



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL
DISEÑO Y LA INGENIERÍA DEL PROYECTO FTTH LOS OLIVOS Y SMP

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:

Aguilar Villalta, Delfín Enrique

Asesor:

Gonzales Alarcón, Angelino Oscar

(ORCID: 0009-0002-3618-9100)

Jurado:

Guillén León, Rogelia

Gonzales Alarcón, Angelino Oscar

Valdivia Orihuela, Braulio Armando

Lima – Perú

2023

Índice de contenido

Índice de contenido	II
Índice de figuras	V
Resumen	VI
Abstract	VII
I. Introducción	1
1.1 Trayectoria del autor	3
1.1.1 Estudios de pregrado	4
1.1.2 Estudios de posgrado.....	5
1.2 Descripción de la empresa.....	5
1.3 Organigrama de la empresa.....	6
1.4 Áreas y funciones desempeñadas	6
II. Descripción de una actividad específica	9
2.1 Alcances	9
2.2 Descripción del área del estudio donde se desarrolló la actividad.....	10
2.3 Ubicación del área de estudio.....	10
2.4 Objetivos	11
2.4.1 Objetivo general	11
2.4.2 Objetivos específicos.....	11
2.5 Justificación.....	11
2.6 Bases teóricas	12
2.6.1 Sistemas de información geográfica.	12

2.6.2	Componentes del sistema de información geográfica.....	13
2.6.2.1	Datos.....	13
2.6.2.2	Procesos.....	14
2.6.2.3	Visualización.....	15
2.6.2.4	Tecnología.....	15
2.6.2.5	Software ArcGIS.....	15
2.6.2.6	Factor organizativo.....	16
2.6.2.7	Personal.....	16
2.6.3	Modelos de sistemas de información geográfico	17
2.6.3.1	Modelo conceptual.....	17
2.6.3.2	Modelo lógico.....	17
2.6.3.3	Modelo físico.....	17
2.6.4	La ingeniería de proyectos para despliegue de fibra óptica	18
2.6.5	Fases de la ingeniería de proyecto.....	18
2.6.5.1	Inicio.....	18
2.6.5.2	Planificación.....	18
2.6.5.3	Procesos de ejecución.....	19
2.6.5.4	Procesos de monitorización y control.....	19
2.6.5.5	Culminación del proyecto.....	19
2.6.6	Fibra óptica.....	19
2.6.7	Tipos de fibra	20
2.6.7.1	Monomodo.....	20

2.6.7.2	Multimodo.....	21
2.6.8	Redes de fibra.....	21
2.6.8.1	Topología en estrella.	21
2.6.8.2	Topología en bus.	22
2.6.8.3	Topología del anillo..	22
2.6.8.4	Topología en árbol..	22
2.7	Marco legal.....	22
2.8	Metodología de trabajo.....	23
2.9	Procedimientos de trabajo.	24
III.	Aportes más destacables a la empresa.....	27
IV.	Conclusiones	29
V.	Recomendaciones.....	30
VI.	Referencias Bibliográficas	31
VII.	Anexos.....	35

Índice de figuras

Figura 1: Organigrama de PICTELS S.A.C.....	6
Figura 2: Ubicación referencial del proyecto FTTH Los Olivos y SMP.....	101
Figura 3: Partes principales de la fibra óptica	20

Resumen

El informe presentado corresponde a la descripción de la experiencia profesional del autor en el ejercicio laboral de su carrera, actualmente el autor se encuentra a cargo de un equipo de profesionales encargados de la ingeniería de proyectos en una importante empresa del rubro de las telecomunicaciones, tiene como logro importante en la misma el haber implementado un sistema de información geográfica para la optimización en el proceso del diseño y la ingeniería de proyectos en el proyecto “FTTH Los Olivos y SMP”. Por ende, el objetivo principal del informe será: Proponer un sistema de información geográfica enfocado en la optimización de procesos en el diseño y la ingeniería del proyecto FTTH Los Olivos y SMP luego de redactado y explicado el informe, el autor revelará las conclusiones del proyecto y dicho sea de paso se tiene como conclusión general: La incorporación del sistema de información geográfica enfocado en la optimización de procesos en el diseño y la ingeniería del proyecto FTTH Los Olivos y SMP, resultan bastante eficientes en cuanto a la reducción del tiempo de entrega de la carpeta de entregables del diseño e ingeniería al cliente por ende influye favorablemente en la optimización del presupuesto del proyecto.

Palabras clave: proyecto, optimización diseño e ingeniería.

Abstract

The report presented corresponds to the description of the professional experience of the author in the work of his career, currently the author is in charge of a team of professionals in charge of project engineering in an important company in the field of telecommunications, has as an important achievement in it, having implemented a geographic information system for optimization in the design process and project engineering in the "FTTH Los Olivos and SMP" project. Therefore, the main objective of the report will be: Propose a geographic information system focused on the optimization of processes in the design and engineering of the FTTH Los Olivos and SMP project. After writing and explaining the report, the author will reveal the conclusions of the project. and by the way, the general conclusion is: The incorporation of the geographic information system focused on the optimization of processes in the design and engineering of the FTTH Los Olivos project and SMP, are quite efficient in terms of reducing delivery time. of the portfolio of design and engineering deliverables to the client, therefore it favorably influences the optimization of the project budget.

Keywords: project, optimization, design and engineering.

I. Introducción

Este informe se elaboró de acuerdo con el proceso de obtención de un título profesional a través del criterio de suficiencia profesional y se basa en la estructura del anexo IV del reglamento general de grados y títulos de la Universidad Nacional Federico Villarreal. Reglamento que forma parte de la Ley Universitaria N° 30220, que fue aprobada el 25 de junio del 2018, mediante Resolución R.N. N° 2900-2018-CU-UNFV.

En ese sentido, el informe fue redactado con la experiencia laboral que el autor ha ganado a lo largo de su vida profesional en las áreas de gestión del territorio, desarrollo urbano y rural y la aplicación de los sistemas de información geográficas (SIG) en la gestión de proyectos; ha participado en diferentes proyectos de gran envergadura desde actualización de base cartográfica hasta el desarrollo integral de proyectos de ingeniería, hoy por hoy participa en la planificación y diseño de proyectos de telecomunicaciones para el despliegue de fibra óptica, brindando un enfoque diferente desde este punto de vista geográfico, aplicando los sistemas de información geográfica desde la planificación de los proyectos para el despliegue de fibra óptica, con ello contribuir de la mano de la aplicación de la tecnología geográfica para la puesta en marcha de la tecnología de las telecomunicaciones.

Las telecomunicaciones contribuyen al desarrollo social, cultural e industrial de las naciones. Es más, grandes transformaciones se han producido y se siguen produciendo gracias al uso intensivo de las telecomunicaciones, hoy en día ya podemos lograr comunicación a millones de kilómetros de distancia, la ONU enfatizó que «la crisis de la COVID-19 ha subrayado el papel fundamental de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para el bienestar de la sociedad a largo plazo» y también ha permitido evidenciar la marcada desigualdad que existe entre países en el acceso a la tecnología digital.

En la actualidad: estamos en los comienzos de la nueva tecnología 5G, con 10

veces mayor velocidad de transmisión de datos y ancho de banda, y una reducción abismal de la latencia a menos de un milisegundo, siendo un verdadero desafío que abordan los grandes operadores de red celular, que ya comercializan la quinta generación de red móvil (5G), y donde aún hay camino por recorrer para desplegar todas sus características y obtener una red superior a lo que hoy entregan LTE.

También se puede señalar que, en Perú se han implementado planes en función de desarrollar la banda ancha, aumentando el acceso a internet con alta velocidad, garantizando la velocidad del tráfico y la conexión en bits por segundo (López, 2016, p. 16). Se puede comprender que, el país está en vías de modernizar la plataforma de telecomunicaciones. Desde esta perspectiva, la fibra óptica se convierte en parte del desarrollo necesario para las empresas de telecomunicaciones. Para lograr la optimización de los procesos en proyectos de despliegue de fibra óptica se hace necesario elaborar una planificación atendiendo a múltiples factores.

En el contexto de la planificación, surgen los sistemas de información geográfica como una herramienta o alternativa para mejorar los procesos en el área de ingeniería de proyectos, de acuerdo con Sosa y Martínez (2009):

En telecomunicaciones los sistemas de información geográfica se usan en el diseño de enlaces, a partir de ellos, frente a una computadora, se puede definir la línea de vista del enlace o la presencia de obstáculos en el terreno y la búsqueda de alternativas que lo hagan viable. (p. 27)

Desde este punto de vista, los sistemas de información geográfico son una alternativa muy útil para las empresas que se dedican al área de telecomunicaciones, permitiendo realizar un diagnóstico y estudio profundo del espacio geográfico a utilizar. Sin embargo, no todas las empresas de telecomunicaciones implantan un sistema de información geográfica para planificar el despliegue del tendido de fibra óptica. Esta realidad se veía reflejada en una

empresa prestadora de servicios de telecomunicaciones en el Perú, donde mediante la incorporación del autor se fueron migrando paulatinamente el uso de las herramientas tradicionales hacia la innovación con los sistemas de información geográfica (SIG) para la planificación de proyectos con miras al despliegue de la fibra óptica, realizando aspectos que son indispensables para la efectividad del diseño e ingeniería de los proyectos de esta índole.

1.1 Trayectoria del autor

Delfín Enrique Aguilar Villalta, en adelante el autor, es bachiller en ingeniería geográfica de la Universidad Nacional Federico Villarreal, estudió una segunda carrera en una universidad particular en la ciudad de Lima a la fecha tiene el grado bachiller en la carrera profesional de ingeniería civil y actualmente está estudiando una tercera carrera en una importante universidad nacional en la ciudad de Lima encontrándose en calidad de estudiante de la carrera profesional de Historia en la facultad de Ciencias Sociales; cuenta con un estudio de postgrado culminado actualmente es maestro en gestión pública y también se especializó en gerencia de proyectos bajo los lineamientos del PMBOK del PMI. En cuanto a su experiencia profesional cuenta con más de 10 años de experiencia en instituciones públicas y privadas, en proyectos de inicio a fin ejerciendo sus conocimientos en ingeniería geográfica, la gestión del territorio y el dominio de los sistemas de información geográfica (SIG) para facilitar los procesos en la gestión de proyectos, construcción civil, despliegue de infraestructura de fibra óptica, catastro urbano, topografía y geodesia.

El autor cuenta con experiencia demostrada en un orden cronológico en proyectos de manejo de residuos sólidos y recolección selectiva en una municipalidad provincial del departamento de Lima; levantamiento de información catastral a nivel de expedientes en una entidad municipal de Lima Metropolitana; generación de base gráfica mediante el uso de los sistemas de información geográfica (ArcGis) y los sistemas CAD (AutoCAD) en

una consultora cartográfica; proceso de levantamiento de información en campo con equipos GPS sub métricos a nivel nacional y posterior edición de información geográfica como planos y kmz usando los SIG (ArcGis) y los sistemas CAD (AutoCAD) para el proyecto Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica Perú en una reconocida empresa privada multinacional; gestión de planificación y ejecución de todo el proceso de la ingeniería de proyectos de fibra óptica generando entregables con información cartográfica y espacial para la gestión de negociaciones de servidumbre y saneamiento de permisos municipales para la posterior construcción del proyecto expansión de banda ancha de una importante operadora de servicios de telecomunicaciones a nivel nacional; gestión a nivel jefatura de manera global del universo de proyectos de fibra óptica desde el inicio, planificación, ejecución, supervisión y cierre. Definiendo los recursos, coordinando y supervisando el análisis funcional y orgánico, así como también el desarrollo y la implementación de cada uno de ellos para reconocidas empresas operadoras de servicio de telecomunicaciones a nivel nacional; finalmente, los últimos 3 años con 9 meses el autor se encuentra prestando sus servicios en la empresa PICTELS S.A.C. desempeñándose como “Jefe de ingeniería de proyectos” responsable al mando del control del funcionamiento del equipo en el proceso de generación de entregables de ingeniería con información cartográfica (base catastral, mobiliaria y de infraestructura nueva y existente) y espacial (georreferenciación de puntos, rutas y polígonos) según las dimensiones de los proyectos para la gestión de negociación de servidumbre y obtención de licencias construcción y permisos municipales para el posterior despliegue de fibra óptica de los proyectos correspondientes al incremento de capacidad por medio de las nuevas redes.

A continuación, se realiza un breve repaso respecto al grado académico del autor concerniente a los estudios de pregrado y posgrado.

1.1.1 Estudios de pregrado

El 03 de mayo del 2016 la Universidad Nacional Federico Villarreal confiere al autor el diploma de bachiller en la carrera profesional de ingeniería geográfica, carrera que inició en el año 2009 y finalizó en el año 2014; en el año al 2017 el autor opta por estudiar ingeniería civil en la Universidad Privada del Norte como segunda especialidad, estudios que culmina en el 2020 y el 29 de marzo del 2021 se le otorga el grado de bachiller registrado en SUNEDU; finalmente, en el 2021 el autor da inicio con los estudios de su tercera carrera profesional, la especialidad de historia en la facultad de ciencias sociales de la Universidad Nacional Enrique Guzmán y Valle, estudios que a la fecha aún está cursando.

1.1.2 Estudios de postgrado

En el año 2021 el autor da inicio con sus estudios de postgrado en la Universidad Cesar Vallejo, llevando el programa de maestría en gestión pública, estudios que lo estaría culminando en el 2022 y el 16 de enero del 2023 sustentaría su tesis y por deliberación unánime del jurado se le otorgaría el grado de maestro en gestión pública. Así mismo, en el 2022 el autor llevó una especialización en la Corporación Universitaria de Cataluña, Bogotá – Colombia, en gerencia de proyectos bajo los lineamientos del PMBOK del PMI.

1.2 Descripción de la empresa

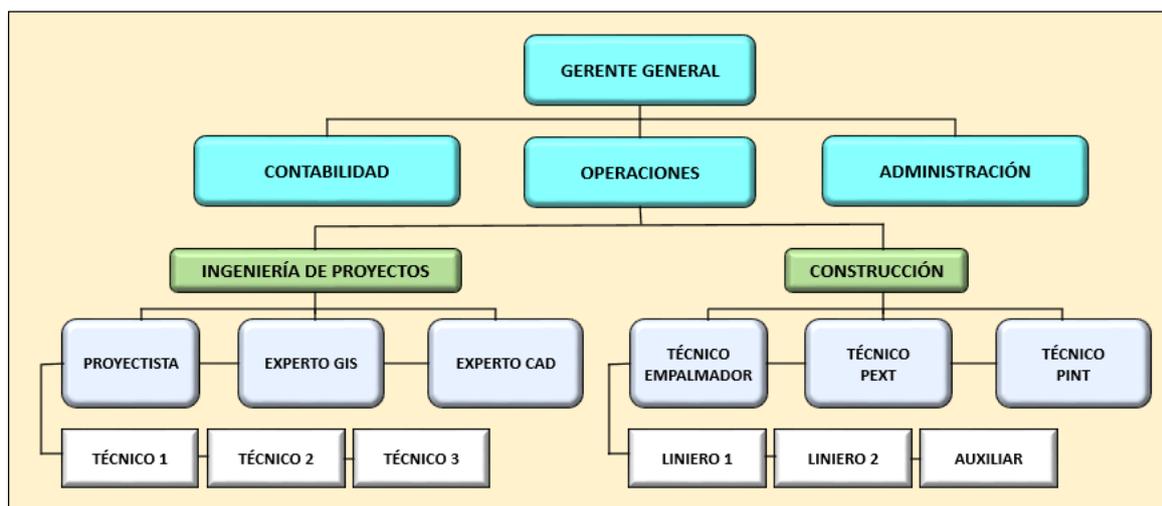
PICTELS S.A.C., es una empresa peruana que tiene por propósito satisfacer las necesidades del mercado de telecomunicaciones brindando las soluciones más acertadas para el desarrollo de los proyectos que atiende con cada uno de sus clientes, en su propuesta para optimizar el tiempo y recursos en la ingeniería y construcción presenta la innovación de la aplicación de los sistemas de información geográfica (SIG) usando para este servicio el software ArcGIS el cual permite desarrollar una planificación mucho más eficiente que los métodos tradicionales, como resultado de los SIG en la planificación de la ingeniería se tienen un conjunto de entregables como los planos, kmz, carteras e inventario de materiales con una sola base de datos por ende la información será consecuente en cada uno de sus formatos. Con

ello busca promover soluciones especializadas en proyectos de redes de fibra óptica y soluciones integrales de cualquier infraestructura en telecomunicaciones. Teniendo como principal objetivo ofrecer un servicio de calidad a todos sus clientes clientes, siendo partícipes en todo el proceso del proyecto. Cuenta con un equipo de profesionales altamente capacitados que aplican las mejores prácticas reconocidas en el mundo de telecomunicaciones y la optimización de procesos.

1.3 Organigrama de la empresa

Figura 1

Organigrama de PICTELS S.A.C.



Fuente: propia

Nota: Tener en cuenta que la estructura mostrada en el organigrama está en función a su última actualización en marzo del 2022.

1.4 Áreas y funciones desempeñadas

El autor inició su vida laboral en la empresa PICTELS SAC en abril del 2019 ingresando como jefe del área de ingeniería de proyectos, esta área es de la dependencia del departamento de operaciones. El autor inicialmente se encargó de ordenar al equipo

de trabajo ya que se estaba desarrollando el diseño de la manera tradicional sin optimizar el tiempo y los recursos, detectó que los entregables del diseño de proyectos en muchos casos no coincidía la información geográfica entre sí, en algunos casos no tenían la proyección adecuad, entre otros. Con este reto el autor inicia con los talleres y capacitaciones al grupo a fin de que puedan entender la nueva metodología de trabajo con la que se iba a atender los proyectos en adelante.

A continuación, se muestra cada una de las funciones que el autor desempeña dentro de la institución.

Encargado de estructurar el área y para ello fue necesario determinar el software GIS para su uso en las computadoras de la oficina, implementación de la base de datos y metodologías como escalas de trabajo, escalas de salida, resolución (en todas sus dimensiones) de imágenes a emplear que son necesarias para procesar la información de los proyectos.

Responsable al mando de planificar y dirigir al equipo de ingeniería en su totalidad campo y gabinete, con ellos coordinar cada una de sus funciones y responsabilidades; optimizar la planificación estratégica del proyecto, identificando desde el inicio los posibles riesgos y complicaciones para determinar las estrategias a fin de cumplir con los requerimientos del cliente.

Encargado de elaborar el plan de gestión, ruta crítica, identificación de riesgos, gestión de la comunicación para el pase a licencias e implementación de cada proyecto, además de velar por la elaboración del expediente técnico, cronograma, plan de trabajo y manejo de entregables del proyecto asignado.

Responsable de dar el visto bueno de los entregables de ingeniería elaborados por proyecto para la presentación a los clientes, garantizando la correcta información geográfica en los formatos pertinentes, que en la exportación de los datos desde el software de sistemas

de información geográfica no haya ningún error que registre alguna falencia en la entrega.

Finalmente, responsable de elaborar los informes gráficos de avances y gestión de proyectos en coordinación con las empresas contratistas de servicios la ejecución de actividades a realizar, haciendo seguimiento de trámites y permisos de las municipalidades o entes controladoras, para la instalación de FO en postes o las estructuras a utilizar.

Presentación de información ejecutiva por proyecto, tanto a los departamentos gerenciales de PICTELS, así como también a los coordinadores del cliente para mostrar los avances y proyecciones por fecha según programación de reuniones.

II. Descripción de una actividad específica

En este capítulo se detallará las actividades desarrolladas para la optimización del diseño y la ingeniería de proyectos usando para ello los sistemas de información geográfica (GIS) garantizando el cumplimiento del cronograma según contrato y rentabilizando esta etapa del proyecto “FTTH Los Olivos y SMP” desarrollado a mediados del año 2019 para el cliente Entel Perú S.A. (en adelante, “Entel”), teniendo en cuenta que la representada del autor PICTELS tenía que considerar durante el desarrollo de todo el Proyecto el cumplimiento de la Ley General de Medio Ambiente No. 28611, además de la Ley Marco de Sistema Nacional de Gestión Ambiental No. 28245 y su Reglamento, y la normativa legal aplicable con el fin de evitar contaminación e incidencia medioambiental desfavorable.

2.1 Alcances

El Proyecto contempló elaborar el diseño e ingeniería para el posterior despliegue de infraestructura para la red de telecomunicaciones de Entel, con la propuesta en marcha de la reducción de tiempos mediante la aplicación de las tecnologías geográficas como son los sistemas de información Geográficas (SIG) considerando el uso en caso sea necesario de infraestructura de titularidad de terceros (operadoras de telecomunicaciones, eléctricas y/u otras), de forma aéreo y/o subterránea a en los distritos de Los Olivos y San Martín de Porres, provincia y departamento de Lima en toda la zona de influencia del proyecto; que permitió mejorar la capacidad de transmisión, optimización de recursos y de tecnología del equipamiento; así como, contar con un sistema seguro que elevará el nivel de confiabilidad de los diferentes enlaces que forman parte de dicha red.

Para ello, PICTELS debió brindar a Entel el servicio de diseño, servicio de saneamiento legal, servicio de gestión y obtención de permisos y servicio de construcción e implementación, cumpliendo con los procedimientos, manuales, formatos, estándares de calidad y/o requerimientos de Entel; y, a la vez, con la normativa nacional e internacional aplicable.

2.2 Descripción del área del estudio donde se desarrolló la actividad:

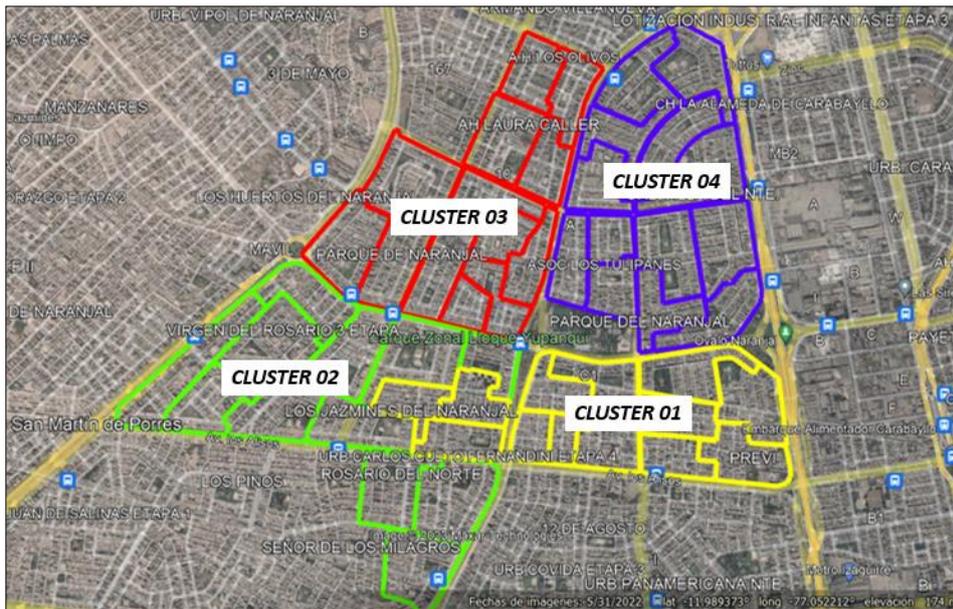
El proyecto FTTH Los Olivos y SMP fue un proyecto en el que se puso en marcha la optimización de recursos en la etapa de la ingeniería del proyecto mediante los sistemas de información geográfica (SIG) con ello garantizando el cumplimiento de las fechas según el cronograma pactado y la eficiencia económica en el proceso, la magnitud de este fue de 170 km de cable de fibra óptica y el uso de 1498 postes entre existentes y postes nuevos dividido en 4 cluster colindantes, desarrollado dentro de la jurisdicción de los distritos de Los Olivos y San Martín de Porres, provincia y departamento de Lima.

2.3 Ubicación del área de estudio.

El proyecto se desarrolló en parte de dos distritos de Lima Norte, abarcando dos distritos: Los Olivos y San Martín De Porres; se trabajó con una sub división de cuatro cluster; encontrándose el cluster 1 en las urbanizaciones Carlos Cueto Fernandini 4ta etapa, PREVI y Los Jazmines del Naranjal; el cluster 2 en las urbanizaciones Rosario del Norte, Los Jazmines de Naranjal y Virgen del Rosario 3ra etapa; el cluster 3 en las urbanizaciones Parques de Villa Sol, Laura Caller, Los Peregrinos del Señor, Villa Universitaria, Parque de Naranjal, Portales del Norte, Patria Nueva y Alameda de Villa Sol; finalmente, en el cluster 4 se tienen las urbanizaciones Villa Infantas, Villa del Norte, Parque del Naranjal, América y Los Tulipanes.

Figura 2

Ubicación referencial del proyecto FTTH Los Olivos y SMP.



Fuente: propia

2.4 Objetivos

2.4.1 *Objetivo general*

- Proponer un sistema de información geográfica enfocado en la optimización de procesos en el diseño y la ingeniería del proyecto FTTH Los Olivos y SMP.

2.4.2 *Objetivos específicos*

- Identificar un software GIS de escritorio que cumpla con la optimización de procesos en el diseño y la ingeniería del proyecto FTTH Los Olivos y SMP.
- Crear una base de datos espaciales de los elementos existentes para el reconocimiento de los sistemas de información geográfica.
- Corroborar la correcta exportación de entregables mediante el SIG usado en la optimización del diseño y la ingeniería del proyecto FTTH Los Olivos y SMP.

2.5 Justificación

El informe se centra en la descripción de la propuesta de un sistema de información geográfica para la planificación de recursos en la etapa del diseño e ingeniería de proyectos de

tendido de fibra óptica, dentro de los beneficios de índole social se tiene que, la mayoría de los países desarrollados tiene acceso a las telecomunicaciones, con garantías de rapidez debido a la modernización del sistema. Desde este punto de vista, la planificación de proyectos en telecomunicaciones, específicamente dirigido al tendido de fibra óptica, permite la elaboración de proyectos garantizando que cada día estarán conectados más personas.

Desde la visión aplicativa y práctica, el informe permite a través del sistema de información geográfica, la ubicación de los puntos esenciales para la planificación de la etapa del diseño y la ingeniería de los proyectos de telecomunicaciones, en el caso del tendido de fibra óptica, así como la ubicación espacial de cada punto central del tendido de la fibra, además de atender cualquier situación que puedan presentarse.

Desde el punto de vista económico, el diseño y la ingeniería implican una inversión para la empresa operadora; sin embargo, a mediano y largo plazo implica será reflejado en el aumento de la cantidad de clientes, además de beneficios internos al minimizar el costo, disminuyendo el tiempo de respuesta ante cualquier falla interna o externa del tendido de fibra óptica.

2.6 Bases teóricas

2.6.1 Sistemas de información geográfica.

El sistema de información geográfico (SIG) puede ser definido como las herramientas que forman parte y vinculan una cantidad de componentes, dentro de los cuales están los usuarios, software, hardware y los diversos procesos, que dan inicio al almacenamiento de información, también permiten la manipulación y análisis de la misma. De acuerdo con Sanguino (2013): “Se puede definir un SIG como un conjunto organizado de medios informáticos (hardware, software y datos georreferenciados) diseñado para capturar, almacenar, editar y mostrar información geográfica relativa al mundo real” (p. 6).

Es importante señalar que, la información debe provenir del mundo real, partiendo de las

referencias espaciales, convirtiéndose en una herramienta esencial para agrupar aspectos de índole social, económico, culturales y ambientales, permitiendo la toma de decisiones con base en información actual. En palabras de Olaya (2011) un SIG se define como: “un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente en la captura, almacenamiento, análisis, transformación y presentación de toda la información geográfica y sus atributos, con el fin de satisfacer múltiples propósitos” (p. 4).

Es pertinente mencionar que, este tipo de sistema permite incorporar una variedad de elementos partiendo de la información espacial, para poder analizarla y tomar decisiones basándose en la gestión de la misma, ayudando a agilizar la resolución de problemas obteniendo las respuestas a cada interrogante en forma rápida (Olaya, 2011, p. 4).

2.6.2 Componentes del sistema de información geográfica

Los sistemas de información geográfica, están integrados por varios componentes esenciales que ayudan al usuario a realizar consultas, acceder a la información de manera interactiva, estos datos pueden presentarse como mapas, datos numéricos, ubicación de diversas zonas, etc. En este caso es necesario resaltar, que para que este proceso de realice, el sistema debe contar con elementos básicos como datos, procesos definidos, también debe contar con la visualización, el factor organizativo y el personal adecuado, los cuales se explican a continuación.

2.6.2.1 Datos. Los datos del SIG simbolizan los elementos del contexto real, como carreteras, altitudes de terrenos o sectores, así como el uso de los suelos. Es necesario señalar que, los datos son elementos esenciales, es decir, le dan sentido al sistema motivado a que la información geográfica, convirtiéndose en un elemento obligatorio dentro del sistema. Desde este punto de vista, deben profundizar en el conocimiento de las propiedades y características precisas de los datos geográficos que se tiene previsto utilizar en el sistema (Olaya, 2011, p.18).

Evidentemente, el sistema necesita de datos de alta confiabilidad para poder dar respuesta

a todas las preguntas que surjan de forma efectiva. Palpablemente, la obtención de buenos datos se vincula a un alto porcentaje del presupuesto que se destine para la implementación del sistema, otro aspecto relevante es el tiempo necesario para recabar y seleccionar la información. En efecto, debe considerarse que, al producirse un error, por ejemplo, información incorrecta o incompleta en el SIG, pueden dar como resultado respuestas incorrectas que confundan al usuario (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2004, p.5).

Es necesario acotar que, el diseño de los datos requiere considerar varios aspectos significativos como, el conceptual, el cual involucra la definición conceptual, partiendo de la identificación de las características específicas de los requerimientos de información, además de los datos con los cuales se dispone para crear un modelo conceptual que atienda a las necesidades del usuario. Igualmente, debe contar con un diseño lógico, identificando el sistema que se requiere, para poder optimizar la información y trabajar de la mejor forma. Finalmente, el modelo físico, lo que implica la fase de desarrollo, permitiendo la operacionalización de los datos y el manejo de estos en un programa (Sosa y Martínez 2009, p.1).

2.6.2.2 Procesos. El proceso implica varias acciones como la recolección de la información, además de la introducción en el sistema, necesita definir el diseño teniendo presente la calidad que requiere y la operatividad. Cabe considerar, por otra parte, que para la eficacia del SIG se hace necesario además equipos y programas actualizados, debe contar con personal capacitado que pueda realizar la planificación, organización y supervisión, teniendo como referencia la calidad de los datos, para garantizar la calidad del sistema final (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2004, p. 5).

Los procesos implican las funciones que se requieren de un sistema, de allí su sencillez o complicidad, aunado a ello, debe considerarse el campo de aplicación desde las consultas más simples hasta las más complejas. Es importante comprender que, una de las áreas que aporta a los sistemas de información geográfica es la estadística, adaptando su información se

puede conformar un marco de información, para construir un conjunto de procesos que permitan acceder a datos georreferenciados (Olaya, 2011, p. 19).

2.6.2.3 Visualización. Es necesario resaltar, la importancia de la visualización de la información en un sistema de información geográfica, debido a que, la misma representa la garantía de interpretación por parte del usuario, convirtiéndose en un elemento esencial del sistema. Indudablemente, la visualización, facilita la interpretación de la información, teniendo presente que, la información geográfica a través de los años se ha utilizado de forma visual, haciéndola más manejable y dinámica (Olaya, 2011, p. 19).

2.6.2.4 Tecnología. El área tecnológica, está presente hoy en día en casi todos los proyectos o diseños, depende en gran medida del tipo de computadora que se utiliza, la configuración individual o en redes, para ello, se considera importante el hardware, basándose en las necesidades del sistema y la información que se requiere recabar; asimismo, el software debe relacionarse con las herramientas que deben emplearse para analizar y visualizar la información requerida (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2004, p. 5).

Dentro de este conjunto de ideas, se señala el software está relacionado con la operatividad de los datos, de allí, que se cuente con diversas aplicaciones como las básicas o clásicas donde se observan, gestionan y analizan una variedad de datos geográficos, también existen otros de mayor complejidad que pueden formar parte otra aplicación mayor; sin embargo, requieren como aspectos funcionales básicos como la visualización cartográfica en formato digital (Olaya, 2011, p. 21). Desde esta perspectiva, el componente tecnológico resulta indispensable para que el sistema funcione, basándose en los requerimientos, es decir, que pueda ofrecer la información oportuna en tiempo real.

2.6.2.5 Software ArcGIS. El ArcGIS puede ser considerado como una aplicación integrada utilizada para los sistemas de información, cuenta con tres elementos esenciales como el Software ArcGIS Desktop el cual es un conjunto de aplicaciones integradas de escritorio

avanzadas para SIG. Asimismo, el ArcSDE siendo una interfaz que se utiliza para administrar la base de datos geográfica o Geodatabase. Finalmente, el software ArcGIS Server es un sistema orientado para ser utilizado en Internet, cuya función es distribuir los datos (Calderón Franco, 2016, p. 33).

Es importante mencionar que, el ArcGIS Desktop puede ser utilizado en Windows (7, 8, 10), posee varias herramientas como ArcView, el cual proporciona el mapeo y análisis, herramientas simples de edición y de geoprocésamiento. De igual forma, ArcEditor posee un nivel de funcionamiento basado en la edición avanzada y ArcInfo la cual funciona como complemento de las dos anteriormente señaladas (Calderón Franco, 2016, p. 33).

2.6.2.6 Factor organizativo. En cuanto al factor organizativo de un SIG se puede mencionar que, como todo sistema necesita una organización interna y por supuesto una coordinación de todos sus elementos. Este componente del sistema resulta de gran relevancia para garantizar el éxito del diseño, se debe considerar la complejidad del sistema, basándose en las interrelaciones entre sus componentes, así como el personal que maneja el sistema (Olaya, 2011, p. 21). Evidentemente, organizar se convierte en una función dentro de cualquier actividad, dentro de ella se encuentran varios aspectos considerados elementales como las tareas a realizar y la asignación de responsabilidades, es decir, las decisiones importantes, quien las tomará, etc. (Robbins y Judge, 2009, p.6).

2.6.2.7 Personal. El personal debe estar capacitado, en el área tecnológica para el manejo del sistema y el desarrollo de planes. Es pertinente señalar que, la experiencia del personal es indispensable para garantizar el adecuado manejo y actualización, evitando errores no sólo en la selección de información también en el manejo de software y hardware, logrando sacar su más alto potencial, debe señalarse que cuando un sistema se diseña un sistema se limita de alguna manera el potencial, pero si el personal es capacitado puede mejorar de forma efectiva todo el proceso (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2004, p. 6).

2.6.3 Modelos de sistemas de información geográfico

Es necesario mencionar que, la información geográfica está relacionada con la utilización de la tecnología, de allí la importancia de realizar los diseños atendiendo a los aspectos de índole teórico. Debe, por tanto, comprenderse que el diseño representa objetos o sitios que son reales, lo que implica un modelo conceptual, otro lógico y finalmente el físico, los cuales se explican a continuación.

2.6.3.1 Modelo conceptual. En esta parte del modelo, se definen la conceptualización de la realidad estudiada, dentro de las cuales está la superficie, las relaciones espaciales y las características, esta información permite elaborar una proyección real, partiendo del análisis de la información y los datos que se utilizan para elaborar el SIG, de igual forma, se seleccionan los datos que formaran parte del diseño, teniendo presente las especificaciones del sistema (León, 2007, p. 68). Es pertinente mencionar que, esta etapa debe ordenar, selecciona y clasificar la información requerida para el diseño y las especificaciones de la empresa o usuario final.

2.6.3.2 Modelo lógico. Este modelo puede ser definido como, la información detallada de origen alfa numérica basadas en la interpretación grafica de los atributos que se describen de cada entidad, descifrando estableciendo, el tipo de dato, la geometría requerida; en síntesis, se manejan los elementos del sistema presentes en la zona que se abordará, para poder realizar el almacenamiento de los datos, estableciendo un mecanismo para la digitalización y manejo del mismo, asignándoles una simbología que permita visualizarlo en formato digital (León, 2007, p. 68). Evidentemente, esta etapa ayuda a pasar del modelo netamente teórico a la representación practica del diseño de un sistema de información geográfica.

2.6.3.3 Modelo físico

Con relación al modelo físico, este implica se puede entender como la aplicación de los modelos, es decir, pasa del teórico, al lógico para finalizar en el físico, comprendiendo la

aplicación práctica; en efecto, está referido a la utilización del software que se elija, además de los equipos en función de los requerimientos del sistema. Este modelo es el que, finalmente determinará la forma de almacenar los diferentes datos que se recabaron en los modelos previos, esta fase debe dar garantías de operatividad del sistema (León, 2007, p. 70).

2.6.4 *La ingeniería de proyectos para despliegue de fibra óptica*

Para comprender el tema a tratar, se deben considerar algunos aspectos como el significado del término proyecto, el cual puede entenderse como una actividad que debe ser planificada, por tanto, debe contar con un objetivo, el cual determinará la meta, en este sentido, un proyecto tiene un inicio y un fin, de allí que debe ser controlado (Bucero, 2019, p. 2). Asimismo, un proyecto puede ser definido como una propuesta de diversas acciones debidamente ordenadas que permiten dar respuesta a una situación, además en él se toman en cuenta los recursos, las estrategias, etc. necesarias para realizarlo.

2.6.5 *Fases de la ingeniería de proyecto*

En los proyectos de ingeniería se llevan a cabo varias etapas, las cuales permiten determinar desde el principio la viabilidad, acciones y recursos para la elaboración del mismo. Dentro de las fases más importantes se tiene el inicio, planificación, procesos de ejecución, procesos de monitorización y control y la culminación del proyecto, las cuales se explican a continuación.

2.6.5.1 Inicio. Es importante mencionar que, en la fase de inicio se realiza el diagnóstico de la situación actual para poder delimitar las necesidades previas y los requerimientos. Esta parte también incluye la aceptación del proyecto y la posibilidad de ejecutarlos, dentro de los lapsos que se planifiquen, esta fase se emplea en otros momentos, por ejemplo, cuando se quiere abordar una etapa nueva de un proyecto ya iniciado (Amejjide, 2016, p 19).

2.6.5.2 Planificación. Con respecto a la planificación se puede decir que, es una fase de la elaboración del proyecto que reviste gran importancia, debido a que implica la duración del

mismo, así como el establecimiento del alcance, la asignación de tareas, el establecimiento de los costos, planes de integración etc. (Bucero, 2019, p. 7).

2.6.5.3 Procesos de ejecución. En la fase de ejecución se considera a las personas o equipos, en función de una planificación previa, definiendo que se cumplan cada una de los pasos. Es importante resaltar que la ejecución depende en gran medida de la planificación, es decir, si esta se realiza de una forma adecuada; mientras, que la planificación se realice con más detalle, la ejecución será sencilla (Bucero, 2019, p. 7).

2.6.5.4 Procesos de monitorización y control. Todo proyecto requiere de un proceso de control, lo que implica un monitoreo de los procesos que se llevan a cabo, en esta etapa se toman decisiones importantes para mejorar algunos pasos y en algunos casos particulares corregir acciones. Esta acción permite evaluar los logros en función los objetivos cumplidos, en relación a gestión, alcance y logros (Bucero, 2019, p. 7). Igualmente, el control es una de las etapas determinante, puede interpretarse como la evaluación del desempeño de forma individual y colectiva, para velar que todas las actividades que se realicen se apeguen a los planes, también fase envuelve verificar el cumplimiento de los objetivos propuestos, si estos no se cumplen se toman medidas para corregir las posibles fallas (Koontz y Werihrich, 2007, p. 30).

2.6.5.5 Culminación del proyecto. En esta fase del proyecto se definen las actividades necesarias para dar cierre al proyecto, se conoce también como proceso culminación, debido a que se determina por parte de cada equipo la entrega final del proyecto ya elaborado para ser aplicado o puesto en marcha (Amejide, 2016, p 19).

2.6.6 Fibra óptica

En relación con la fibra óptica se puede mencionar que, es un elemento determinante para transmitir información, está compuesta por una hebra muy delgada, se compara con un cabello humano, siendo su composición de vidrio o silicio, está recubierto por un manto, recubrimiento, tensores, chaqueta y un núcleo; para poder transmitir los impulsos de luz que reciben en forma

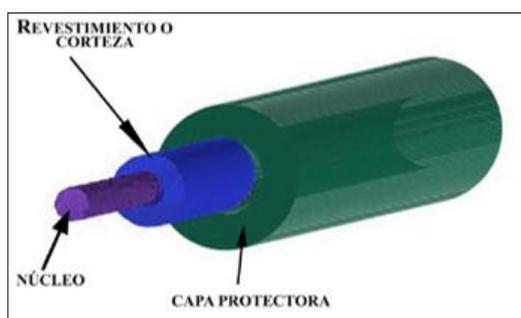
de bits (López, 2016, p.28).

La utilización de fibra tiene muchas ventajas, dentro de las cuales se pueden mencionar que, permite una velocidad de transmisión mayor debido a su velocidad promedio es de ($c=108m/s$) a la velocidad luz; asimismo, la capacidad de transmisión también es superior, cercana a 2 Gbps, basándose en su alta velocidad la transmisión aumenta. En relación con la interferencia electromagnética, presenta una alta inmunidad; de igual forma, en el ámbito eléctrico, evita el riesgo de un cortocircuito (Isorna, 2017, p. 24).

En este mismo orden de ideas, dentro de las ventajas de la fibra óptica se tiene su alta resistencia en ambientes líquidos y agentes corrosivos al compararlo con la resistencia de algunos cables eléctricos. En cuanto a la durabilidad, la vida útil operacional de la fibra óptica calculando los posibles fallos es superior a los cables utilizado en forma tradicional (Isorna, 2017, p. 24). A continuación, en la figura 1, se muestra una vista transversal de un cable de fibra óptica.

Figura 3

Partes principales de la fibra óptica.



Fuente: (Isorna, 2017)

2.6.7 Tipos de fibra

Existen diversos tipos de fibras ópticas, dentro de las cuales esta monomodo y multimodo, mismos que se explican a continuación.

2.6.7.1 Monomodo. Con relación al tipo monomodo se puede decir que, existe un

limitante a considerar, el núcleo posee un diámetro muy pequeño, por lo cual, la propagación se realiza modo fundamental o único modo. Dentro de sus ventajas se tiene que, el ancho de banda es elevado, teniendo sus índices bajos en relación a las pérdidas o dispersión, convirtiéndola en excelente para cuando se trabajan enlaces de largas distancias (Isorna, 2017, p. 27). Es importante acotar que, este tipo de fibra cuenta con una capacidad de paso de aproximadamente, 100 GHz/km, lo que implica una amplia gama de información. Asimismo, debe mencionarse que, al momento de transmitir la luz se hace en forma lineal, es decir, su trayectoria es recta, posee un núcleo con un diámetro del mismo tamaño de la señal que pueden transmitir, entre 5 y 8 mm (López, 2016, p.29).

2.6.7.2 Multimodo. En cuanto al tipo multimodo, se puede decir que, está constituido por una fibra que implica muchos rayos que pasan por el interior de la fibra, aunque todos siguen un camino diferente. Al comparar esta fibra con otras, como por ejemplo la monomodo se puede inferir que, tienen una banda inferior; sin embargo, permite implementar otros elementos al sistema de costo inferior, como por ejemplo un LED como fuente de emisión. En forma general, se utiliza para la comunicación a corta distancia, puede utilizarse en forma variable, puede ser en lapsos de tiempo, dependiendo de la necesidad de uso (Isorna, 2017, p. 27).

Debe resaltarse también, existen fibras de este tipo denominadas multimodo con índice gradual gradiente, las cuales parten de la refracción interna, entendiendo que no poseen un solo núcleo, lo que implica que, se reduce la dispersión entre todos los modos de difusión (López, 2016, p. 29).

2.6.8 Redes de fibra

2.6.8.1 Topología en estrella. Esta tipología se une el nodo cada nodo con la cabecera para que la transferencia se realice de un punto a otro, dentro de las ventajas se puede mencionar que, facilita gestión al presentar una centralización, además se pueden detectar fallas con mayor

facilidad, lo que permite que se atienda en forma inmediata; es necesario también señalar que, dentro de sus desventajas se encuentra el costo, su alta fragilidad y su extensión limitada (León, 2007, p. 70).

2.6.8.2 Topología en bus. La topología en bus está formada por varios nodos que integran la red estando conectados a un enlace único. Dentro de las ventajas puede mencionarse que, no es un sistema costoso, posee alta confiabilidad, la arquitectura es simple facilitando su implementación. Con relación a las desventajas del sistema se tiene que, un fallo en una sección de red afectará todo el sistema, posee dos tipos de buses bidireccionales y unidireccionales (León, 2007, p. 9).

2.6.8.3 Topología del anillo. La topología de anillo se caracteriza por tener forma de bucle entre los nodos y la cabecera, la información tiene un solo sentido, en ocasiones cuando se coloca doble anillo, hay la posibilidad de que funciones en ambos sentidos. Al hablar de las ventajas se puede comprender que, tiene una arquitectura sólida, presenta mucha fluidez cuando se trata de los datos; de acuerdo a las desventajas, se puede mencionar la dificultad que presenta para la realización oportuna del diagnóstico, lo que implica menos efectividad para su detección y reparación, lo que afecta toda la red (León, 2007, p. 9).

2.6.8.4 Topología en árbol. Presenta características particulares como diversas ramificaciones, aunque parte de la misma cabecera, el cableado es de punto a punto. Dentro de las particularidades, se tienen que este diseño facilita el diagnóstico y la resolución de problemas, de acuerdo a las desventajas se plantea que una caída en el segmento principal afectará a las demás ramas (León, 2007, p. 10).

2.7 Marco legal

El marco legal hace referencia a todas aquellas leyes que se relacionan con el informe, dando sustento jurídico a la misma, en principio se tiene la Ley N° 299047 – Ley de Promoción de la Banda Ancha y Construcción de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica, la cual en su

artículo 1, hace referencia a la intención de esta Ley, al referirse que la intención es impulsar el desarrollo, la implementación y el incremento de la banda ancha en todo el territorio nacional, en función de optimizar el servicio en diversas áreas, centrándose en la inclusión social, la economía, seguridad, etc. (Ley N° 29904, 2015).

Asimismo, la Ley N° 28737, referida a Ley que establece la Concesión Única para la Prestación de Servicios Públicos de Telecomunicaciones del 2006. En esta Ley, el Estado promueve la correlación de los servicios y redes, lo que implica múltiples plataformas para actualización tecnológica (Ley N° 28737, 2006). En este mismo orden de ideas, se señala la Ley N° 468-2011 MTC/03 Decreto Supremo sobre la obligación fibra óptica en nuevos proyectos de infraestructura, establece en forma obligatoria la utilización de la fibra óptica para todos aquellos ámbitos nacionales, garantizando la participación de todos y el acceso la información (Ley N° 468-2011 MTC/03 , 2011).

Igualmente, el Decreto Supremo N°006-2013-MTC, referido al Reglamento general de la ley de telecomunicaciones para el desarrollo de servicios públicos de telecomunicaciones de áreas rurales y lugares de preferente interés social. Esta Ley plantea todo lo relacionado con parámetros para el desarrollo de las telecomunicaciones como servicio público en función del interés social. Todas estas leyes tienen el común la necesidad de garantizar la utilización de la fibra óptica para el desarrollo de diversas zonas del país, siempre centrado en el bienestar social de la población y la necesidad de establecer estrategias que reduzcan las brechas sociales.

2.8 Metodología de trabajo

En relación al tipo de investigación del presente informe, se considera sustantiva, teniendo como premisa que, está orientada a resolver una situación o problema real, lo que implica generar alternativas de solución que respondan a la estructura y parámetros del método científico (Carrasco, 2017, p. 44). Evidentemente, al proponer un sistema de información geográfica enfocado en la optimización de procesos en la ingeniería de proyectos para el

despliegue de fibra óptica, se contribuye a la solución práctica de un problema tangible.

En ese sentido PICTELS cumplió garantizando el adecuado seguimiento, contando con un plan de seguridad, supervisión y cierre del proyecto de acuerdo con el plan definido, todo esto acorde con las necesidades del proyecto y de acuerdo con la normativa vigente y demás requisitos propios de la zona de trabajo o de los propietarios de la infraestructura propia o arrendada considerada en el diseño del proyecto luego de tener la información proporcionada por el sistema de información geográfica con parámetros y metrados reales para la elaboración de la ingeniería.

2.9 Procedimientos de trabajo.

Los pasos concatenados que se siguieron para la optimización del diseño y la ingeniería del proyecto FTTH Los Olivos y SMP fueron los que el cliente indica en su RFP los cuales se detalla a continuación seguidos en el año 2019.

PICTELS capacitó a su equipo técnico tanto de campo como de gabinete para entrenarlos en la puesta en marcha de la aplicación de los sistemas geográficos en el proceso del diseño e ingeniería del proyecto “FTTH Los Olivos SMP” ya que en otra instancia el personal hubiera trabajado de manera tradicional y por las dimensiones del proyecto les hubiera tomado poco más de dos tres meses terminar el proyecto en su etapa de diseño, con la innovación de la propuesta se optimizó este tiempo a un mes y por ende se redujeron los gastos económicos.

El jefe del área se encargó de conseguir la base de datos de las empresas con las que se podía negociar el arrendamiento de estructuras, como es el caso de la empresa eléctrica ENEL y las empresas operadoras Telefónica y Claro; aparte de la información con la que ya se contaba de la empresa ENTEL con lo cual la ingeniería estaba casi resuelta.

El entrenamiento al personal de gabinete fue más que todo para que se les indique los principios de la información geográfica espacial mediante los SIG y cuál sería el proceso la

elaboración de la ingeniería con la información existente y la poca data que se tendría que recoger de campo en comparación con un proceso tradicional, asegurando que los operadores GIS cuenten con el software ArcGIS instalado con la licencia respectiva licencia activada.

Respecto a la elaboración del diseño e ingeniería de planta externa en el proyecto, PICTELS tiene la experiencia para asegurar una ruta económicamente más factible para el cliente, antes trabajado de manera tradicional y ahora sería con la optimización del proceso mediante los sistemas de información geográficos, para lo cual se inspeccionó los apoyos contingentes, en el caso de los postes se verificó su buen estado estructural para evitar posibles retrasos en etapa de implementación.

En la etapa de gabinete el equipo elaboró una memoria descriptiva de cada cluster detallando minuciosamente las consideraciones de os tipos de infraestructura y sus propietarios para usar; como, por ejemplo: postes, canalizados, etc. Evitando que en la construcción se puedan encontrar vicios ocultos el personal dispuesto por PICTELS contaba con la experiencia para realizar la verificación en caso amerite, sin perjudicar cronogramas comprometidos.

Como entregables de esta etapa del proyecto, PICTELS en coordinación con el cliente final envió la carpeta conteniendo los siguientes archivos según contrato:

- Inventario de Materiales
- Kmz Georeferenciado
- Memoria Descriptiva
- Cronograma de obra
- Presupuesto del proyecto
- Lista de Planos del proyecto:
 - ✓ Plano de Ubicación
 - ✓ Plano de construcción de Planta Externa
 - ✓ Plano de tendido o inmersión de Fibra Óptica

- ✓ Plano de Planta Interna (accesos)
- ✓ Plano de estructuras y arquitecturas.
- ✓ Esquemático, diagrama unifilar.
- Reporte fotográfico de la planta Externa existente y/o el espacio donde se proyecta construir (TSS)
- Listado de puntos de apoyo a concesionarias eléctricas u otros.

La información que deberá contemplar los planos es la siguiente:

- El casco urbano.
- Número de lote.
- Líneas Medianeras entre Predios de diferentes propietarios.
- Planta existente que se proyecta reutilizar.
- Nombre de calles y avenidas.
- Lista de Postes identificados con sus respectivos códigos.
- Distancia de vanos entre postes.
- Ubicación geográfica de los puntos extremos del enlace de FO a realizar.

III. Aportes más destacables a la empresa

El autor desde su ingreso a la empresa que presta servicios, restauró y modernizó el área de ingeniería de proyectos, para que se haga mucho más eficiente el proceso de elaboración de entregables y atención a los clientes, una vez demostrado la mejora en el área y la optimización de recursos como tiempo y dinero, se propuso trabajar con los sistemas de información geográfica en las demás asignaciones y hoy por hoy el tiempo de entrega del diseño de un proyecto tiene un delay mucho más corto, eso quiere decir que cada vez más empresas están innovando las herramientas de tecnología geográfica para la elaboración del diseño de los proyectos de tendido de fibra óptica. También se recalca que el autor contribuyó a la empresa con una serie de aportes importantes en lo que va de su permanencia los cuales se detallan a continuación.

- Capacitó al personal de campo y gabinete para la puesta en marcha de la optimización de procesos mediante los sistemas de información geográficas.
- Adquirió las licencias para el software ArcGIS a fin de instalarlo en las máquinas de los analistas GIS que estarían a cargo de la programación y edición de data.
- Incorporó al equipo, especialistas GIS con amplios conocimientos en la programación y manejo del software para que ayuden al análisis de la información.
- Presentó ante los directivos de la empresa el comparativo del antes y después de implementar los SIG en el proceso del diseño de proyectos de fibra óptica con el cual.
- Se reunió con la jefatura de los clientes a fin de presentarle la estrategia de optimización del tiempo de entrega del diseño del proyecto con la credibilidad de información y viabilidad en la construcción.
- Consiguió la base de datos de la empresa eléctrica de la zona (ENEL) y de una importante operadora de telecomunicaciones Telefónica (TDP) con la que el cliente final tenía contrato para el arrendamiento de estructuras.

- Actualizó la base catastral de la oficina con la información adquirida de COFOPRI a fin de tener información mucho más verídica y precisa.
- Gracias a la eficiencia en los trabajos mediante reuniones el autor logró captar dos clientes más de importante presencia en el mercado a la que actualmente PICTELS le brinda servicio de ingeniería y construcción.

IV. Conclusiones

La incorporación del sistema de información geográfica enfocado en la optimización de procesos en el diseño y la ingeniería del proyecto FTTH Los Olivos y SMP, resultan bastante eficientes en cuanto a la reducción del tiempo de entrega de la carpeta de entregables del diseño e ingeniería al cliente por ende influye favorablemente en la optimización del presupuesto del proyecto.

Se logró identificar con que software GIS de escritorio se puede trabajar a fin de que cumpla con la optimización de procesos en el diseño y la ingeniería del proyecto FTTH Los Olivos y SMP y el software que se estableció usar en la empresa PICTELS fue el ArcGIS ya que el costo de su licencia se verá compensado con la funcionalidad completa de las herramientas que este nos ofrece y cumplió con las expectativas que se tenían haciendo el trabajo muy eficiente y de alta calidad para la presentación al cliente final.

Sí fue posible crear una base de datos espaciales de los elementos existentes para el reconocimiento de los sistemas de información geográfica, gracias a la información recopilada por el autor respecto a la base de datos de las empresas con las que se puede negociar el arriendo de sus estructuras, con esta data se automatizaron los datos en el software y permitió tener información sintetizada con el análisis geográfico de la data.

Finalmente, se logró corroborar la correcta exportación de entregables mediante el SIG usado en la optimización del diseño y la ingeniería del proyecto FTTH Los Olivos y SMP ya que se tuvo un procedimiento correcto desde la generación de base de datos, importación y exportación de información combinando la herramienta geográfica con los conceptos de las telecomunicaciones para evitar error en la interpretación de los entregables.

V. Recomendaciones

A las empresas prestadoras de servicios de elaboración de diseño e ingeniería de proyectos de telecomunicaciones, puntualmente en trabajos de fibra óptica, antes de proponer alguna alternativa de optimización o mejora de procesos tendrán que revisar minuciosamente las leyes y normativa vigente para no tener problemas con las entidades del estado y posteriormente tendrá que vender su plan de trabajo a su cliente garantizando que se cumplirá con los manuales y procesos que estipulan en los contratos con el visto bueno de estos puntos no habrá mayor inconveniente en la puesta en marcha del proyecto.

A los profesionales expertos en los SIG, verificar que el software con el que se va a trabajar cumpla con todos los requisitos necesarios para entregar datos reales y verídicos a los clientes finales, de ser necesario adquirir nuevas herramientas tendrán que gestionar con la jefatura de su área a fin de contar con el equipo y las herramientas correctas para la ejecución de este tipo de proyectos.

Finalmente, a los directores ejecutivos, Project Managers y jefes de proyectos si tienen la intención de implementar los sistemas de información geográfica en sus procesos para el desarrollo de los proyectos a cargo, deben asegurarse de contratar a personal altamente capacitado en el manejo de estas herramientas para que los resultados sean los esperados y no tengan problemas con las fechas de entrega y la calidad del producto final.

VI. Referencias Bibliográficas

- Ameijide García, L. (2016). *Gestión de proyectos según el PMI*. Obtenido de <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/45590/7/lameijideTFC0116memoria.pdf>
- Bucero, A. (2019). *La dirección de proyectos. Una nueva visión* . Obtenido de <https://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788499693866.pdf>
- Calderón Franco, F. M. (2016). *Implementación de un prototipo para la asignación automática de facilidades técnicas (FFTT) de fibra óptica aplicando GIS para entornos web. (Tesis)*. Lima- Perú: Universidad Científica del Sur.
- Decreto Supremo N°006-2013-MTC. (2013). Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4486.pdf
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2004). *Mejora de los sistemas de cartografía del territorio colombiano*. Obtenido de http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=11559&shelfbrowse_itemnumber=12196
- Isorna, S. M. (2017). *Diseño para despliegue de red de fibra óptica con tecnología GPON en polígono industrial de Mairena del Alcor. (Tesis)*. Sevilla - España: Universidad de Sevilla.
- Koontz, H., & Weihrich, H. (2007). *Elementos de la Administración*. México: McGraw-Hill/Interamericana.
- Ameijide García, L. (2016). *Gestión de proyectos según el PMI*. Obtenido de <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/45590/7/lameijideTFC0116memoria.pdf>

Bucero, A. (2019). *La dirección de proyectos. Una nueva visión* . Obtenido de <https://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788499693866.pdf>

Calderón Franco, F. M. (2016). *Implementación de un prototipo para la asignación automática de facilidades técnicas (FFTT) de fibra óptica aplicando GIS para entornos web.* (Tesis). Lima- Perú: Universidad Científica del Sur.

Chayña Burgos, J. P. (2017). *Diseño de una red de acceso FTTH utilizando el estándar GPON para la empresa Amitel S.A.C, Puno.* (Tesis). Puno- Perú: Universidad Nacional del Altiplano.

Decreto Supremo N°006-2013-MTC. (2013). Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4486.pdf

Flórez Delgado, F. F., & Fernández-García, D. K. (2017). Los sistemas de información geográfica. Una revisión. *Fagropec. Vol 9, (1), 1 - 10.*

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2004). *Mejora de los sistemas de cartografía del territorio colombiano.* Obtenido de http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=11559&shelfbrowse_itemnumber=12196

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Estadísticas de las Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares.* Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/01-informe-tecnico-n02_tecnologias-de-informacion-ene-feb-mar2018.pdf

Internacional Telecommunications Union . (2018). *Informe sobre Medición de la Sociedad de la Información. Resumen analítico.* Obtenido de <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2018/MISR2018-ES-PDF-S.pdf>

Isorna, S. M. (2017). *Diseño para despliegue de red de fibra óptica con tecnología GPON en polígono industrial de Mairena del Alcor. (Tesis)*. Sevilla - España: Universidad de Sevilla.

Jiménez Moya , G. E., León Companioni , A., Piñero Pérez , P. Y., & Romillo, A. (2016). SIGESPRO: Sistemas de Información Geográfica para controlar proyectos. *Cubana de Ciencias Informáticas. Vol. 10, (2)*, 181 - 196.

Koontz, H., & Weihrich, H. (2007). *Elementos de la Administración*. México: McGraw-Hill/Interamericana.

León Lara , G. R. (2007). *Diseño e implementación de un sistema de información geográfico para el despliegue gráfico de información de telecomunicaciones en el proyecto Siite del Fodetel. (Tesis)*. Sangolqui - Ecuador: Escuela Politécnica del Ejercito.

Ley N° 28737. (2006). Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_894.pdf

Ley N° 29904. (2015). Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3532.pdf

Ley N° 468-2011 MTC/03 . (2011). Obtenido de <http://portal.mtc.gob.pe/portal/fibraoptica/RESOLUCION%20MINISTERIAL0001.pdf>

López Polo, E. D. (2016). *Diseño de una red de fibra óptica para la implementación en el servicio de banda ancha en Coishco (Ancash). (Tesis)*. Universidad de Ciencias y Humanidades.

Olaya, V. (2011). *Sistemas de información geográfica*. Obtenido de https://wiki.osgeo.org/wiki/Libro_SIG

Robbins, S. P., & Judge, T. A. (2009). *Comportamiento Organizacional* . México: Pearson Educación .

Sanguino Fortea, P. (2013). *Sistema de información geográfica Campus Sur UPM*. (Tesis. Madrid - España : Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación U.P.M.

Sosa Pedroza, J., & Martínez-Zúñiga, F. (2009). Los sistemas de información geográfica y su aplicación en enlaces de comunicaciones. *Científica Vol. 13. (1)*, 27-34.

VII. Anexos

- Anexo A: Mapa de Ubicación del proyecto (U-01).
- Anexo B: Mapa diseño del cluster 01 (IT-01).
- Anexo C: Mapa diseño del cluster 02 (IT-02).
- Anexo D: Mapa diseño del cluster 03 (IT-05).
- Anexo E: Mapa diseño del cluster 04 (IT-04).
- Anexo D: Certificado de trabajo del autor.
- Anexo E: Acta de aprobación del postgrado del autor.