



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

**ELABORACIÓN CARTOGRÁFICA PARA EL TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA DOMÉSTICA
EN CAYMA-AREQUIPA**

Línea de investigación:

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

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniera Geógrafa

Autora:

Huayhuas Huanqui, Paola Magaly

Asesora:

Rojas León, Gladys

(ORCID: 0000-0003-2961-9643)

Jurado:

Alva Velasquez, Miguel

Aguirre Cordero, Rogelio

Paricoto Simon, Maria

Lima - Perú

2023

ELABORACIÓN CARTOGRÁFICA PARA EL TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA DOMÉSTICA EN CAYMA-AREQUIPA

INFORME DE ORIGINALIDAD

11 %	11 %	3 %	2 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5 %
2	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	2 %
3	www.gob.pe Fuente de Internet	1 %
4	Submitted to Universidad de Lima Trabajo del estudiante	1 %
5	Centro de Conservación de Energía y del Ambiente. "ITS del Proyecto Instalación de la Planta de Chancado y Molienda-IGA0005344", R.D. N° 451-2019-PRODUCE/DVMYPE-I/DGGAMI, 2020 Publicación	<1 %
6	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
7	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA GEOGRAFICA AMBIENTAL Y ECOTURISMO
ELABORACIÓN CARTOGRÁFICA PARA EL TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA
DOMÉSTICA EN CAYMA-AREQUIPA

Línea de investigación:

Desarrollo urbano-rural, catastro, Prevención de riesgos, hidráulica y geotecnia

Para optar el Título Profesional de Ingeniería Geográfica

Autora:

Paola Magaly Huayhuas Huanqui

Asesora:

Gladys Rojas León

(0000-0003-2961-9643)

Jurado:

Miguel Alva Velasquez

Rogelio Aguirre Cordero

Maria Paricoto Simon

Lima – Perú

2023

Dedicatoria

El presente informe lo dedico a Diosito, mamita

María y a mi familia ..

INDICE

Resumen.....	4
Abstract.....	5
I. Introducción.....	6
1.1. Trayectoria del Autora.....	7
1.2. Descripción de la empresa.....	9
1.3. Organigrama de la empresa.....	9
1.4. Áreas y funciones desempeñadas.....	10
II. Descripción de una actividad específica	12
2.1. Base legal.....	23
2.2. Procedimiento de la elaboración de la cartografía para el proyecto de fibra óptica en Cayma región Arequipa.....	24
III. Aportes más destacables a la entidad.....	56
IV. Conclusiones.....	57
V. Recomendaciones.....	58
VI. Referencias.....	59
VII. Anexos.....	60
7.1 Planos de tendido.....	60
7.2 Planos de permisos.....	63

RESUMEN

El presente informe describe la experiencia profesional de la autora en el ejercicio laboral de la ingeniería geográfica en el rubro de las telecomunicaciones con fibra óptica, actualmente la autora se desempeña como especialista de diseño para fibra óptica doméstica FTTH (siglas en inglés :Fiber to the home); en ese contexto ,describo las acciones para obtener la cartografía con el fin de ejecutar el proyecto de fibra óptica doméstica (siglas en inglés :Fiber to the home) en el distrito de Cayma región Arequipa. Para esto se necesitó de dos elementos básicos: el ortomosaico de Cayma y la información de predios, postes y elementos eléctricos. Para la obtención de estos productos se llevaron a cabo tres etapas : etapa precampo donde se delimitó la zona de acción, etapa de recopilación de datos en campo donde se realizó el vuelo fotogramétrico y la recopilación de datos para la elaboración de la base cartográfica ,por último, la etapa en gabinete donde se procesó los datos de campo ;con estos dos resultados (ortomosaico y datos del levantamiento en campo) se obtuvo la cartografía del proyecto de tendido de fibra en Cayma región Arequipa. Se puede concluir el gran aporte de la cartografía al rubro de las telecomunicaciones al ser la base de la realización de los proyectos de fibra óptica por la información de suma importancia que ella contiene.

Frases clave: fibra óptica, cartografía, tendido de fibra óptica.

ABSTRACT

This report describes the professional experience of the author in the work of geographic engineering in the field of telecommunications with fiber optics, currently the author works as a design specialist for domestic fiber optics FTTH (Fiber to the home); In this context, I describe the actions to obtain mapping in order to execute the domestic fiber optic project (Fiber to the home) in the district of Cayma, Arequipa region. For this, two basic elements were needed: the orthophoto of Cayma and the information on properties, poles and electrical elements. To obtain these products, three stages were carried out: pre-field stage where the action area was delimited, field data collection stage where the photogrammetric flight was carried out and data collection for the development of the cartographic base, for Lastly, the office stage where the field data was processed; with these two results (orthomosaic and data from the field survey) the cartography of the fiber laying project in Cayma region of Arequipa was obtained.

It can be concluded the great contribution of cartography to the field of telecommunications as it is the basis for the implementation of fiber optic projects due to the extremely important information it contains.

Keywords: fiber optics, mapping, fiber optic laying.

I. INTRODUCCION

En el Perú la fibra óptica se encuentra en su etapa de mayor auge, razón por la que muchas empresas han apostado invertir en proyectos de este tipo.

Realizar el tendido en Perú es todo un reto, ya que por sus condiciones geográficas llevar a cabo proyectos de enlace de fibra óptica departamentales por vía aérea conllevan una gran inversión de dinero y tiempo.

En el presente informe se detallarán los procesos necesarios para la obtención de la cartografía base necesaria para el proyecto de fibra óptica FTTH (siglas en inglés: Fiber to the home) en Cayma región Arequipa.

La obtención de la cartografía necesaria para el diseño del proyecto de fibra óptica inicia por la etapa denominada precampo donde se hacen análisis de la realidad geográfica, económica y social de la zona, dándonos como resultado la delimitación de la zona de interés del proyecto de fibra óptica la misma donde se realizará el levantamiento de información, luego de esto pasamos a la etapa dos :etapa de recopilación de datos en campo donde se realiza el levantamiento de datos en la zona ya delimitada en la etapa de precampo, obteniendo como resultado el la ortofoto de la zona de interés del tendido y los datos de predios y postes necesarios para el diseño del tendido de fibra óptica. Con los productos de la etapa de campo procedemos a la tercera etapa de gabinete donde se obtienen dos productos base para la cartografía de la zona : el ortomosaico y la base de datos necesaria para el diseño de fibra óptica y ambos se unen y dan como resultado el plano de la zona del proyecto de tendido de fibra óptica doméstica. Este plano base me permite realizar la digitalización de la zona de interés del proyecto compuesta por vías (pistas, calles aplanadas, trochas de tener postes), predios (clasificados en dos categorías predio y predio sin datos) teniendo

en cuenta el límite entre dos predios debe respetar la información del bloque de predios, manzanas, veredas, escaleras(que son de gran importancia ya que en esa zona el tendido de fibra no será lineal si no ascendente o descendente) y parques.

La cartografía creada es la base para realizar el diseño para fibra óptica ya que a partir de esta se decidirá por donde hará el recorrido la fibra óptica y sin estos datos sería imposible que la fibra sea distribuida por la zona del proyecto.

Ahí radica la importancia de la cartografía para realizar los diseño de proyectos de fibra óptica : la cartografía nos permite ubicar espacialmente los elementos base para la óptima distribución de la fibra óptica en la zona del proyecto.

1.1 Trayectoria de la autora

Inicié mi experiencia profesional como ingeniera geógrafa en el rubro de la consultoría ambiental como editora cartográfica en el área de cartografía ,mis funciones fueron apoyo en la recolección de datos de campo (levantamiento topográfico de edificaciones) para la realización de los estudios, elaboración de mapas temáticos requeridos para estudios de impacto ambiental (EIA) , estudios de impacto ambiental semidetallado (EIASd) ,elaboración de mapas para los instrumentos de gestión ambiental complementario (ITS), elaboración de mapas y planos para presentar los Instrumentos de Gestión Ambiental y Fiscalización para la Formalización de Actividades de Pequeña Minería y Minería Artesanal (IGAFOM) ,elaboración de mapas temáticos con Modelo de Elevación Digital (DEM) ,elaboración de planos temáticos para Instrumentos de Gestión Ambiental como: Declaración de Impactos Ambientales (DIA), Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIASd),elaboración de mapas para los Instrumentos de Gestión Ambiental Correctivo (IGAC),apoyo en área ambiental en la realización de mapas y planos

necesarios para los estudios de impacto ambiental ,elaboración de planos y mapas temáticos (de ubicación, fisiográfico, geomorfológico, etc.), así como planos topográficos, haciendo uso de los programas: AutoCAD ,ArcGIS Google Earth ,Global Mapper, SAS Planet ,ENVI. El mayor logro fue la presentación de los proyectos en tiempos menores a los establecidos en los cronogramas de entrega.

Posteriormente pasé por el rubro de proyectos de instalación de gas de Camisea donde mi experiencia se plasmó en la elaboración de base de datos (GIS) de gasificación en Lima Metropolitana, elaboración de planos para redes de gas (Gas de Camisea) para Lima Metropolitana, entrega de proyectos usando ASBUILT para CAMISEA haciendo uso de ArcGIS ,elaboración de planos de instalación externa de tuberías de Gas Natural haciendo uso de los programas: AutoCAD ,ArcGIS ,Google Earth ,Global Mapper ,SAS Planet ,ENVI .

Desde hace 4 años inicié mi experiencia en las telecomunicaciones como técnica de diseño en la elaboración de planos del rubro de fibra óptica haciendo uso de los programas AutoCAD, Google Earth ,Global Mapper ,SAS Planet ,ENVI ,elaboración de la plantilla de documento de mapa (mxd) del rubro de fibra óptica haciendo uso de los programas ArcGIS ,elaboración de Keyhole Markup Language (kmz) haciendo uso de macros de Excel, elaboración de planos del rubro de fibra óptica haciendo uso de los programas para la entrega final a PRONATEL (Programa Nacional de Telecomunicaciones) AutoCAD ,Google Earth ,Global Mapper ,SAS Planet ,ENVI , elaboración de la plantilla de documento de mapa (mxd) del rubro de fibra óptica haciendo uso de los programas para la entrega final a PRONATEL (Programa Nacional de Telecomunicaciones) ArcGIS ,elaboración de kmz haciendo uso de macros ,elaboración del diseño de tendido fiber to the home (FTTH), elaboración de la base de datos a partir del software Gyga publicitario haciendo uso de los programas: Excel, Global Mapper, elaboración de base cartográfica apoyada en los

programas Global Mapper ,SAS Planet, AutoCAD. Mis aportes son manuales y capacitaciones para la realización de los planos e información en formato Keyhole Markup Language (kmz).

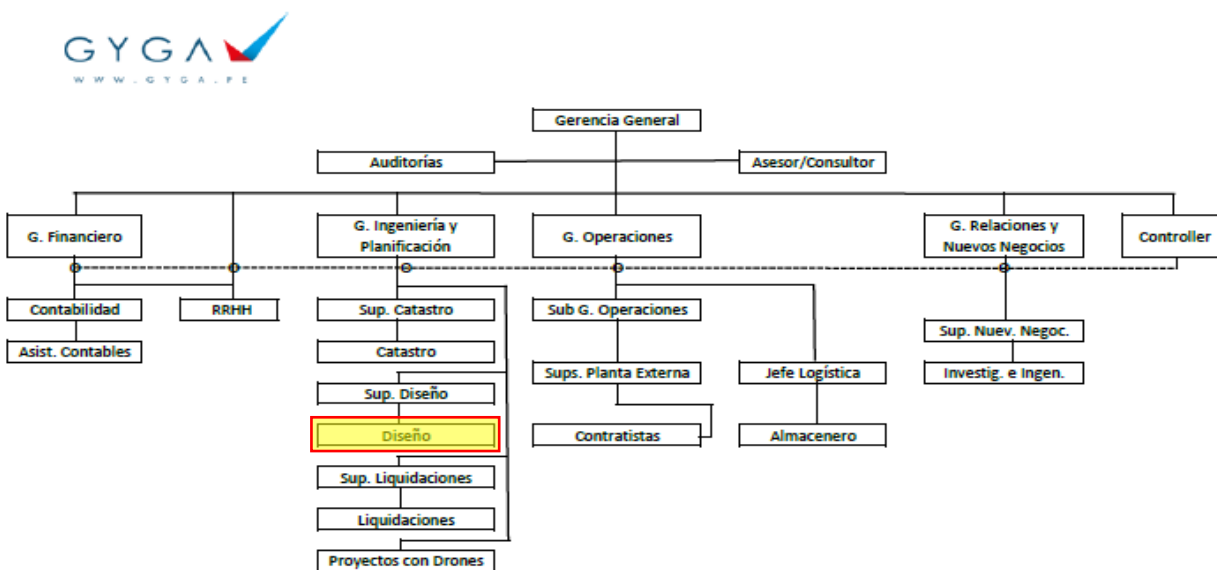
1.2 Descripción de la Empresa

Gyga Consulting es una empresa creada en el año 2015 , durante los primeros años su rubro de desarrollo fueron las tecnologías innovadoras , siempre apuntado hacia sus aplicaciones y aprovechamiento en la ingeniería ,es dentro de este contexto que desde el año 2022 se llevó a cabo el primer proyecto de telecomunicaciones como consultora externa para la empresa WOW Tel SAC.

1.3 Organigrama de la Empresa

Figura 1

Organigrama de Gyga Consulting



Nota :Tomado de la empresa Gyga Consulting 2023.

1.4 Áreas y funciones desempeñadas

El año 2019 fue el inicio de la experiencia de la autora en telecomunicaciones en la empresa privada SPT (Support Project Telecommunication) como técnica de dibujo para los proyectos de fibra óptica a nivel departamental, continuando su experiencia en el rubro de las telecomunicaciones ininterrumpidamente hasta la actualidad. La autora actualmente se encuentra desempeñando el cargo de técnica de diseño FTTH en la empresa Gyga Consulting

La autora se incorpora al equipo de Gyga Consulting en la primera del proyecto, participando desde la correcta proyección de las imágenes levantadas por el drone, ya que se incurría en el error de cargar las ortofotos directamente al AutoCAD y global Mapper sin hacer la corrección de proyecciones y sin usar la herramienta “Addins2 de AutoCAD con la cual se tiene la seguridad de posicionar la ortofoto en el sistema de proyección correcto.

En el seguimiento, se presenta cada tarea que la autora tuvo en la compañía:

-Digitalizar información cartográfica (manzanas, predios, veredas, parques, vías y parques) a partir del ortomosaico procesado de las imágenes capturadas durante el vuelo drone.

-Apoyándonos de Google Earth y del sistema de información geográfica (sig) web Geollaqta identificar las calles, avenidas y pasajes de la zona del proyecto.

-Revisar y corregir la data generada por el software Gyga publicitario para el levantamiento de datos en campo (predios y postes).

-Crear los bloques en AutoCAD que contienen la información final de predios y postes para incorporarlos a la cartografía

-Revisar que la información de los bloques y la base cartográfica tengan concordancia entre sí.

-Apoyo en el diseño FTTH(siglas de fiber to the home), colocando las acometidas desde el poste a las residencias, seguidamente decidir la ubicación de las Mufas (nodales y troncales) definir los nodos y tender los hilos de fibra 24H,48H y 96H.

II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

En el siguiente capítulo detallaremos los procesos necesarios para obtener la cartografía del distrito Cayma que será la base para posteriormente realizar el proyecto de fibra óptica doméstica en el distrito Cayma de manera óptima y cumpliendo con los requerimientos exigidos por el cliente Wow Tel SAC (en adelante “Wow”).

Lo que se busca es la elaboración de cartografía que sea útil en el diseño del tendido de fibra óptica en Cayma región Arequipa y la planificación de la instalación de postes nuevos en el área de interés del proyecto; nuestro objetivo es la optimización de recursos en la elaboración de la cartografía al usar la aplicación para celular Gyga publicitario para la recopilación de datos con la finalidad de elaborar la cartografía y diseño del tendido FTTH(siglas en inglés :fiber to the home). Esto nos da como resultado un producto eficiente en los aspectos de calidad de información , tiempo de elaboración y económicamente rentable.

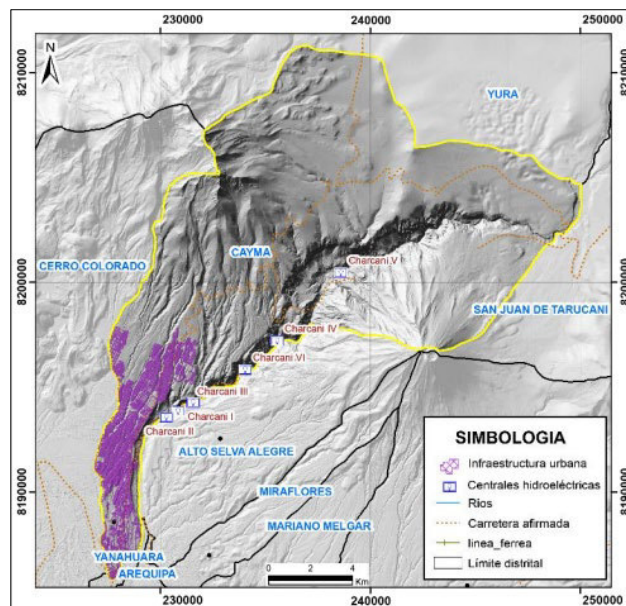
Todo esto busca la obtención de un producto de la calidad óptima en tiempo y recursos que aseguren su aporte en el diseño de tendido de la fibra óptica y en la obtención de permisos (municipales, eléctricos y Pronatel) cumpliendo los requerimientos de Wow.

El proyecto se realizará en el distrito Cayma perteneciente a la región Arequipa, en el siguiente párrafo se hará una breve descripción del distrito:

Según (*Información General* -, n.d.) , refiere que Cayma es uno de los 29 distritos que constituyen la provincia de Arequipa en el Departamento de Arequipa, bajo la administración del Gobierno Regional de Arequipa, en el sur del Perú. Cayma está ubicada al noroeste de la Plaza de Armas de Arequipa, y en la margen derecha del río Chili, a una altura de 2.403 metros sobre el nivel del mar.

Figura 2

Plano de ubicación de Cayma

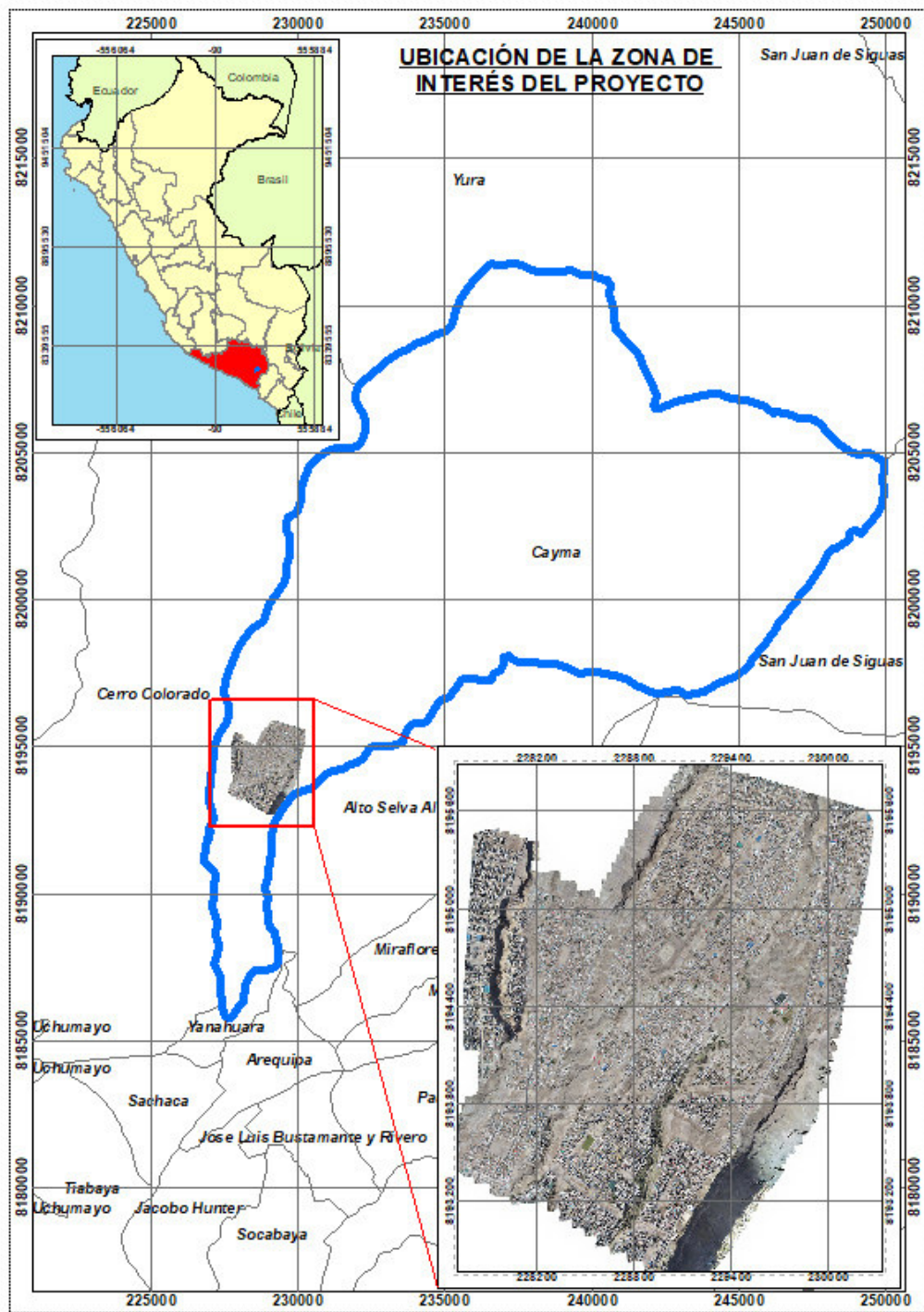


Nota: Ubicación del distrito de Cayma, provincia y región Arequipa, según el Instituto Geográfico Nacional - IGN.

Como se observa en la figura 1 y guiándonos por la simbología en el plano, observamos que la zona urbana de Cayma se encuentra al suroeste del distrito, por lo que la zona del proyecto de fibra óptica será en la zona suroeste del distrito.

Figura 3

Plano de la zona de interés del proyecto de fibra óptica.



En la figura 3 vemos la zona de interés del proyecto dentro del distrito Cayma región Arequipa.

Para lograr este objetivo se necesita dos insumos básicos para la realización de la cartografía: la ortofoto de la zona donde se realizará el proyecto de fibra óptica y la recolección de datos en el terreno, datos necesarios para el diseño del proyecto de fibra óptica (información de predios y postes) de dicha zona.

Antes de describir las etapas llevadas a cabo, definiremos conceptos básicos para entrar en contexto.

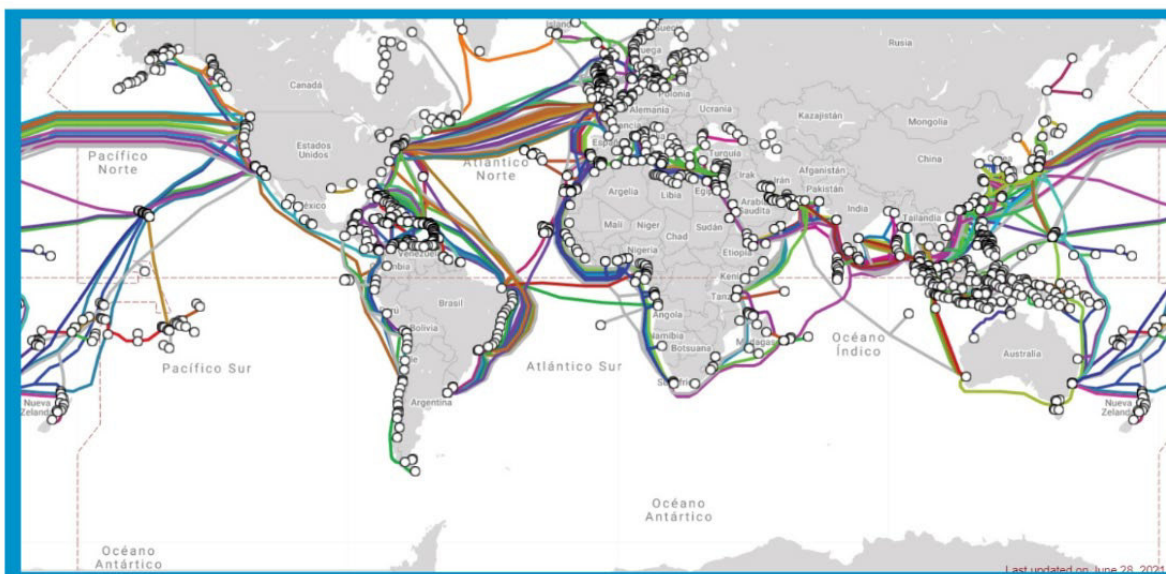
En primera instancia definiremos qué es la fibra óptica:

De acuerdo con Azqueta (2021) en (*¿Qué Son Las Fibras Ópticas?*, n.d.), se menciona que la fibra óptica consiste en cables delgados y flexibles que posibilitan la transmisión de luz a través de distancias considerablemente extensas en su núcleo. Estos cables presentan un núcleo interno de forma cilíndrica, caracterizado por su delgadez y compuesto de vidrio altamente puro. Este núcleo permite la transmisión de luz a través del cable, y su grosor es aproximadamente una quinta parte del diámetro de un cabello humano. El núcleo se encuentra envuelto por una capa protectora de vidrio de forma cilíndrica. Esta tecnología ha posibilitado el logro de tasas de transmisión cada vez más altas y la capacidad de cubrir distancias de varios kilómetros. Además, es importante resaltar su capacidad de inmunidad ante las interferencias electromagnéticas, lo cual constituye una ventaja adicional. Al finalizar el recorrido, los impulsos luminosos son decodificados, asignando el valor de uno (1) a la detección de luz y el valor de cero (0) a la falta de luz, de acuerdo con los principios de la codificación digital. Sin embargo, para establecer la conectividad global, los sistemas de comunicación óptica submarina (Fig. 4 y 5) tuvieron que superar enormes distancias oceánicas intercontinentales, lo que requirió otro invento clave: el amplificador óptico.

Figura 4*Cables submarinos*

Nota : Un análisis de las fibras ópticas y su impacto sobre las comunicaciones en la sociedad contemporánea, según el autor Diego F. Grosz

Los cables submarinos se sustentan en el lecho marino y presentan un diámetro que varía entre 17 y 77 mm, dependiendo de la profundidad en la que se encuentren. Este cable típicamente contiene ocho pares de fibras ópticas y se encuentra resguardado por una trenza de alambres de acero y aluminio, así como múltiples capas de polímeros. Además, se suministra la energía eléctrica requerida para el funcionamiento de los láseres de bombeo de los Osciladores Acústico-Ópticos (AOs).

Figura 5*Red mundial de cables submarinos*

Nota : Un análisis de las fibras ópticas y su impacto sobre las comunicaciones en la sociedad contemporánea, según el autor Diego F. Grosz.

Se presenta un mapa actualizado de la red de cables submarinos que ha permitido la expansión de Internet a escala global. Al acceder al sitio web <https://www.submarinecablemap.com/>, se puede observar detalladamente que cada línea de color representa un cable distinto (Los datos proporcionados están actualizados a 28 de junio de 2021)

Es importante destacar que, a pesar de que se lanzan nuevos satélites cada mes con el objetivo de proporcionar servicios de Internet a nivel mundial, la capacidad total de estos satélites en conjunto es inferior a la capacidad que puede ofrecer una única fibra óptica. El mundo contemporáneo se encuentra interconectado a través de Internet, cuya relevancia es indiscutible. Se estima que esta tecnología no será sustituida en un futuro cercano ni lejano por ninguna otra tecnología conocida. Por lo tanto, surge la interrogante acerca de la continuación de esta narrativa. A pesar de la inherente dificultad de realizar pronósticos sobre el porvenir, existen indicios que

nos permiten vislumbrar las tendencias venideras en lo que respecta a los sistemas de comunicación: las comunicaciones cuánticas.

En el ámbito de las comunicaciones ópticas, se distinguen dos categorías principales de fibra óptica: la fibra monomodo y la fibra multimodo.

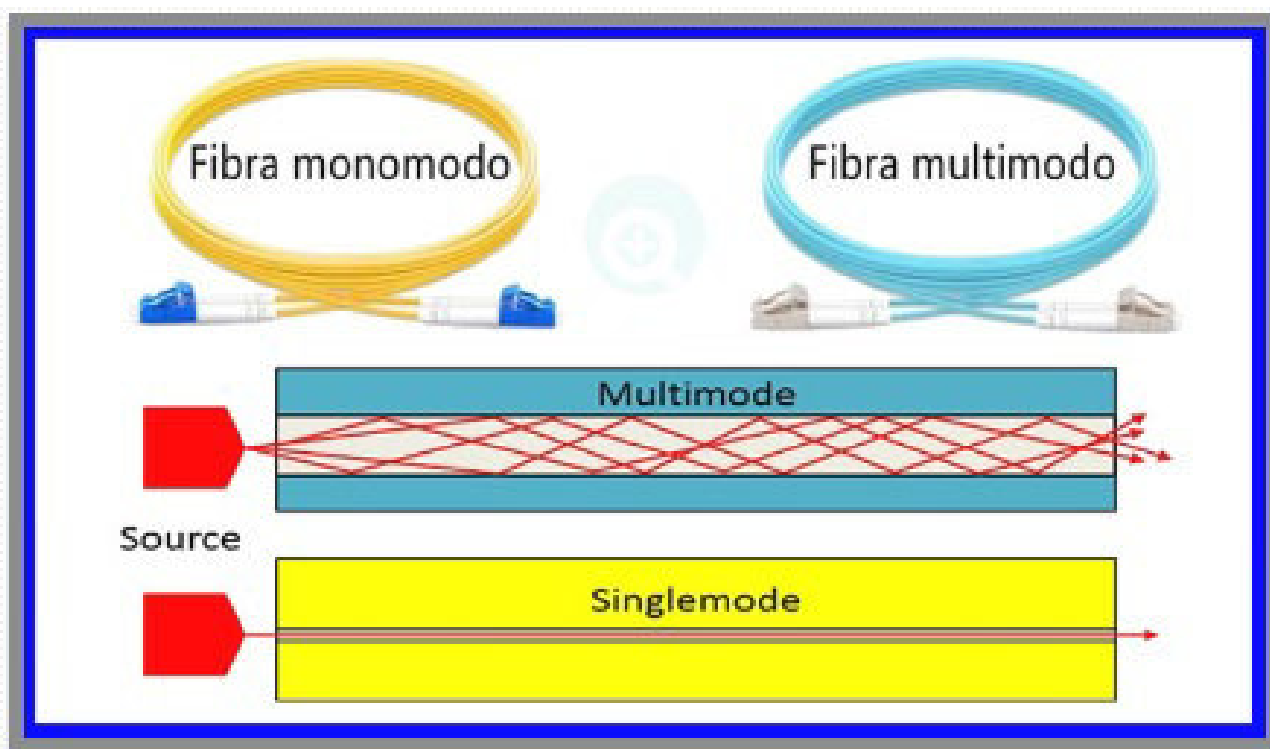
Según Alonso (2014) en "Sistemas de Fibra óptica", se define que la fibra monomodo es el tipo de fibra que proporciona mayor capacidad de transmisión de información. La banda de paso de este sistema se sitúa dentro del rango de 100 GHz/km. La fibra en cuestión es conocida por su capacidad para generar flujos de alta magnitud, pero su implementación también se caracteriza por su complejidad. La ilustración representa que solo los rayos que siguen una trayectoria a lo largo del eje de la fibra pueden ser transmitidos, lo cual tiene dado lugar a su denominación como "monomodo" debido a su modo de propagación o camino único del haz luminoso. Las fibras en consideración presentan un diámetro del núcleo que se sitúa en un rango de magnitud similar a la longitud de onda de las señales ópticas que se transmiten, específicamente entre 5 y 8 mm. Las fibras ópticas monomodo de índice escalonado se caracterizan por tener un núcleo compuesto por un material cuyo índice de refracción difiere de manera significativa del material de la cubierta. La mayor ventaja de las fibras monomodo radica en su capacidad para alcanzar altos caudales de transmisión de datos. No obstante, debido a sus reducidas dimensiones, requieren un manejo cuidadoso y presentan desafíos en cuanto a su conexión que aún no han sido completamente comprendidos.

Una fibra multimodo se caracteriza por su capacidad para facilitar la propagación de haces de luz a través de múltiples modos o vías. Esta suposición implica que no todos arriban de manera simultánea. Una fibra multimodo puede exhibir un número de modos de propagación de luz que excede los mil. Las fibras multimodo son ampliamente empleadas en aplicaciones de corto alcance,

dimensiones a distancias inferiores a 1 km. Estos productos se caracterizan por su sencillez en el diseño y rentabilidad. La distancia máxima alcanzada por el sistema es de 2 kilómetros, utilizando diodos láser de baja intensidad. El núcleo de la fibra multimodo exhibe un índice de refracción algo mayor, aunque comparable en magnitud, al índice de refracción del revestimiento. La fibra multimodo ofrece beneficios en relación con la facilidad de conexión y la capacidad de tolerar componentes de menor precisión debido a su núcleo de mayor diámetro. Alonso, I. (2014). Los sistemas de fibra óptica son una tecnología de comunicación que utiliza hilos delgados de vidrio o plástico para transmitir información en forma de pulsos de luz.

Figura 6

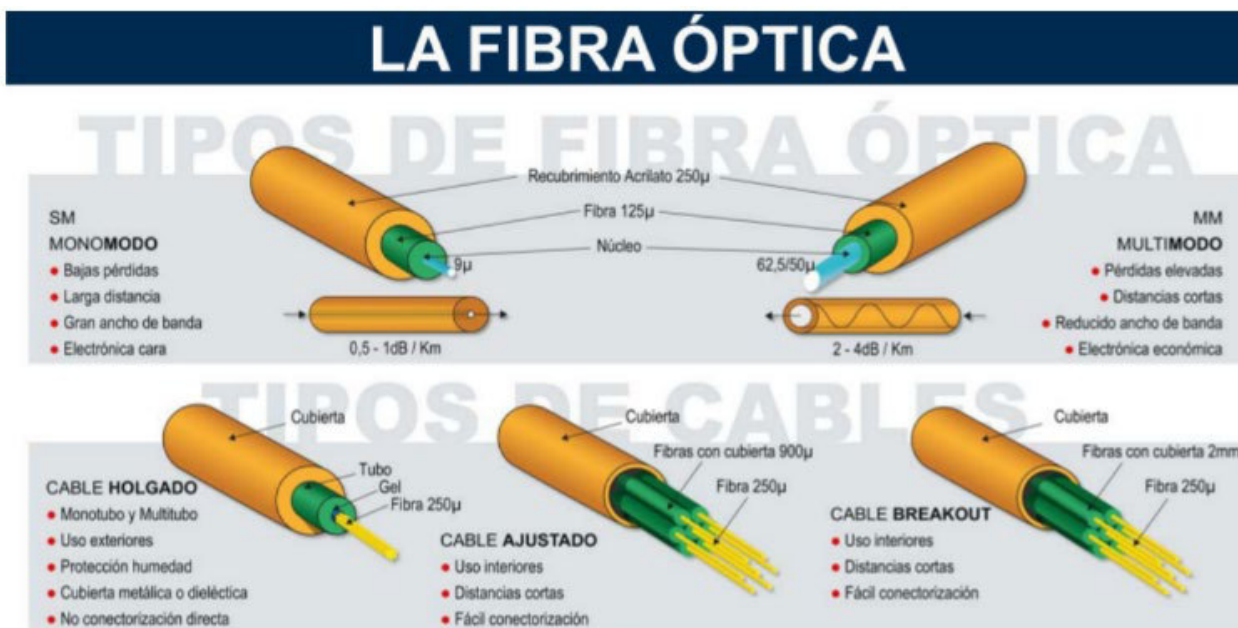
Diferencias entre fibra óptica multimodo y monomodo



Nota : Deslem-Cableado Estructurado-Fibra Óptica-Ingeniería, n.d., según deslem.com

Figura 7

Características de los tipos de cable de fibra óptica



Nota: <https://www.diegodiazlopez.com/post/realizar-instalacion-de-fibra-optica>.

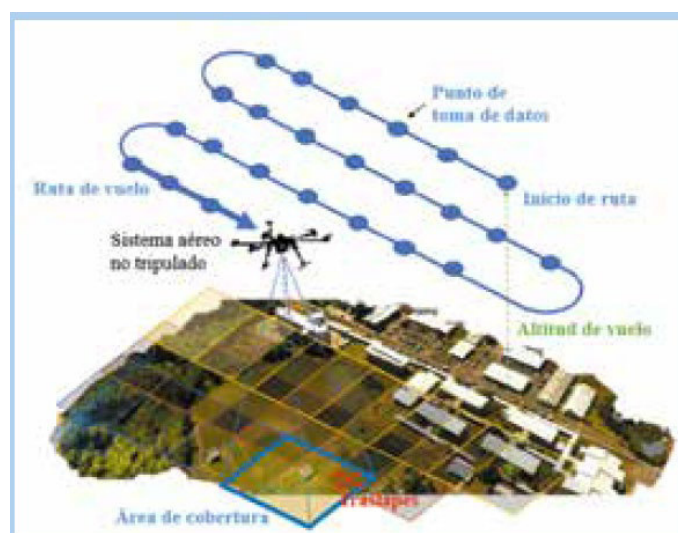
A continuación, definiremos qué es la fotogrametría ya que a través de ella se obtiene el ortomosaico, luego se definirá qué es un ortomosaico ya que este es el insumo base para la obtención de la cartografía, finalmente definiremos qué es la cartografía:

Según Arriola Valverde et al. (2018) en el artículo “Vista de Fotogrametría Terrestre Con Sistemas Aéreos Autónomos No Tripulados” (s.f.), La fotogrametría terrestre es una técnica ampliamente reconocida en el ámbito académico que se emplea para el estudio de áreas geográficas a través del análisis de imágenes y la utilización de diversos sensores. El propósito de esta técnica consiste en la extracción de información relevante para su aplicación en campos como la agricultura de precisión, la inspección estructural, la planificación urbana y vial, entre otros. La utilización de sistemas autónomos no tripulados (UAS), también conocidos como drones, en conjunto con otros dispositivos, permite alcanzar una alta precisión tanto en términos temporales

como espaciales, aunque esto se logra con un gasto de una cobertura limitada. El Laboratorio de fotogrametría de la Escuela de ingeniería electrónica del Instituto tecnológico de Costa Rica (TEC) ha estado investigando técnicas y tecnologías relacionadas durante un período de tres años. En la actualidad, el laboratorio posee experiencia y equipo que permite la generación de productos fotogramétricos con una resolución de hasta un centímetro por píxel (1 cm/píxel).

Figura 8

Levantamiento topográfico terrestre



Nota : Según (Arriola Valverde et al., 2018)

La figura 8 nos muestra un esquema conceptual que describe de manera académica el procedimiento para llevar a cabo un levantamiento fotogramétrico terrestre. El vehículo aéreo está programado para llevar a cabo una trayectoria autónoma, durante la cual adquiere datos e imágenes de toda la superficie que está siendo estudiada, con un nivel adecuado de redundancia o traslape, para su posterior procesamiento.

Según Arriola Valverde et al. (2018) en el artículo "Vista de Fotogrametría Terrestre Con Sistemas Aéreos Autónomos No Tripulados" (s.f.), el término "ortomosaico" se define como la proyección ortorrectificada bidimensional (2D) del área en estudio, mientras que el DEM representa la variación espacial de la altura sobre el terreno estudiado. De acuerdo con Galeana Pérez et al. (2022), en el artículo publicado en la Revista Ingeniería Investigación y Tecnología de la Facultad de Ingeniería de la UNAM (sin fecha), se define un mosaico como la agrupación de imágenes obtenidas de una o varias cámaras, con la posibilidad de realizar superposiciones. entre las imágenes, fusionándolas en una única imagen y ampliando así el campo de visión de la escena (Cheng et al., 2007). Según Escalante et al. (2016), cuando a un mosaico se le corrigen las distorsiones causadas por el relieve del terreno y los objetos que interfieren con él, se le denomina ortomosaicos.

Según Rivero y Lladós (2019), la cartografía es un área de investigación científica que se centra en los distintos métodos y sistemas empleados para representar en un plano una parte o la totalidad de la superficie terrestre (Domínguez García-Tejero, 1966). La cartografía es una disciplina científica que se enfoca en el análisis y estudio de la elaboración y análisis de mapas. El término "mapa" se refiere a una representación visual que exhibe las relaciones y configuraciones espaciales de manera gráfica, tal como ha sido definida por Arthur H. Robinson et al. en 1987. El concepto de "cartografía" se refiere a un conjunto de disciplinas y procedimientos científicos, artísticos y técnicos que se fundamentan en los resultados de observaciones empíricas o en el análisis de documentación. Las actividades en cuestión tienen como finalidad primordial la creación, examen y empleo de cartas, planos, mapas, modelos en relieve y otros medios de representación que ilustran la Tierra, una porción de esta o cualquier región del Universo (esta definición fue propuesta por la Asociación Cartográfica Internacional en 1966). La cartografía es

una disciplina que engloba el arte, la ciencia y la técnica de la creación y estudio de mapas como documentos científicos (Instituto Panamericano de Geografía e Historia, 1986).

2.1 Base legal:

La implementación de este proyecto está sujeta a las legislaciones que respaldan la ejecución del proyecto de diseño de infraestructura de fibra óptica doméstica en el distrito de Cayma. Principalmente tenemos la Ley N° 29904 (20 de julio de 2012) “Ley de Promoción de la Banda Ancha y Construcción de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica”, cuyo objetivo es estimular el desarrollo, utilización y adopción generalizada de los servicios de banda ancha en todo el territorio nacional. Esto abarca tanto la oferta como la demanda de servicios de banda ancha, al mismo tiempo que fomenta la implementación de infraestructura, servicios, contenidos, aplicaciones y competencias digitales. Estos esfuerzos son considerados como una estrategia para promover y facilitar la inclusión social, el desarrollo socioeconómico, la competitividad, la seguridad nacional y la transformación organizacional hacia una sociedad basada sobre la información y el conocimiento (Ley N°29904, 2012).

En cuestión de los aspectos técnicos del diseño del proyecto nos basamos en la Resolución Ministerial N°368-2011-MTC/03 (30 de mayo del 2011) Documento de Trabajo “Especificaciones Técnicas para el tendido de Fibra Óptica en las Redes de Energía Eléctrica y de Hidrocarburos “se indica que el propósito es establecer las especificaciones técnicas requeridas para la instalación de fibra óptica en las redes de energía eléctrica e hidrocarburos, con el fin de implementar la red troncal de fibra, de acuerdo con la política nacional aprobada por Decreto Supremo. N°034-2010-MTC”(Resolución Ministerial N°368-2011-MTC/03,2011).

Con respecto a la competencia de las municipalidades en los proyectos de tendido nos sujetamos al Informe N°00040-OAJ/2021(8 de febrero 2022) “Opinión legal sobre el proyecto de ley N°1150/2021-CR, que modifica los artículos 17 y 19 y deroga la segunda disposición complementaria transitoria de la ley N°30477” de la cual se comenta que estas funciones son exclusivas de las municipalidades distritales, las cuales consisten en normar, regular y otorgar autorizaciones, derechos y licencias. Además, tienen la responsabilidad de velar por el cumplimiento del ornato y llevar a cabo la fiscalización del tendido de cables de cualquier tipo, incluyendo la instalación de la infraestructura necesaria para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones y energía.

2.2 Procedimiento de la elaboración de la cartografía para el proyecto de fibra óptica en Cayma región Arequipa:

Para la obtención del ortomosaico y los datos necesarios se llevaron a cabo tres etapas : precampo, campo y gabinete las que se detallarán a continuación.

En la etapa de precampo se planificó desde gabinete que zona será la que cubrirá el vuelo fotogramétrico, ya que se debe delimitar la zona urbana y que tan factible es realizar el tendido de fibra óptica en esa zona (factores geográficos , económicos y de proyectos eléctricos ya existentes en la zona).El resultado final de la etapa precampo es la delimitación de la zona de interés en el distrito Cayma región Arequipa.

Figura 9

Análisis de los factores geográficos, económicos y físicos.

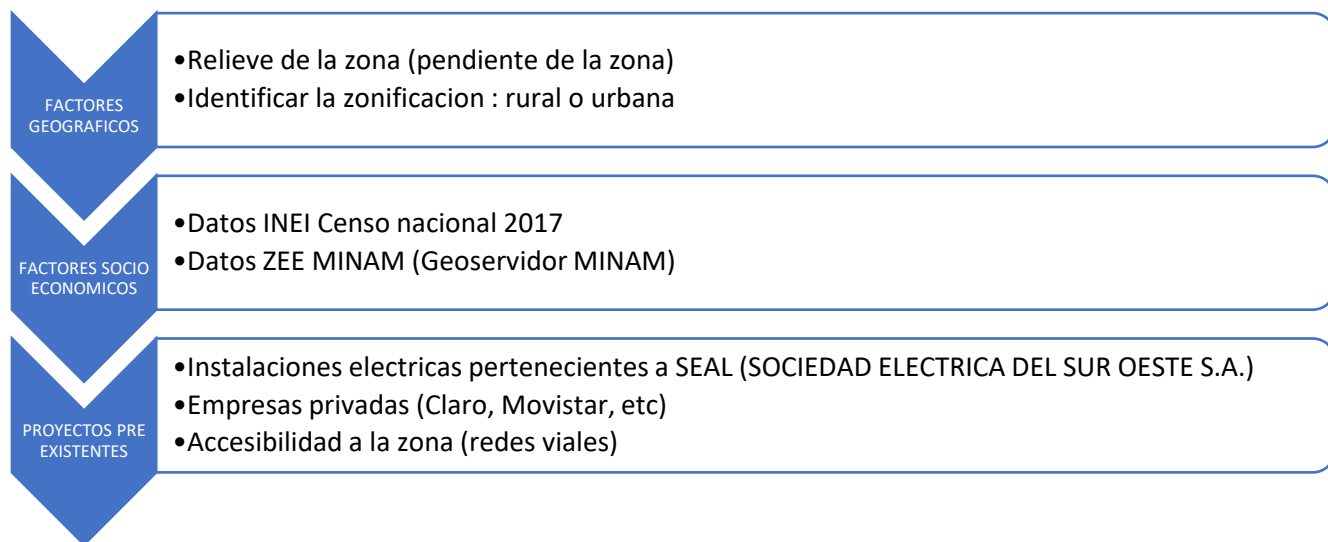
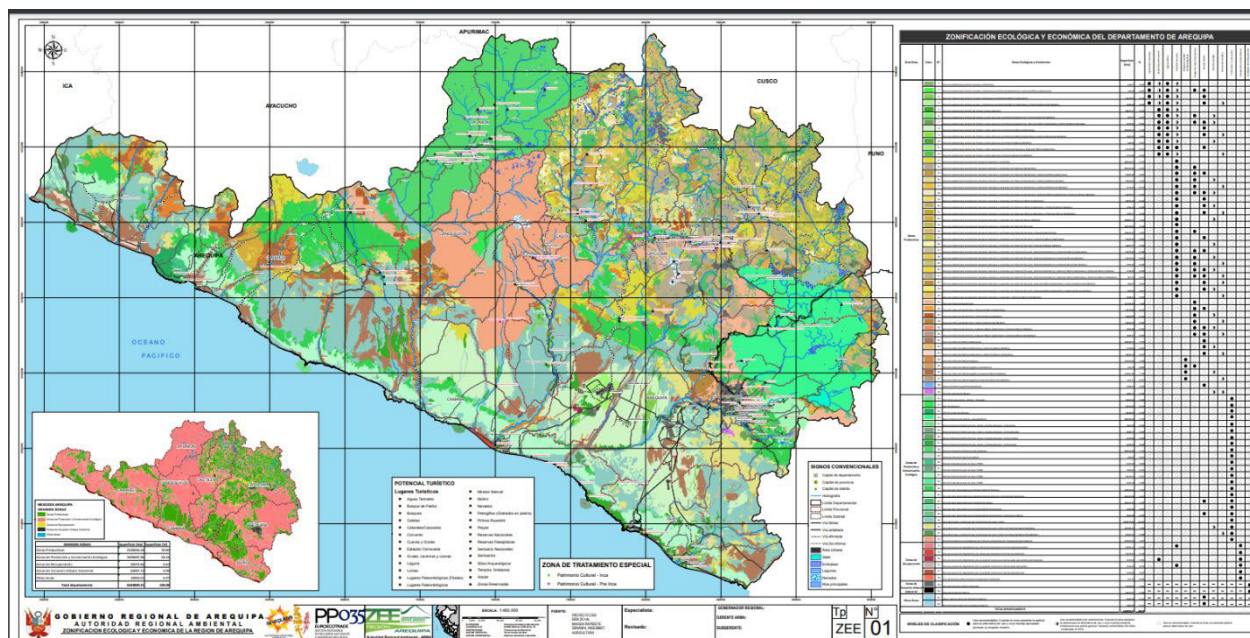


Figura 10

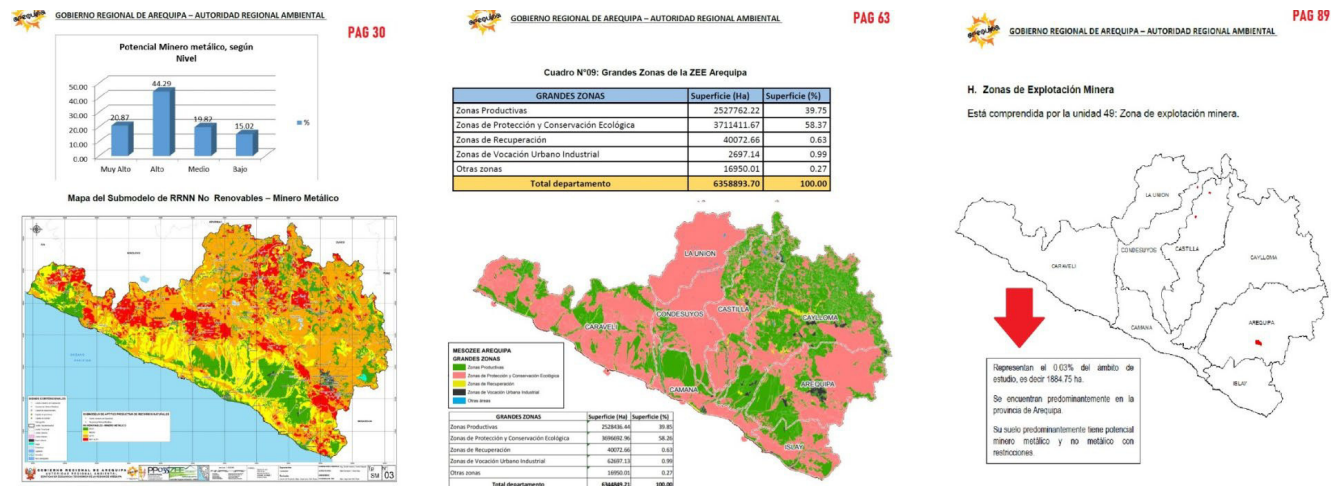
Mapa ZEE región Arequipa (MINAM)



Nota : MINAM

Figura 11

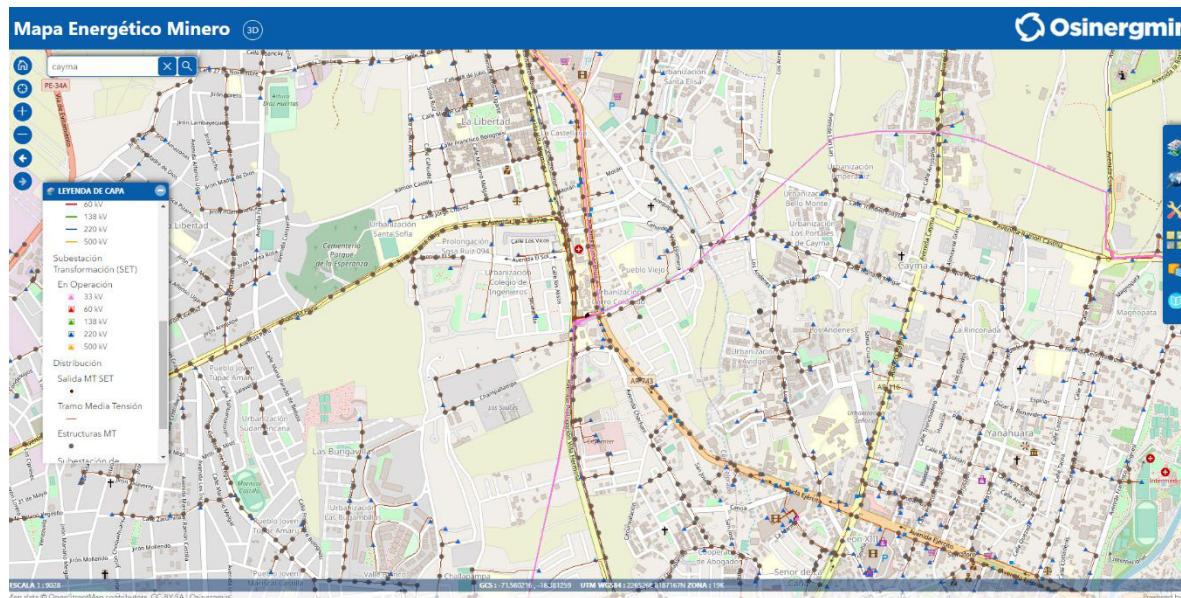
Datos estadísticos ZEE región Arequipa



Nota : MINAM

Figura 12

Información de estructuras existentes según Osinerming



Nota: Geoportal Osinerming

Figura 13

Esquema de análisis para limitar la zona de interés

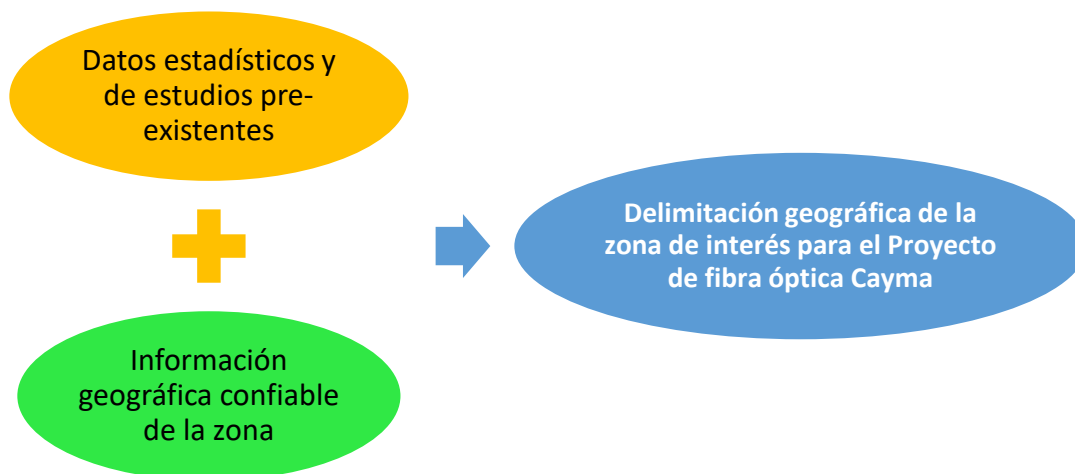
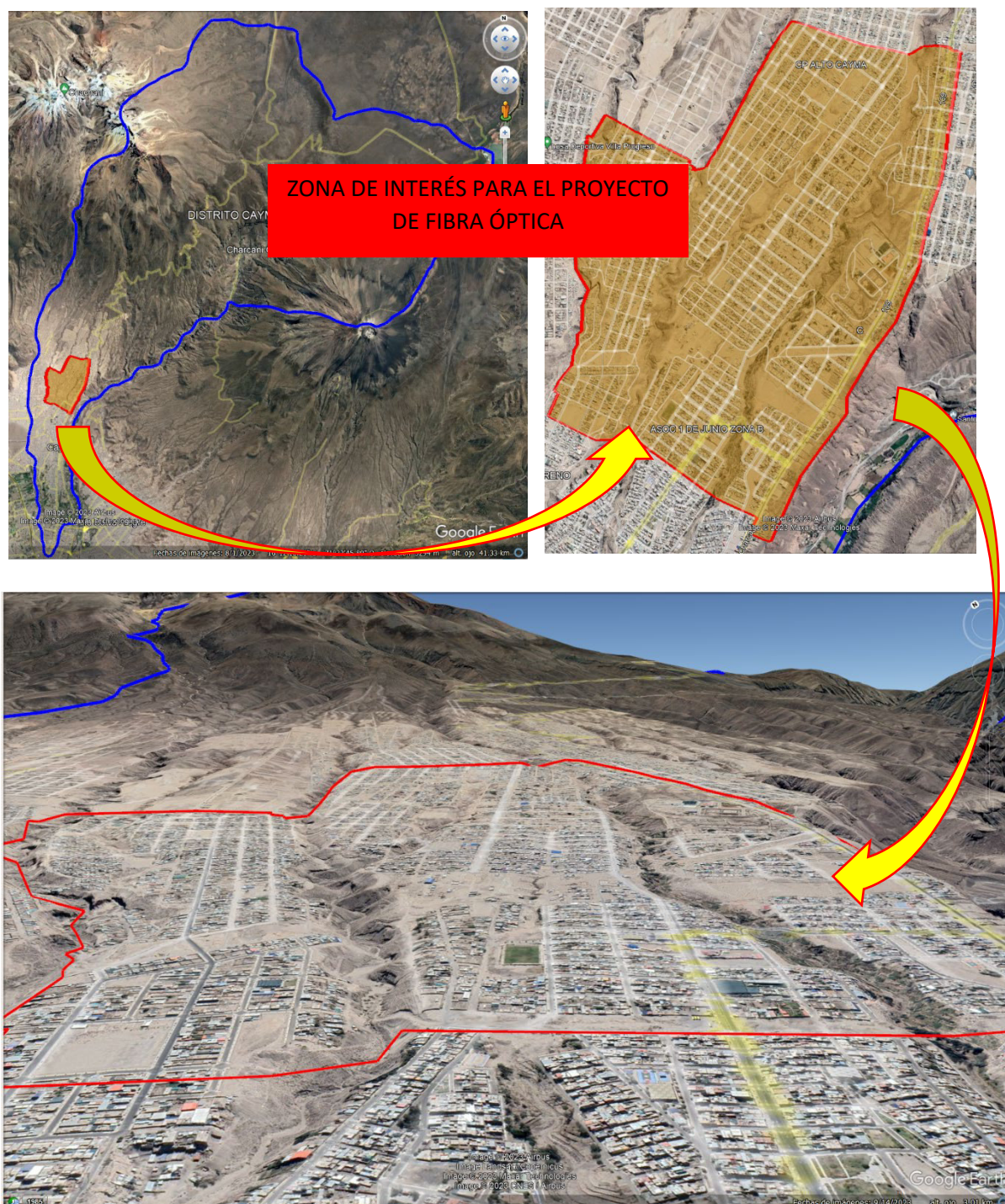


Figura 14

Producto de la etapa precampo :Delimitación de la zona de interés para el vuelo fotogramétrico



Nota : Elaborado en Google Earth

Con el resultado de la etapa pre-campo procedemos a la etapa de levantamiento de información en campo, en esta etapa se realiza el vuelo fotogramétrico que nos da como resultado ortofotos de la zona , también se realiza la recopilación de datos usando el software para dispositivo móvil Gyga Publicitario que es una aplicación para celular creada en la empresa Gyga Consulting a través de la cual los operarios de campo pueden realizar el levantamiento de la información de interés y esta es revisada en gabinete en tiempo real, lo que permite ahorrar mucho tiempo y recursos al solucionar errores en tiempo real.

Los resultados finales de la etapa de campo son : las ortofotos de la zona de interés para el diseño del proyecto en la etapa tendido de fibra óptica y el levantamiento de información de dicha zona a través del software Gyga Publicitario.

Figura 15

Producto de la etapa de levantamiento de información en campo: información en la plataforma Gyga Publicitario (información de predios)

Reporte predio V2

Distrito: Zona: Sector: Fecha inicio:
 Fecha fin: Buscar por ID:

ID	Tipo reporte	Codigo Predio	Distrito	Zona	Sector	Encargado	Fecha	Estado	Acciones
24061	Predio	HZ13512035	Cayma - 02	Z13	Z13512	Rolando Arocutipá Zurita	2023-09-20 09:23:27	Registrado	i
24055	Predio	HZ13512034	Cayma - 02	Z13	Z13512	Rolando Arocutipá Zurita	2023-09-20 09:22:41	Registrado	i
24036	Predio	HZ13512033	Cayma - 02	Z13	Z13512	Rolando Arocutipá Zurita	2023-09-20 09:19:19	Registrado	i
24030	Predio	HZ13512032	Cayma - 02	Z13	Z13512	Rolando Arocutipá Zurita	2023-09-20 09:17:56	Registrado	i
24025	Predio	HZ13512031	Cayma - 02	Z13	Z13512	Rolando Arocutipá Zurita	2023-09-20 09:16:42	Registrado	i
24021	Predio	HZ13512030	Cayma - 02	Z13	Z13512	Rolando Arocutipá Zurita	2023-09-20 09:15:55	Registrado	i
24015	Predio	HZ13512029	Cayma - 02	Z13	Z13512	Rolando Arocutipá Zurita	2023-09-20 09:15:05	Registrado	i
24011	Predio	HZ13512028	Cayma - 02	Z13	Z13512	Rolando Arocutipá Zurita	2023-09-20 09:14:11	Registrado	i
24010	Predio	HZ13512027	Cayma - 02	Z13	Z13512	Rolando Arocutipá Zurita	2023-09-20 09:13:35	Registrado	i
24007	Predio	HZ13512026	Cayma - 02	Z13	Z13512	Rolando Arocutipá Zurita	2023-09-20 09:13:03	Registrado	i

Nota : Plataforma Gyga Publicitario

Figura 16

Reporte individual de predio:

Ver reporte predio

Código Sector	Estado de registro
Z13S12	Registrado
Código Predio	Vía de acceso
HZ13S12035	ND
Número municipal	Terreno
-	Terreno en construcción
Denominación	Comercio
-	0
Vivienda	Homepass
1	1
Actividad	Esquina
-	no
Nombre institución	Observaciones
-	-
Latitud	Longitud
-16.315068875108	-71.528121335425
Fecha y Hora	
2023-09-20 09:23:27	



Foto fachada
 Lat: -16.315068875108
 Lng: -71.528121335425

Nota : Plataforma Gyga Publicitario

En la plataforma Gyga Publicitario se puede buscar los predios individualmente o descargar toda la información del distrito, esta información se descarga en Excel formato CSV o XLS.

También se puede descargar individualmente los reportes de predios con fotos incluidas.

Figura 17

Producto de la etapa de levantamiento de información en campo: información en la plataforma Gyga Publicitario (información de postes)

Reporte poste V2

Distrito:
 Zona:
 Sector:
 Fecha inicio:

Fecha fin:
 Buscar por ID:

ID	Tipo reporte	Codigo Poste	Distrito	Zona	Sector	Encargado	Fecha	Estado	Acciones
37252	Poste	PZ18S18003	Cayma - 02	Z18	Z18S18	Cristhian Miguel Valero Benito	2023-09-26 16:41:58	Registrado	<input type="button" value="⋮"/>
37249	Poste	PZ18S18002	Cayma - 02	Z18	Z18S18	Cristhian Miguel Valero Benito	2023-09-26 16:39:29	Registrado	<input type="button" value="⋮"/>
37245	Poste	PZ18S18001	Cayma - 02	Z18	Z18S18	Cristhian Miguel Valero Benito	2023-09-26 16:35:22	Registrado	<input type="button" value="⋮"/>
37242	Poste	PZ20S12001	Cayma - 02	Z20	Z20S12	Cristhian Miguel Valero Benito	2023-09-26 16:29:57	Registrado	<input type="button" value="⋮"/>
37241	Poste	PZ20S11001	Cayma - 02	Z20	Z20S11	Cristhian Miguel Valero Benito	2023-09-26 16:25:16	Registrado	<input type="button" value="⋮"/>
37232	Poste	PZ20S08002	Cayma - 02	Z20	Z20S08	Cristhian Miguel Valero Benito	2023-09-26 16:18:25	Registrado	<input type="button" value="⋮"/>
37220	Poste	PZ20S08001	Cayma - 02	Z20	Z20S08	Cristhian Miguel Valero Benito	2023-09-26 16:15:52	Registrado	<input type="button" value="⋮"/>
37191	Poste	PZ20S07001	Cayma - 02	Z20	Z20S07	Cristhian Miguel Valero Benito	2023-09-26 16:07:12	Registrado	<input type="button" value="⋮"/>
37174	Poste	PZ20S04001	Cayma - 02	Z20	Z20S04	Cristhian Miguel Valero Benito	2023-09-26 16:01:43	Registrado	<input type="button" value="⋮"/>
37126	Poste	PZ19S09007	Cayma - 02	Z19	Z19S09	Elliot Franz Huaccachi Cabrera	2023-09-26 15:46:46	Registrado	<input type="button" value="⋮"/>


Nota : Plataforma Gyga Publicitario

Figura 18


Reporte de postes:

Ver reporte poste x


Código Sector	Estado de registro
Z18518	Registrado
Código	Código Poste
302245	PZ18518003
Altura	Propietario
13	SEAL
Tipo poste	Tensión
Poste eléctrico	MT
Cables eléctricos	Cables telemáticos
6	0
Elementos eléctricos	
No	
-	
Elementos telemáticos	
No	
-	
Estructura	Material
Simple	Concreto
Zona de instalación	Resistencia
Vereda	400
Estado	Inclinación
-	-
Condición	Observaciones
-	-
Latitud	Longitud
-16.323371819328	-71.538007473488
Fecha y Hora	
2023-09-26 16:41:58	




Estructura completa
Lat: -16.3232882
Lng: -71.5380663



Código estructura
Lat: -16.3232882
Lng: -71.5380663



Base poste
Lat: -16.3232882
Lng: -71.5380663



Perfil poste
Lat: -16.3232882
Lng: -71.5380663

Nota : Plataforma Gyga Publicitario

La etapa de gabinete se llevó a cabo teniendo en cuenta dos objetivos: obtener el ortomosaico de la zona de interés para el proyecto de fibra óptica y crear el Excel general de datos basado en los datos del levantamiento en campo con el software Gyga publicitario.

Para la obtención del ortomosaico partimos de la ortofoto obtenida en el vuelo fotogramétrico ,estas imágenes capturadas con una precisión milimétrica son posteriormente sometidas a un proceso de georreferenciación, donde se utilizan puntos de control terrestres y algoritmos avanzados de correlación para corregir las deformaciones geométricas inducidas por la altitud y la inclinación variables del dron durante el vuelo. La siguiente etapa implica la ortorrectificación, un proceso que ajusta las imágenes para corregir distorsiones debidas a la topografía del terreno y la curvatura terrestre. Este meticuloso proceso garantiza la precisión geométrica de cada píxel en la imagen final. La fusión de las imágenes ortorrectificadas resulta en ortofotos y esta es la base para digitalizar nuestra zona de interés en el distrito de Cayma región Arequipa. El producto final de este proceso es el ortomosaico de la zona de interés para el proyecto de tendido de fibra óptica.Podemos ver el proceso de la obtención del ortomosaico en la figura 19.

Figura 19

Flujo de procesos en gabinete para obtener el ortomosaico de la zona de interés.

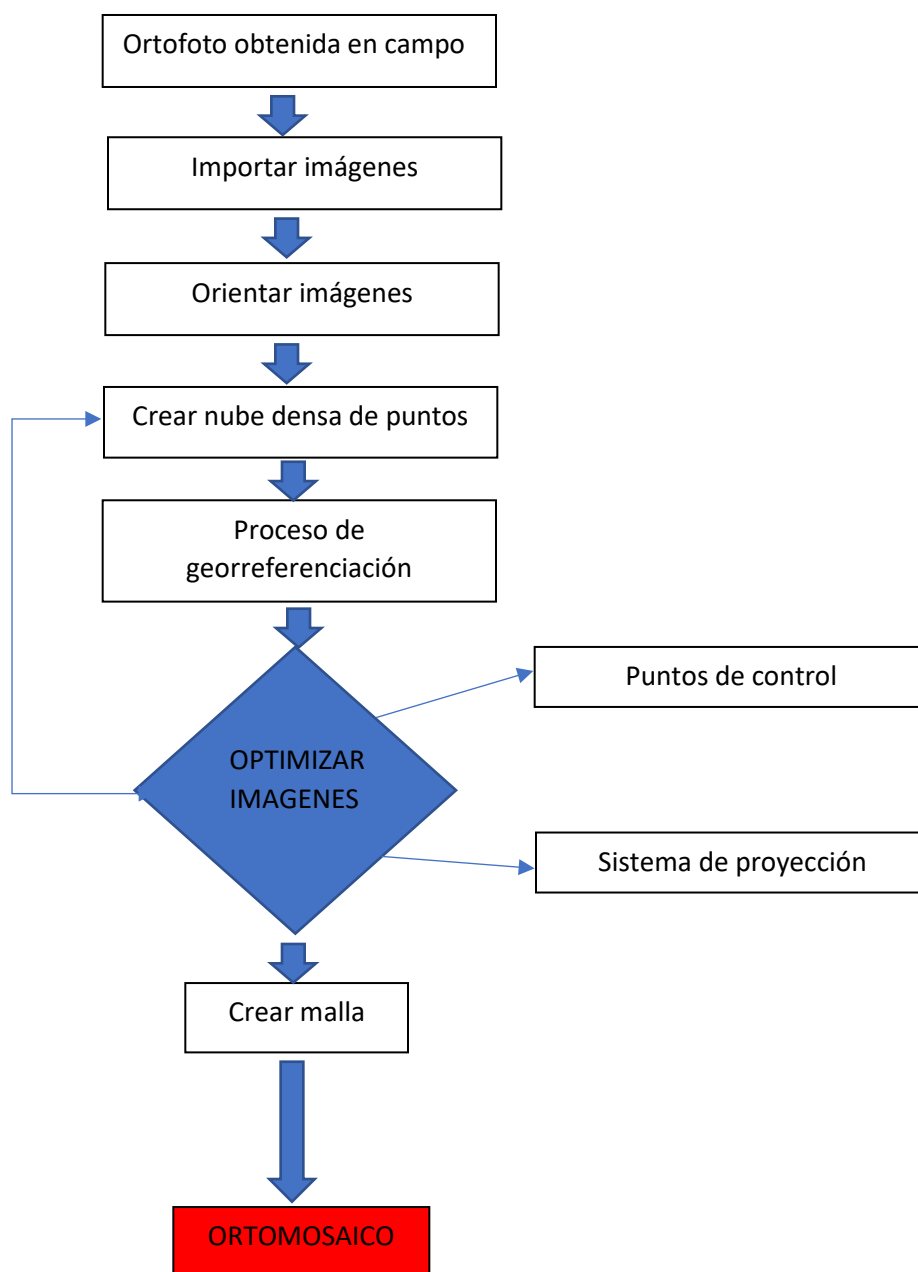
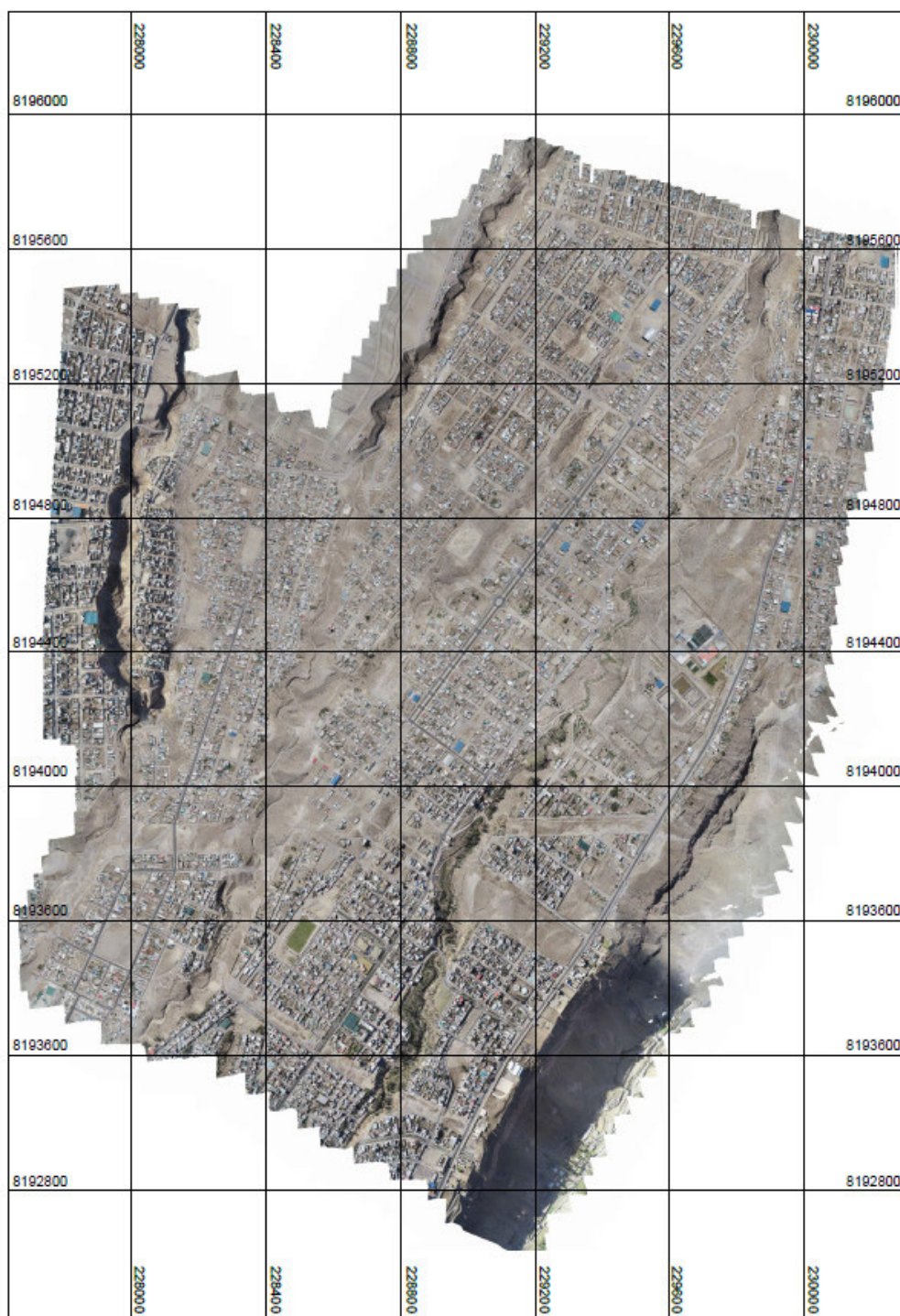


Figura 20

Producto de la etapa de campo : Ortomosaico de la zona del proyecto de fibra óptica en Cayma



Nota : Mapa realizado en AutoCad.

Figura 21

Producto de la etapa de campo: Datos en formato CSV de predios para la cartografía de Cayma

COORDENADAS				REGISTRO							PREDIO		HOME PASS				
X (UTM -19)	Y (UTM -19)	LATITUDE	LONGITUDE	ID	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	CLUSTER	ZONA	TRONCAL	DIRECCION	ACTIVIDAD	VIVIENDA	COMERCIO	HP	HP A	HP (<15)
229097.3975	8193269.6580	-	-	18181	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		1	0	1	-	1
228896.3670	8193144.4884	-	-	18180	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		2	0	2	-	2
229092.6605	8193260.9840	-	-	18182	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		1	0	1	-	1
228887.6770	8193148.0424	-	-	18186	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		1	0	1	-	1
229087.2682	8193251.5194	-	-	18184	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		1	0	1	-	1
229102.7580	8193277.6219	-	-	18179	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		1	0	1	-	1
229126.7746	8193275.2222	-	-	18170	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		1	0	1	-	1
228903.6680	8193202.1316	-	-	18165	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		1	0	1	-	1
229107.9263	8193286.3688	-	-	18173	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		1	0	1	-	1
228905.5200	8193140.6684	-	-	18178	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		2	0	2	-	2
228914.8390	8193136.2534	-	-	18174	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		1	0	1	-	1
229081.6860	8193243.1004	-	-	18187	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		1	0	1	-	1
229097.2691	8193222.6303	-	-	18214	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		0	0	0	-	0
229091.3466	8193214.0409	-	-	18212	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		1	0	1	-	1
229102.1324	8193230.7926	-	-	18216	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		1	0	1	-	1
229112.8849	8193247.9203	-	-	18219	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		1	0	1	-	1
229107.0938	8193239.7088	-	-	18217	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		1	0	1	-	1
229086.3908	8193205.8283	-	-	18210	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N	Dental	1	1	2	-	2
229071.7090	8193227.2802	-	-	18194	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		1	0	1	-	1
229075.9520	8193234.6654	-	-	18190	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		1	0	1	-	1
229065.1630	8193219.1483	-	-	18196	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		1	0	1	-	1
229080.4348	8193197.6853	-	-	18208	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		1	0	1	-	1
229059.6068	8193210.2693	-	-	18198	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		2	0	2	-	2
229209.7726	8193383.9985	-	-	17904	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		1	0	1	-	1
229015.6357	8193536.9626	-	-	16474	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	Mz B Lt 37		1	0	1	-	1
229181.5938	8193347.1380	-	-	17911	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		1	0	1	-	1
229193.1760	8193362.3940	-	-	17925	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		0	0	0	-	0
229187.4500	8193354.9030	-	-	17922	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		0	0	0	-	0
229027.4790	8193528.0689	-	-	16468	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	Mz B Lt 35		1	0	1	-	1
229050.2206	8193512.2668	-	-	16460	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	Mz B Lt 31		1	0	1	-	1
229055.5636	8193508.0238	-	-	16456	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	Mz B Lt 30		2	0	2	-	2
229044.5203	8193516.2191	-	-	16462	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	Mz B Lt 32		1	0	1	-	1
229033.4856	8193524.7768	-	-	16465	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	Mz B Lt 34		0	0	0	-	0
229039.1026	8193520.2048	-	-	16463	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	Mz B Lt 33		2	0	2	-	2
229198.6267	8193369.8322	-	-	17926	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		0	0	0	-	0
229016.3928	8193220.7881	-	-	18160	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z15	-	S/N		1	0	1	-	1

Podemos ver en la figura 16 que los datos obtenidos son :

Coordenadas de los predios:

Columna A : coordenadas X UTM zona 19

Columna B: coordenadas Y UTM zona 19

Columna C: Latitud en grados decimales

Columna D: Longitud en grados decimales

Registro de datos generales de los predios:

Columna E : ID es el código único del predio a través del cual se podrá hacer la consulta de las fotografías tomadas a la fachada de cada predio en la plataforma web Gyga Publicitario.

Columna F:Departamento

Columna G:Provincia

Columna H:Distrito

Columna I : Cluster es el nombre de la zona de Cayma donde se llevará a cabo el proyecto Cayma-02

Columna J : Zona , se dividió la zona de interés en subzonas para mantener el orden y conteo.

Columna K :Troncal , subdivisión adicional de la zona del proyecto.

Predio:

Columna L :Dirección , Avenida , Jirón o Manzana y lote del predio.

Columna M: Actividad ,se especifica la actividad comercial del predio (tiendas, estéticas, dentales, etc) , en caso de tener actividad comercial, en caso contrario queda vacío.

Datos que serán de utilidad para el diseño, es decir la repartición de homepass por cada predio:

Columna N :Vivienda : la cantidad de familias habitantes dentro de un mismo predio.

Columna O :Comercio : cantidad de comercios que hay dentro de un predio.

Columna P :HP: número de HP(homepass) que se distribuirá por predio.

Columna Q : HPA

Columna R :HP(<15): predios con homepass menores a 15.

Figura 22:

Datos en formato CSV de postes para la cartografía de Cayma :

COORDENADAS				REGISTRO							
X (UTM-19)	Y (UTM-19)	LATITUDE	LONGITUDE	ITEM	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	CLUSTER	ZONA	TRONCAL	CAPA
229823.574	8195330.472	-16.3079068	-71.5284256	19213	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z11	-	POSTE BT CON ELEMENTOS
229811.807	8195419.774	-16.3070990	-71.5285253	19265	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z11	-	POSTE BT CON ELEMENTOS
229811.807	8195419.774	-16.3070990	-71.5285253	19265	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z11	-	POSTE BT CON ELEMENTOS
229790.577	8195390.359	-16.3073623	-71.5287272	19283	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z11	-	POSTE BT CON ELEMENTOS
229771.755	8195364.078	-16.3075975	-71.5289063	19296	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z11	-	POSTE BT CON ELEMENTOS
229753.491	8195339.519	-16.3078173	-71.5290799	19308	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z11	-	POSTE BT CON ELEMENTOS
229714.067	8195368.743	-16.3075489	-71.5294452	19333	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z11	-	POSTE BT SIN ELEMENTOS
229731.719	8195392.787	-16.3073337	-71.5292774	19345	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z11	-	POSTE BT CON ELEMENTOS
229750.875	8195418.929	-16.3070998	-71.5290952	19356	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z11	-	POSTE BT CON ELEMENTOS
229767.022	8195440.676	-16.3069052	-71.5289417	19365	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z11	-	POSTE BT SIN ELEMENTOS
229786.027	8195466.674	-16.3066725	-71.5287609	19374	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z11	-	POSTE BT CON ELEMENTOS
229797.297	8195533.566	-16.3060697	-71.5286478	19420	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z11	-	POSTE BT SIN ELEMENTOS
229778.620	8195508.131	-16.3062973	-71.5288254	19427	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z11	-	POSTE BT SIN ELEMENTOS
229760.213	8195482.907	-16.3065230	-71.5290004	19435	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z11	-	POSTE BT SIN ELEMENTOS
229741.165	8195456.895	-16.3067558	-71.5291816	19446	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z11	-	POSTE BT SIN ELEMENTOS
229722.296	8195431.264	-16.3069852	-71.5293610	19461	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z11	-	POSTE BT SIN ELEMENTOS
229702.743	8195404.680	-16.3072231	-71.5295470	19470	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z11	-	POSTE BT SIN ELEMENTOS
229683.589	8195378.777	-16.3074549	-71.5297291	19490	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z11	-	POSTE BT CON ELEMENTOS
229661.624	8195395.124	-16.3073048	-71.5299326	19520	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z11	-	POSTE BT SIN ELEMENTOS
229681.390	8195422.681	-16.3070581	-71.5297446	19536	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z11	-	POSTE BT CON ELEMENTOS
229700.127	8195448.406	-16.3068279	-71.5295664	19555	Arequipa	Arequipa	Cayma	Cayma - 02	Z11	-	POSTE BT CON ELEMENTOS

POSTE						DATOS										
TIPOPOSTE	NIVEL TENSION	ALTURA	RESISTENCIA	MATERIAL	ESTRUCTURA	PROPIETARIO	CABLES TELEMÁTICOS	CABLES ELÉCTRICOS	CODIGO DE POSTE	CONDICION	ELEMENTOS	SIFON	ELEMENTOS1	OBSERVACIONES	TRANSFORMADOR	ZONA DE INSTALACION
PE	BT	8	200	PC	Simple	SEAL	0	1	014618	-	ja de conexio	NO	SI	-	NO	T
PE	BT	8	200	PC	Simple	SEAL	0	1	N.D.	-	ja de conexio	NO	SI	-	NO	T
PE	BT	8	200	PC	Simple	SEAL	0	1	N.D.	-	ja de conexio	NO	SI	-	NO	T
PE	BT	8	200	PC	Simple	SEAL	0	1	014613	-	ja de conexio	NO	SI	-	NO	T
PE	BT	8	200	PC	Simple	SEAL	0	1	014612	-	ja de conexio	NO	SI	-	NO	T
PE	BT	8	200	PC	Simple	SEAL	1	1	014611	-	ja FAT, Caja de	NO	SI	-	NO	T
PE	BT	8	200	PC	Simple	SEAL	0	1	014604	-	Pastoral	NO	NO	-	NO	T
PE	BT	8	200	PC	Simple	SEAL	0	1	014605	-	ja de conexio	NO	SI	-	NO	T
PE	BT	8	200	PC	Simple	SEAL	0	1	014606	-	ja de conexio	NO	SI	-	NO	T
PE	BT	8	200	PC	Simple	SEAL	0	1	014607	-	Pastoral	NO	NO	-	NO	T
PE	BT	8	200	PC	Simple	SEAL	0	1	014608	-	ja de conexio	NO	SI	-	NO	T
PE	BT	8	200	PC	Simple	SEAL	0	1	010391	-	Pastoral	NO	NO	-	NO	T
PE	BT	8	200	PC	Simple	SEAL	0	1	010392	-	Pastoral	NO	NO	-	NO	T
PE	BT	8	200	PC	Simple	SEAL	0	1	010393	-	Pastoral	NO	NO	-	NO	T
PE	BT	8	200	PC	Simple	SEAL	0	1	010394	-	Pastoral	NO	NO	-	NO	T
PE	BT	8	200	PC	Simple	SEAL	0	1	010395	-	Pastoral	NO	NO	-	NO	T
PE	BT	8	200	PC	Simple	SEAL	0	1	010396	-	Pastoral	NO	NO	-	NO	T
PE	BT	8	200	PC	Simple	SEAL	1	1	N.D.	-	ceta, Caja FAT	NO	SI	-	NO	R
PE	BT	8	200	PC	Simple	SEAL	2	1	N.D.	-	Pastoral	NO	NO	-	NO	T
PE	BT	8	200	PC	Simple	SEAL	1	1	010399	-	ja de conexio	NO	SI	-	NO	T
PE	BT	8	200	PC	Simple	SEAL	1	1	010388	-	ja de conexio	NO	SI	-	NO	T

Podemos ver en la figura 21 que los datos obtenidos son:

Datos de coordenadas:

Columna A : coordenadas X UTM zona 19

Columna B : coordenadas Y UTM zona 19

Columna C : Latitud en grados decimales

Columna D : Longitud en grados decimales

Registro de los postes:

Columna E : Ítem (código único del poste) con el cual se puede realizar la búsqueda de datos y fotos en la plataforma Gyga Publicitario.

Columna F :Departamento

Columna G :Provincia

Columna H :Distrito

Columna I :Cluster (división de las zonas del proyecto)

Columna J :Zona (numeración de las manzanas donde se levantaron los datos en campo)

Columna K :Troncal (subdivisión adicional de la zona del proyecto)

Columna L :Capa ,detallaremos a continuación las capas de postes con las que se trabaja:

Poste no apto : poste que no se puede usar para el tendido de fibra óptica por su estado de deterioro.

Poste de baja tensión con elementos : poste que se puede usar para el tendido.

Poste de baja tensión con sifón : postes que se pueden usar para el tendido de fibra.

Poste de baja tensión sin elementos: poste apto para su uso en el tendido de fibra.

Poste dañado: poste que se podría usar para el tendido de fibra, pero de ser posible se debe evitar su uso.

Poste inclinado: poste que se podría usar para el tendido de fibra , pero de ser posible se debe evitar su uso.

Poste de Madera: poste cuyo material es madera, no se usa para el diseño de tendido de fibra.

Poste de media tensión con elementos : no se usan para el tendido, pero identificarlos es de suma importancia ya que donde existen postes no se deben proyectar postes nuevos.

Postes de media tensión con sifón : postes que no se pueden usar para el tendido de fibra, se evita pasar por líneas de postes con sifón, esta limitación solo se presenta en el proyecto para el cliente Wow.

Poste de media con transformador: postes que no se pueden usar para el tendido de fibra, se evita pasar por líneas de postes con sifón ya que este elemento es evitado en el tendido.

Poste telemático : postes usados para las telecomunicaciones, estos postes no deben ser usados en el tendido de fibra.

Postes Wow : postes plantados pertenecientes a Wow por lo cual pueden ser usados para el tendido.

Torre de alta tensión : para el tendido de fibra solo se trabaja con baja tensión , por lo que las torres son elementos que no se toman en cuenta en el tendido de fibra de uso doméstico.

Características del poste :

Columna M : Tipo de poste, puede ser poste eléctrico (son los postes que usamos para el tendido) y postes telemáticos (postes usados para las telecomunicaciones por otras empresas por lo cual no son usados)

Columna N : Nivel de tensión de los elementos , pueden ser de alta, baja y media tensión , solo se usa los postes de media tensión .

Columna O : altura de los elementos, las altura de los postes va desde los postes de 5 metros hasta las torres de alta tensión de 20 metros.

Columna P : resistencia desde 50 hasta 500

Columna Q : material de los elementos, los elementos pueden ser de madera, metal, concreto y fibra de vidrio, para el diseño del tendido solo se usa postes de concreto y fibra de vidrio.

Columna R : estructura simple y estructura doble.

Datos que serán de utilidad para el tendido de fibra óptica doméstica :

Columna S : Propietario , los postes pueden tener de propietario a otras empresas de telecomunicaciones, la Municipalidad del distrito, y pueden pertenecer a SEAL(Sociedad eléctrica del sur oeste S.A), para el tendido usamos los postes de SEAL.

Columna T : Cantidad de cables telemáticos.

Columna U : Cantidad de cables eléctricos.

Columna V : Código de poste, es el código que se ve pintado o en relieve en el poste.

Columna W : Condición , si se puede usar en el tendido o no.

Columna X : Elementos a detalle, todos los elementos que se pueden encontrar en los postes.

Columna Y : Sifón , si hay o no sifón en el poste.

Columna Z : Elementos, se resume en “Si” si existen postes o “No” en caso contrario.

Columna AA : Observaciones, en caso de haber alguna observación con respecto a los elementos estas se ponen en esta columna.

Columna AB : Transformadores , esta columna es muy importante ya que los transformadores deben ser evitados en el tendido de fibra .

Columna AC : Zona de instalación , se refiere a el material del suelo donde están plantados los postes , puede ser tierra, vereda, jardín y rocoso.

A pesar de ser revisada en tiempo real, la información levantada en campo a través del software Gyga Publicitario pasa por un último filtro al ser ingresada sobre la ortofoto en el programa Global Mapper, con esto aseguramos que los datos de campo se encuentren debidamente georreferenciados y su ubicación geoespacial sea la correcta, además de depurar datos que contienen información errada. El producto final es la base de datos de predios y postes en formato CSV debidamente corregida que será la base para el proyecto de tendido de fibra óptica.

Figura 23

Flujo de procesos en gabinete para obtener la base de datos de predios y postes en CSV



En este punto ya tenemos los dos insumos básicos para realizar la cartografía de nuestra zona de interés para el proyecto de tendido de fibra óptica en el distrito de Cayma :El ortomosaico de la zona de interés del distrito Cayma y la información final de predios y postes en formato Excel con extensión CSV de dicha zona.

Para la elaboración de la cartografía haremos el análisis de datos sobre la ortofoto en el programa AutoCAD y la digitalización de los elementos necesarios , este proceso lo detallaremos a continuación:

Con la base de datos en formato Excel con extensión (que es el producto final de la etapa de gabinete vista anteriormente)procedemos a su conversión a bloques en AutoCAD con atributos que son de interés tales como :

Atributos de postes visibles en el plano : Código de poste, propietario ,nivel de tensión ,zona de instalación.

Atributos de postes no visibles en el plano : Coordenadas X , coordenadas Y , listado de elementos

Atributos de predios visibles en el plano: Comercio, residencia, dirección, tipo de predio.

Atributos de predios no visibles en el plano:Coordenadas X , coordenadas Y, nombre de negocios.

El producto final de esta etapa son los bloques de predios y postes en AutoCAD.

No todos los datos son visibles en el plano para no generar saturación visual, los datos visibles son aquellos de relevancia para el diseño del tendido de fibra óptica que busca instalar puntos de internet por predio (conocidos como homepass).

Un predio puede tener desde una entrada de internet (homepass) hasta 16 , dependiendo si es un predio con mas de una familia, con mas de un negocio, es por ello que los atributos de comercio y residencia son visibles en los bloques para su rápida ubicación al momento de asignar las entradas de internet a cada predio, esto lo podemos en la figura 18.

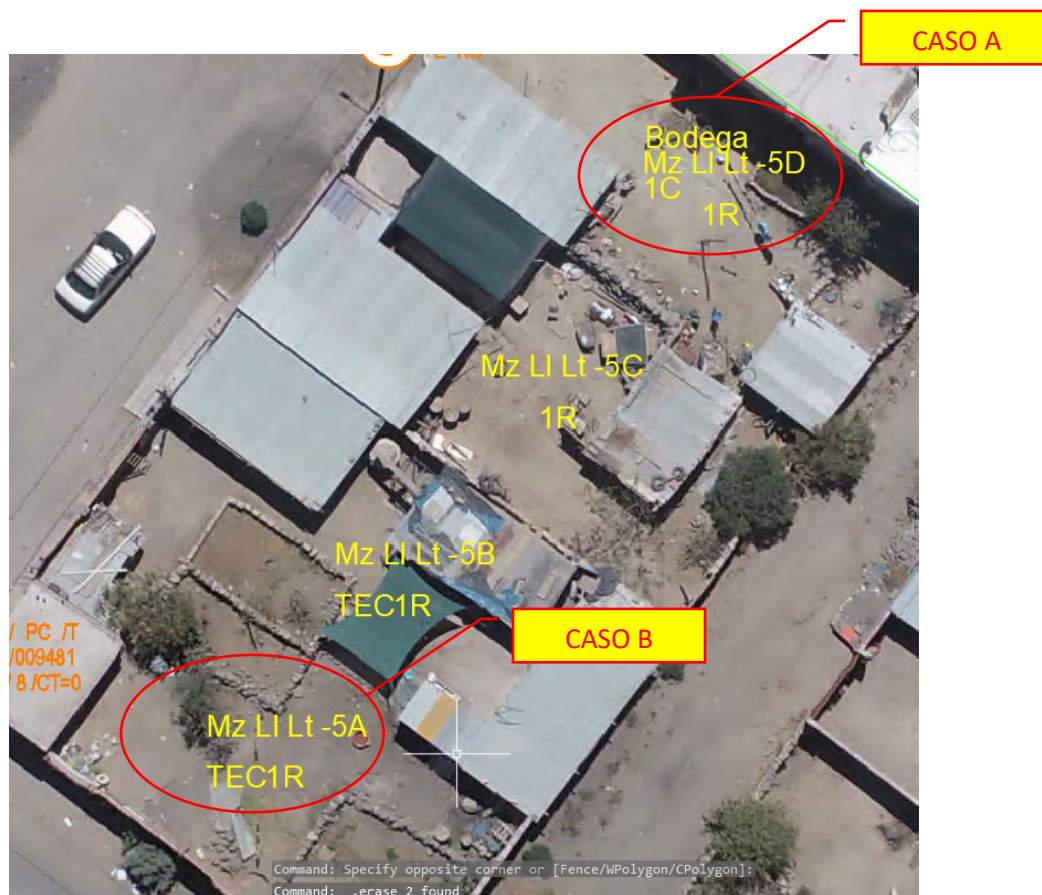
Figura 24:

Bloques de predios creados a partir de la base de datos en formato Excel con extensión CSV:



Figura 25

Tipos de bloques de predios:



Observamos en la figura 19 el caso A donde se ve un predio con Actividad :bodega, dirección , 1C se refiere a un comercio y 1R nos indica que en este predio habita una familia.

Observamos también el caso B donde TEC nos indica que es un terreno sin construcción ,por lo cual no será tomado en cuenta en el momento de realizar el tendido de fibra a cada casa.

Figura 26

Bloques de postes creados a partir de la base de datos en formato CSV:

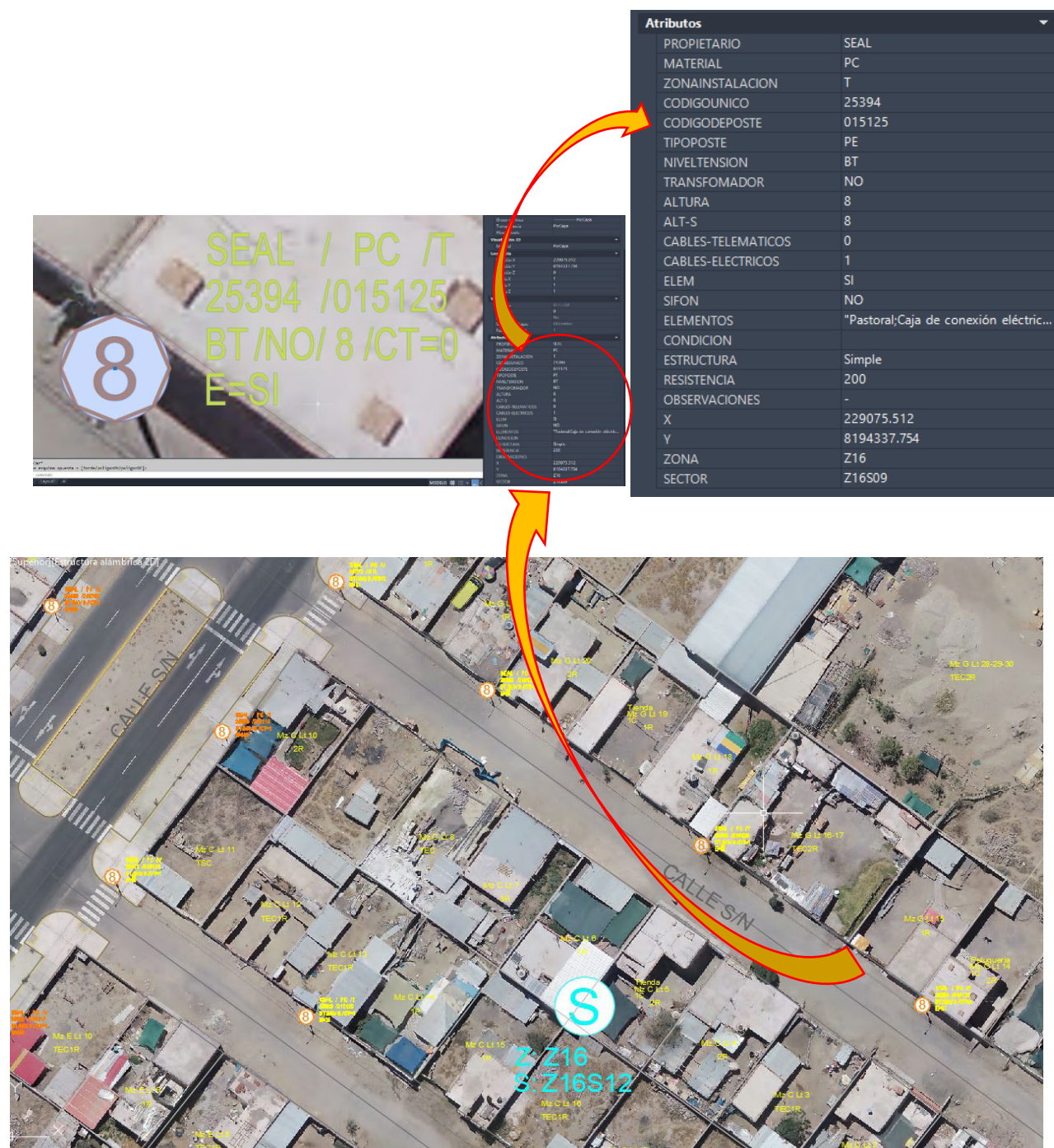
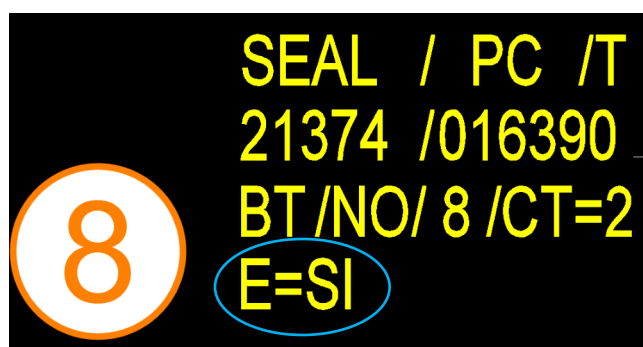
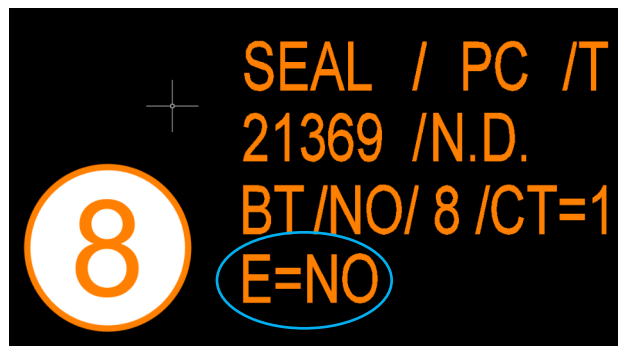


Figura 27

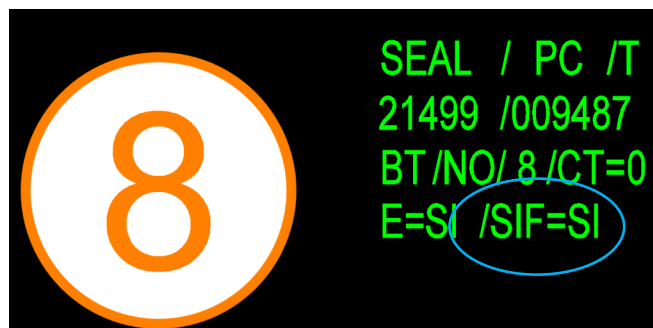
Bloque de postes de baja tensión apto para ser usado



Si bien uno tiene elementos y el otro no, ambos son aptos para tender fibra.

Figura 28

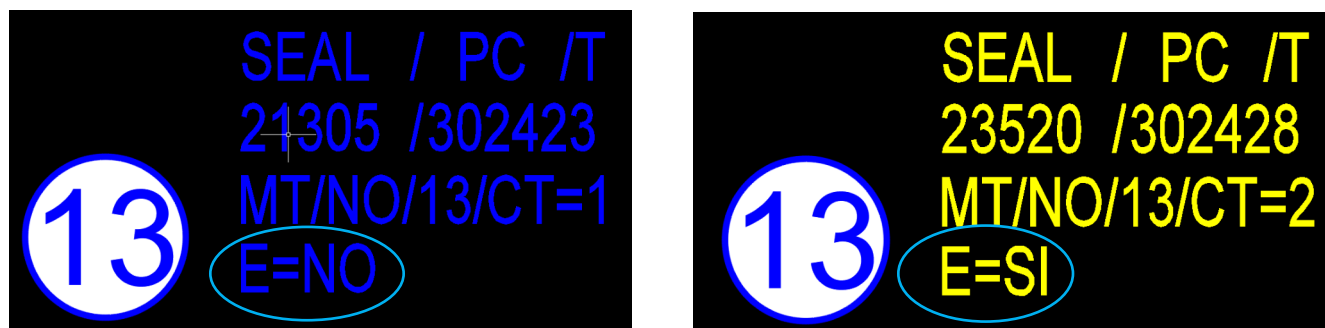
Bloque de postes de media tensión con limitaciones



En este caso vemos que el poste tiene sifon, por lo que su uso queda restringido y limitado, de preferencia no usarlo.

Figura 29

Bloque de postes de media tensión



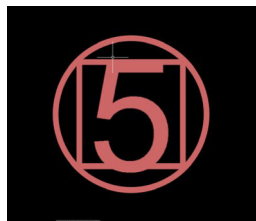
Los postes de media tensión no son usados en el momento de tender la fibra para los predios, sin embargo, es importante identificarlos para no proyectar postes nuevos sobre los postes ya existentes.

Figura 30

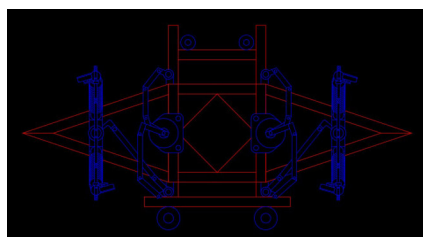
Bloque de poste no apto



Estos postes no son usados para el tendido de fibra óptica.

Figura 31*Bloque de postes de madera*

Los postes de madera no son usados en el tendido.

Figura 32*Bloque de torre de alta tensión*

Las torres de alta tensión no son usadas para el tendido de fibra óptica.

Figura 33*Bloque de postes de terceros*

Block:TERCERO	
PROPIETARIO	TDP
MATERIAL	PC
ZONA/INSTALACION	V
CODIGOUNICO	29231
CODIGODEPOSTE	N.D.
TIPOPOSTE	PT
NIVELTENSION	PT
TRANSFORMADOR	NO
ALTURA	8
ALTS	8
CABLES-TELEMATI...	1
CABLES-ELECTRIC...	0
ELEM	t
SIFON	NO
ELEMENTOS	NO
CONDICION	-
ESTRUCTURA	Simple
RESISTENCIA	250
OBSERVACIONES	-
X	228722.569
Y	8193671.572
ZONA	Z18
SECTOR	Z18S14

Los postes que pertenecen a terceros no son usados para el tendido de fibra.

Hasta este punto de nuestro proceso de obtención de la cartografía necesaria para el proyecto de fibra óptica en el distrito Cayma región Arequipa ya contamos con la ortofoto base de la zona de interés, los datos de postes y predios convertidos en bloques en AutoCAD, con estos productos pasamos al último proceso : la digitalización de la zona de interés , la cual se detallará a continuación.

El proyecto de fibra óptica se realizará de poste a poste, para lo que nuestra digitalización debe dibujar todos los elementos visibles que apoyen el recorrido de la fibra por las calles de la zona de interés como son : vías (pistas, calles aplanadas, trochas de tener postes),predios (clasificados en dos categorías predio y predio sin datos) teniendo en cuenta el límite entre dos predios debe respetar la información del bloque de predios, manzanas, veredas, escaleras(que son de gran importancia ya que en esa zona el tendido de fibra no será lineal si no ascendente o descendente) y parques.

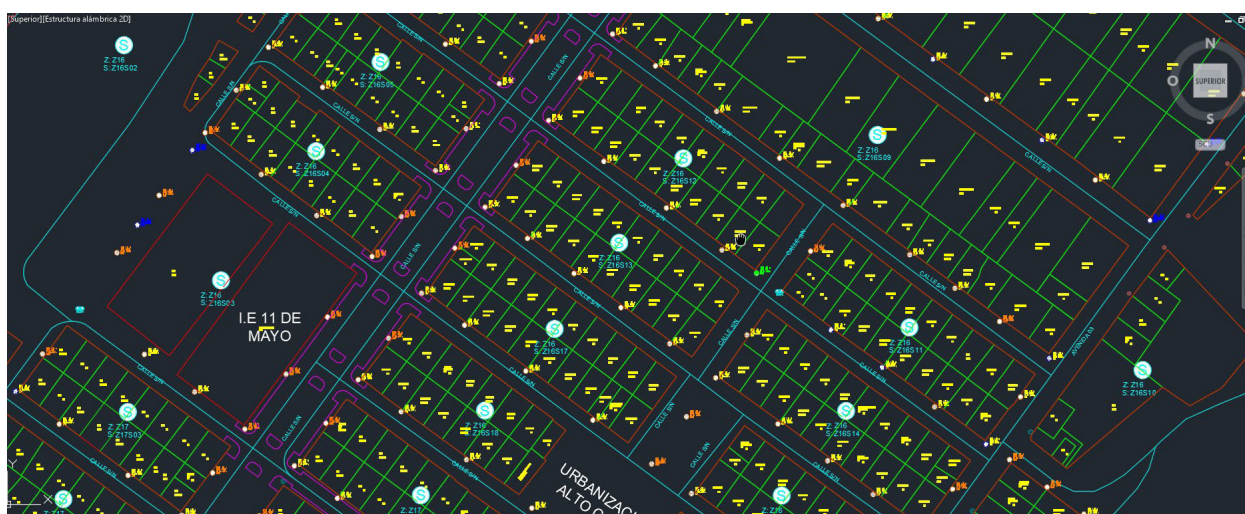
Por último, apoyándonos en geoportales como Midagri , Geollaqta ,Osinerming colocamos los nombres de avenidas, calles y pasajes.

Haciendo una recapitulación de todo este proceso vemos que la cartografía creada cumple con los requisitos necesarios elaborar el diseño del proyecto de fibra óptica en la zona de interés del distrito Cayma región Arequipa.

Figura 34

Digitalización de la cartografía de Cayma:

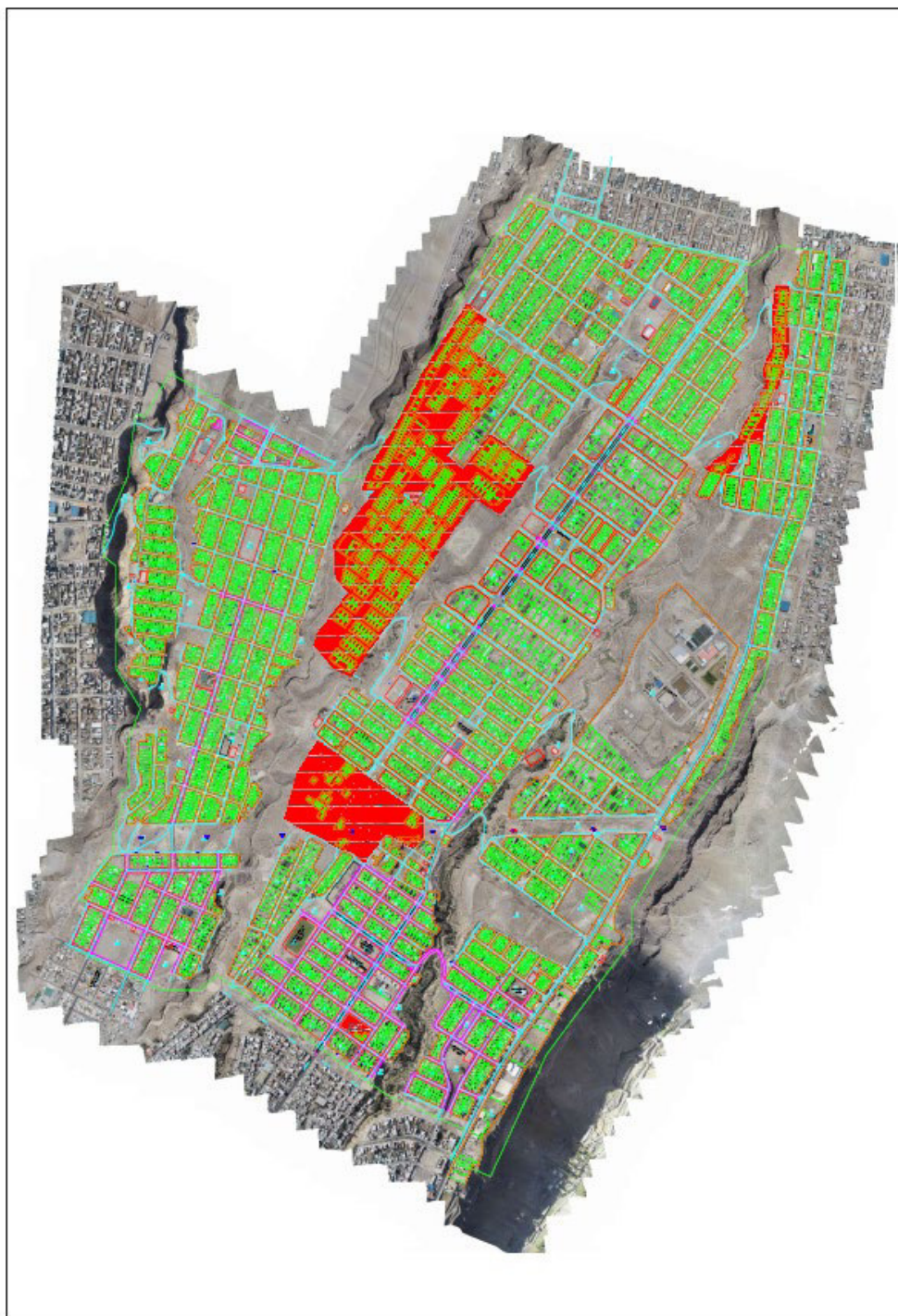
Dibujo usando como base la ortofoto y los datos de predios y postes.



Como se aprecia en la imagen es importante el ingreso de los datos para delimitar correctamente las colindancias de predios, también es importante la información de postes ya que deben ubicarse en la vereda y a una distancia prudente de la pista.

Figura 35

Producto final : cartografía base para realizar el proyecto de tendido de fibra óptica en la etapa de diseño.



La cartografía elaborada ha pasado por filtros de calidad desde el levantamiento de datos en campo, esto nos da la seguridad de entregar este producto (la cartografía final) a los diseñadores del tendido de fibra óptica y tener la certeza que la cartografía no contiene errores en los datos de postes ni predios ya que esto afectaría directamente el cronograma de entrega del área de diseño al cliente Wow.

Para llevar a cabo el diseño del proyecto de fibra óptica en la etapa de tendido nos apoyamos por completo en la cartografía elaborada como se detalla a continuación:

Para realizar el tendido de fibra óptica en la zona de interés debemos elegir los postes que son aptos para su uso que pueden ser :postes ya existentes o postes nuevos, en el caso de pasar la fibra óptica por un poste existente este poste de debe ser de baja tensión y de altura 8 metros, estos postes no pueden tener transformadores ni tener las bases corroídas, en el caso de no existir un poste de baja tensión apto se procede a plantar un poste nuevo para pasar la fibra por la zona, este poste nuevo debe ubicarse en la colindancia de predio a predio y no plantarse en esquinas. Esta es la base del tendido de fibra óptica luego se colocan los elementos necesarios para la distribución de la fibra por la zona.

Figura 36

Tipos de bloques de postes que se pueden usar en el diseño:

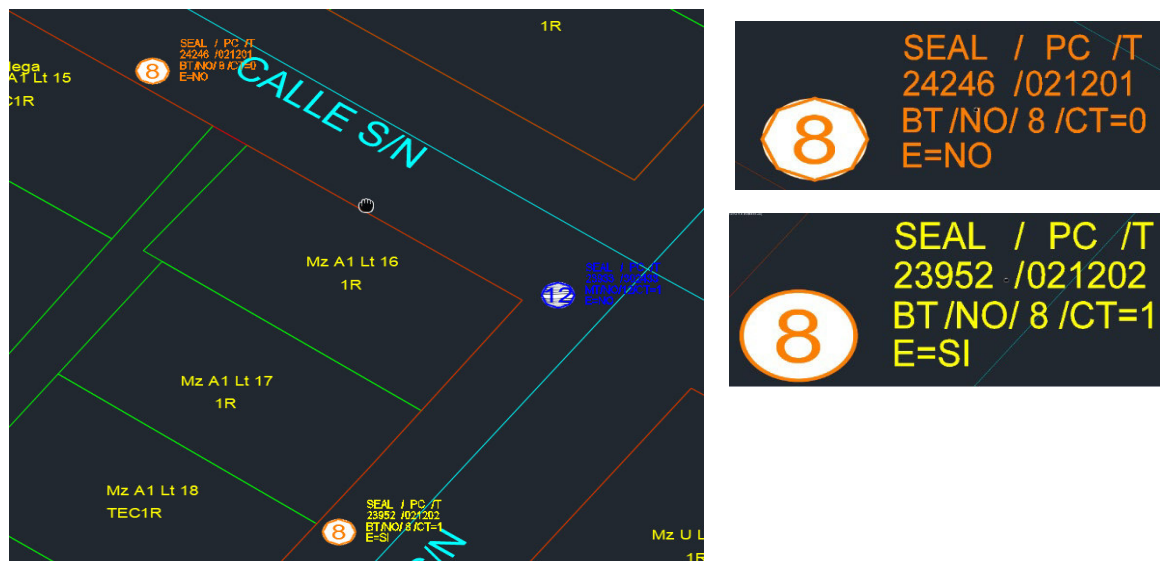


Figura 37

Diseño de tendido de fibra óptica en Cayma





En la figura 30 podemos ver la presentación final donde se observa la cartografía base y el diseño del tendido de fibra óptica listo para ser presentado al cliente Wow.

III. APORTES MÁS DESTACABLES A LA EMPRESA

Capacitación al área de catastro para la digitalización de las zonas donde se llevaron a cabo los proyectos.

Capacitación al área de catastro en la creación de bloques de predios y postes.

Capacitación en el uso de geoportales (Mídagri, Geollaqta) para la digitalización de las calles de los proyectos.

Se diseñó y elaboró el manual de creación de bloques de predios y postes para el área de cartografía.

IV. CONCLUSIONES

Se logró crear una base de datos totalmente actualizada y verídica que nos permite realizar el diseño del tendido con confianza y de forma óptima.

La delimitación de la zona de interés del proyecto es un paso importante y básico para el levantamiento de la información ya que de no hacerlo correctamente se tendrá que realizar un nuevo levantamiento de información en campo.

Los datos levantados en campo siempre deben ser revisados y corregidos en gabinete para evitar caer en errores en el diseño del tendido.

Se comprueba el buen resultado cartográfico al elaborar el diseño de tendido sin caer en errores que retrasen la entrega del diseño al cliente Wow.

Con la cartografía elaborada se logró realizar el diseño del tendido de manera óptima.

V. RECOMENDACIONES

El levantamiento de la información de campo debe revisarse lo más pronto posible y de esta manera solucionar cualquier inconveniente en la brevedad.

Seguir los cronogramas para no generar retrasos en las diferentes etapas del proyecto.

Siempre capacitar al personal para que todo el equipo tenga nociones generales de todas las etapas del proyecto.

VI. REFERENCIAS

- Alonso, I. (2014). Sistemas de Fibra Optica. *Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica*.
- Arriola Valverde, S., Ferencz Appel, A., Cr, A., & Rimolo-Donadio, R. (2018). Fotogrametría terrestre con sistemas aéreos autónomos no tripulados. *Investiga.TEC*, 31, 4–4.
https://revistas.tec.ac.cr/index.php/investiga_tec/article/view/3475
- Azqueta, P. E. (2021). Una mirada a las fibras ópticas y las comunicaciones en el mundo moderno. *Hojitas Del Conocimiento*, 197–198.
<https://nuclea.cnea.gob.ar/handle/20.500.12553/1625>
- Galeana Pérez, V. M., Chávez Alegría, O., Medellín Aguilar, G., & Zamora Castro, S. A. (2022). Medición de asentamientos en pavimentos dañados por subsidencia usando ortomosaicos y MDE mediante GPS y VANT. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 24(2), 1–13.
<https://doi.org/10.22201/II.25940732E.2023.24.2.010>
- Rivero, J. B., & Lladós, M. G. (2019). Introducción a la cartografía. 134, 1–17.
<https://www.mendeley.com/catalogue/7c564aaf-5996-3a51-863f-e082d53c040c/>

7.2 Planos de permisos

