



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
APLICACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL DISEÑO
DE LA RED FTTH EN EL CENTRO POBLADO MAZOCRUZ, PUNO.

Línea de investigación

Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y geotecnia.

Informe de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo.

Autor:

Lopez Valverde, Jorge Luis

Asesor:

Mtr. Walter Benjamin Zúñiga Díaz.

(ORCID: 0000-0001-6860-7456)

Jurado:

Huiman Sandoval, Jose Alberto.

Guillen León, Rogelia.

Espinoza Farias, Sonia Isabel.

Lima – Perú

2023

Dedicatoria:

*A mis padres Gilberto y Ana Bertha y
hermanos Wildo, Diego, Cristian quienes
han sido importante en este proceso.*

ÍNDICE

Resumen.....	5
Abstract.....	6
I. INTRODUCCIÓN	7
1.1. Trayectoria del autor	8
1.2. Descripción de la Empresa	8
1.3. Organigrama de la Empresa.....	9
1.4. Áreas y funciones desempeñadas	10
II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA	12
2.1. Etapa de Gabinete 1	13
2.2. Etapa de Campo:.....	16
2.3. Etapa de Gabinete 2	18
2.4. Entrega Final.....	19
III. ACTIVIDADES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA	21
IV. CONCLUSIONES	23
V. RECOMENDACIONES	24
VI. REFERENCIAS.....	25
VII. ANEXOS.....	26

Índice de tablas

Tabla 1 Datos geográficos de Mazocruz.....	14
Tabla 2 Cobertura de celular reportada por empresas.....	15
Tabla 3 Información tecnológica por operador.....	15

Índice de figuras

Figura 1 Organigrama de CARDITEL PROYECTOS & INGENIERÍA S.A.C.....	9
Figura 2 Etapas del desarrollo del diseño	13
Figura 3 Mapa previo a la salida de campo	15
Figura 4 Zonas de contingencia.....	17
Figura 5 Reporte manzanal	19

RESUMEN

Este informe expone la experiencia obtenida a partir de la participación en los diferentes proyectos relacionados a la aplicación del Sistema de Información Geográfica (SIG) respecto al diseño de redes de fibra óptica FTTH, el cual se ha desempeñado desde la evaluación, planificación y ejecución para los proyectos encargados. Respecto a la empresa CARDITEL PROYECTOS & INGENIERÍA, se menciona las áreas y funciones en las que se desempeñaron y aportaron como profesional encargado de los proyectos obtenidos por la empresa. Asimismo, el informe muestra el desarrollo del proyecto “Diseño de la red de fibra óptica FTTH para el centro poblado Mazocruz, Puno”, donde se describe las etapas hasta la obtención del mapa y plano del diseño elaborados.

Palabras clave: Sistema de Información Geográfica (SIG), diseño, fibra óptica FTTH, diseño, plano.

ABSTRACT

This report exposes the experience obtained from the participation in different projects related to the application of the Geographic Information System (GIS) regarding the design of fiber optic networks FTTH, which has been performed from the evaluation, planning and execution for the commissioned projects. Regarding the company CARDITEL PROJECTS & ENGINEERING, it mentions the areas and functions in which they performed and contributed as professionals in charge of the projects obtained by the company. Likewise, the report shows the development of the project "Design of the FTTH fiber optic network for the Mazocruz, Puno town center", where it describes the stages until obtaining the map and plan of the design.

Keywords: Geographic Information System (GIS), design, fiber optic FTTH, layout, plan.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de proyectos de diseño de redes de Fiber To The Home (FTTH), contribuye con la mejora de la calidad del servicio de internet, debido a que es una de las principales redes de telecomunicaciones que brinda una alta velocidad y estabilidad en la señal, utilizada a nivel nacional e internacional. El centro poblado de Mazocruz cuenta con una red de internet de baja calidad, por lo cual se ha previsto realizar su implementación a través de la red de FTTH.

El presente informe se compone de 7 capítulos. El capítulo I se describe la introducción, la trayectoria del autor, la descripción de la empresa, el organigrama de la empresa y las áreas y funciones que han sido desempeñadas por el autor.

En el capítulo II, se describirá las actividades específicas que se deben desarrollar para el diseño de la red FTTH aplicando el Sistema de Información Geográfica (SIG) en el proyecto.

En el capítulo III, se detalla los aportes más destacados por el autor en los diferentes proyectos encargados y asignados a la empresa CARDITEL PROYECTOS E INGENIERÍA S.A.C. En el capítulo IV se describe las conclusiones del informe, en el capítulo V se menciona las recomendaciones para la mejora del diseño de redes de FTTH para proyectos similares encargados a la empresa CARDITEL PROYECTOS E INGENIERÍA S.A.C., y para proyectos similares, en el capítulo VI se menciona las referencias utilizadas para el presente informe y por último el capítulo VII corresponde a los anexos del informe.

1.1. Trayectoria del autor

Lopez Valverde Jorge Luis, autor del presente informe, es Bachiller en Ingeniería Geográfica de la Universidad Nacional Federico Villarreal, quien viene laborando como coordinador de proyectos de red de Fiber To The Home (FTTH) desde el diseño hasta la aprobación de los expedientes presentados a diferentes Municipalidades distritales y provinciales encargados de brindar la autorización para la construcción e instalación del proyecto.

El autor viene laborando desde mayo del 2019 en la empresa CARDITEL PROYECTOS E INGENIERÍA S.A.C., ocupando el cargo de Coordinador GIS, responsable de la elaboración de expedientes, informes, levantamiento catastral y generación de base de datos en los softwares ArcGIS y AutoCAD para proyectos de diseño de red de Fiber To The Home (FTTH).

1.1.1. Formación Académica:

- Curso Informático aplicado a la Ingeniería – ArcGIS (enero 2014 – marzo 2014)
- Especialista en AutoCAD de la Universidad Nacional de Ingeniería (enero 2014 – marzo 2014)

1.2. Descripción de la Empresa

CARDITEL PROYECTOS E INGENIERÍA S.A.C., es una empresa dedicada al desarrollo de actividades de consultoría, diseño y ejecución para proyectos del sector telecomunicaciones. Respecto al servicio relacionado a la consultoría realiza la gestión y

metodología aplicada para el desarrollo de proyectos de ingeniería y diseño en el ámbito de las telecomunicaciones.

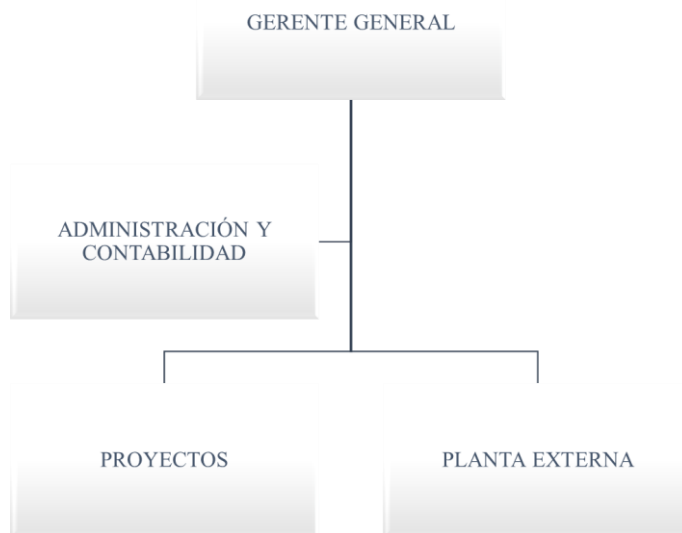
Una de las principales actividades relacionadas a la ingeniería y al diseño de redes HFC, diseño de red FTTH y diseño de fibra óptica (ADSS) son el levantamiento de catastro de rural y urbano, georreferenciación con GPS navegador portátil, GPS diferencial y estación total.

1.3. Organigrama de la Empresa

En la Figura 1 se muestra el organigrama de la empresa.

Figura 1

Organigrama de CARDITEL PROYECTOS & INGENIERÍA S.A.C.



Nota. Empresa CARDITEL & INGENIERÍA S.A.C. 2022

1.4. Áreas y funciones desempeñadas

Funciones desempeñadas en el área de Proyectos: Coordinador para la digitalización del diseño de la red de Fibra óptica para los siguientes proyectos encargados:

- Diseño de la red FTTH en el centro poblado Mazocruz, Puno.
- Diseño de la red FTTH en los centros poblados de Piura, Catacaos, Paita, Chulucanas (550 km), departamento de Piura con Línea eléctrica de BT, MT, AT y postes proyectados para Quanta-Fitel.
- Diseño de red FTTH para Entel Bolivia, región sur 350 km, con postes proyectados en toda la región Sur.
- Diseño de red FTTH en el centro poblado de Quillabamba (315 km), departamento de Cuzco, con Línea eléctrica de BT, MT, AT y postes proyectados para Cicsa-Claro.

Funciones desempeñadas en el área de Planta externa: Coordinador para el levantamiento de información en campo de los proyectos:

- Levantamiento de información de la red en Desaguadero (10,000 hp) digitalización, catastros y HFC.
- Levantamiento de información de la red en Mazocruz (1,000 hp) digitalización, catastros y HFC.
- Levantamiento de información de la red en Tarata (4,000 hp) digitalización, catastros y HFC.
- Levantamiento de información de la red en Piura (19,000 hp) digitalización, catastros y HFC.

II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

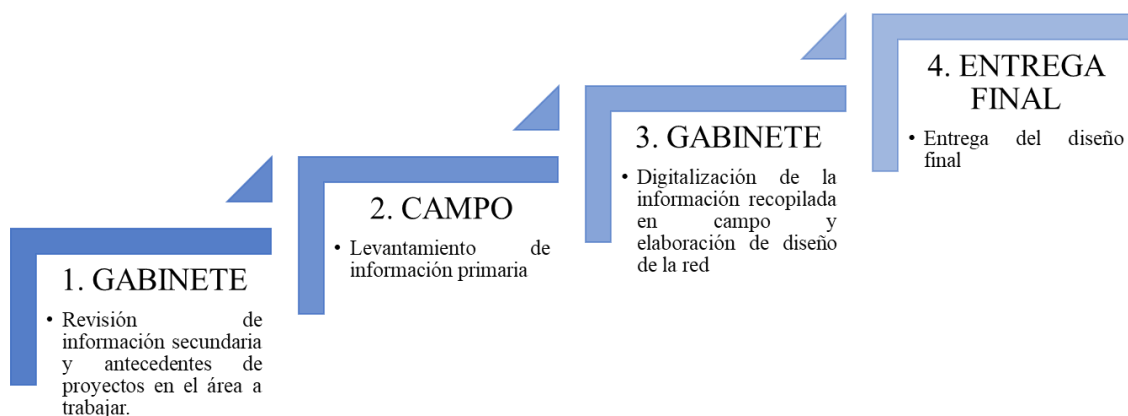
De acuerdo con la formación académica y experiencia que he venido desarrollando, he direccionado proyectos para el sector telecomunicaciones de empresas privadas, con la aplicación del Sistema de Información Geográfica (SIG) que integra y organiza 5 componentes para su aplicación, siendo el hardware, software, datos geográficos, método y el recurso humano que realiza la captura, almacenamiento, manipulación, análisis y despliegue en diversas formas de la información geográfica referenciada, esto con el fin de solucionar dificultades complejas relacionadas a los procesos de planificación y gestión (Santovenia Díaz, Javier, Tarragó Montalvo, Consuelo, & Cañedo Andalia, Rubén., 2009).

Respecto a la red HFFT, Tinoco (2011) refiere que son sistemas compuestos principalmente por fibra óptica capaz de soportar la gran demanda de ancho de banda. Mientras que Alcivar J. (2015) menciona que la red FTTH (Fiber to the home) es aquella fibra que llega al interior o hasta la fachada de la vivienda.

De acuerdo con las actividades desarrolladas, estas se ejecutan en 4 etapas, las cuales se describe en la Figura 2.

Figura 2

Etapas del desarrollo del diseño



Nota. Empresa CARDITEL & INGENIERÍA S.A.C. 2022

Como parte de mi labor profesional, desarrollé el proyecto “Diseño de la red FTTH en el centro poblado de Mazacruz, Puno”, con el objetivo de recopilar toda la información primaria y secundaria respecto a redes de telecomunicaciones existentes, proyectos en etapa de construcción y zonas intangibles presentes en el área del proyecto, todo ello con el apoyo del sistema de información geográfica, para posteriormente realizar un diseño óptimo de la red plasmado en un mapa y un plano.

En concordancia a las etapas mencionadas en la Figura 2, para este proyecto se realizaron las siguientes actividades:

2.1. Etapa de Gabinete 1

Se realizó una revisión previa de todo los aspectos ambientales, sociales y económicos respecto a la zona de trabajo y se plasmaron en un plano modelo antes de la etapa de campo, considerando los siguientes puntos:

- Se realizó la revisión de zonas de trabajo con redes aéreas existentes.
- Se georreferenció en Google Earth, la zona de trabajo.
- Se elaboró un plano modelo de la zona de trabajo, considerando las capas base para la ubicación y visualización de la información geográfica del proyecto.

De acuerdo con lo indicado, en referencia a la información secundaria obtenida en esta etapa respecto al área del proyecto, Mazocruz es un centro poblado ubicado en el distrito de Santa Rosa, provincia de El Collao, departamento de Puno, se encuentra a 3 981 m.s.n.m. y pertenece a la ecorregión puna, respecto a la población, el centro poblado cuenta con 1 022 habitantes y 938 viviendas particulares (INEI, 2017).

Tabla 1

Datos geográficos de Mazocruz

Departamento	Provincia	Distrito	Centro Poblado	Latitud sur	Longitud Oeste
Puno	El Collao	Santa Rosa	Mazocruz	16° 44' 30.5" S	69° 42' 53" W

Nota. Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

Por otro lado, respecto a los servicios de telecomunicaciones, según el aplicativo informativo “Checa tu señal” de OSIPTEL, quienes ponen a disposición la información de la cobertura del servicio móvil a nivel nacional, registran en el sistema que en el centro poblado de Mazocruz, las empresas operadoras presentes son Movistar, que cuenta con la red 2GB para el uso de llamadas telefónicas y Bitel que cuenta con la red 3GB y 4GB disponible para el uso de llamadas e internet, ambas empresas cuentan con cobertura en la localidad, mientras que Claro y Entel no cuentan con cobertura telefónica y de internet en la zona (OSIPTEL, 2023).

Tabla 2

Cobertura de celular reportada por empresas

Centro Poblado	Claro	Movistar	Entel	Bitel
Mazocruz	No	Si	No	Si

Tabla 3

Información tecnológica por operador

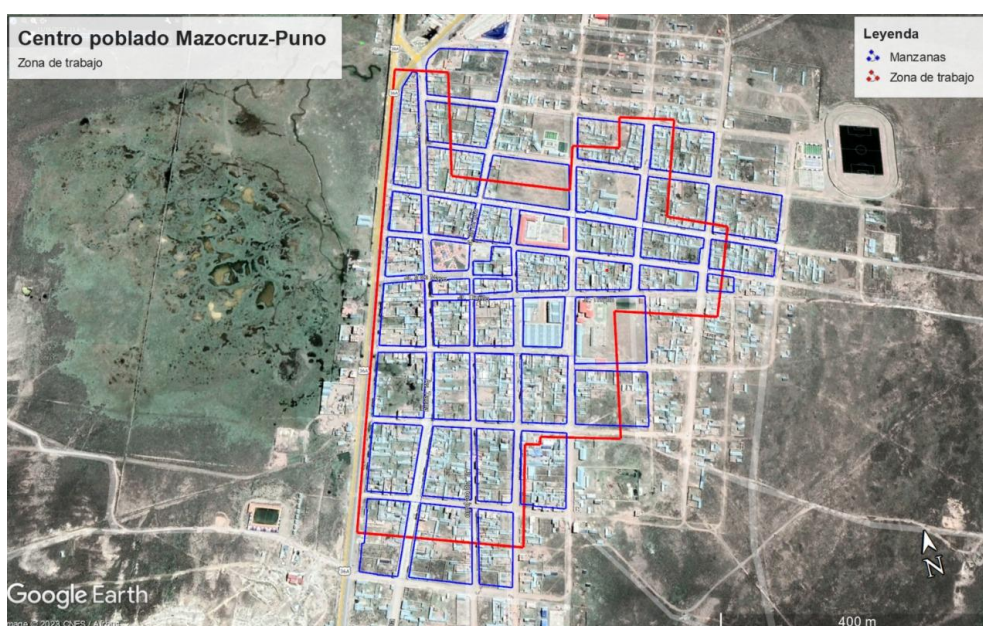
Empresa	2G	3G	4G	5G
Claro	Si	No	No	No
Movistar	No	No	No	No
Entel	No	No	No	No
Bitel	No	Si	Si	No

Nota. La red 2G no cuenta con el servicio de internet.

De acuerdo con la revisión de la información secundaria, se pudo obtener un mapa modelo que muestra la ubicación de las manzanas y la zona de trabajo de la cual se debe levantar la información, esta se muestra en la siguiente figura:

Figura 3

Mapa previo a la salida de campo



2.2. Etapa de Campo:

Se realizó el levantamiento de toda la información de campo de la posteria existente, describiendo su estado, cantidad y tipos, además se consideraron los siguientes puntos, para la obtención de la información primaria:

- Estudio de la Zona para construcción de Obra Civil (OC) y despliegue de cable de Fibra Óptica.
- Identificación de zonas con cobertura HFC.
- Identificación de zonas con importancia arqueológica, biológica y recursos naturales que son espacios intangibles.
- Identificación de zonas con redes subterráneas, en el caso de encontrar posteria sin ningún tipo de cableado y validar en campo, se debe reportar como zona canalizada y realizar el levantamiento de la red subterránea existente.
- Levantamiento de HHPP´S, identificar las zonas residenciales, zonas de comercio y construcciones existentes.
- Levantamiento de lotización, verificar los lotes por manzanas.
- Identificación y actualización en campo de los pasajes, calles, jirones y avenidas sin nombre.
- Validación y verificación de las distancias de los predios.
- Identificación de zonas con rango de contingencia alta, media y baja respecto a la concentración de hogares.

Figura 4

Zonas de contingencia



- Conteo de HHPP´S por manzana.
- Identificación del tipo de tecnología (512 HHPP´S o 768 HHPP´S) para realizar la segmentación.
- Se consideró que la segmentación no debe de partir calles ni jirones, avenidas con menos de 20 metros o menos de 3 vías, la segmentación debe ser lo mas cuadrangular y equitativamente posible, además debe coincidir con el límite de las manzanas y lotes
- Identificación de información relevante para el desarrollo del proyecto.
- Se consideró los siguientes criterios para la identificación de los HHPP´S en casas multifamiliares, cantidad de timbres, medidores de gas, medidores eléctricos, número de pisos, características de la infraestructura (puertas y escaleras), asimismo, se identificó el ingreso de acometidas existentes.
- Se consideró los siguientes criterios para el levantamiento de información de planta externa existente, identificación de postes aptos y no aptos para el uso del tendido,

identificación del ancho de la vía, identificación de red baja, media y alta tensión, además se recopiló información de los códigos de postes y la distancia de entre estos.

– Identificación de los postes eléctricos no aptos como los postes con base rota, postes inclinados, postes agrietados y postes de madera.

De acuerdo a la visita de campo para la verificación y recolección de información primaria, estos fueron tomados de forma digital y manual con la ayuda de la información secundaria recopilada en la etapa 1, es preciso indicar que se realizó el levantamiento de información de postera eléctrica, lotes, manzanas, avenidas, calles, asimismo en campo se logró corroborar que no existen zonas intangibles como lo son las áreas naturales protegidas (ANP), áreas de conservación regional (ACR), áreas de conservación privada (ACP), sitios RAMSAR y zonas arqueológicas que el proyecto pueda impactar. Posterior a la toma y verificación de la información, se da inicio a la siguiente etapa.

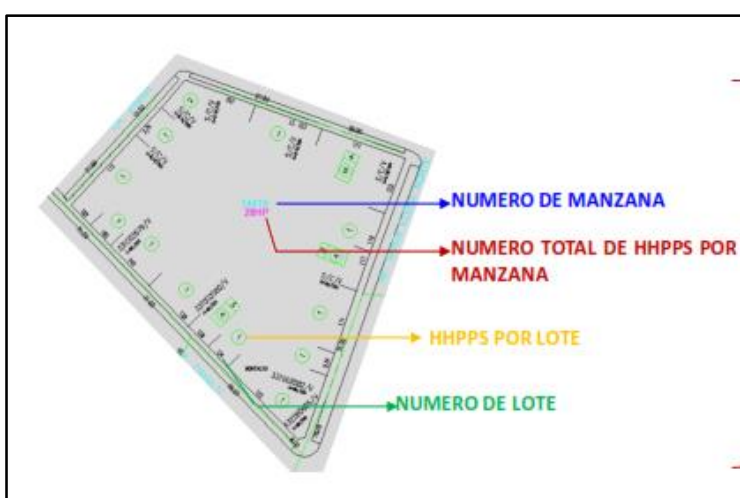
2.3. Etapa de Gabinete 2

En esta etapa se procesó los datos recopilados en campo y a partir de la información primaria y secundaria se elaboró el mapa y plano de la zona de trabajo, considerando los siguientes puntos:

- Uso del software ArcGIS y AutoCAD como herramienta para el procesamiento de los datos geográficos.
- Los lotes y manzanas identificados deben tener las siguientes características mencionados en la siguiente figura:

Figura 5

Reporte manzanal



Se procedió a elaborar del mapa y plano final del proyecto.

2.4. Entrega Final

En esta última etapa se realizó la entrega final del proyecto en los cuales se podrá observar el plano y mapa del proyecto:

- Plano del proyecto (Anexo A): Plasma el catastro de la zona del proyecto, este contiene información sobre la posteria eléctrica, lotes, manzanas, avenidas, calles y el diseño de la red FTTH.
- Mapa de Ubicación del proyecto (Anexo B): Plasma la información de la ubicación geográfica de la red FTTH como lo son la ubicación departamental, ubicación

provincial, ubicación distrital, red vial nacional, red vial departamental, ríos, curvas de nivel, la zona de estudio y el diseño de la red.

Respecto a zonas intangibles que puedan ser impactados por el proyecto, estas no se ubican en el área del proyecto, por lo cual el diseño de la red no afecta a estas zonas sensibles.

III. ACTIVIDADES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA

Durante el desempeño como coordinador de proyectos en la empresa CARDITEL PROYECTOS & INGENIERIA S.A.C., se desarrolló actividades para la contribución en la obtención, elaboración y aprobación de los proyectos encargados por la empresa. A continuación, se describe los proyectos encargados:

- Diseño de Fibra óptica (FITEL)Cuzco, 500 km con Línea eléctrica de BT, MT, AT y postes proyectados. Para Cicsa –Gilat Networks.
- Diseño de Fibra óptica Cuzco Quillabamba, 315 km con Línea eléctrica de BT, MT, AT y postes proyectados. Para Cicsa-Claro.
- Diseño de Fibra óptica en Piura (Piura, Catacaos, Paita, Chulucanas), 550 km con Línea eléctrica de BT, MT, AT y postes proyectados. Para Quanta-Fitel.
- Diseño de Fibra óptica Entel Bolivia 350km, con postes proyectados región Sur.
- El levantamiento de red en Arequipa (15,000 hp) catastros y HFC.
- El levantamiento de red en Chiclayo (20,000 hp) catastros y HFC.
- Diseño de Fibra óptica (FITEL) Ica 800km, con Línea eléctrica de BT, MT, AT y postes proyectados. Para GILAT NETWORKS PERU SA.
- El levantamiento de red en Puno (12,000 hp) digitalización, catastros y HFC.
- El levantamiento de red en Sullana (11,000 hp) digitalización, catastros y HFC.
- El levantamiento de red en Piura (19,000 hp) digitalización, catastros y HFC.
- El levantamiento de red en Desaguadero (10,000 hp) digitalización, catastros y HFC.
- El levantamiento de red en Mazocruz (1,000 hp) digitalización, catastros y HFC.

- El levantamiento de red en Tarata (4,000 hp) digitalización, catastros y HFC.

De acuerdo con los proyectos mencionados, se obtuvo la aprobación para la construcción de los diseños entregados.

IV. CONCLUSIONES

Debido a la situación económica, política, social y de salud, se ha visto una creciente demanda de usuarios que requieren una mejor calidad de red de internet, es por ello por lo que el uso de la red FTTH o fibra óptica para hogares brinda un servicio de mejor conectividad a la red en diferentes zonas y espacios geográficos a nivel nacional. Además, la red de FTTH incrementa la velocidad y la baja latencia de la transmisión de los datos, menor pérdida de señal, menor uso de fibras diferentes al FTTH y mayor capacidad de alcance.

El uso del Sistema de Información Geográfica (SIG) cumple un rol de suma importancia para la planificación y ejecución de proyectos de infraestructura de telecomunicaciones, ya que permite diseñar la mejor alternativa para la red FTTH en base a las características geográficas y los aspectos sociales, ambientales y económicos. Para el diseño se debe considerar los elementos del SIG, como los datos, métodos, software, hardware y recurso humano, ya que a partir de ellos se podrá realizar la recopilación, almacenamiento, procesamiento y visualización de la información geográfica y el diseño de la red a construir.

Por último, de acuerdo con la metodología que se realizó para el diseño de la red de FTTH mediante la aplicación del Sistema de Información Geográfica (SIG) en el proyecto “Diseño de la red de FTTH en el centro poblado de Mazocruz, Puno”, se obtuvo el mapa y el plano que muestra ubicación, manzaneo, lotización, guía de calles, postera existente, que muestra la información de la zona de trabajo. Asimismo, en la etapa de gabinete y campo se pudo corroborar que no existen zonas intangibles en la zona del proyecto, no hay restricciones ante posibles zonas intangibles para la construcción del proyecto.

V. RECOMENDACIONES

Durante el levantamiento de información primaria para la elaboración del diseño se recomienda realizar una comunicación con la municipalidad en la etapa 1, etapa 2 y de ser necesario en la etapa 3, acerca de datos importantes y actualizados del área del proyecto.

Se recomienda realizar una sensibilización y comunicación social del proyecto, ya que este podría ser afectado de no ser aceptado por la población, esto con el fin de no generar conflictos sociales que puedan afectar al proyecto.

Se recomienda incluir un plan de monitoreo de redes para dar mejoras al diseño en caso este sea afectado por algún factor social, ambiental o económico, esto con el fin de siempre brindar una mejor calidad del servicio de internet ante la coyuntura actual del Perú.

VI. REFERENCIAS

- Alcivar J. (31 de Junio de 2015). *Repositorio Universidad Estatal Península de Santa Elena*. Obtenido de Diseño e Implementación de una red de fibra óptica FTTH utilizando el estándar GPON entre la Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones y sus laboratorios en la Universidad Estatal Península de Santa Elena: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2364/1/UPSE-TET-2015-0003.pdf>
- INEI. (2017). *Instituto Nacional de Estadística*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística e Informática: <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>
- OSIPTEL. (2023). *Checa tu señal*. Obtenido de <https://serviciosweb.osiptel.gob.pe/CoberturaMovil/#>
- Santovenia Díaz, Javier, Tarragó Montalvo, Consuelo, & Cañedo Andalia, Rubén. (2009). *Sistemas de información geográfica para la gestión de la información*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352009001100007&lng=es&tlng=es.
- Tinoco J. (Setiembre de 2011). *Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1076/12/UPS-CT002134.pdf>

VII. ANEXOS

Anexo A: Plano del diseño a detalle del proyecto

Anexo B: Mapa de Ubicación del proyecto