s.n.m.

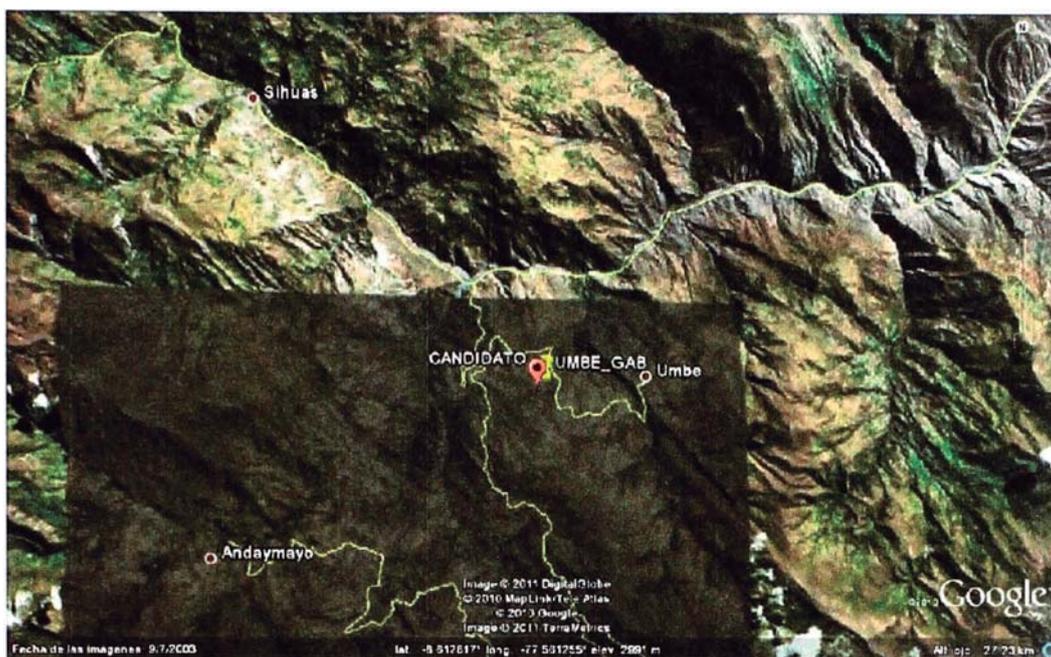


Figura N° 14– Vista de Google Earth de ubicación para EB Umbe

Alcances del proyecto

Zonas de interés de cobertura:

Cuadro N° 05 – Área de interés a cubrir con la EB Umbe

Nombre centro poblado	LON (WGS84) Decimales	LAT (WGS84) Decimales	COTA (m)
UMBE (CAP_DIST)	-77 536950	-8 623790	3123
PURO PURO	-77 535380	-8 607950	3842
AGUYACU	-77 530760	-8 620380	3177
SICSIBAMBA	-77 579496	-8 623840	2920
HUARACAYOC	-77 530310	-8 625790	3260
SEGSEBAMBA	-77 572280	-8 627140	3134
COLLPA PAMPA	-77 544040	-8 627360	3000
CADASBAMBAY	-77 549800	-8 630090	3140
PALLANCA	-77 552460	-8 632960	3212
HUANCHUCO	-77 524810	-8 634810	3442
PACHACHACA	-77 523310	-8 639410	3466
RUNTUSH	-77 620650	-8 634130	3465
PARIASH	-77 616510	-8 559680	2906
MARAYBAMBA ABAJO (MARCAYBAMBA)	-77 583620	-8 569880	3264
SAN FRANCISCO	-77 591350	-8 554490	3566
ANDAYMAYO	-77 633800	-8 658960	3061
COCHAS	-77 643420	-8 666440	3500
QUILCABAMBA	-77 626430	-8 645070	3371
COLCABAMBA	-77 602600	-8 650090	2800
HUACHINA	-77 610620	-8 655120	3002

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 06 – Configuración de antenas (sectores) a instalar en EB Umbe

CONFIGURACIÓN: 222/000	Orientación	Tilt	Altura Antena	Ancho de Haz	Tipo	# Bandas
Alfa	335°	-4	42	60	SIMPLE (2)	850MHZ
Beta	80°	-8	42	60	SIMPLE (2)	850MHZ
Gamma	245°	-6	42	60	SIMPLE (2)	850MHZ

Red de transporte: Microondas

Según las condiciones encontradas en el lugar, la estación a instalar será:

Estaciones Base en Piso (Greenfield)

Los trabajos a ejecutar serán:

Obras Civiles.- Cimentación para estructura metálica.

Estructura Metálica.- Torre Autosoportada de 42.00m

Obras Eléctricas.- No existen redes de la concesionaria, se debe contratar con el concesionario HIDRANDINA el suministro en Media Tensión, lo cual implicará la construcción de una línea de aproximadamente 3 Km.



Figura N° 15 – Vista de terreno para EB Umbe

Nombre del Proyecto 3: **EB Isidro**

Ubicación: Sector de Santa Irene

Departamento: Cajamarca

Provincia: San Marcos

Distrito: José Sabogal

Coordenadas Geográficas (WGS 84):

Latitud: -07.23628°

Longitud: -78.03647°

Altura: 3,596 m.s.n.m.

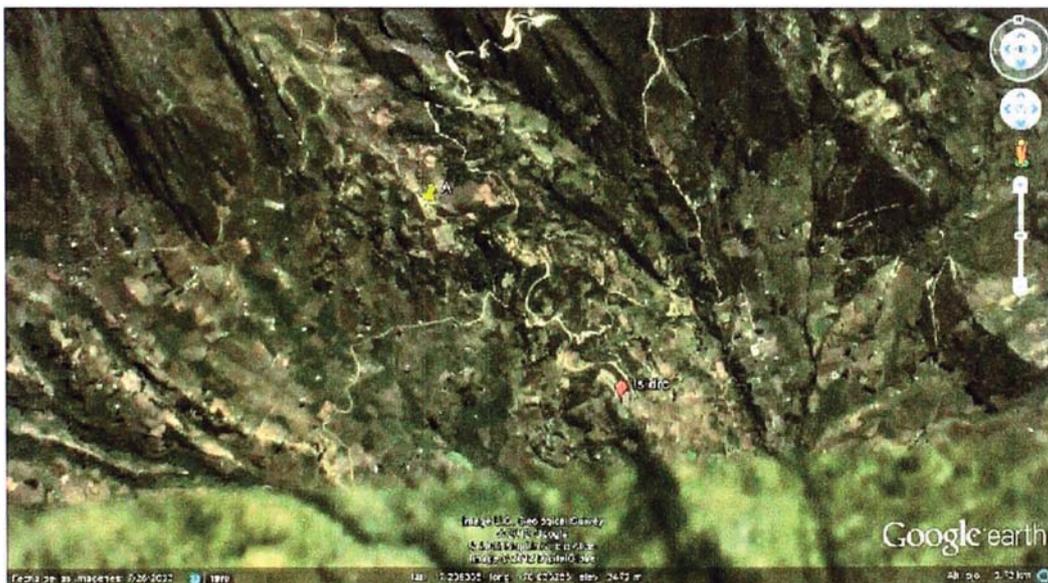


Figura N° 16– Vista de Google Earth de ubicación para EB Isidro

Alcances del proyecto

Zonas de interés de cobertura:

Cuadro N° 07 – Área de interés a cubrir con la EB Isidro

Nombre centro poblado	LON (WGS84) Decimales	LAT (WGS84) Decimales	COTA (m)
SAN ISIDRO	-78.01211°	-7.25083°	3300
VENECIA (CAPITAL DE JOSÉ DE SABOGAL)	-78.03664°	-7.25154°	3312

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 08 – Configuración de antenas (sectores) a instalar en EB Isidro

CONFIGURACIÓN: 222/000	Orientación	Tilt	Altura Antena	Ancho de Haz	Tipo	# Bandas
Alfa	50°	2	30	60	DUAL	850U/1900
Beta	180°	2	30	60	DUAL	850U/1900
Gamma	210°	2	30	60	DUAL	850U/1900

Red de transporte: Satelital

Según las condiciones encontradas en el lugar, la estación a instalar será:

Estaciones Base en Piso (Greenfield)

Los trabajos a ejecutar serán:

Obras Civiles.- Cimentación para estructura metálica.

Estructura Metálica.- Torre Autosoportada de 30.00m

Obras Eléctricas.- No existen redes de la concesionaria, se debe contratar con el concesionario HIDRANDINA el suministro en Media Tensión, lo cual implicará la construcción de una línea de aproximadamente 800 m.



Figura N° 17 – Vista de terreno para EB Isidro

CAPÍTULO III: DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA

Con la configuración de antenas que se obtiene de las visitas técnicas y de un trabajo de gabinete donde se definen las zonas de interés a cubrir, se define la altura de las torres que se requerirán instalar para cada caso.

Además, definido el alcance del proyecto (en el capítulo anterior), se procede con el desarrollo de la ingeniería, realizando los estudios requeridos para ello, y que cumplan con los requisitos establecidos en las normas de nuestro país.

Según el tipo de estación, se indican los tipos de estudios a requerirse:

Estaciones Base en Edificios y/o Azoteas (Rooftop)

- Evaluación Estructural de Edificación
- Estudio de Resistividad Eléctrica del terreno.
- Línea de vista (en caso la red de transporte sea MO)

Estaciones Base en Piso (Greenfield)

- Estudio de Mecánica de Suelos
- Levantamiento topográfico
- Estudio de Resistividad Eléctrica del terreno.
- Línea de vista (en caso la red de transporte sea MO)

El diseño específico de la infraestructura, no se analizará en el presente informe, puesto que no forma parte de los objetivos de mismo, pero se utilizarán los planos resultado del diseño.

Para las estaciones que se analizarán en el presente informe, EB Huansala, EB Umbe, EB Isidro, se revisarán los planos elaborados de Ubicación, Estructuras (Cimentación) y Topografía (ANEXO 2), con la finalidad de cumplir con los objetivos del presente informe.

Con la información de campo obtenida para cada caso se tendría lo siguiente:

- Para la EB Huansala, la altura de antenas requerida (Cuadro N° 04) para dar cobertura a las áreas de interés es: $4008 \text{ m} + 30 \text{ m} = 4038 \text{ m}$

- Para la EB Umbe, la altura de antenas requerida (Cuadro N° 06) para dar cobertura a las áreas de interés es: $3579 \text{ m} + 42 \text{ m} = 3621 \text{ m}$
- Para la EB Isidro, la altura de antenas requerida (Cuadro N° 06) para dar cobertura a las áreas de interés es: $3596 \text{ m} + 30 \text{ m} = 3626 \text{ m}$

Para cada uno de los diseños realizados, y de acuerdo con los estudios de campo realizados, en el siguiente capítulo calculará el costo del movimiento de tierras, acarreo y estructura metálica (torre) para el análisis que se requiere hacer.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y VERIFICACIÓN DEL SOBRECOSTO POR CONDICIONES TOPOGRÁFICAS DE LA ZONA

Considerando el diseño realizado en el capítulo anterior, se procederá a costear, con precios de mercado, la infraestructura a realizar.

Para el análisis y verificación se tomarán en cuenta las partidas que se relacionan directamente con la topografía de la zona en que se ha ubicado la Estación Base.

Las partidas a verificar serán principalmente:

4.1 OBRAS PRELIMINARES

4.1.1 Acarreo de material a pie de obra.- Se calculará la el tiempo de acarreo de material con peones, desde la trocha donde se puede llegar con vehículo hasta pié de obra. En este tiempo de acarreo se considerará un ciclo completo, el tiempo que se tarda un peón en llevar el material a pie de obra y el tiempo que le toma retornar al punto de acopio a pie de trocha. Se considerará en este acarreo el peso de material correspondiente a la estructura metálica. El tiempo de acarreo se tomará del Formato de Visita Técnica que se encuentra en el ANEXO 1.

4.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

4.2.1 Corte de terreno.- De acuerdo con la topografía de la zona, se calculará el volumen de corte de terreno que será requerido.

4.2.2 Relleno compactado con material propio.- De acuerdo con la topografía de la zona, se calculará el volumen de relleno con material propio que será requerido, se asumirá con fines prácticos que sólo se necesitará relleno con material propio y no material de préstamo.

4.2.3 Eliminación de desmonte.- Se deberá entender que el volumen resultante del corte y relleno se eliminará en un botadero autorizado que se ubica a una distancia de 10 Km aproximadamente.

Para el cálculo de los metrados de estas partidas se tomará en cuenta la ingeniería desarrollada que se encuentra en el ANEXO 2.

4.3 ESTRUCTURA METÁLICA

4.3.1 Suministro de Estructura Metálica.- Se considerará el peso de la estructura que se deberá instalar en cada caso.

4.3.2 Instalación de Estructura Metálica.- Se considerará los costos asociados al montaje de la estructura metálica, se entenderá que de requerirse, las torres llegan pintadas a sitio y no deberá considerarse costos de pintura en sitio.

Para el cálculo de los metrados de estas partidas se tomará en cuenta la ingeniería desarrollada que se encuentra en el ANEXO 2.

Aplicando el cálculo de los metrados y precios unitarios se obtendrán los costos de las partidas arriba indicadas para la EB Huansala y serán las que se analizarán en los capítulos posteriores. Se tendrá lo siguiente:

Obras Preliminares

Cálculo del peso de materiales (en Toneladas):

Obras Civiles	1.50 T
Sistema de Puesta a Tierra	5.00 T
Estructura Metálica	6.00 T
Peso aproximado de materiales para toda la obra	12.50 T

Cálculo del ciclo de acarreo de materiales (en Horas):

Tiempo de subida	25.00 min
Tiempo de bajada	10.00 min
Duración del ciclo de acarreo	35.00 min

Cálculo del metrado de acarreo de materiales (en Kg-h):

Peso aproximado de materiales para toda la obra	12,500.00 Kg
Duración del ciclo de acarreo	0.58 h
Metrado de acarreo	7,291.67 kg-h

Partida	Unidad	Metrado	Precio Unitario S/.	Parcial S/.
Obras Preliminares				
Acarreo de materiales por peón	Kg-h	7,291.67	0.37	2,712.50

Por la topografía donde se ha ubicado el emplazamiento, se aprecia que el terreno es llano por lo que las partidas de movimientos de tierra no serán considerables.

Movimiento de Tierras

Cálculo del excavación en terreno normal (en m3):

04 zapatas de 1.20m x 1.20m x 1.10m	6.34 m3
02 zapatas de 0.80m x 0.80m x 1.10m	1.41 m3
Base d estructura metálica de 4.80m x 6.00m x 0.40m	11.52 m3
Volumen excavado	19.26 m3

Cálculo del relleno con material propio (en m3):

04 zapatas de 1.20m x 1.20m x 0.60m	3.46 m3
02 zapatas de 0.80m x 0.80m x 0.70m	0.90 m3
Volumen de relleno	4.35 m3

Cálculo del eliminación de material (en m3):

Excavación en terreno normal	19.26 m3
Relleno con material propio	4.35 m3
Volumen a eliminar (esponjamiento 30%)	19.39 m3

Estructura Metálica

Suministro de estructura (T)	6000 Kg
Instalación de estructura metálica (T)	6000 Kg

Partida	Unidad	Metrado	Precio Unitario S/.	Parcial S/.
Estructura Metálica				
Suministro	Kg	6,000.00	10.85	65,100.00
Montaje / Instalación	Kg	6,000.00	4.65	27,900.00

En resumen, el costo de las partidas analizadas considerando la ubicación actual del emplazamiento EB Huansala, es el siguiente:

Partida	Unidad	Metrado	Precio Unitario S/.	Parcial S/.
Obras Preliminares				
Acarreo de materiales por peón	Kg-h	7,291.67	0.37	2,712.50
Movimiento de Tierras				
Excavación en terreno normal	m3	19.26	36.24	698.11
Relleno compactado con material propio	m3	4.35	30.47	132.62
Eliminación de material	m3	19.39	68.94	1,336.52
Estructura Metálica				
Suministro	Kg	6,000.00	10.85	65,100.00
Montaje / Instalación	Kg	6,000.00	4.65	27,900.00
Sub Total				97,879.75

En el capítulo siguiente, de la misma manera que en este capítulo se analizarán los costos de las mismas partidas, pero posicionando la Estación Base en un nuevo punto.

CAPÍTULO V: PLANTEAMIENTO Y ANÁLISIS DE SOLUCIONES PARA MINIMIZAR EL SOBRECOSTO POR CONDICIONES TOPOGRÁFICAS DE LA ZONA

Como se puede apreciar, de los cálculos realizados para la EB Huansala en el capítulo anterior, la partida que representa un monto considerable, es la estructura metálica, por lo que para cumplir con el objetivo del presente informe se deberá buscar alguno de estos cambios para que se vea reducido el costo:

En caso la Estación Base esté ubicada sobre un terreno con pendiente, buscar un punto más alto, de manera tal que se conserve la altura del nivel de antenas requerido, se tenga visibilidad sin obstáculos a todas las áreas de interés y principalmente se reduzca la altura de la estructura metálica. Seguramente, la partida que se incremente será la correspondiente al acarreo de materiales, ya que el ciclo de acarreo será de mayor duración, pero se tendrá una reducción en el peso de la estructura metálica por lo que no alterará significativamente al costo.

En caso la Estación Base esté ubicada sobre un terreno llano pero a una cota muy por encima de las cotas de las zonas de interés y el acceso sea complicado, se deberá evaluar la posibilidad de variar la ubicación del emplazamiento buscando obtener de la misma una menor altura de antenas, o en su defecto una mayor altura, eso resultaría conveniente en sitios donde el acceso resulte bastante complicado, y resulten ciclos de acarreo de 2 horas.

Son muchas las variantes para las soluciones posibles para reducir el costo, pero todas ellas están directamente relacionadas con la topografía de zona en cuestión, que al ser tan distinta deberá evaluarse caso por caso y difícilmente se podrá generalizar una regla de comportamiento para la reducción de los costos.

Algunas de las variables que se podrán revisar en busca de reducir el costo son:

5.1 COTA.- Ésta variable es una de las más importantes a revisar, dado que a mayor cota de un punto, menor será la altura de la estructura metálica que alojará al sistema radiante (altura de antenas requerido), y en algunos casos, a menor altura de estructura menor infraestructura para la cimentación de la misma, que finalmente llevaría a conseguir una reducción en el costo.

5.2 ACCESIBILIDAD.- Se deberá verificar que de acuerdo con la topografía de la zona, el acceso al punto de ubicación de la futura EB es técnicamente factible, que es posible la llegada de vehículos de carga a pie de obra y que de preferencia, no se requerirá acarreos con acémilas o peones con ciclos de duración mayores a 40 minutos.

5.3 PENDIENTE.- De acuerdo con la lectura del plano topográfico, se deberá identificar las zonas que tengan menor pendiente, para de esta manera evitar mayor movimiento de tierra al necesario, y evitar que como parte de la infraestructura de la EB se deba considerar como parte de la infraestructura muros de contención.

5.4 ANGULO DE DECLINE.- De acuerdo con las potenciales ubicaciones se debe verificar que con un ángulo de decline aproximado de 20° se pueden visualizar las zonas de interés a las que se necesita dar cobertura, de no ser así se necesitará cambiar la ubicación considerando los 3 parámetros anteriores.

Se deberá elaborar por lo menos un perfil longitudinal de cada uno de los candidatos donde se deberá ubicar la EB y la zona de interés a coberturar, esto considerando la información de campo y la configuración de antenas requerido. Se recomienda que dicho perfil se realice a una escala vertical de 1:250 y una escala horizontal de 1:5000. En este perfil longitudinal se verificarán principalmente 3 de los parámetros arriba definidos: Cota, Pendiente y Ángulo de decline, y con ellos se elegirá la mejor opción posible.

Con la ayuda del perfil longitudinal realizado (ANEXO 3), se analizarán algunas opciones realizando los cálculos correspondientes y se verificará lo antes indicado.

En esta opción se busca acercar la ubicación la Estación Base a las zonas de interés, reducir el acarreo pues se tendrá una trocha a pie de obra, y conservando la altura de antenas requerida, se necesitaría una estructura metálica de 35.00 m.

Obras Preliminares

Cálculo del peso de materiales (en Toneladas):

Obras Civiles	1.75 T
Sistema de Puesta a Tierra	5.00 T
Estructura Metálica	6.40 T
Peso aproximado de materiales para toda la obra	13.15 T

Cálculo del ciclo de acarreo de materiales (en Horas):

Tiempo de subida	0.00 min
Tiempo de bajada	0.00 min
Duración del ciclo de acarreo	0.00 min

Existe acarreo a pie de obra

Cálculo del metrado de acarreo de materiales (en Kg-h):

Peso aproximado de materiales para toda la obra	13,150.00 Kg
Duración del ciclo de acarreo	0.00 h
Metrado de acarreo	0.00 kg-h

Movimiento de Tierras

Cálculo del excavación en terreno normal (en m3):

04 zapatas de 1.20m x 1.20m x 1.40m	8.06 m3
02 zapatas de 0.80m x 0.80m x 1.40m	1.79 m3
Base d estructura metálica de 4.80m x 6.00m x 0.60m	17.28 m3
Volumen excavado	27.14 m3

Cálculo del relleno con material propio (en m3):

04 zapatas de 1.20m x 1.20m x 0.90m	5.18 m3
02 zapatas de 0.80m x 0.80m x 1.00m	1.28 m3
Volumen de relleno	6.46 m3

Cálculo del eliminación de material (en m3):

Excavación en terreno normal	27.14 m3
Relleno con material propio	6.46 m3
Volumen a eliminar (esponjamiento 30%)	26.87 m3

Estructura Metálica

Suministro de estructura (T)	6400 Kg
Instalación de estructura metálica (T)	6400 Kg

De igual manera que en capítulo anterior el costo resultante de estas partidas resulta ser:

Partida	Unidad	Metrado	Precio Unitario S/.	Parcial S/.
Obras Preliminares				
Acarreo de materiales por peón	Kg-h	0.00	0.37	0.00
Movimiento de Tierras				
Excavación en terreno normal	m3	27.14	36.24	983.38
Relleno compactado con material propio	m3	6.46	30.47	196.98
Eliminación de material	m3	26.87	68.94	1,852.77
Estructura Metálica				
Suministro	Kg	6,400.00	10.85	69,440.00
Montaje / Instalación	Kg	6,400.00	4.65	29,760.00
Sub Total				102,233.13

Con esto podemos notar que el hecho de tener la estación en un punto más próximo aumenta el costo de la infraestructura.

CAPÍTULO VI: DETERMINACIÓN DEL PUNTO DE INFLEXIÓN PARA LA VIABILIDAD DE UN PROYECTO DE ESTACIÓN BASE DE TELEFONÍA MÓVIL

Durante la concepción del presente informe, se buscaba encontrar una regla o relación de la cota donde se posicionaría una Estación Base, con relación a la cota de las zonas de interés a cubrir y así poder definir qué tal alto se recomendaba ubicar una Estación Base, pero de manera que no exista una solución en una cota más baja que resulte en un menor costo de inversión en la infraestructura.

Con los ejemplos se puede notar que no será posible encontrar este punto de inflexión puesto que la topografía es bastante variable para cada ubicación y posee sus pros y contras.

CAPÍTULO VII: CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO

Tal como se indicó en el CAPÍTULO III, el plazo de ejecución para este tipo de proyectos es a los más 45 días para soluciones de sitios rurales, esto considerando si existirá o no acarreo de material por peones, al tener esta información desde la visita de campo, es posible orientar la solución para que el tiempo que demore la ejecución de esta actividad altere lo menos posible al plazo de ejecución pactado.

En el ANEXO 4 encontramos el Cronograma de Obra Correspondiente para la EB Huansala.

Con respecto al presupuesto, de acuerdo con la solución para cada caso y sus condiciones particulares este puede variar, pero se considera que sitios rurales con costos en la ingeniería e infraestructura que superan los USD 120,000.00 sin inviabilidad presupuestal, salvo sea un sitio regulatorio.

Tomando como base los perfiles estratigráficos del ANEXO 3, para las tres ubicaciones diferentes de la torre, se verifica el costo y el impacto en sí de los factores topográficos tomados en cuenta para cada una de las posibles ubicaciones de nuestra estación base consideradas.

Es así que resulta:

EB HUANSALA

Partida	T_AUT_75M	T_AUT_35M	T_AUT_30M
	POSICIÓN 1	POSICIÓN 2	POSICIÓN 3
ACARREO	S/. 2,571.45	S/. -	S/. 2,712.50
MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/. 9,435.35	S/. 3,033.13	S/. 2,167.25
ESTRUCTURA METÁLICA	S/. 201,500.00	S/. 99,200.00	S/. 93,000.00
COSTO TOTAL	S/. 213,506.80	S/. 102,233.13	S/. 97,879.75

Se verifica, que el diferencial entre la posición 2 y 3 es mínimo, por lo que sería recomendable optar por la posición 2 ya que otorga la construcción de una estación sin acarreo, mejora en los tiempos.

CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

- ✓ Para una Estación Base de telefonía móvil en zonas rurales, la estructura metálica resulta ser la partida más incidente, por lo que se debe buscar candidatos con la menor altura de torre, siempre que se cumpla con los requerimientos de cobertura.
- ✓ La altura de torre relacionada directamente con la cota del punto donde se ubicará la estación base.
- ✓ Ubicar una estación base en una cota más alta, no necesariamente el aproximar y/o alejar la ubicación para un candidato a Estación Base con respecto a su zona de interés, es la solución para reducir el costo, se deben evaluar el resto de factores que incidan (topografía, tipo de suelo, accesos)
- ✓ No se consiguió determinar un punto de inflexión, donde se determine una relación de diferencia de cotas entre la Estación base y la zona de interés, puesto que la topografía de cada emplazamiento es particular y deben analizarse independiente cada uno de los casos
- ✓ Realizar perfiles longitudinales de la zona de interés y de las ubicaciones de los posibles candidatos, ayudarán a determinar posibles alternativas que deberán evaluarse para determinar cuál sería menos costosa.

8.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Para el desarrollo de este tipo de proyectos y planteamiento de la ubicación de un candidato, una consideración es que se pueda conseguir energía eléctrica en Baja Tensión o en Media Tensión, se debe evitar en lo posible, ubicaciones en la que la llegada de alguna de estas líneas no sea factible, puesto que se debería implementar energía que provenga de un Grupo Electrónico, que si bien como costo de construcción y equipamiento puede no afectar la viabilidad del proyecto, el costo de operación y mantenimiento es muy elevado por la continuidad de faenas de combustible que se deberán realizar, resultando un proyecto con poca o nula rentabilidad.
- ✓ Es importante que todo el equipo multidisciplinario asista a la visita técnica, puesto que con todos los criterios de los profesionales con respecto a los requerimientos, será posible encontrar mejores candidatos.
- ✓ Como toda infraestructura, se deben realizar mantenimientos periódicos, por lo que los accesos, en lo posible deben ser vehiculares.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez Morales, Shirley Stephani. "*Desarrollo de una propuesta de normativa para infraestructura de telecomunicaciones en edificios y viviendas*". Tesis para optar el Título Profesional. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, 2012.

Congreso de la República del Perú. Ley N° 29868, Ley que restablece la vigencia de la Ley 29022 del 13/11/07 "Ley para la Expansión de Infraestructura en Telecomunicaciones". Lima, 2012.

Muñoz, V.H. "*Diseño de una plataforma de telecomunicaciones para un entorno rural*". Tesis para optar el Título Profesional. Facultad de Ingeniería Electrónica. Universidad Ricardo Palma. Lima, 2008.

Urrunaga, R. Y Aparicio, C. "Infraestructura y crecimiento económico en el Perú". Revista CEPAL N° 107 de Naciones Unidas. Santiago de Chile, 2012.