

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA



Diseño y análisis de un teleférico para 20 pasajeros utilizando energía solar fotovoltaica para descongestionar el tráfico en Lima Norte

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

AUTOR

Edwin Junior Mechan Gonzales

ASESOR

Jony Villalobos Cabrera

<http://orcid.org/0000-0003-3643-5498>

Chiclayo, 2025

**Diseño y análisis de un teleférico para 20 pasajeros utilizando
energía solar fotovoltaica para descongestionar el tráfico en
Lima Norte**

PRESENTADA POR

Edwin Junior Mechan Gonzales

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Para optar el título de

INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

APROBADA POR

Luis Gonzales Bazán

PRESIDENTE

Wilson Jiménez Zuloeta

SECRETARIO

Jony Villalobos Cabrera

VOCAL

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, cuyo amor, apoyo incondicional y sacrificios han sido la base de mi éxito académico. Gracias por creer en mí y por ser mi fuente de inspiración constante.

AGRADECIMIENTOS

Deseo transmitir mi más profundo agradecimiento a todos los profesores y académicos que compartieron sus conocimientos conmigo a lo largo de mi carrera. Su pasión por la enseñanza ha dejado una huella duradera en mi formación académica.

Diseño y análisis de un teleférico para 20 pasajeros utilizando energía solar fotovoltaica para descongestionar el tráfico en Lima Norte

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%	21%	2%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	pdfcookie.com Fuente de Internet	4%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	dokumen.tips Fuente de Internet	1%
4	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to PLANESTIC-UD Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	www.sfe-solar.com Fuente de Internet	1%

ÍNDICE

RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
I. Introducción	12
1.1. Situación problemática.....	12
1.2. Justificación	13
1.3. Objetivos	14
1.3.1. Objetivo general	14
1.3.2. Objetivos específicos	14
II. Marco teórico.....	14
2.1. Antecedentes	14
2.2. Bases teóricas.....	18
2.2.1. Medios de transporte	18
2.2.2. Transporte por cable	19
2.2.3. Clasificación de los transportes por cable.....	19
2.2.4. Sistemas del teleférico.....	23
2.2.5. Otros sistemas	26
2.2.6. Cables de acero	27
2.2.7. Arrollamiento de los cables de acero	34
2.2.8. Ventajas y desventajas del transporte por cable.....	34
2.2.9. Energía renovable.....	35
III. Metodología	40
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	40
3.2. Población y muestra	41
3.3. Operacionalización de las variables.....	41
3.4. Técnicas de recolección de datos	42
IV. Desarrollo	42
4.1. Elaboración del trazado de mapa para el recorrido del teleférico.....	42
4.1.1. Trazado del teleférico.....	43
4.2. Propuesta de diseños conceptuales del sistema teleférico para 20 pasajeros por cabina. 46	
4.2.1. Matriz Morfológica	46

4.2.2.	Matriz ponderada.....	50
4.3.	Evaluación del recurso solar en la zona de Lima Norte.	54
4.3.1.	Datos medios diarios mensuales en el plano horizontal [kWh/(m ² .día)].....	54
4.3.2.	Datos medios diarios mensual en el plano inclinado [kWh/(m ² .día)].....	54
4.4.	Implementación de un sistema solar fotovoltaico para el funcionamiento del teleférico. 57	
4.4.1.	Procedimiento para el cálculo de una instalación fotovoltaica	57
4.4.2.	Cálculo de la instalación fotovoltaica para el teleférico	57
4.4.3.	Cálculo de paneles solares necesarios	58
4.5.	Análisis y cálculo de los parámetros de diseño del teleférico para 20 pasajeros por cabina.62	
4.6.	Evaluación económica del sistema teleférico para 20 pasajeros por cabina.	75
4.6.1.	Costo del sistema teleférico	76
4.6.2.	Costo del sistema fotovoltaico	83
V.	Conclusiones	86
VI.	Recomendaciones	87
VII.	Referencias.....	87
VIII.	Anexos.....	90

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 – Clasificación del transporte.....	18
Ilustración 2 - Movimiento Vaivén	19
Ilustración 3 - Estación de un teleférico de vaivén	20
Ilustración 4 - Movimiento continuo.....	20
Ilustración 5 - Estación de teleférico de movimiento continuo	20
Ilustración 6 - Teleférico de monocable	21
Ilustración 7 - Teleférico de multicables.....	21
Ilustración 8 - Tipos de cables	22
Ilustración 9 - Pinza fija	22
Ilustración 10 - Pinza desembagable.....	22
Ilustración 11 - Torres de teleférico	24
Ilustración 12 – Anclajes.....	24
Ilustración 13 - Características para seleccion del cable	25
Ilustración 14 - Ejemplo de motor impulsor	25
Ilustración 15 - Estación de teleférico	27
Ilustración 16 - Elementos de los cables de acero.....	28
Ilustración 17 - Grados del acero.....	29
Ilustración 18 - Torón común de capa simple.....	29
Ilustración 19 - Torón Seale.....	30
Ilustración 20 - Torón Filler	30
Ilustración 21 - Torón Warrington	31
Ilustración 22 - Torón Warrington Seale	31
Ilustración 23 - Alma de fibra	32
Ilustración 24 - Alma de acero.....	32
Ilustración 25 - Grupos de cables	33
Ilustración 26 - Arrollamiento Regular	34
Ilustración 27 - Arrollamiento Lang	34
Ilustración 28 - Energía solar	35
Ilustración 29 - Panel solar monocristalino	36
Ilustración 30 - Panel solar policristalino.....	37
Ilustración 31 - Módulos fotovoltaicos.....	38
Ilustración 32 – Baterías.....	39
Ilustración 33 – Inversor.....	40
Ilustración 34 - Recorrido del teleférico entre los distritos de Puente Piedra y Carabaylo	43
Ilustración 35 - Ubicación de las estaciones del teleférico	43
Ilustración 36 - Elevación de terreno.....	44
Ilustración 37 - Elevación de terreno entre estación 1 y 2	45
Ilustración 38 - Elevación de terreno entre estación 2 y 3	45
Ilustración 39 - Elevación de terreno entre estación 3 y 4	45
Ilustración 40 - Combinación 1 del teleférico	48
Ilustración 41 - Combinación 2 del teleférico	48
Ilustración 42 - Combinación 3 del teleférico.....	49

Ilustración 43 - Combinación 4 del teleférico	49
Ilustración 44 - Combinación 5 del teleférico	50
Ilustración 45 - Grafica de datos mensuales en plano horizontal.....	54
Ilustración 46 - Grafica de datos mensuales en plano inclinado a 21°	55
Ilustración 47 - Grafica de datos mensuales en plano inclinado a 36°	55
Ilustración 48 - Grafica de datos mensuales en plano inclinado a 51°	56
Ilustración 49 - Grafica de datos mensuales en plano inclinado a 90°	56
Ilustración 50 - Distribución de la carga	65
Ilustración 51 - Capacidad y tiempo de carga.....	66
Ilustración 52 - Polea Motriz	71
Ilustración 53 - Tensión de contrapeso	73
Ilustración 54 - Hormigón.....	74
Ilustración 55 - Cabina Atria 3S	75

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 - Comparación de los tipos de paneles	38
Tabla 2 - Operacionalización de las variables	41
Tabla 3 - Rutas entre los distritos de Puente Piedra y Carabaylo	42
Tabla 4 - Coordenadas de las estaciones del teleférico	44
Tabla 5 - Matriz Morfológica	46
Tabla 6 - Posibles combinación para el diseño del teleférico	47
Tabla 7 - Matriz de Selección	51
Tabla 8 - Matriz de Evaluación	51
Tabla 9 - Datos mensuales en plano horizontal.....	54
Tabla 10 - Datos mensuales en plano inclinado	54
Tabla 11 - Datos mensuales en plano inclinado a 21º	55
Tabla 12 - Datos mensuales en plano inclinado a 36º	55
Tabla 13 - Datos mensuales en plano inclinado a 51º	56
Tabla 14 - Datos mensuales en plano inclinado a 90º	56
Tabla 15 - Consumos del teleférico	57
Tabla 16 - Altura de estaciones y torres	63
Tabla 17 - Coordenadas de cada punto	63
Tabla 18 - Valores de Luz y Pendiente.....	64
Tabla 19 - Condiciones climáticas.....	67
Tabla 20 - Factor de seguridad	68
Tabla 21 - Esfuerzo Axial	69
Tabla 22 - Resumen de cargas	72
Tabla 23 - Características de la polea tensora	73
Tabla 24 - Características de la polea motriz	74
Tabla 25 - Descripción de la cabina	75
Tabla 26 - Costo de equipos del teleférico	76
Tabla 27 - Costo de mano de obra	77
Tabla 28 - Expediente Técnico.....	78
Tabla 29 - Gestión y Administracion.....	78
Tabla 30 - Programa de impacto ambiental	79
Tabla 31 - Estudio de impacto ambiental	80
Tabla 32 - Monitoreo Arqueológico	80
Tabla 33 - Seguimiento Ex – Post	81
Tabla 34 - Costos Intangibles.....	81
Tabla 35 - Costo de Mantenimiento.....	82
Tabla 36 - Costo de personal	82
Tabla 37 - Costos por Servicios.....	82
Tabla 38 - Costo de equipos del sistema fotovoltaicos.....	83
Tabla 39 - Costo de operación y mantenimiento	84
Tabla 40 - Resumen de costos	84
Tabla 41 - Valores de inversiones y beneficios	85

RESUMEN

El transporte por cable es un modo diferente al transporte de carreteras, ferrocarriles, aéreos y marítimos. Actualmente se están desarrollando como medio de transporte masivo para evitar el tráfico, y también para uso turístico.

La mayor dificultad en Lima - Perú, reside en la congestión vehicular provocada por una gestión deficiente del tráfico, la falta de supervisión, un diseño vial ineficiente y el incumplimiento de las regulaciones de tránsito. A esto se añade la contaminación generada por los automóviles, los cuales emiten gases perjudiciales para la salud y el entorno natural.

Por lo que, frente a la problemática actual el presente proyecto de investigación tuvo por objetivo realizar el Diseño y Análisis de un teleférico para 20 pasajeros que funciona con Energía Solar Fotovoltaica para descongestionar el tráfico en Lima Norte. Se realizó el trazado de mapa para el recorrido del teleférico. El diseño del teleférico tiene una distancia de 6.87 km desde el distrito de Puente Piedra hasta el distrito de Carabaylo, contando con 4 estaciones y funcionará de 5am a 10pm. Finalmente se realizó un análisis técnico económico donde se obtuvo un VAN de S/ 2 715 566,77 y un TIR del 10%.

Palabras clave: Teleféricos, energía solar fotovoltaica, estaciones, trazado, análisis técnico económico.

ABSTRACT

Cable transport is a different mode of transport from road, rail, air and sea transport. They are currently being developed as a means of mass transportation to avoid traffic, and also for tourist use.

The main problem in Lima - Peru is traffic due to poor traffic management, lack of enforcement, inefficient road design and non-compliance with traffic regulations. Added to this is the pollution due to cars that expel toxic gases for health and the environment.

Therefore, facing the current problem, the present research project had the objective of carrying out the Design and Analysis of a cable car for 20 passengers that works with Photovoltaic Solar Energy to decongest traffic in North Lima. The mapping for the route of the cable car was made. The cable car design has a distance of 6.87 km from the district of Puente Piedra to the district of Carabayllo, with 4 stations and will work from 5am to 10pm. Finally, a technical economic analysis was carried out where a VAN of S/ 4 849 006,77 and an TIR of 11% were obtained.

Keywords: Cable cars, photovoltaic solar energy, stations, layout, technical-economic analysis.

I. Introducción

A principios del siglo XXI, los Sistemas de Transporte por Cable (STC) han sido la mejor opción a las complicaciones y dificultades de la movilidad urbana, principalmente en zonas con impedimentos territoriales imposibles de solucionar mediante el transporte terrestre convencional. [1]

Actualmente Lima se ubica en el tercer puesto como la localidad más congestionada del mundo. El problema trascendental es el infernal tráfico, falta de control, el ineficaz diseño vial y las infracciones de tránsito. La informalidad no pasa desapercibida, según Iván Villegas, jefe de la Autoridad de Transporte Urbano (ATU), “Lo que hace el informal es obstaculizar al transporte formal para ganar más pasajeros. Esto conlleva al usuario a pensar que el autobús va lento”. [2] Juan Carlos Zurek, candidato por Somos Perú a las elecciones 2018 de Lima Metropolitana, afirmó que el teleférico disminuye un 50% el tiempo de viaje de las personas. Asimismo, recalcó que instalar teleféricos en Lima no solo es factible, sino también más económico que construir un metro y evaluó que el traslado de una línea en promedio es de 84 a 85 mil personas diarias. [3]

De acuerdo con investigaciones del Ministerio del Ambiente, los principales responsables de la contaminación del aire son la flota de vehículos y su defectuosa calidad de combustible, siendo Lima y Callao las regiones que concentran el 66% de automóviles en el Perú. [4] Según información del Comité de Gestión de la Iniciativa de Aire Limpio, el 70% de la contaminación del aire es producida por la flota de vehículos y su defectuosa calidad de combustible. El resto del porcentaje es causado por la actividad comercial (restaurantes, centros comerciales, etc.), ciudadanos y algunas industrias. [5]

El impacto resultante del logro o fracaso en la reducción de las emisiones será significativo si se puede mantener el calentamiento global dentro de los límites estimados. Esto se debe a que las ciudades a nivel mundial son responsables de aproximadamente el 75% de las emisiones de carbono y consumen más del 66% de la energía. [6] Por lo tanto, este proyecto de investigación tiene por objetivo Diseñar y Analizar un Teleférico para 20 pasajeros que funciona con Energía Solar Fotovoltaica para descongestionar el tráfico en Lima Norte.

1.1.Situación problemática

A nivel internacional, los países se enfrentan a varios desafíos, como el crecimiento de la población, el incremento de vehículos, la expansión urbanizada y la presencia de terrenos accidentados con una variedad de características geomorfológicas que dificultan el acceso a estas áreas. Además, los aumentos mencionados pueden ocasionar consecuencias desfavorables en el entorno natural, la economía, la sociedad y la cultura, teniendo un impacto negativo en la salud de las personas. No obstante, la implementación de nuevos sistemas de transporte, como los teleféricos, ha generado beneficios significativos que superan ampliamente las desventajas previas que se experimentaban.

Actualmente Lima viene siendo una de las ciudades que más tráfico registra durante el día debido al aumento de la flota vehicular, por lo que transitar por la capital puede convertirse en un verdadero caos ocasionando otro problema como la contaminación del aire generado

por los humos tóxicos que expulsa esta flota vehicular, perjudicando así la salud de los ciudadanos.

En esta tesis se plantea la pregunta ¿Es factible que mediante el diseño de un teleférico que funciona con energía solar fotovoltaica se pueda descongestionar el tráfico y reducir la contaminación del aire en Lima Norte?

Por ello debido a la necesidad de traslado de los ciudadanos y a los problemas de salud por la contaminación, la forma más adecuada, rápida y menos contaminante de transporte, sería un teleférico para 20 personas por cabina funcionando con energía solar y así asegurar que lleguen a tiempo a sus destinos.

1.2. Justificación

En la actualidad, resulta beneficioso disponer de un sistema de transporte eficiente en la región de Lima Norte, sobre todo en áreas donde el transporte por vehículos presenta carencias en su calidad de servicio, como retrasos en el traslado de las personas y la generación de contaminación ambiental debido a las emisiones de gases. Esta investigación enfoca los distritos de Puente Piedra y Carabaylo, que son unos de los 2 distritos con un alto porcentaje de población, por lo cual implementar un sistema de teleférico es beneficioso para su transporte.

Teórica: Considerando en primer lugar que la selección del sitio de intervención debe cumplir con lo necesario que el sector requiere y ofrecer la menor complicación en términos de la ruta del teleférico, se emplearon herramientas informáticas como Google Earth y Google Maps. Estas aplicaciones brindan una vista satelital real del área de intervención.

Práctica: Se pretende introducir una propuesta innovadora en la ciudad y explorar nuevas estrategias para disfrutar de los hermosos entornos naturales. Al mismo tiempo, se busca facilitar la movilidad de las personas de un lugar a otro. Por consiguiente, se plantea la creación de un sistema de teleférico que mejore la accesibilidad para los individuos y fomente el turismo en el desarrollo de la zona de Lima-Norte. Este medio de transporte seguro, rápido y asequible tiene como objetivo impulsar la implementación del proyecto, considerando todos los puntos de vista existentes tanto para los turistas como para los residentes.

Social: Con base en los resultados de esta investigación, el objetivo es contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas, tanto aquellas que gozan de buena salud como las que tienen alguna discapacidad. El propósito es que puedan beneficiarse al utilizar un medio de transporte eficiente. Específicamente, los residentes de los distritos de Puente Piedra y Carabaylo y sus alrededores podrán desplazarse con mayor rapidez, permitiendo ahorrar tiempo y dinero. Además, los turistas que deseen apreciar las maravillas naturales de la ciudad también se verán favorecidos.

Metodológica: La investigación se realizará mediante visualizaciones de tránsito de la ciudad, evaluación solar de la zona, análisis y cálculo de los parámetros de diseño, así como también una evaluación económica, garantizando la seguridad de aquellas personas que utilicen este sistema de transporte.

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Diseñar y analizar un teleférico para 20 pasajeros que funciona con energía solar fotovoltaica para descongestionar el tráfico en Lima Norte.

1.3.2. Objetivos específicos

- Elaborar el trazado de mapa para el recorrido del teleférico.
- Proponer diseños conceptuales del sistema teleférico para 20 pasajeros por cabina utilizando la matriz morfológica y ponderada.
- Evaluar el recurso solar en la zona de Lima Norte.
- Evaluar un sistema solar fotovoltaico para el funcionamiento del teleférico entre el distrito de Puente Piedra y Carabaylo.
- Analizar y calcular los parámetros de diseño del teleférico para 20 pasajeros por cabina.
- Realizar una evaluación económica del teleférico para 20 pasajeros por cabina.

II. Marco teórico

2.1.Antecedentes

A. Tesis: SISTEMA CABLE CARRIL EN EL TRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS DEL CENTRO POBLADO ALTO PUELLAS, DISTRITO DE VILLA RICA

Autor: Cerrón Caja, Mesías Darwin.

Año: 2021

País: Perú

Resumen: La presente investigación planteó como problema principal ¿Cuál es la consecuencia de incorporar un modo de cable carril en el transporte urbano de personas de la población de Alto Puellas Villa Rica-Oxapampa?, su objetivo principal evalúa las consecuencias de incorporar un modo de cable carril en el transporte de personas de la población de Alto Puellas, la hipótesis principal comprobó las características diseñadas del modo de cable carril para asegurar el mejoramiento del transporte urbano de personas de la población de Alto Puellas Villa Rica-Oxapampa.

Resultados: La hipótesis general planteada está basada en el modo cable carril optimiza adecuadamente el transporte urbano de personas de la población de Alto Puellas del distrito de Oxapampa, el cual actualmente es mala y se propone el desarrollo de un modelo de transporte aéreo para la solución de dicho problema, pero

para ejecutar el sistema se tiene la obligación de un estudio preventivo en materia técnica como por ejemplo, el diseño de la estructura del teleférico y así mismo percibiendo el relieve y el tipo de suelos que existen y el requisito si se diera de manera beneficiosa la implementación debida.

Conclusiones: La integración de un sistema de cable carril en el transporte urbano de personas, asegura fluidez de tránsito de la población optimizando los tiempos para salvar el obstáculo cumpliendo con las solicitudes de cargas.

B. Tesis: DISEÑO Y SIMULACIÓN DE TRENES DE POLEAS PARA LAS PILONAS DEL SISTEMA TELEFÉRICO PROYECTO QUITO CABLES.

Autores: Cabrera Montalvo Cristian David; Campaña Reyes Santiago Fernando.

Año: 2020

País: Ecuador.

Resumen: La presente investigación se centra en el análisis ingenieril del sistema de trenes de poleas o balancines para la línea Ofelia-Roldós, perteneciente al plan de movilización "Quito Cables", el cual busca solucionar el problema de transporte masivo de personas en la ciudad de Quito mediante la implementación de un teleférico. Se exploran opciones de diseño basadas en las habilidades locales de construcción, evaluando y seleccionando la opción más adecuada. Además, se realiza el dimensionamiento del mecanismo utilizando teorías de diseño mecánico y estructural. La utilización de métodos de elementos finitos con diversas herramientas computacionales ha permitido validar el diseño propuesto. El estudio también aborda el análisis de la disponibilidad de materiales y la fabricación de los componentes del mecanismo, incluyendo los costos asociados a la obtención del mecanismo finalizado.

Resultados: En lo que respecta a la deformación total, se ha comprobado que los valores no alcanzan magnitudes significativas, ya que se sitúan por debajo de un milímetro. Los resultados de los esfuerzos equivalentes convergen una vez que se ha seleccionado una malla adecuada para cada elemento. Para los ejes, se ha empleado una malla de calidad ortogonal, ya que presentan curvaturas que se pueden interpretar de manera más precisa con tetraedros. En comparación con los cálculos realizados, se observa un error inferior al 5%, lo cual indica que la simulación cumple con los requisitos establecidos. El factor de seguridad se ha determinado mediante la aplicación de teorías de falla incorporadas en el programa utilizado.

Conclusiones: La seguridad de las personas es de suma importancia en los trenes de poleas, por lo tanto, se exigen altos niveles de factor de seguridad. Por consiguiente, los ejes deben contar con una resistencia considerable frente a la fluencia y la

tracción, ya que se ven sometidos a grandes cargas mecánicas generadas por las cargas analizadas en este estudio.

C. Tesis: DISEÑO DE UN TELEFÉRICO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD ENTRE LA PUNTA DE SAN JUAN Y EL PUERTO TAHUISHCO, MOYOBAMBA – 2018.

Autores: Dany Lizet Quintana Cubas, Jhoel Carrasco Román.

Año: 2018

País: Perú

Resumen: El objetivo principal de este trabajo de investigación es desarrollar un proyecto de teleférico con el propósito de mejorar la accesibilidad entre la punta San Juan y el puerto Tahuishco en Moyobamba. Esto implica definir la geomorfología del suelo en las áreas donde se construirán las cimentaciones del teleférico, llevar a cabo el estudio y dimensionamiento estructural del mismo, y establecer la aprobación del diseño como una recomendación para mejorar la transitabilidad en esa ubicación. Para lograrlo, se realizarán análisis topográficos, estudios de mecánica de suelos y encuestas dirigidas a los residentes y visitantes de la zona. Se espera obtener un alto nivel de aprobación por parte de los pobladores, lo que permitirá avanzar con el diseño del teleférico y mejorar significativamente la accesibilidad en la región.

Resultados: El principal objetivo de esta investigación es desarrollar el diseño de un teleférico con el fin de mejorar la accesibilidad en la zona, tomando en cuenta la importancia de evaluar el estado actual de los medios de transporte existentes en el área. Se propone seleccionar este modelo de teleférico cumpliendo con altos estándares de calidad y las normativas de construcción correspondientes. A través del análisis topográfico realizado, se ha determinado que la implementación de este proyecto en las áreas consideradas sería de gran beneficio tanto para los habitantes del puerto de Tahuishco como para sus visitantes.

Conclusiones: Tras analizar los resultados del estudio topográfico y de mecánica de suelos, se ha observado que el área examinada exhibe una variedad de características geomorfológicas. Esta diversidad dificulta el acceso de los habitantes al puerto, por lo tanto, se hace necesaria la implementación de este medio de transporte para facilitar el desplazamiento de los residentes y, a su vez, fomentar el turismo en esta zona de la ciudad.

D. Tesis: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN TELEFÉRICO Y LA CALIDAD DE MATERIALES A UTILIZAR, EN 500 METROS DE LA AVENIDA REVOLUCIÓN EN LA ZONA DE COLLIQUE-COMAS-LIMA, 2017.

Autor: Cieza Untiveros James.

Año: 2017

País: Perú.

Resumen: La presente investigación propone la implementación de un sistema de transporte aéreo mediante el uso de teleféricos, con el objetivo de beneficiar a los habitantes de Collique-Comas-Lima. Desde una perspectiva ingenieril, se plantea el diseño estructural del teleférico, así como la selección de materiales de alta calidad que sean adecuados para el tipo de suelo, las condiciones climáticas, la resistencia sísmica y la ubicación del proyecto. Esto se logrará mediante pruebas químicas llevadas a cabo en un laboratorio para determinar los mejores materiales constructivos a utilizar.

Resultados: La hipótesis general de esta investigación se basa en una problemática primordial previamente identificada en el área de estudio, lo cual motivó al autor a llevar a cabo la presente investigación. El problema en cuestión es la falta de una adecuada transitabilidad para los pasajeros de Collique, lo cual actualmente se encuentra en un estado deficiente. La propuesta para solucionar este problema es la construcción de un teleférico. Sin embargo, para desarrollar el proyecto del teleférico de manera efectiva, es necesario realizar un estudio técnico previo, que incluya el diseño estructural del teleférico y la selección de elementos de alta calidad, teniendo en cuenta el tipo de terreno en el área. Esto permitirá abordar de manera efectiva el problema de accesibilidad de los pasajeros en la zona de Collique-Comas-Lima.

Conclusión: Se ha llegado a la conclusión de que existe una correlación significativa entre la calidad de los elementos utilizados en la construcción del teleférico y el diseño estructural del mismo, tanto mediante el análisis cuantitativo como cualitativo llevado a cabo en esta investigación. En el análisis estadístico, se ha demostrado que la hipótesis H1 de correlación es verdadera, ya que el coeficiente de correlación de Spearman (Rho) muestra un valor de 0.844, lo cual se define como una correlación positiva alta según la tabla de correlaciones. Además, en la parte experimental cualitativa se ha evidenciado una alta correlación entre las variables estudiadas.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Medios de transporte

Los medios de transporte se pueden clasificar en aéreo, marítimo, terrestre, ferroviario, etc. Por su lado los medios de transporte son los vehículos necesarios para dicha clasificación de modos de transporte como avión, barco, camión, ferrocarril, etc. [7] Son utilizados para el traslado de pasajeros o cargas, sin embargo, los medios de transporte pueden transportar pasajeros y cargas al mismo tiempo. [8]

2.2.1.1. Clasificación del transporte

Se clasifican en:



Ilustración 1 – Clasificación del transporte
Fuente: [9]

Transporte terrestre

Es el transporte capaz de trasladarse por tierra. Pueden estar conformados por un motor o por la misma propulsión del hombre o animal. Pueden ser: automóviles, metro, bicicleta, remolque, etc. [8]

Transporte aéreo

Es el transporte capaz de trasladarse por aire. Tradicionalmente traslada pasajeros y mercancías. Pueden ser: avión, avioneta, planeador. [8]

Transporte marítimo

Es el transporte capaz de trasladarse por mar. Tanto en la superficie como por debajo de esta. Pueden ser: barco, ferry, yate, submarino, etc. [8]

2.2.2. Transporte por cable

El transporte por cable se considera autónomo y desemejante a los transportes tradicionales como los terrestres, aéreos y marítimos. Evidenciando su importancia en el campo del transporte, este está limitado tanto en lo económico como en lo referido al total de toneladas-kilómetros y personas-kilometro transportado. [10] El cable puede ser accionado o pasivo moviéndose ya sea tirando, deslizando o mediante impulsos dentro del objeto que se mueve en los teleféricos. Usando poleas y balanceo de cargas en movimiento hacia abajo y arriba es común en los transportes por cable, usado en zonas montañosas de difícil accesibilidad superando grandes diferencias de elevaciones. [11]

Dentro del transporte por cable se incluye a todo sistema de transporte que emplee cables, dentro de estos sistemas existen 2 tipos claramente diferentes como son los ferrocarriles funiculares y los teleféricos, convencionalmente excluyendo a los ascensores. [10]

2.2.3. Clasificación de los transportes por cable

2.2.3.1. Según el soporte de su movimiento

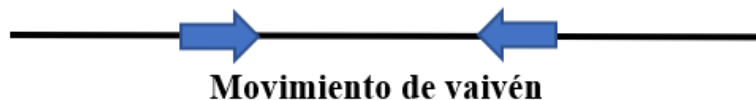
Pueden ser:

- Terrestres: Funiculares, instalaciones con vías en suelos en lo que la tracción se ejecuta mediante cables.
- Áreas: Teleféricos instalados con cabinas suspendidas por cables. [10]

2.2.3.2. Según el sistema de movimiento

Pueden ser:

- De vaivén: Cuando su movimiento es de ida y vuelta entre las estaciones. [10] Son generalmente bicables, conocidos también como elevadores pesados o simplemente teleféricos. [12] Las estaciones con equipamiento y la suspensión de cabinas menos complejas es la ventaja de este tipo de movimiento. Caso contrario a la capacidad de transporte, que va disminuyendo mientras incrementa el tramo del recorrido. [13]

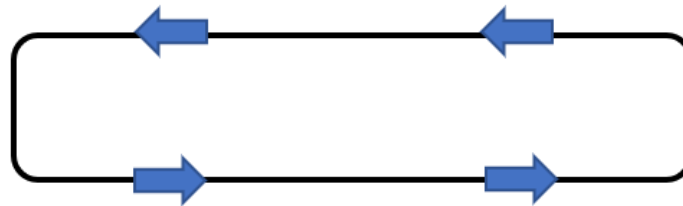


*Ilustración 2 - Movimiento Vaivén
Fuente: Propia*



Ilustración 3 - Estación de un teleférico de vaivén
Fuente: [14]

- Unidireccionales: Siempre tienen el movimiento en un mismo sentido. Los de movimiento continuo, con movimiento que conserva su velocidad y los pulsantes con movimiento variable según la posición de las cabinas. [10]



Movimiento continuo

Ilustración 4 - Movimiento continuo
Fuente: Propia



Ilustración 5 - Estación de teleférico de movimiento continuo
Fuente: [15]

2.2.3.3. Según el número y disposición de sus cables

Pueden ser:

- Monocables: Formado de un único cable nombrado como tractor-portante el cual mueve a las cabinas que están sujetas por mordazas, cuyo cierre puede ser permanente o parcial. [13]



Ilustración 6 - Teleférico de monocable
Fuente: [14]

- Multicables: Puede ser bicable (2S) o tricable (3S). El 2S puede ser sostenido por un cable tractor y un cable portador y el 3S es sostenido por un cable tractor y dos portadores, alcanzando una capacidad de 5000 pasajeros por hora a 7m/s. [13]



Ilustración 7 - Teleférico de multicables
Fuente: [14]

Tipos de cables

Pueden ser:

- Cable portante o carril: Constituye la guía del recorrido y soporta la carga.
- Cable tractor: Transfiere la fuerza para el movimiento. [16]

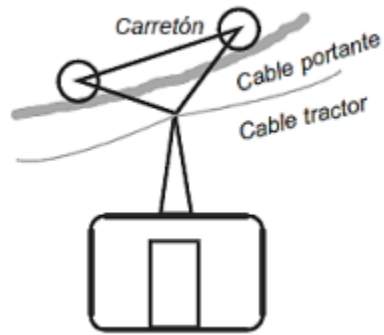


Ilustración 8 - Tipos de cables
Fuente: [16]

2.2.3.4. Según el sistema de sujeción de los vehículos al cable móvil

Pueden ser instalaciones de:

- Pinza fija: Es cuando el elemento de acoplamiento está unido al cable de forma estable. [10]



Ilustración 9 - Pinza fija
Fuente: [10]

- Pinza desembragable: Es cuando los elementos pueden desacoplar las cabinas del cable. [10]



Ilustración 10 - Pinza desembragable
Fuente: [10]

2.2.3.5.Según donde esté situado el puesto de mando

El puesto de mando se encuentra en:

- La estación.
- La cabina.

2.2.3.6.Según el tipo operativo

Pueden ser:

Manual: Encargado de un operario ubicado en la sala de máquinas o en las cabinas de telemando.

Automático: Accionado por los mismos pasajeros, sin intervención alguna posteriormente. [9]

2.2.4. Sistemas del teleférico

2.2.4.1.Sistema de carga

Conformado por las cabinas para el traslado de las personas. Pueden ser fabricados de una estructura metálica con ventanas de vidrio y puertas manuales parecidas a las del autobús. Los asientos son colocados frente a frente con un espacio vacío en el centro para el acceso de los pasajeros. Los asientos pueden ser retraídos liberando espacio en el interior para la carga de algún objeto o silla de ruedas para discapacitados.

La cabina cuenta con un gancho en su techo y este con una polea doble en su extremo en forma de pinza, ósea dos poleas que se cierran entre si sujetando el cable transportador. [17]

2.2.4.2.Sistema de soporte

Conformado por:

Torres

O llamados también postes que sostienen el cable durante el transporte. Existe una viga transversal en el extremo superior del poste que lo hace ver en forma de T, con un sistema de poleas en sus extremos para poder deslizar al cable. Moviéndose en direcciones contrarias en cada extremo de la barra. [17]



Ilustración 11 - Torres de teleférico
Fuente: [18]

Cimentación

El sistema estructural de soporte tiene la función de transferir las cargas del terreno y garantizar la estabilidad de las torres. Es fundamental considerar el tipo de suelo en la zona donde se instalará el sistema para asegurar su eficiencia. [19]

Anclajes

Estos elementos se diseñan de manera que garanticen la estabilidad de las estructuras, resistiendo la componente vertical de la tensión del cable debido a su propio peso, así como el componente horizontal mediante fricción y empuje pasivo. [9]

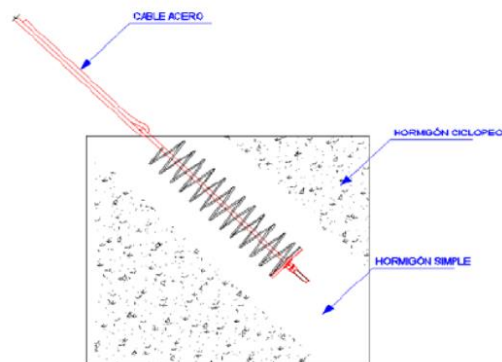


Ilustración 12 – Anclajes
Fuente: [9]

2.2.4.3. Sistema de tracción

Es un sistema conformado por un cable cerrado de acero tensionándose puesto en el extremo del motor impulsor y en el lado contrario la polea de retorno traspasando el recorrido apoyado en la torre de soporte, como dos cables paralelos yendo en sentido contrario, llevando adecuadamente las cabinas espaciadas. [17]

Cables

Conformado por múltiples torones y un número determinado de alambres que enrollan helicoidalmente un alma central de acero, fibras naturales o polipropileno. [9]



Ilustración 13 - Características para selección del cable
Fuente: [10]

Motor impulsor

Subsistema ubicado en la sala de máquinas del teleférico formado por una amplia composición de poleas, engranajes mecánicos y un motor que produce la fuerza necesaria para accionar a las cabinas. [17]

Para la selección del motor es necesario analizar la disponibilidad de flujo eléctrico, potencias dispuestas en el mercado y régimen de trabajo de los motores (RPM). [9]

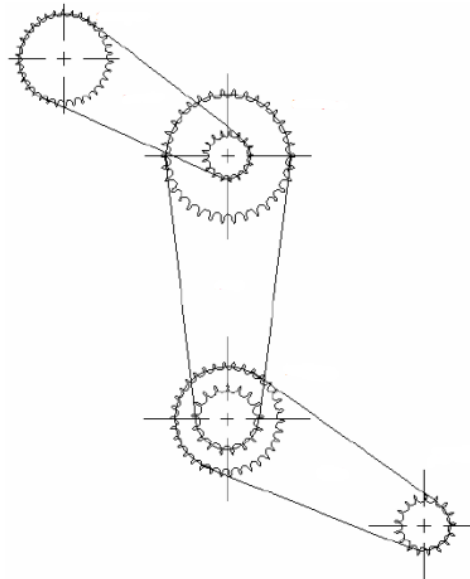


Ilustración 14 - Ejemplo de motor impulsor
Fuente: [9]

Polea de retorno

Ubicado en la estación terminal, al otro extremo del motor impulsor, junto a los frenos y amortiguadores, permitiendo el adecuado tensionado del cable transportador para la realización de su recorrido de retorno. [17]

2.2.5. Otros sistemas

Los sistemas antes definidos son los más importantes para el teleférico, pero cuenta con otros sistemas secundarios, pero no menos importantes que dan la funcionalidad al teleférico para brindar una mejor comodidad y seguridad a los pasajeros.

Estos sistemas pueden ser:

2.2.5.1.Sistema de frenado

Su acción debe ser realizada mediante resortes o pesos muertos manteniendo al freno cerrado. Operando el teleférico, los frenos deben estar abiertos empleando cilindros hidráulicos.

La operación del sistema de frenado debe mantenerse sistematizado para trabajar equitativamente con las condiciones de carga y velocidad del cable, evitando así una oscilación excesiva de las cabinas.

Presenta 3 tipos de frenos que pueden ser:

- Freno de servicio: Trabaja a la salida del eje del motor que conduce la caja de cambios haciendo más fiable el frenado.
- Freno de emergencia: Actúa directamente sobre la polea de tracción:
- Freno en la línea: Como emergencia en teleféricos de tipo vaivén. [19]

2.2.5.2.Sistema de tensión del cable

Conformado por:

Sistema de tensión hidráulico

Trabaja por medio del deslizamiento de cilindros hidráulicos para colocar la tensión del cable en ocupación a las mudanzas de carga y temperatura.

Contrapesos

Consiste en mantener el control de la diversificación de tensión en el cable mediante la utilización de un arreglo de contrapesos, manteniendo ciertas condiciones:

- El área de desplazamiento del contrapeso debe ser cerrada por completo y resguardada de las piezas del teleférico y agentes meteorológicos externos.
- Su área debe ser diseñada para que invada cualquier perspectiva bajo toda condición de operación y temperatura.
- La instalación de amortiguadores debe ocuparse para la reducción de oscilaciones del contrapeso.

Estos sistemas mencionados son empleados para mantener el cable en tensión bajo algún requisito de operación del teleférico. Los aparatos utilizados para la tensión del cable deben mantener el desplazamiento suficiente para suministrar los requisitos normales de operación debido a los cambios de carga y clima. [19]

2.2.5.3. Sistema de seguridad

Formado por los elementos que garantizan el funcionamiento correcto del sistema completo, brindando la mayor seguridad a usuarios y personal durante la operación del teleférico.

Puede ser:

Motores secundarios

Generalmente son motores Diesel, utilizados para conservar el funcionamiento del teleférico cuando fallen los principales motores eléctricos. [19]

2.2.5.4. Estaciones

Para el funcionamiento del teleférico se requiere al menos la instalación de dos estaciones, una ubicada en el punto de partida y otra en el punto de llegada. El motor, frenos y sistema de mando están situados en la estación. [14]

Su diseño obedece ordenanzas civiles de construcción teniendo en cuenta las fuerzas actuantes sobre este incluido la tensión de cables, cargas, etc. Las estaciones deben contar con áreas de abordaje suficientemente largas para la facilidad del flujo de pasajeros. [19]



*Ilustración 15 - Estación de teleférico
Fuente: [14]*

2.2.6. Cables de acero

Es el conjunto de alambres de acero, helicoidalmente agrupados para poder resistir esfuerzos de tracción con adecuadas formas de flexibilidad. [20] utilizados en casi todas las actividades industriales formado por grupos de manipulación y sujeción de cargas como las grúas, por ejemplo, y en el transporte de personas como los teleféricos. [12]

2.2.6.1.Elementos de los cables de acero

Compuestas de:

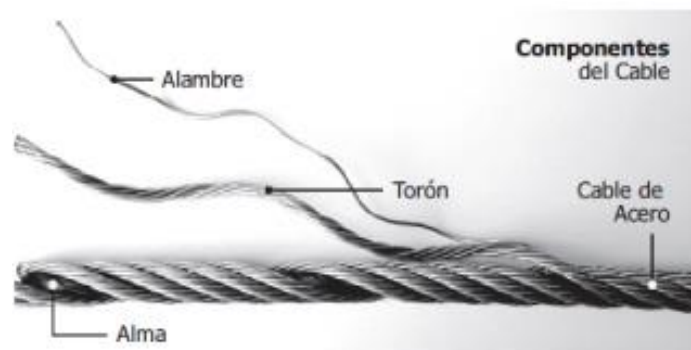


Ilustración 16 - Elementos de los cables de acero
Fuente: [20]

2.2.6.1.1. Alambre

Componente primordial, fabricado en distintas calidades según el fin de uso que se le dé. Estos alambres se clasifican según sus tipos, clases y grados: [21]

Tipos

Dependiendo el recubrimiento y terminación pueden ser:

- Tipo NB: Negro brillante.
- Tipo GT: Trefilados luego de zincados.
- Tipo G: Zincados luego de trefilados.

Clases

Dependiendo el contenido de zinc por unidad de superficie pueden ser:

- Clase A: Zincado grueso (pesado).
- Clase Z: Zincado liviano.

Grados

Dependiendo la calidad nominal del acero pueden ser:

Grado	Nombre común	Resistencia nominal a la tracción [kg/mm ²]
Grado 1	Acero de tracción	120-140
Grado 2	Arado suave	140-160
Grado 3	Arado	160-180
Grado 4	Arado mejorado	180-210
Grado 5	Arado extra mejorado	210-245
Grado 6	Siemens – Martin	70 mínimo
Grado 7	Alta resistencia	100 mínimo
Grado 8	Extra alta resistencia	135 mínimo

Ilustración 17 - Grados del acero
Fuente: [21]

- Grado 1: Usado en alambre sin zinc.
- Grado 2-5: Usado en alambres con o sin zinc.
- Grado 6-8: Usado en alambres con zinc.
- En alambres con zinc se agrega la G como designación.
- Los grados 1, 2, 3 y 4 son considerados como corrientes.
- Para los grados 5, 6, 7 y 8, su calidad es establecida por acuerdo entre comprador y vendedor, con un intervalo de resistencia menor o igual a 20 kg/mm².

2.2.6.1.2. Torón

Conformado por cierta cantidad de alambres según su fabricación, helicoidalmente enrollados en un centro sobre una única o diversas capas. Mayormente los alambres usados para la fabricación de cables son redondos comprendiendo un diámetro entre 2 y 3 mm. [21]

Pueden ser:

Torón común de capa simple

La fabricación más común de este tipo es el de 7 alambres. Cuenta con un alambre central y 6 que lo rodean: $1+6=7$. [12]

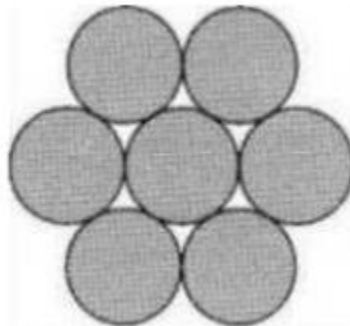


Ilustración 18 - Torón común de capa simple
Fuente: [12]

Torón Seale

Cuenta con alambres de mayor diámetro en el exterior que en el interior dándole una mayor resistencia a la abrasión: $1+9+9=19$. [12]

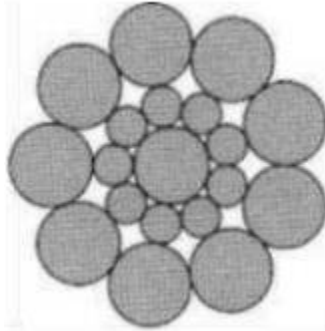


Ilustración 19 - Torón Seale
Fuente: [12]

Torón Filler

Cuenta con 2 capas de alambres, además de hilos más finos relleno espacios vacíos. Normalmente usado para cables con área de sección transversal de metal más grandes y excelente resistencia a la compresión: $1+6/6+12=25$. [12]

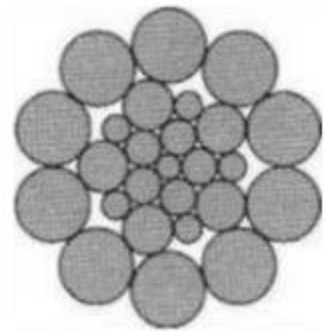


Ilustración 20 - Torón Filler
Fuente: [12]

Torón Warrington

Cuenta con una capa exterior conformado por un par de diámetros diferentes de alambres de metal, de tal manera que la posición en la corona cambia alternativamente: $1+6+6/6=19$. [12]

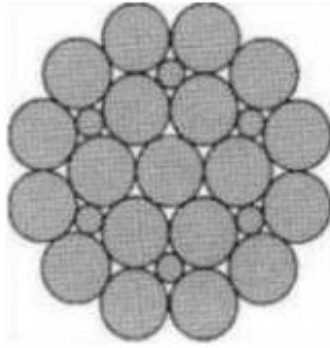


Ilustración 21 - Torón Warrington
Fuente: [12]

Torón Warrington Seale

Formado por una combinación del Torón Warrington y el Torón Seale, mezclando las mejores características de ambos. La composición de alambres interiores delgados proporciona flexibilidad y la última capa de alambres gruesos proporciona resistencia al desgaste: $1+7+7/7+14=36$. [12]

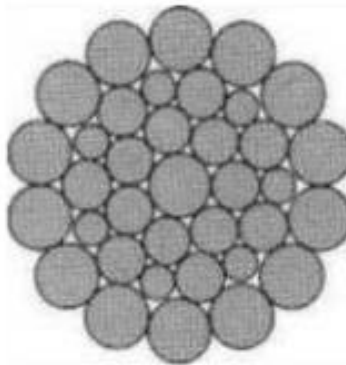


Ilustración 22 - Torón Warrington Seale
Fuente: [12]

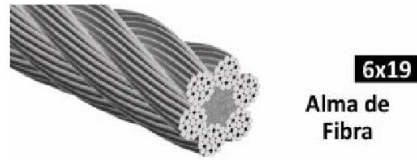
2.2.6.1.3. Alma

Componente central y principal donde son enrollados los torones. Puede estar conformada de acero, fibras naturales o polipropileno.

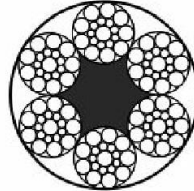
Sirve de base al cable, conserva la redondez, y manteniendo la distancia entre los torones soporta la tensión de estos. [21]

Pueden ser:

- Fibra (naturales, sintéticas)



6x19
Alma de
Fibra



6x19S+FC

TIPO COBRA

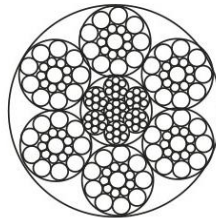
Ilustración 23 - Alma de fibra

Fuente: [22]

- Acero (torón, independiente)



6x19
Alma de
Acero



6x19S+IWRC

TIPO BOA

Ilustración 24 - Alma de acero

Fuente: [23]

Alma de fibra natural

Son fibras largas y duras como la sisal o manila. Pueden ser también yute, cáñamo o algodón, pero no son recomendables debido a su blandes y descomposición rápida, pero se permite usarlas como relleno en ciertas fabricaciones.

Generalmente este tipo de alma son utilizados en cables de ingeniería como ascensores y cables de izaje mineras, debido al amortiguamientos de las cargas y descargas por frenados bruscos. No se recomienda su uso en altas temperaturas (> 80°C) y ambientes húmedos. [21]

Alma de fibra sintética

El polipropileno es el tipo de alma de fibra sintética más adecuado, ya que físicamente se asemeja a la manila o sisal y tiene una resistencia alta a la descomposición causada por la salinidad. Sin embargo, su principal desventaja es su alta abrasividad, lo que puede llevar a una pérdida de resistencia si se somete a ciclos operativos en poleas tensionadas. Por lo tanto, el uso de un alma de polipropileno no es muy recomendable, especialmente en la construcción de teleféricos. Además, no se debe utilizar en ambientes con temperaturas elevadas. [21]

Alma de acero torón

Formado por un único torón, cuya fabricación es igual a los torones externos del cable. Normalmente son cables que tienen un diámetro inferior a 9.5 mm $\approx 3/8''$. ($> 80^{\circ}\text{C}$). [21]

Alma de acero independiente

No es más que otro cable de acero como núcleo, fabricado de 7 torones con 7 alambres cada uno. Cuenta con una resistente a la tracción y aplastamiento mayor al lama de fibra, pero es de menor elasticidad. Es recomendable usarse en ambientes de temperaturas altas ($> 80^{\circ}\text{C}$) como en fundiciones y donde haya presiones altas sobre el cable. [21]

2.2.6.2. Grupos de cables

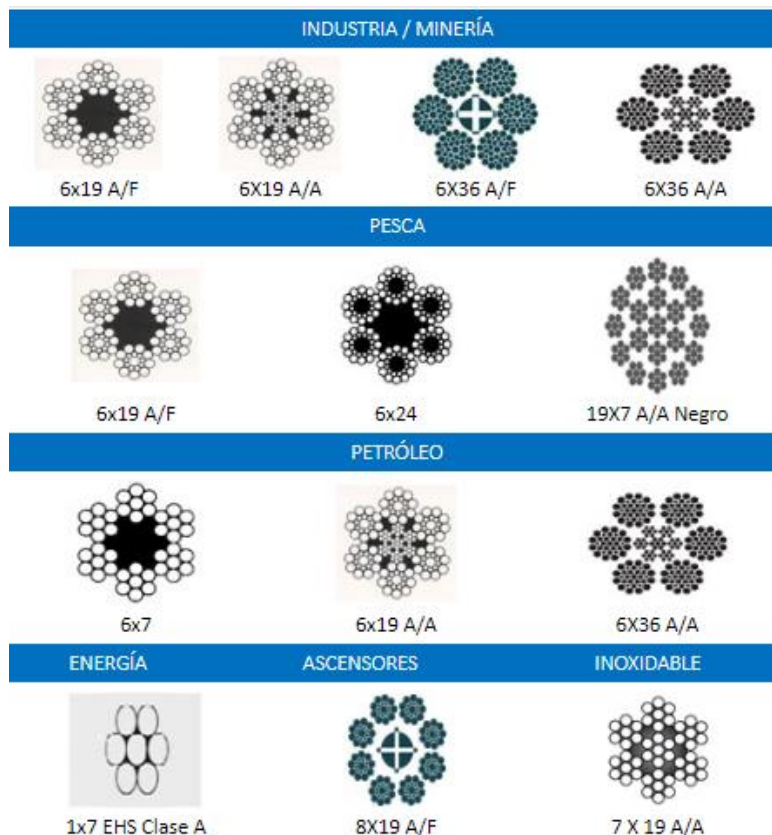


Ilustración 25 - Grupos de cables
Fuente: [20]

2.2.7. Arrollamiento de los cables de acero

Pueden ser:

Arrollamiento Regular

Los alambres del torón se encuentran torcido en la dirección opuesta de los torones del cable. Son más sencillas de usar, menos susceptibles a la formación de cocas y con mayor resistencia al aplastamiento y detorsión. Aunque ambos extremos no estén fijos, no tienden a destorcerse al aplicarle cargas. [21]



Ilustración 26 - Arrollamiento Regular
Fuente: [24]

Arrollamiento Lang

Se encuentran torcidos en la misma dirección. Levemente más flexibles y resistentes a la abrasión y fatiga. Deben usarse cuando ambos extremos estén fijos debido a que tienden a torcerse fácilmente. [21]



Ilustración 27 - Arrollamiento Lang
Fuente: [24]

El arrollamiento de cables pueden ser fabricados con torcidos derechos o izquierdos, como se muestra en la imagen anterior, sin afectar su aplicación sea torcido izquierdo o derecho. Los de torcido derecho son conocidos como los de elaboración normal por lo que se usan en la superioridad de aplicaciones. Sin embargo, la fabricación de torcido izquierdo presenta ciertas ventajas como, por ejemplo, las maquinas perforadoras de percusión, al tender a oprimir las roscas de los aparejos. [21]

2.2.8. Ventajas y desventajas del transporte por cable

Ventajas

- No se necesita de un gran espacio para implementarlo, solo las estaciones y las torres.
- Se implementan en terrenos irregulares, donde otros transportes no pueden circular.
- Necesitan bajo personal porque las cabinas no necesitan conductores.

- Su costo de operación se constituye primordialmente del consumo de energía eléctrica, por lo que no es muy elevado.
- Ya que para su funcionamiento requiere de motores eléctricos, este transporte no contamina y son muy silenciosos.
- Aparte de medio de transporte, se usa con fines turísticos debido a su vista panorámica que pueden brindar de la zona donde se implementa. [16]

Desventajas

- Baja capacidad de carga.
- La velocidad de desplazamiento de las cabinas no es muy alta para brindar la seguridad del sistema. [16]

2.2.9. Energía renovable

Tipo de energía derivado de fuentes naturales, llegando a reponerse más rápido de lo que se consumen como, por ejemplo, la luz solar y el viento que se reponen continuamente. Caso contrario a los combustibles fósiles como, por ejemplo, carbón, petróleo y gas. Estos producen energía al ser quemados, emitiendo GEI dañinas para la salud.

Actualmente la energía renovable es más barata en casi todos los países, generando el triple de puestos de trabajo que los combustibles fósiles. [25]

2.2.9.1. Energía solar

Este tipo de fuente de energía es la más abundante y se puede obtener así el cielo este nublado. La velocidad en que el planeta intercepta energía solar tiene un aproximado de 10 000 veces mayor a la velocidad en que los humanos consumen la energía.

Esta tecnología puede producir calor, refrigeración, luz natural, electricidad y combustible para diversas aplicaciones. [25] La luz solar es convertida en electricidad a través de paneles solares fotovoltaicos y se suministra a la red eléctrica para su consumo. Pueden ser también acumuladas en baterías para su posterior consumo en horas de la noche. [26]

En la última década el costo de fabricación de los paneles solares ha bajado estrepitosamente, haciéndolos aparte de asequibles, más económicas de producir electricidad. [25]

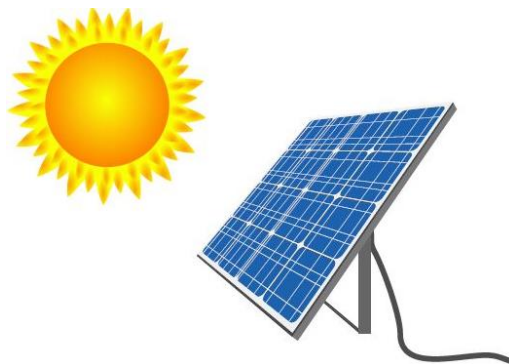


Ilustración 28 - Energía solar
Fuente: [27]

2.2.9.2. Paneles solares

Son equipos primordiales de todo sistema de energía solar fotovoltaico, ya que generan corriente eléctrica debido a la radiación solar. [28] Los paneles solares cuentan con una vida útil de 30 años y hay una gran variedad de tonalidades dependiendo del tipo de material en su fabricación. [25]

Los paneles solares pueden ser monocristalinos y policristalinos, para su elección correcta se debe considerar el espacio disponible, ubicación y tipo de instalación que requiera el usuario. [28]

2.2.9.2.1. Paneles solares monocristalinos

Conformada por un solo cristal de silicio. Para su fabricación se usa el método Czochralski, donde se embute un cristal (semilla) en una cuba de silicio puro derretido a altas temperaturas. La semilla se extrae formándose a su alrededor el silicio derretido, creando el cristal en forma de barra en el que se puede denominar lingote, que posteriormente es utilizado para la fabricación de las células solares.

Este tipo de paneles puede tener de 60 a 72 células solares, eso dependerá de su tamaño. [29] a simple vista se puede diferenciar por su color negro. [30]



Ilustración 29 - Panel solar monocristalino
Fuente: [30]

Ventajas

- Mayor eficiencia: por tener un solo cristal de silicio, los electrones al moverse tienen más espacio y el flujo eléctrico es mejor. Por este motivo son más eficientes que los policristalinos entre 17% y 22%.
- Menor requerimiento de espacio: esto es por lo mismo que son más eficientes. Por ello es de vital importancia tomarlo en cuenta cuando no se dispone de mucha superficie.
- Mejor estética: la estética es subjetiva, pero su estética de color negro y fabricación lo hacen premium.

- Mas duraderos: este tipo de paneles son de muy buena calidad, y algunas fabricaciones garantizan 25 años de garantía. [29]

Desventaja

La inversión inicial es más elevada que la de los policristalinos, pero a largo plazo son mas rentables debido a rendimiento mayor. [30]

2.2.9.2.2. Paneles solares policristalinos

Caso contrario al monocristalino, el policristalino está conformados por varios cristales de silicio. Aunque son de similar fabricación, cuando se embute en el silicio el cristal (semilla). Esto es lo que forman los múltiples cristales, que es lo que hace que sean de color azul brillante, [29] sin poseer el chaflán en sus esquinas como los monocristalinos. [30]



*Ilustración 30 - Panel solar policristalino
Fuente: [30]*

Ventajas

- Mas económicos: cuentan con una fabricación más sencilla propiciando la producción a escala mayor, permitiendo la reducción de precios y haciendo que la instalación no sea muy cara.
- Eficientes: los paneles policristalinos también son muy eficientes y no suelen resultar una mala elección. Su eficiencia llega hasta 16%, por lo que un panel policristalino bueno está muy cerca de la eficiencia que puede alcanzar un panel monocristalino. [29]

Desventajas

Ocupan mayor espacio: por ser menos eficientes que los monocristalinos, se necesita colocar más paneles para alcanzar la potencia deseada. Sin embargo, si se cuenta con mucho espacio necesariamente esto no se ve como una desventaja.

Menos estéticos: algunos toman el color azul como menos atractivo en comparación al negro de los monocristalinos. Aunque esto no puede importar mucho en este proyecto.

Duran menos: aunque cuentan con una duración larga, duran menos que los monocristalinos. Estos pueden alcanzar de 20 a 25 años de vida útil. [29]

2.2.9.3. Cuadro comparativo de los paneles

	Monocristalinos	Policristalinos
Precio	Más caras	Más baratas
Eficiencia	Mayor eficiencia y más rendimiento	Menor eficiencia y menor rendimiento
Estética	Tono negro, azul oscuro	Azulado irregular
Rendimiento	Alto	Medio
Durabilidad	Mínimo 25 años	Mínimo 25 años
Fabricantes	Sun Power LG Panasonic	Canadian Solar Jinko Solar JA Solar

Tabla 1 - Comparación de los tipos de paneles

Fuente: [30]

2.2.9.4. Elementos fundamentales de un sistema fotovoltaico

- **Módulos fotovoltaicos:** Serán responsables de la producción de electricidad, utilizando principalmente dos tipos de paneles solares: los de monocristalino y policristalino. Estos paneles solares, con células conectadas en serie, tienen un rango de voltaje de aproximadamente 12 – 18 voltios para configuraciones de 36 células y 24 – 34 voltios para configuraciones de 72 células.

Es crucial tener en cuenta la curva I-V proporcionada por el fabricante en las especificaciones técnicas de los paneles solares, así como el impacto de la temperatura en la corriente y la tensión del panel (como se muestra en la ilustración 31). A medida que la temperatura aumenta, se produce un ligero aumento en la corriente y, en mayor medida, una disminución en la tensión de salida del panel. [31]

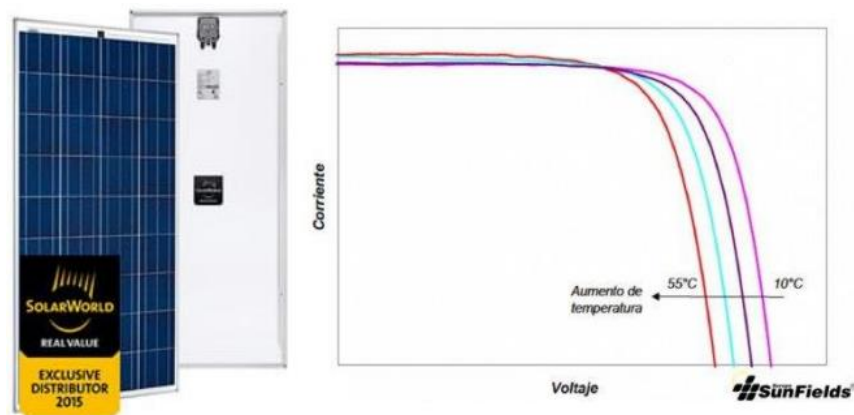


Ilustración 31 - Módulos fotovoltaicos

Fuente: [31]

- **Regulador:** La persona encargada de supervisar la carga y descarga de las baterías debe evitar sobrecargas o descargas excesivas. El regulador solar desempeña un papel importante en este proceso, ya que actúa como un interruptor que se cierra y se conecta en serie entre los paneles solares y las baterías durante la carga, y se abre cuando la batería está completamente cargada. La capacidad de corriente máxima del regulador dependerá de la corriente máxima generada por el sistema fotovoltaico en la entrada y la corriente máxima de las cargas en la salida. Para tener en cuenta posibles aumentos repentinos en la radiación solar o cambios de temperatura, se recomienda seleccionar un regulador con una capacidad de corriente entre un 15% y un 25% superior a la corriente de cortocircuito del sistema fotovoltaico (entrada) o la corriente máxima que la carga del sistema puede consumir (salida). La elección del regulador solar se basará en el cálculo de la corriente más alta requerida en ambas opciones. [31]
- **Baterías:** Tienen la responsabilidad de almacenar la energía eléctrica generada por el sistema fotovoltaico para su uso en momentos de ausencia de luz solar. Las baterías estacionarias de plomo-ácido son altamente recomendadas para este tipo de instalaciones. Estas baterías están compuestas por vasos individuales de 2V, los cuales se pueden conectar en serie y/o en paralelo para lograr voltajes de 12V, 24V o 48V CC según se requiera. Estas baterías son capaces de mantener una carga durante largos períodos de tiempo y soportar descargas profundas ocasionales. En instalaciones más pequeñas, también se pueden emplear baterías monoblock, las cuales generalmente tienen voltajes de 6V a 12V. [31]



Ilustración 32 – Baterías
Fuente: [31]

Para definir el tamaño necesario de las baterías, debemos tener en cuenta el siguiente parámetro:

Profundidad de descarga máxima, es el nivel de descarga máximo permitido antes de que el regulador desconecte la batería para proteger su vida útil. Las profundidades de descarga máxima que se consideran para un ciclo diario, es decir, la máxima descarga diaria, suelen estar alrededor del 15-20%. En el caso de un ciclo estacional, que representa el número máximo de días en los que una batería puede descargarse sin recibir suficiente radiación solar, se sitúan alrededor de 4-10 días con una profundidad de descarga aproximada del 70%.

En las instalaciones fotovoltaicas, se busca evitar descargas agresivas y optar por descargas más progresivas. Por esta razón, se suelen utilizar baterías con una clasificación de descarga de 100 horas (C100). Esto se debe a que cuanto más intensa sea la descarga de una batería, menor será la cantidad de energía que puede suministrarnos. Además, se especifica la capacidad de descarga en un período de 100 horas porque al hablar de tiempos de autonomía de 5 días o más, la descarga se distribuiría en un período más largo, por ejemplo, 24 horas al día durante 5 días sumarían 120 horas. Por convención, se eligen 100 horas como valor de referencia. [31]

- **Inversor u ondulator:** Si necesitamos suministrar energía a cargas que operan con un voltaje de 230 V CA, será necesario utilizar un dispositivo que convierta la corriente continua proveniente del regulador en corriente alterna para alimentar esas cargas. Esta función es desempeñada por el inversor solar. Al dimensionar el inversor solar, se tendrá en cuenta la potencia requerida por todas las cargas de CA en un momento determinado. De esta manera, se seleccionará un inversor cuya potencia sea un 20% mayor que la demanda total de las cargas, considerando la posibilidad de que todas las cargas funcionen simultáneamente. [31]



Ilustración 33 – Inversor
Fuente: [31]

III. Metodología

3.1. Tipo y nivel de investigación.

Tipo

La investigación realizada es de tipo aplicada correlacional.

Nivel

El nivel de la investigación es de tipo exploratorio, porque ayudará a el reconocimiento y la identificación de problemas para una mejora.

3.2.Población y muestra

Población.

La población de estudio del presente trabajo de investigación está referida al diseño y análisis del teleférico entre los distritos de Puente Piedra y Carabayllo.

Muestra.

La muestra será la unidad muestral referida al diseño del teleférico para mejorar la congestión vehicular.

3.3.Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS
VARIABLE INDEPENDIENTE	El procedimiento del diseño y análisis estructural del teleférico conecta segmentos para el soporte de cargas y para el transporte con cabinas suspendidas. [Quintana] Implementando un sistema solar fotovoltaico para que funcione por horas sin el uso de otra fuente de energía. [6]	El diseño del teleférico se medirá con el factor de seguridad, los esfuerzos que garanticen la seguridad, los cálculos de los sistemas de Cables para los parámetros exactos del diseño y los parámetros del Análisis Estructural.	Diseño	Matriz Morfológica	Selección
Diseño y Análisis de un Teleférico			Análisis Estructural	Cargas	kN
				Factor de Seguridad	Adimensional
				Esfuerzos	MPa
				Sistema Solar Fotovoltaico	Radiación Solar
Potencia	kW				
VARIABLE DEPENDIENTE	El descongestionamiento del tráfico es la disminución de la acumulación excesiva de personas o vehículos que impiden la circulación normal por un lugar. [Diccionario]	La disminución excesiva de personas se medirá mediante un sistema de conteo de personas y posteriormente mediante la observación y con ayuda de Google Maps visualizar si ha disminuido el tráfico de transporte urbano.	Descongestionamiento del tráfico	Sistema de conteo de personas	Adimensional
Descongestionamiento del tráfico					

Tabla 2 - Operacionalización de las variables

Fuente: Propia

3.4. Técnicas de recolección de datos

- Observación de las dificultades de transporte entre los ciudadanos de los distritos.
- Visita a la zona de estudio para recolección de datos y mediciones.
- Comparación con los antecedentes investigados.

IV. Desarrollo

4.1. Elaboración del trazado de mapa para el recorrido del teleférico.

Con ayuda de Google Maps se puede visualizar las distintas rutas del transporte urbano que hay entre los distritos de Puente Piedra y Carabayllo.

Ruta 1: Duración de recorrido de 59 min

Ruta 2: Duración de recorrido de 1h 2min

Ruta 3: Duración de recorrido de 1h 4min

Ruta 4: Duración de recorrido de 1h 3min

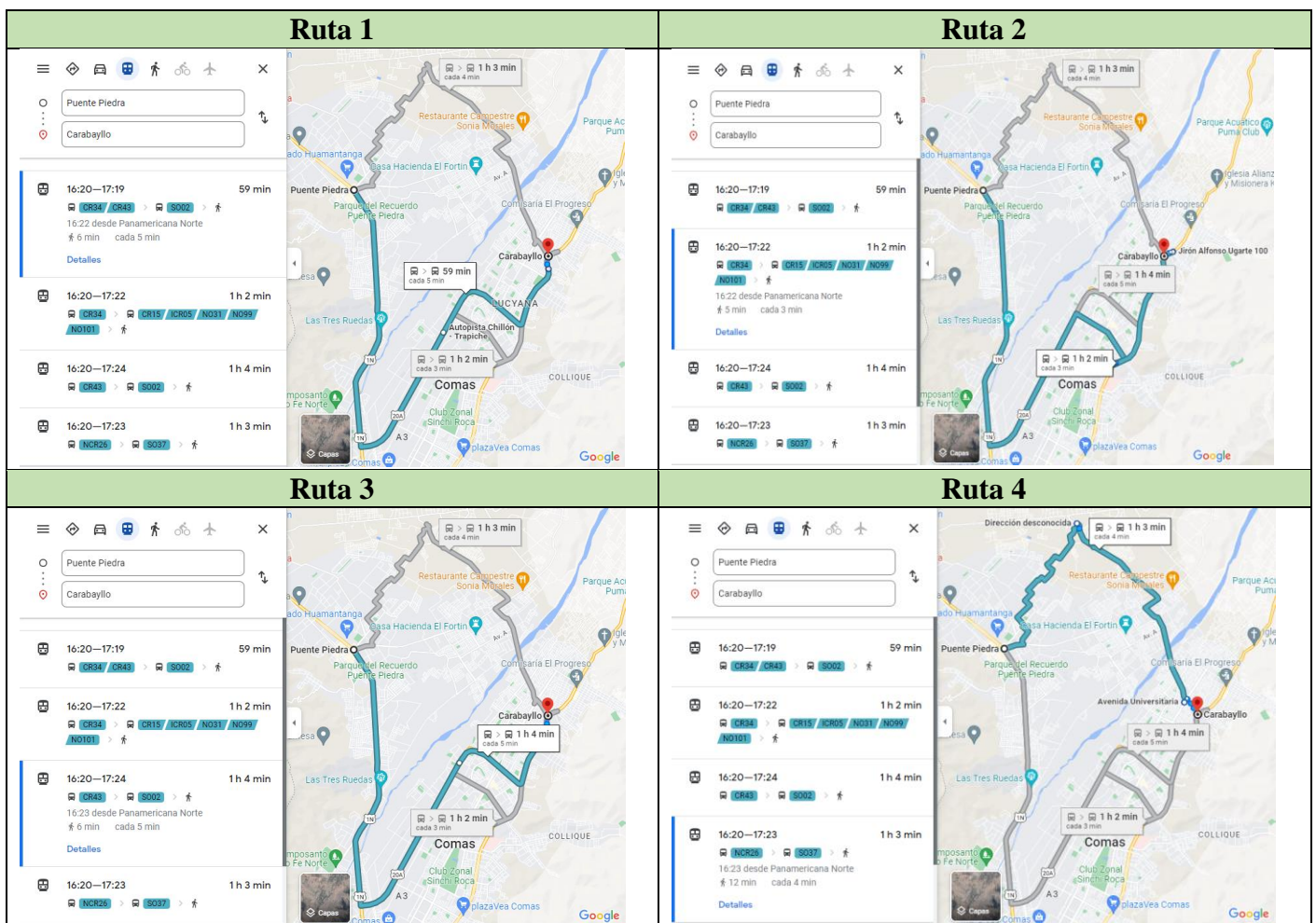
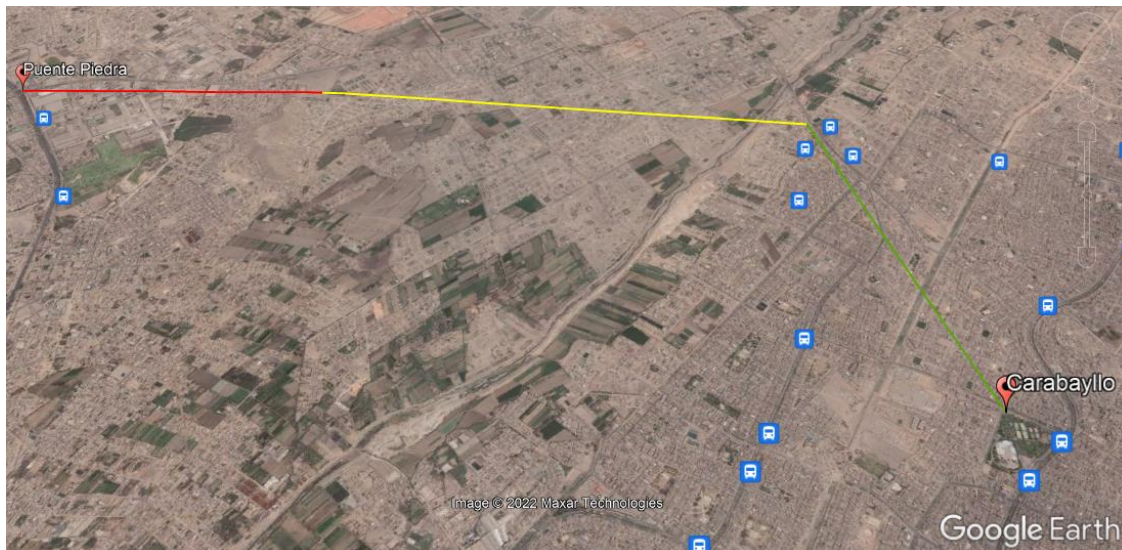


Tabla 3 - Rutas entre los distritos de Puente Piedra y Carabayllo

Fuente: Google Maps

4.1.1. Trazado del teleférico.

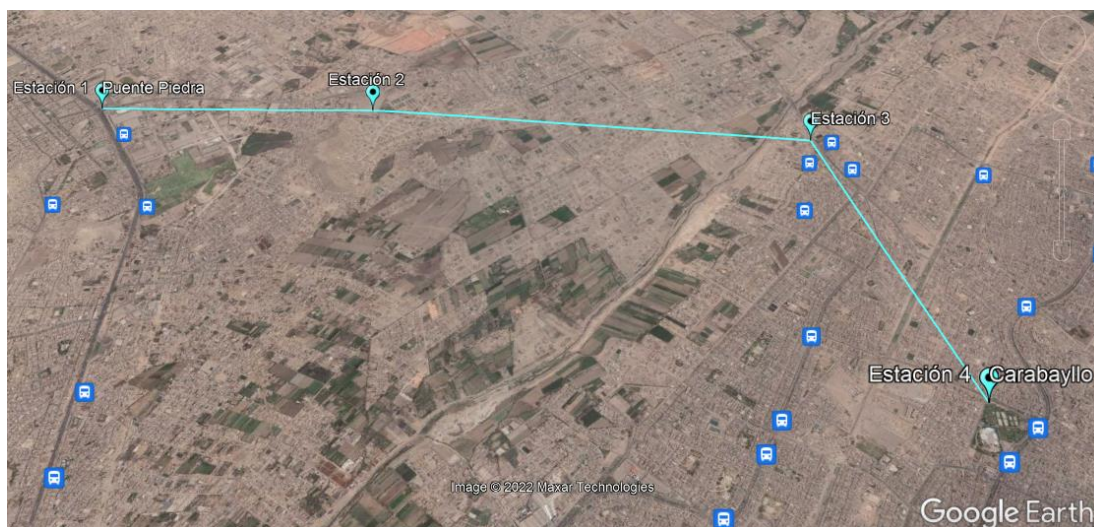
Para realizar el trazado de mapa para el recorrido del teleférico entre los distritos de Puente Piedra y Carabaylo se utilizó Google Earth Pro, programa por computadora que ayuda a visualizar un globo terráqueo virtual basado en imágenes satelitales.



*Ilustración 34 - Recorrido del teleférico entre los distritos de Puente Piedra y Carabaylo
Fuente: Google Earth*

Estaciones del teleférico.

En Google Earth se ha creado un proyecto para ubicar el lugar de las estaciones que tendrá el teleférico.



*Ilustración 35 - Ubicación de las estaciones del teleférico
Fuente: Google Earth*

La distancia total del recorrido es de 6 853,82 m (6,85 km)

La distancia entre estaciones:

Entre estación 1 y 2 es de: 1 847.15 m (1.85 km)

Entre estación 2 y 3 es de: 2 918.22 m (2.92 km)

Entre estación 3 y 4 es de: 2 088.17 m (2.09 km)

Ubicación de las estaciones

En la tabla 4 se muestran las coordenadas de latitud y longitud, y la elevación de terreno donde estarán ubicadas las estaciones del teleférico. Esto se realizó con ayuda de Google Earth.

	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4
Latitud	11° 51' 53.03'' S	11° 51' 53.86'' S	11° 52' 05.45'' S	11° 53' 11.29'' S
Longitud	77° 04' 27.38'' O	77° 03' 26.35'' O	77° 01' 50.65'' O	77° 01' 33.57'' O
Elevación	179 m	186 m	222 m	207 m

Tabla 4 - Coordenadas de las estaciones del teleférico

Fuente: Google Earth

Elevación de terreno

En la ilustración 36 se presenta la elevación del terreno que existe en el recorrido total que tendrá el teleférico. Esto ayudará para el dimensionamiento y ubicación de las torres del teleférico.

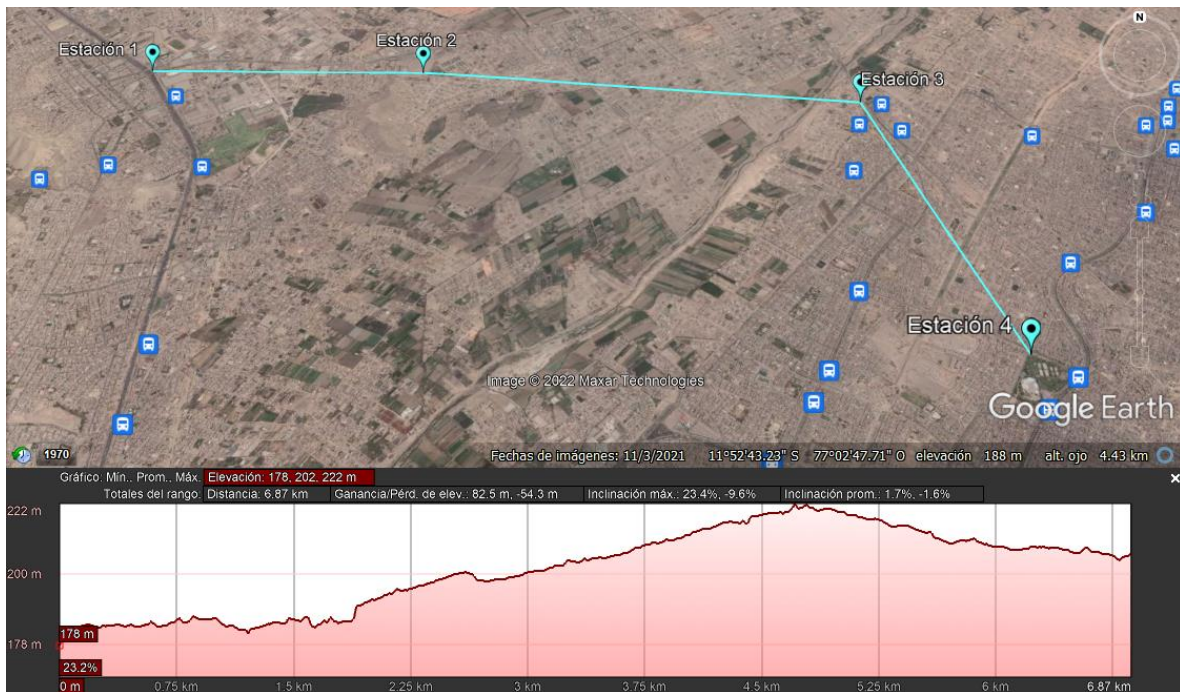


Ilustración 36 - Elevación de terreno

Fuente: Google Earth

En la ilustración 36 se puede visualizar que la elevación del terreno mínimo es de 178 m, la máxima de 222 m y la media es de 200 m.

Elevación de terreno entre estaciones



Ilustración 37 - Elevación de terreno entre estación 1 y 2
 Fuente: Google Earth

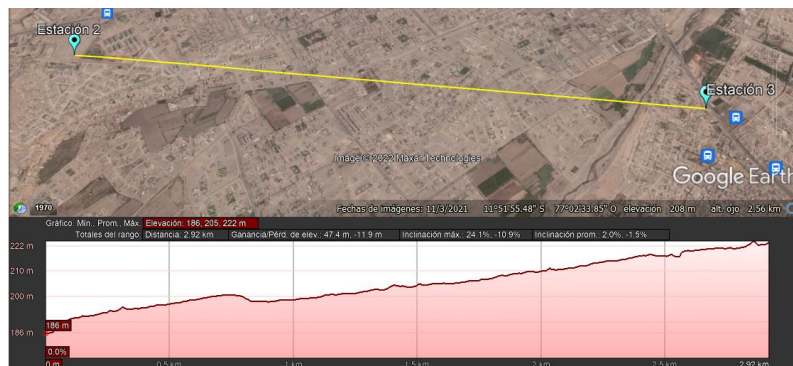


Ilustración 38 - Elevación de terreno entre estación 2 y 3
 Fuente: Google Earth



Ilustración 39 - Elevación de terreno entre estación 3 y 4
 Fuente: Google Earth

4.2.Propuesta de diseños conceptuales del sistema teleférico para 20 pasajeros por cabina.

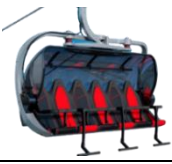






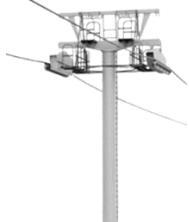


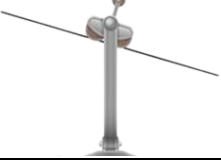






4.2.1. Matriz Morfológica			
Función	1	2	3
Tipo de cabina	Telesilla 	Cabina (6-8 personas) 	Cabina (15-20 personas) 
Cable	Monocable 	Bicable 	Tricable 
Torres	Torre en celosía 	Torre tipo T 	Torre tipo Y 
Poleas	4 pares de poleas 	1 par de poleas 	2 pares de poleas 
Pinza	Pinza tipo L 	Pinza forma pirámide 	Pinza tipo T 
Estación	Unidireccional 	Vaivén 	

Tabla 5 - Matriz Morfológica
Fuente: Propia

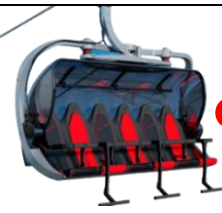

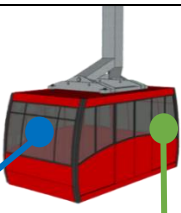



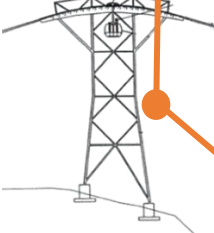

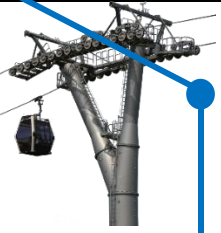

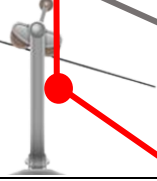



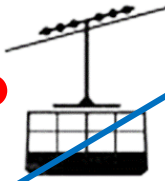



Matriz Morfológica			
Función	1	2	3
Tipo de cabina			
Cable			
Torres			
Poleas			
Pinza			
Estación			

Tabla 6 - Posibles combinación para el diseño del teleférico

Fuente: Propia

COMBINACIÓN
N°1

COMBINACIÓN
N°2

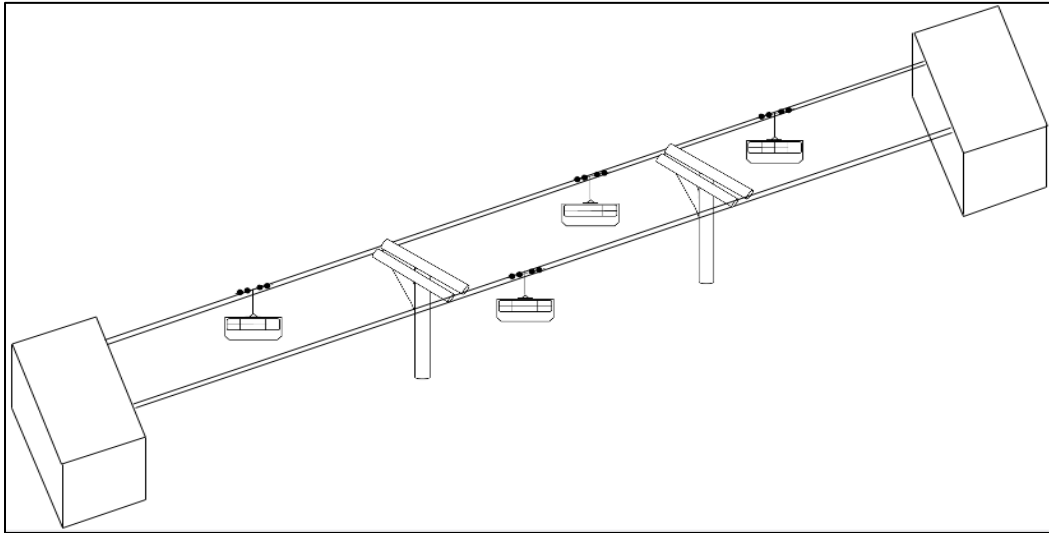
COMBINACIÓN
N°3

COMBINACIÓN
N°4

COMBINACIÓN
N°5

○ **Combinación 1:**

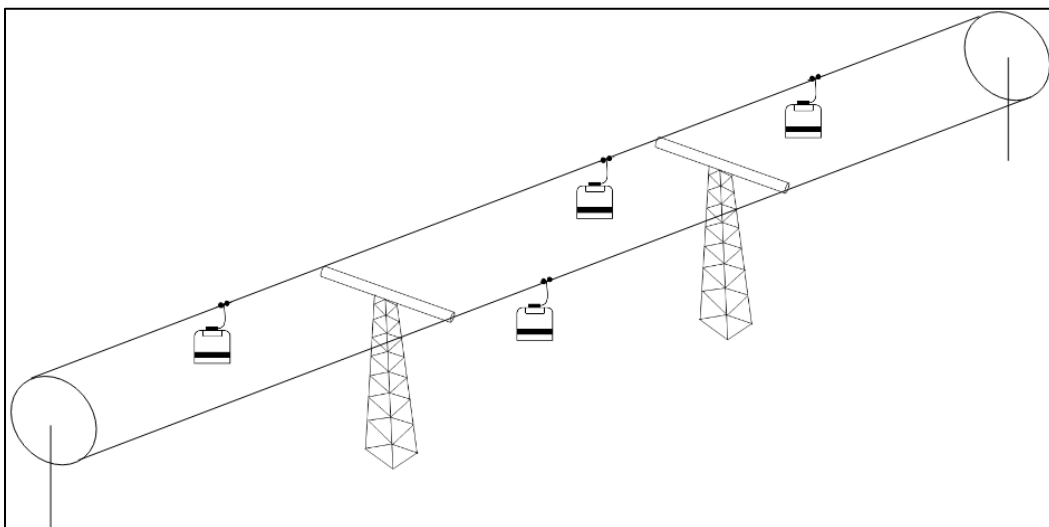
La combinación 1 de la matriz morfológica está conformado por cabinas de entre 15 – 20 personas el cual estará sujetado por un cable tipo bicable y torres de tipo Y. Las cabinas cuentan con 2 pares de poleas y pinzas de tipo T. Finalmente, la combinación 1 cuenta con estaciones de tipo vaivén.



*Ilustración 40 - Combinación 1 del teleférico
Fuente. Propia*

○ **Combinación 2:**

La combinación 2 de la matriz morfológica está conformado por cabinas de entre 6 – 8 personas el cual estará sujetado por un cable tipo monocable y torres en celosía. Las cabinas cuentan con 1 par de poleas y pinzas de tipo L. Finalmente, la combinación 2 cuenta con estaciones unidireccionales.



*Ilustración 41 - Combinación 2 del teleférico
Fuente: Propia*

○ **Combinación 3:**

La combinación 3 de la matriz morfológica está conformado por cabinas de entre 15 – 20 personas el cual estará sujetado por un cable tipo tricable y torres de tipo T. Las cabinas cuentan con 4 pares de poleas y pinzas de forma pirámides. Finalmente, la combinación 3 cuenta con estaciones de tipo vaivén.

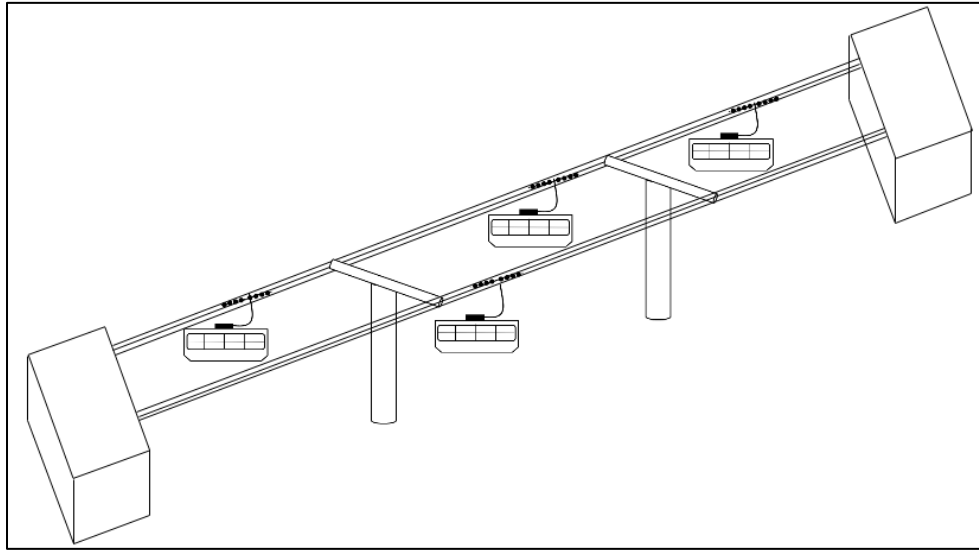


Ilustración 42 - Combinación 3 del teleférico
Fuente: Propia

○ **Combinación 4:**

La combinación 4 de la matriz morfológica está conformado por telesillas el cual estará sujetado por un cable tipo monocable y torres de tipo T. Las cabinas cuentan con 1 par de poleas y pinzas de tipo T. Finalmente, la combinación 4 cuenta con estaciones unidireccionales.

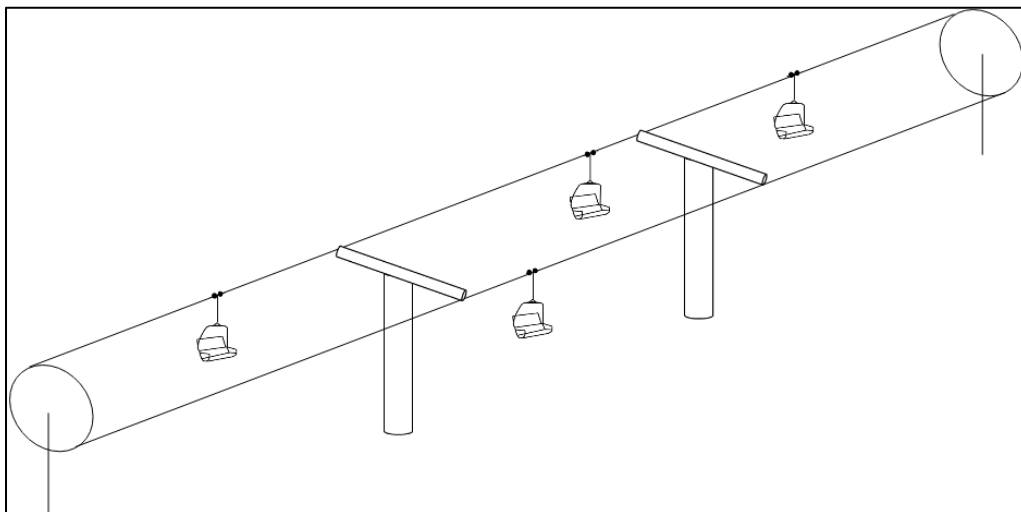
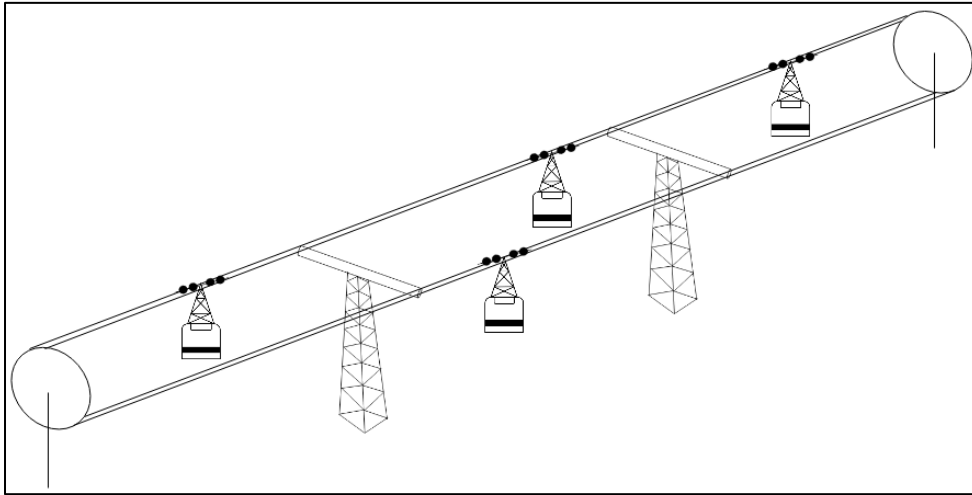


Ilustración 43 - Combinación 4 del teleférico
Fuente: Propia

○ **Combinación 5:**

La combinación 5 de la matriz morfológica está conformado por cabinas de entre 6 – 8 personas el cual estará sujetado por un cable tipo bicable y torres en celosía. Las cabinas cuentan con 2 pares de poleas y pinzas de tipo L. Finalmente, la combinación 5 cuenta con estaciones unidireccionales.



*Ilustración 44 - Combinación 5 del teleférico
Fuente: Propia*

4.2.2. Matriz ponderada

Matriz de selección

A continuación, se consideraron los siguientes criterios de selección, a las cuales se les asignará una ponderación:

- **Funcionalidad:** Refiriéndose a la facilidad, comodidad y utilidad en el empleo de los mecanismos de diseño.
- **Seguridad:** Siendo un factor de gran importancia ya que se transportarán pasajeros y se debe priorizar sus vidas.
- **Facilidad de mantenimiento:** Evaluando la complejidad, cantidad de recursos necesarios, y tiempo invertido para prevenir fallas, garantizando una operación continua y confiable del mecanismo.
- **Facilidad de construcción:** Representa la dificultad, consumo de tiempo y recursos en las operaciones o procesos de construcción y ensamblaje general del sistema.
- **Durabilidad:** Se refiere al tiempo de vida útil que tendrá el sistema, tomando en cuenta los criterios anteriores.
- **Mayor cantidad de pasajeros:** Será la cantidad de pasajeros que podrá transportar el sistema, mientras mayor sea la cantidad, mejor.
- **Costo:** Determina el precio final del sistema incluyendo materiales, fabricación y mano de obra.

Criterios de selección	Combinaciones				
	1	2	3	4	5
Funcionalidad	-	+	+	-	+
Seguridad	-	-	+	-	+
Facilidad de mantenimiento	+	+	+	+	+
Facilidad de construcción	-	+	-	+	+
Durabilidad	-	-	+	-	+
Mayor Cantidad de pasajeros	+	-	+	-	-
Costo	-	+	-	+	+
Suma +	2	4	6	3	7
Suma -	5	3	2	4	1
Evaluación neta	-3	1	4	-1	6
¿Continuar?	No	Si	Si	No	Si

Tabla 7 - Matriz de Selección
Fuente: Propia

Matriz de evaluación

Posteriormente se realiza la ponderación de los criterios de selección, se procede a la calificación de cada una de las alternativas propuestas para seleccionar la más adecuada entre ellas tomando en cuenta las siguientes calificaciones:

- (1) Insatisfecho
- (2) Poco satisfecho
- (3) Satisfecho
- (4) Muy satisfecho
- (5) Excelente

En la siguiente tabla se presenta los valores asignados a cada una de las combinaciones:

Criterios de selección	Peso	Combinaciones						
		2		3		5		
		Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada	
Funcionalidad	10%	3	0.3	3	0.3	3	0.3	
Seguridad	15%	2	0.3	4	0.6	3	0.45	
Facilidad de mantenimiento	10%	3	0.3	3	0.3	3	0.3	
Facilidad de construcción	15%	3	0.45	2	0.3	3	0.45	
Durabilidad	10%	2	0.2	3	0.3	2	0.2	
Mayor cantidad de pasajeros	25%	1	0.25	5	1.25	1	0.25	
Costo	15%	4	0.6	2	0.3	4	0.6	
Total, puntos	100%		2.4		3.35		2.55	
¿Continuar?		No			Si		No	

Tabla 8 - Matriz de Evaluación
Fuente: Propia

La combinación 3 es la ganadora debido a que tiene una mejor calificación ya que cuenta con una funcionalidad satisfactoria, al mismo tiempo que es la más segura y con mayor cantidad para transportar a los pasajeros.

Cuadro de Criticidad

Finalmente se realizará un cuadro de criticidad de la combinación elegida, esto para garantizar la mayor seguridad del sistema.

- **Identificación del riesgo**

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO						ANÁLISIS	
N°	Actividad	COMPONENTE	FALLA POTENCIAL	CAUSAS	CONSECUENCIAS	Probabilidad	Impacto
1	CUADRO DE CRITICIDAD DEL TELEFERICO - COMBINACION 3	Cable principal	Rotura o desgaste	Fatiga del material, corrosión, sobrecarga	Caída de la cabina, accidentes fatales	1	5
2		Motor de tracción	Falla mecánica o eléctrica	Sobrecalentamiento, desgaste, falta de mantenimiento	Interrupción total del servicio, inmovilización de cabinas	3	4
3		Sistema de frenado	Falla en activación	Fuga de fluido hidráulico, desgaste de pastillas	Imposibilidad de detenerse en estaciones, riesgo de colisión	2	4
4		Soportes y torres	Fatiga estructural	Vibraciones, impactos, corrosión	Colapso parcial o total de la estructura	2	5
5		Cabina de pasajeros	Daño en puertas o estructura	Mal uso, vandalismo, impacto con objetos	Riesgo de caída de pasajeros, daños en operación	1	3
6		Poleas y rodajes	Desgaste o fallo mecánico	Falta de lubricación, fatiga del material	Detención del sistema, vibraciones anormales	3	4
7		Sistema eléctrico	Cortocircuito o fallo en control	Fallo en aislamiento, humedad, sobrecarga	Apagón total, fallo en comunicación y monitoreo	3	2
8		Comunicación y sensores	Falla en transmisión de datos	Interferencias, fallo en antenas o sensores	Pérdida de control remoto, errores en seguridad	3	3
9		Sistema de emergencia	Falla en respaldo energético	Baterías descargadas, fallo en generador	No activación de frenos de emergencia ni luces de evacuación	1	3

Tabla 9 – Identificación del riesgo

Fuente: Propia

- **Criterios de probabilidad y riesgo**

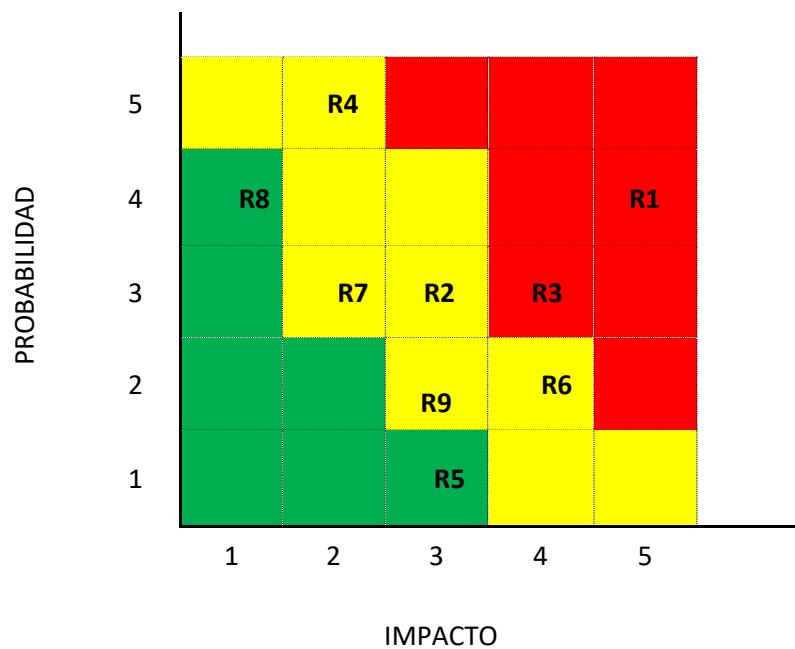
Probabilidad	
5 Frecuente	Una vez por semana.
4 Moderado	Una vez por mes.
3 Ocasional	Una vez por semestre.
2 Remoto	Una vez por año.
1 Improbable	Cada diez años.

Impacto		
5	Catastrófico	De suceder sería catastrófico.
4	Mayor	De suceder tendría altas consecuencias.
3	Moderado	De suceder tendría medias consecuencias.
2	Menor	De suceder sería un bajo impacto.
1	Insignificante	El impacto sería mínimo.

Criticidad

IDENTIFICACIÓN		ANÁLISIS		EVALUACIÓN
Nº	FALLA POTENCIAL	P	I	
R1	Rotura o desgaste	4	5	20
R2	Falla mecánica o eléctrica	3	3	9
R3	Falla en activación	3	4	12
R4	Fatiga estructural	5	2	10
R5	Daño en puertas o estructura	1	3	3
R6	Desgaste o fallo mecánico	2	4	8
R7	Cortocircuito o fallo en control	3	2	6
R8	Falla en transmisión de datos	4	1	4
R9	Falla en respaldo energético	2	3	6

Tabla 10 - Criticidad
Fuente: Propia



4.3. Evaluación del recurso solar en la zona de Lima Norte.

El teleférico estará ubicado en las coordenadas con latitud -11.87 y longitud -77.04 . Con ayuda de la página de la NASA se evalúa el recurso solar en la zona donde se diseñará el teleférico de Lima Norte.

4.3.1. Datos medios diarios mensuales en el plano horizontal [kWh/(m².día)]

MES	H _h [kWh/(m ² .día)]
JAN	6.21
FEB	6.14
MAR	6.05
APR	5.63
MAY	4.40
JUN	3.31
JUL	3.23
AUG	3.66
SEP	4.34
OCT	5.18
NOV	5.71
DEC	5.90
ANN	4.98

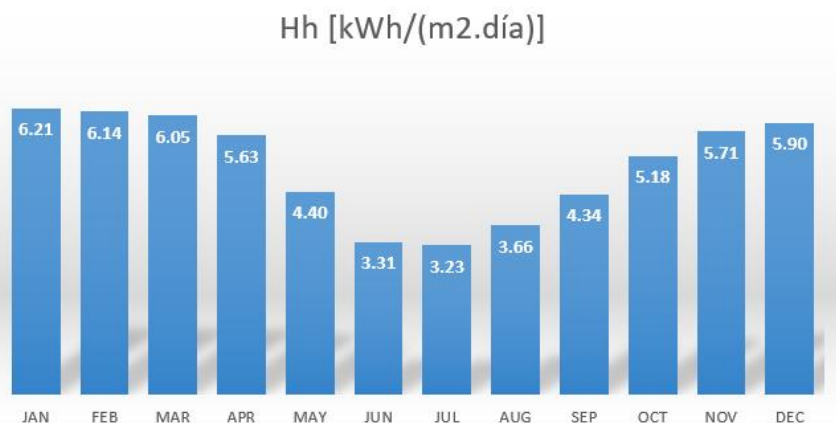


Ilustración 45 - Grafica de datos mensuales en plano horizontal
Fuente: Propia

Tabla 11 - Datos mensuales en plano horizontal
Fuente: NASA

4.3.2. Datos medios diarios mensual en el plano inclinado [kWh/(m².día)]

				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	LAT	LON	PARAMETER	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANN
1	-11.87	-77.04	SI_EF_TILTED_SURFACE_0	6.21	6.14	6.05	5.63	4.4	3.31	3.23	3.66	4.34	5.18	5.71	5.9	4.98
2	-11.87	-77.04	SI_EF_TILTED_SURFACE_21	6.04	6.02	5.99	5.65	4.45	3.35	3.26	3.67	4.31	5.1	5.57	5.72	4.93
3	-11.87	-77.04	SI_EF_TILTED_SURFACE_36	5.8	5.88	5.99	5.81	4.66	3.51	3.4	3.76	4.34	5.04	5.4	5.49	4.92
4	-11.87	-77.04	SI_EF_TILTED_SURFACE_51	5.18	5.44	5.74	5.82	4.81	3.63	3.49	3.77	4.23	4.75	4.92	4.9	4.72
5	-11.87	-77.04	SI_EF_TILTED_SURFACE_90	1.69	1.69	2.16	2.94	2.97	2.38	2.21	2.15	2.02	1.74	1.72	1.72	2.12
6	-11.87	-77.04	SI_EF_OPTIMAL	6.09	6.04	6	5.86	4.81	3.64	3.49	3.79	4.34	5.11	5.61	5.78	5.05
7	-11.87	-77.04	SI_EF_OPTIMAL_ANG	0	0	7	20.5	29	30.5	28.5	20.5	11	0.5	0	0	12.29
8	-11.87	-77.04	SI_EF_TILTED_ANG_ORT	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Tabla 12 - Datos mensuales en plano inclinado
Fuente: NASA

Comparación de la irradiación solar del plano horizontal y plano inclinado a 21°.

MES	N	H _h [kWh/(m ² .día)]	H _T [kWh/(m ² .día)]
JAN	31	6.21	6.04
FEB	28	6.14	6.02
MAR	31	6.05	5.99
APR	30	5.63	5.65
MAY	31	4.40	4.45
JUN	30	3.31	3.35
JUL	31	3.23	3.26
AUG	31	3.66	3.67
SEP	30	4.34	4.31
OCT	31	5.18	5.10
NOV	30	5.71	5.57
DEC	31	5.90	5.72
ANN		4.98	4.93

Tabla 13 - Datos mensuales en plano inclinado a 21°
Fuente: NASA



Ilustración 46 - Grafica de datos mensuales en plano inclinado a 21°
Fuente: Propia

Comparación de la irradiación solar del plano horizontal y plano inclinado a 36°.

MES	N	H _h [kWh/(m ² .día)]	H _T [kWh/(m ² .día)]
JAN	31	6.21	5.80
FEB	28	6.14	5.88
MAR	31	6.05	5.99
APR	30	5.63	5.81
MAY	31	4.40	4.66
JUN	30	3.31	3.51
JUL	31	3.23	3.40
AUG	31	3.66	3.76
SEP	30	4.34	4.34
OCT	31	5.18	5.04
NOV	30	5.71	5.40
DEC	31	5.90	5.49
ANN		4.98	4.92

Tabla 14 - Datos mensuales en plano inclinado a 36°
Fuente: NASA



Ilustración 47 - Grafica de datos mensuales en plano inclinado a 36°
Fuente: Propia

Comparación de la irradiación solar del plano horizontal y plano inclinado a 51°.

MES	N	H _h [kWh/(m ² .día)]	H _T [kWh/(m ² .día)]
JAN	31	6.21	5.18
FEB	28	6.14	5.44
MAR	31	6.05	5.74
APR	30	5.63	5.82
MAY	31	4.40	4.81
JUN	30	3.31	3.63
JUL	31	3.23	3.49
AUG	31	3.66	3.77
SEP	30	4.34	4.23
OCT	31	5.18	4.75
NOV	30	5.71	4.92
DEC	31	5.90	4.90
ANN		4.98	4.72

Tabla 15 - Datos mensuales en plano inclinado a 51°
Fuente: NASA



Ilustración 48 - Grafica de datos mensuales en plano inclinado a 51°
Fuente: Propia

Comparación de la irradiación solar del plano horizontal y plano inclinado a 90°.

MES	N	H _h [kWh/(m ² .día)]	H _T [kWh/(m ² .día)]
JAN	31	6.21	1.69
FEB	28	6.14	1.69
MAR	31	6.05	2.16
APR	30	5.63	2.94
MAY	31	4.40	2.97
JUN	30	3.31	2.38
JUL	31	3.23	2.21
AUG	31	3.66	2.15
SEP	30	4.34	2.02
OCT	31	5.18	1.74
NOV	30	5.71	1.72
DEC	31	5.90	1.72
ANN		4.98	2.12

Tabla 16 - Datos mensuales en plano inclinado a 90°
Fuente: NASA



Ilustración 49 - Grafica de datos mensuales en plano inclinado a 90°
Fuente: Propia

4.4. Evaluación de un sistema solar fotovoltaico para el funcionamiento del teleférico.

4.4.1. Procedimiento para el cálculo de una instalación fotovoltaica

Primeramente, es fundamental entender el concepto de las "horas sol pico" o HSP. Estas horas representan el período en el que se supone que la irradiancia solar es constante a 1000 W/m². En otras palabras, una hora de sol pico "HSP" equivale a una cantidad de energía solar de 1 kWh/m², o lo que es lo mismo, 3.6 KJ/m². Este enfoque permite medir y cuantificar la energía solar recibida en unidades de tiempo, donde cada "paquete" de 1 hora representa una radiación solar de 1000 W/m². Debemos saber la diferencia de:

- **Irradiancia:** La irradiancia se define como la medida de la radiación solar o la intensidad de la iluminación que alcanza un área determinada en un instante específico. Se expresa como la potencia instantánea por unidad de superficie, ya sea en W/m² u otras unidades equivalentes.
- **Irradiación:** La irradiación se define como la cantidad de irradiancia recibida durante un período de tiempo específico. Representa la potencia recibida por unidad de tiempo y por unidad de superficie. Por lo general, se mide en Wh/m² o, en el caso de un día completo, en Wh/m²/día o unidades equivalentes.

Para calcular el valor de las horas de sol pico (HSP), se realiza la división de la irradiación incidente entre la potencia de irradiancia en condiciones estándar de medida (STC). Esto se debe a que las características eléctricas de los módulos fotovoltaicos se cumplen en esas condiciones. El valor de la potencia de irradiancia en condiciones estándar de medida es de 1000 W/m². Por lo tanto, si se cuenta con los datos de irradiación solar de un día determinado, al dividirlos entre 1000, se obtiene el valor de las HSP. Por ejemplo, si se registra una irradiación de 3800 Wh/m², al dividirla entre 1000 W/m², se obtiene un valor de 3.8 HSP.

4.4.2. Cálculo de la instalación fotovoltaica para el teleférico

Suponemos un consumo del teleférico con uso diario durante todo el año, con una tensión de trabajo de 220 V.

EQUIPOS	CANT.	POTENCIA UNIT. (W)	POTENCIA TOTAL (W)	HORAS DE FUNCIONAMIENTO (h/día)	Energía diaria requerida (Wh/día)
Lámparas	400	70	28000	5	140000
Computadoras	12	250	3000	17	51000
Boletería	4	100	400	17	6800
Retenedor de personas	8	80	640	17	10880
Ascensor	4	13000	52000	17	884000
Calefacción	8	150	1200	17	20400
TOTAL			85 240		1 113 080

Tabla 17 - Consumos del teleférico
Fuente: Propia

4.4.3. Cálculo de paneles solares necesarios

Se utilizará los siguientes equipos

Panel solar

HELIOS PLUS by Eco Green Energy

EGE-445/455W-144M(M6)

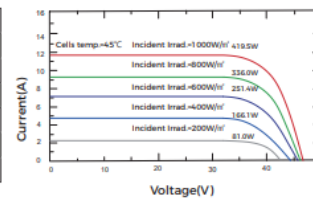
V1-2022

ELECTRICAL DATA AT STC*

Power output (Pmax)	445 W	450 W	455 W
Power tolerance	0~+5 W	0~+5 W	0~+5 W
Module efficiency	20.36%	20.58%	20.81%
Maximum power voltage (Vmp)	40.84 V	40.96 V	41.06 V
Maximum power current (Imp)	10.90 A	10.99 A	11.08 A
Open circuit voltage (Voc)	49.14 V	49.28 V	49.41 V
Short circuit current (Isc)	11.48 A	11.57 A	11.66 A

*Standard Test Conditions: Irradiance: 1 000 W / m² • Cell temperature: 25°C • AM: 1.5

PV MODULE : EGE-450W-144M(M6)



Baterías



GEL BATTERY 12V 300 AH

GEL SERIES BATTERY

GEL series batteries are manufactured with special separators and silica gel immobilizing the electrolyte inside the battery. The proven silica gel technology can improve battery cycle life and performance at wider temperature range. The deep discharge cycle life is increased 50% compared normal battery.



Controladores o reguladores

- Solar System



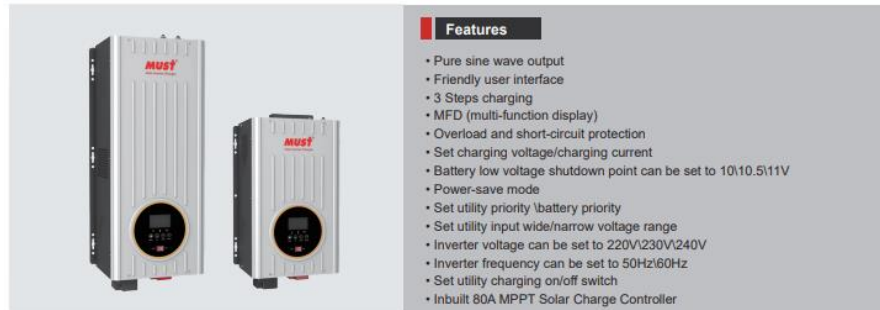
PC1500B Series PWM - Regulador carga solar

Características:

- En intensidades 10A 20A 30A 40A 50A 60A.
- Pantalla LCD de fácil lectura.
- Operación sencilla por botones.
- Detección automática de voltaje del sistema.
- Algoritmo carga inteligente PWM.
- Protección ajustable carga-descarga.
- Compensación automática por temperatura.
- Selección de tecnología de batería.
- Protección de corriente inversa de batería.
- Desconexión de batería por bajo voltaje (LVD).
- Protección polaridad invertida en batería.
- Protección por sobre-voltaje.

Inversores

Low Frequency Solar Inverter/Charger PV3000 VHM Series (1KW-6KW)



El sistema de paneles fotovoltaicos debe cubrir la demanda de energía eléctrica de los circuitos de iluminación y tomacorrientes que contienen el centro de transporte, entonces la capacidad de demanda del sistema debe ser:

$$D_{iluminación} = 28\,000\ W$$

$$D_{tomas} = 57\,240\ W$$

$$P_{sist.} = D_{iluminación} + D_{tomas} = 85\,240\ W$$

Para el cálculo de la inclinación del panel haremos uso de la siguiente ecuación estadística:

$$\beta = 3,7 + 0.69 * |\varphi|$$

Donde:

β : Ángulo de inclinación

φ : Latitud del lugar

Como se sabe, la latitud de nuestro de proyecto es de -11.87, entonces:

$$\beta = 3,7 + 0,69 * |-11,87|$$

$$\beta = 11,8903^\circ$$

Energía diaria requerida

La tabla 15 nos detalla una aproximación de la energía necesaria para el buen funcionamiento del teleférico, que es el siguiente:

$$E_{Diaria\ Req} = 1\,113\,080\ Wh/día$$

Determinada la magnitud de energía necesaria, se debe ajustar este valor debido a las pérdidas en el cableado, el desgaste del sistema y la imprecisión de los datos.

Compensación por pérdidas en el sistema en general

Dicho porcentaje debe tener valores entre 10-25% de corrección. Por lo general es asumido un valor del 20%. Por lo tanto, aplicaremos el 20% de corrección debido a todas las pérdidas en el sistema.

$$E_{Diaria\ Comp} = 1,2 * E_{Diaria\ Req} = 1,2 * 1\ 113\ 080 = 1\ 335\ 696\ Wh/día$$

Potencia diaria requerida

Cálculo de potencia pico:

$$P_{Diaria\ Req} = \frac{E_{Diaria\ Comp}}{HSP * h_{panel}}$$

Donde:

$P_{Diaria\ Req}$: La estimación diaria de consumo de energía se divide entre las horas pico de sol y el rendimiento esperado del panel.

HSP : Horas de irradiación solar continua, que representan la media diaria de irradiación solar en una ubicación geográfica específica.

Tomando la radiación solar diaria desfavorable que sería en julio con 3,23 kWh/m²/día, además tomando un factor de corrección k igual a 1 ($k=1,05$ ambiente sin contaminación; $k=0,95$ ambiente con contaminación) debido al ambiente, tendremos:

$$HSP = \frac{\text{Radiacion solar diaria horizontal (kWh/m}^2\text{/día)}}{1000\ W/m^2} * k$$

$$HSP = \frac{3230\ Wh/m^2/día}{1000\ W/m^2} * 1$$

$$HSP = 3,23\ h/día$$

h_{panel} : Rendimiento en paneles solares, generalmente es de 90%

Entonces tenemos:

$$P_{Diaria\ Req} = \frac{E_{Diaria\ Comp}}{HSP * h_{panel}}$$

$$P_{Diaria\ Req} = \frac{1\ 335\ 696}{3,23 * 0,9}$$

$$P_{Diaria\ Req} = 459\ 475,75\ W$$

Corrección de la potencia:

$$C_{fiso} = -\Delta T * 0,37\%/^{\circ}C$$

$$C_{fiso} = -(20 - 6)^{\circ}C * 0,37\%/^{\circ}C = -5.18\%$$

Potencia del panel:

$$P_{panel} = (1 - C_{fiso}) * P'_{panel}$$

$$P_{panel} = (1 - 0.0518) * 450 = 426,69 W$$

Número de paneles fotovoltaicos

$$N_{paneles} = \frac{P_{Diaria Req}}{P_{panel}}$$

$$N_{paneles} = \frac{459\,475,75 W}{426,69 W} = 1\,076,84 \approx 1\,077 \text{ paneles fotovoltaicos}$$

Días de autonomía: 3 días

$$E_{acumulada} = 1\,335\,696 Wh/día * 3 día = 4\,007\,088 Wh$$

Por lo general en el grado de descarga, retendremos entre el 50-70% para las baterías solares y 30% para las baterías móviles.

Para nuestro caso: 50%

$$E_{real acumulada} = \frac{4\,007\,088 Wh}{0.5} = 8\,014\,176 Wh$$

Corrección por temperatura: $T_{min.amb} = 4^{\circ}C$ entonces tendremos un factor de: $f = 1.3$

$$E_{real acumulada corregida} = E_{real acumulada} * f$$

$$E_{real acumulada corregida} = 8\,014\,176 Wh * 1.3 = 10\,418\,428 Wh$$

Capacidad requerida:

$$Cap_{req} = \frac{E_{real acumulada corregida}}{V}$$

$$Cap_{req} = \frac{10\,418\,428 Wh}{40,96 V} = 254\,542,61 Ah$$

De lo cual por ficha técnica del panel elegido se sabe que la eficiencia es de:

$$Eficiencia_{panel} = 20.58\%$$

Número de baterías para el sistema

$$N_{baterías} = \frac{Cap_{req}}{Cap_{bat}}$$

$$N_{baterias} = \frac{254\,542,61 \text{ Ah}}{260 \text{ Ah}} = 979$$

Numero de reguladores

$$N_{regulador} = N_{paneles} * \frac{I_{max.panel} * (1 + f_{seg})}{I_{regulador}}$$

$$N_{regulador} = 1\,077 * \frac{10,99 * (1 + 0.1)}{50} = 261$$

Donde:

f_{seg} : Factor de seguridad, generalmente tiene un valor de 10%

4.5. Análisis y cálculo de los parámetros de diseño del teleférico para 20 pasajeros por cabina.

Parámetros de diseño

En esta etapa se definen los parámetros de diseño clave que sirven de base para los cálculos de los componentes que conforman el sistema del teleférico.

Altura de estaciones y torres

La determinación de la altura de las estaciones y torres del teleférico se realiza principalmente con el objetivo de garantizar una distancia mínima entre las cabinas y el terreno a lo largo del recorrido del teleférico. A continuación, se muestra una tabla que presenta las alturas de las torres y estaciones que han sido tomadas en cuenta durante el desarrollo del proyecto.

Descripción	$H_{terreno}[m]$	$H_{torre}[m]$	$H_{total}[m]$
E1	178	9	187
T1	184	15	199
T2	185	15	200
T3	185	15	200
T4	185	15	200
E2	186	15	201
T5	197	15	212
T6	200	15	215
T7	205	15	220
T8	210	15	225
T9	218	15	233
E3	221	12	233
T10	217	15	232
T11	214	15	229
T12	208	15	223

T13	208	15	223
E4	207	9	216

Tabla 18 - Altura de estaciones y torres

Fuente: Propia

Luz y pendiente

En un sistema de teleférico, el término "luz" se refiere a la distancia que existe entre los diferentes puntos del sistema, es decir, la distancia de estación a torre, y torre a torre.

Para el cálculo de la luz y pendiente es necesario tener como datos las coordenadas "X" y "Y" que se muestran en la siguiente tabla.

Punto	Coordenada X [m]	Coordenada Y [m]	Altura [m]
E1	274039.16	8687562.89	187
T1	274324	8687561	199
T2	274754	8687558	200
T3	275379	8687554	200
T4	275686	8687552	200
E2	275886.83	8687551.09	201
T5	276333	8687502	212
T6	276991	8687426	215
T7	277493	8687363	220
T8	277876	8687322	225
T9	278479	8687253	233
E3	278786.40	8687216.14	233
T10	278875	8686876	232
T11	278975	8686503	229
T12	279122	8685954	223
T13	279213	8685606	223
E4	279319.06	8685196.42	216

Tabla 19 - Coordenadas de cada punto

Fuente: Propia

Para calcular la luz y pendiente para la sección comprendida entre la E1 y T1, se utiliza la siguiente fórmula.

Cálculo de la luz:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Donde:

d = luz de cada tramo

x_1 = coordenada "x" del punto 1

x_2 = coordenada "x" del punto 2

y_1 = coordenada “y” del punto 1

y_2 = coordenada “y” del punto 2

Cálculo de la pendiente:

$$m = \tan \emptyset = \frac{h_2 - h_1}{\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}}$$

Donde:

m = pendiente del tramo

\emptyset = ángulo de inclinación del tramo en grados

h_1 = altura del punto 1

h_2 = altura del punto 2

En la siguiente tabla de muestran los cálculos obtenidos:

Tramo	d [m]	m	\emptyset [°]
E1 – T1	285	0.04	2.29
T1 – T2	430	0	0
T2 – T3	625	0	0
T3 – T4	307	0	0
T4 – E2	201	0	0
E2 – T5	449	0.02	1.15
T5 – T6	662	0	0
T6 – T7	506	0.01	0.57
T7 – T8	385	0.01	0.57
T8 – T9	607	0.01	0.57
T9 – E3	309	0	0
E3 – T10	351	0	0
T10 – T11	386	-0.01	-0.57
T11 – T12	568	-0.01	-0.57
T12 – T13	359	0	0
T13 – E4	423	-0.02	-1.15

Tabla 20 - Valores de Luz y Pendiente

Fuente: Propia

Velocidad del sistema

Según la empresa Doppelmayr la velocidad máxima para teleféricos de tipo vaivén es de 12 m/s, y los teleféricos 3S o tricable es de 8.5m/s. En este caso para nuestro sistema teleférico se ha seleccionado una velocidad de 6 m/s debido a la afluencia de pasajeros que presentará nuestro teleférico.

Tiempo aproximado de recorrido

Tomando en cuenta que el sistema funcionará a la velocidad máxima recomendada, se puede calcular el tiempo de recorrido del teleférico con la siguiente formula:

$$t = \frac{\text{distancia}}{\text{velocidad}}$$

$$t = \frac{6855.4m}{6 m/s} = 1142.57s$$

$$t \approx 19 \text{ min}$$

$$60 \text{ min} * \frac{1 \text{ recorrido}}{19} = 3 \text{ recorridos}$$

Con esto determinamos que en 1 hora de funcionamiento, el teleférico realizará 3 recorridos, siendo uno de ida y otro de vuelta en total estará realizando 6 recorridos en servicio continuo.

Distribución de la carga

Con el fin de satisfacer los requisitos de capacidad de carga del sistema, se ha planificado la construcción de cabinas cerradas con una capacidad para 20 personas cada una. Estas cabinas se distribuirán en un total de 8 unidades, con 4 ubicadas en cada lado del sistema, como se ilustra en la imagen siguiente.

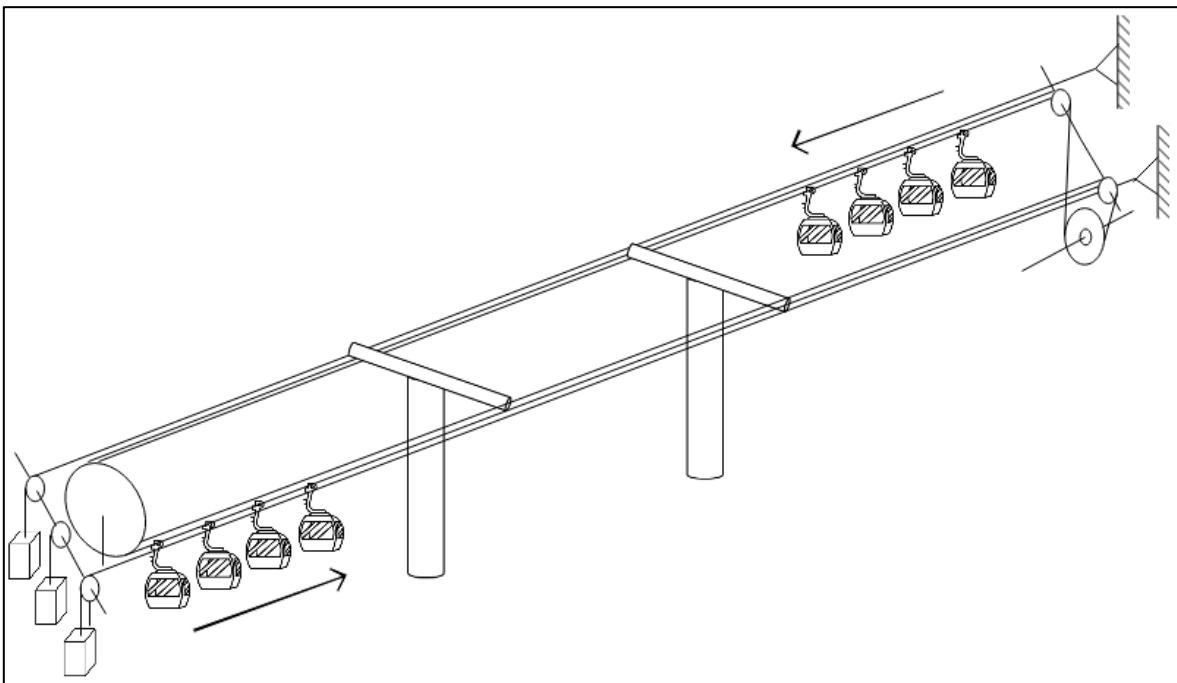


Ilustración 50 - Distribución de la carga

Fuente: Propia

Capacidad de carga

Siendo 8 cabinas en total y cada cabina transporta 20 pasajeros, entonces el sistema de teleférico transportará 160 personas cada 19 min, siendo esto un total de 480 personas por hora.

Sabiendo que los 19 min es de un recorrido, y nuestro sistema teleférico tendrá 3 recorridos por hora:

$$\text{Capacidad de carga} = 8 * 20 = 160 \text{ personas}$$

$$\text{Capacidad de carga} = 160 \text{ pers.} * 3 \text{ recorridos} = 480 \text{ pers.}$$

Entonces nuestro sistema teleférico transportará 480 personas por hora.

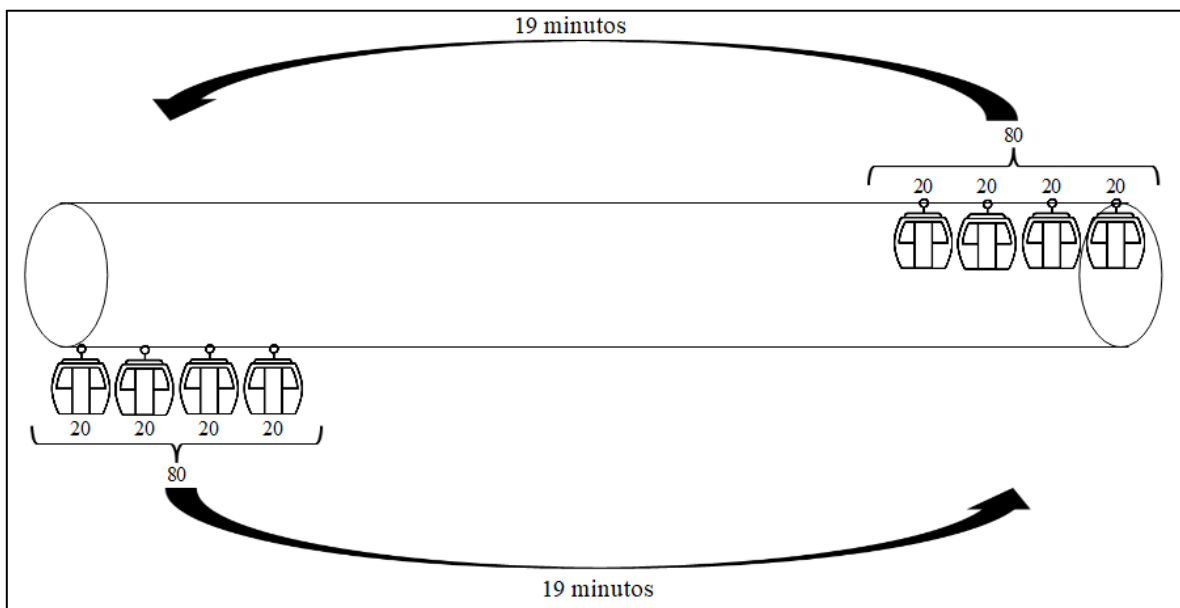


Ilustración 51 - Capacidad y tiempo de carga
Fuente: Propia

Nuestro sistema teleférico funcionará 17 horas al día, de 5am – 10pm. Por lo que el sistema teleférico estará transportando a 8 160 personas al día.

$$\text{Capacidad de carga} = 480 * 17 = 8\ 160 \text{ pers.}$$

Condiciones climáticas

Para el diseño del sistema se debe considerar las condiciones climáticas de la zona, esto para la realización de un sistema que soporte estas condiciones climáticas, los parámetros climáticos se presentan en la siguiente tabla:

Descripción	Parámetro
Velocidad aerodinámica	11.8 km/h(min) – 15.3 km/h(max)
T ^a	26°C
Grado de humedad	69%

Dirección del viento	Sur
----------------------	-----

Tabla 21 - Condiciones climáticas
Fuente: [32]

Cálculo de cargas

Para los cálculos de carga que se deben considerar en el sistema son las siguientes:

- Carga por usuarios
- Peso propio de los vehículos
- Carga aerodinámica
- Peso propio de los cables

Carga por usuarios

La carga total que será transportada por el sistema teleférico en este proyecto es de 12 800 kg, que se obtiene a partir del peso de 160 personas, con un peso promedio de 80 kg. Se distribuirán 80 personas en cada uno de los ramales, considerando la condición más desfavorable, teniendo entonces:

$$\begin{aligned} \text{carga por pasajeros} &= 12800 \text{ kg} * 9.81 \text{ m/s}^2 \\ \text{carga por pasajeros} &= 125568 \text{ N} \approx 125.57 \text{ kN} \end{aligned}$$

Peso propio de los vehículos

Para esto antes se debe realizar una elección de cabinas que sea la más favorable para nuestro proyecto, en que este caso se ha tomado la cabina TGD K-connection de la empresa austriaca Doppelmayr, el peso de estas cabinas es de 900 kg, luego calcularemos el peso de todas las cabinas en total:

$$\begin{aligned} \text{peso cabinas} &= 900 \text{ kg} * 8 = 7\ 200 \text{ kg} \\ \text{peso de cabinas} &= 7200 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 70\ 560 \text{ N} \approx 70.56 \text{ kN} \end{aligned}$$

Carga aerodinámica

Para calcular la carga aerodinámica se usará la siguiente ecuación:

$$P_w = \frac{V_w^2}{16}$$

Donde:

P_w = presión aerodinámica en kg/m²

V_w = velocidad aerodinámica en m/s

En cuanto a la fuerza generada en la estructura de la cabina debido a la presión aerodinámica será:

$$F_w = P_w * A$$

Donde:

F_w = fuerza aerodinámica en N

A = área de contacto en m^2

Cabe aclarar que la velocidad aerodinámica a ser empleado es la máxima que se tiene en la zona donde opera el sistema.

$$P_w = \frac{V_w^2}{16} = \frac{(4.25)^2 * 9.81}{16} = 11.07 \text{ N/m}^2$$

Luego el área proyectada de la cabina será 61.58 m^2 , entonces la fuerza será:

$$F_w = 11.07 \text{ N/m}^2 * 61.58 \text{ m}^2$$

$$F_w = 681.69 \text{ N} * \frac{1 \text{ kN}}{1000 \text{ N}} = 0.68169 \text{ kN}$$

Peso propio de los cables

Carga por el peso del cable carril

Antes de calcular la carga del cable, es necesario determinar su diámetro para conocer su peso por unidad de longitud. Esta información será utilizada en el cálculo correspondiente.

Para calcular la verdadera resistencia se utiliza un factor de seguridad como se muestra en la siguiente tabla.

Aplicación	Factor de seguridad
Cable carril para teleféricos y andariveles	3 a 4
Cable de tracción para teleféricos y andariveles	5 a 6

Tabla 22 - Factor de seguridad
Fuente: [32]

La resistencia verdadera del cable se calcula con:

$$F.S. = \frac{\text{Resistencia}}{\text{Esfuerzo}}$$

$$\text{Resistencia} = F.S. * \text{Esfuerzo}$$

La resistencia necesaria en el sistema es la carga de usuarios sumado a la carga de las cabinas, será entonces:

$$\text{Resistencia} = 3.5 * 134789.4 \text{ N} = 471762.9 \text{ N}$$

Posteriormente se calcula el diámetro del cable utilizando la ecuación de esfuerzo:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Donde:

σ = Esfuerzo axial (kN/m²)

F = Fuerza en el cable (kN)

A = Área transversal metálica del cable (m²)

Luego se procede a despejar la ecuación anterior, para obtener el diámetro del cable a utilizar, teniendo entonces:

$$\sigma = \frac{F}{\frac{\pi}{4} d^2}$$

$$d = \sqrt{\frac{F}{\frac{\pi}{4} \sigma}}$$

A continuación, para determinar el esfuerzo axial, se consulta la siguiente tabla que presenta los valores máximos y mínimos de esfuerzo de los cables de acero.

Esfuerzo Axial para cables de acero (kN/m²)	
Valor más alto	Valor más bajo
1442166.8	450819.2

Tabla 23 - Esfuerzo Axial
Fuente: [32]

Se considera el promedio de los valores, teniendo entonces:

$$d = \sqrt{\frac{F}{\frac{\pi}{4} (946493 \frac{kN}{m^2})}}$$

$$d = \sqrt{\frac{178.54 kN}{\frac{\pi}{4} (946493 \frac{kN}{m^2})}} = 0.016 m$$

Por consideraciones comerciales, se seleccionará un diámetro de cable de acero de 16 mm.

Al consultar la tabla de cables, se puede encontrar que el peso por metro lineal (Pp.) del cable es de 1,024 kg. Por lo tanto, podemos utilizar esta información para el cálculo.

$$\text{Peso del cable carril} = Pp * \text{Long. total}$$

$$\text{Peso del cable carril} = 10.05 \frac{N}{m} * 6853.82 m$$

$$\text{Peso del cable carril} = 68880.89 N * \frac{1kN}{1000N} = 68.88 kN$$

Carga por el peso del cable tractor

De la misma manera que se calculó la carga por el peso del cable carril, se calcula la verdadera resistencia con un factor de seguridad para cables tractores

$$\text{Resistencia} = 5.5 * 134789.4N = 741341.7 N$$

Posteriormente, el cálculo del diámetro del cable tractor se realiza teniendo en cuenta su aplicación específica. En este caso, se consideran las cargas y el servicio requerido, y se procede a determinar el diámetro adecuado:

Grupo I: Cables que están sujetos a cargas parciales y tienen un servicio poco frecuente.

Grupo II: Cables que soportan cargas totales y tienen un servicio normal.

Grupo III: Cables que soportan cargas totales y tienen un servicio frecuente.

El coeficiente de seguridad (k) se dispone:

Grupo I: k = 0.32 – 0.34

Grupo II: k = 0.34 – 0.36

Grupo III: k = 0.36 – 0.38

Para el cable tractor que se utilizará, se clasifica como Grupo III, lo cual implica que estará sometido a cargas totales y se utilizará de manera frecuente. En este caso, se tomará un valor intermedio para el coeficiente k, siendo k = 0.37.

A continuación, se procede a realizar el cálculo del diámetro del cable tractor utilizando la siguiente ecuación:

$$d = k * \sqrt{T}$$

Donde:

d = diámetro del cable tractor (mm)

k = coeficiente que se dispone

T = tensión del cable (N)

Para obtener la tensión máxima del sistema, es necesario realizar un análisis de tensiones en el diagrama de cuerpo libre de la polea motriz.

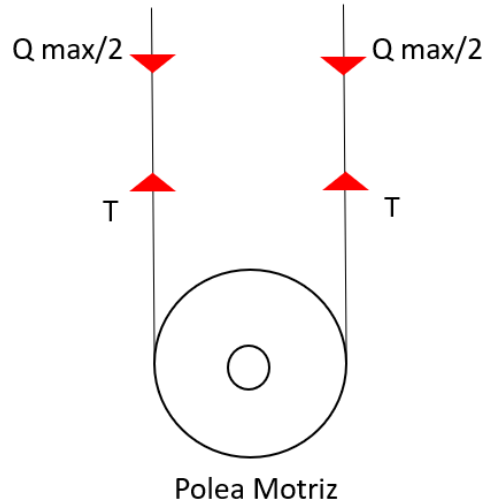


Ilustración 52 - Polea Motriz
Fuente: Propia

Luego hacemos el respectivo análisis de fuerzas:

$$\sum Fy = 0$$

$$T + T - \frac{Qmax}{2} - \frac{Qmax}{2} = 0$$

$$2T - Qmax = 0$$

$$T = \frac{Qmax}{2}$$

$$T = \frac{178\ 542\ N}{2}$$

$$T = 89271\ N$$

Una vez determinada la tensión del cable a emplear, se reemplaza en la ecuación anterior teniendo entonces:

$$d = 0.37 * \frac{\sqrt{T}}{9.81}$$

$$d = 0.37 * \frac{\sqrt{89271}}{9.81}$$

$$d = 35.29\ mm$$

Se selecciona, con base en el diámetro calculado del cable de 35.29 mm, un diámetro comercial de 34.925 mm para ser utilizado en el proyecto.

Después de elegir el cable, observamos que tiene un peso por metro lineal (Pp.) de 3.17 kg/m. Por lo tanto, el peso total del cable será calculado multiplicando el peso por metro lineal por la longitud del cable:

$$\text{Peso del cable tractor} = Pp. * \text{Long. total}$$

$$\text{Peso del cable tractor} = 3.17 \text{ N/m} * 6\ 853.82 \text{ m}$$

$$\text{Peso del cable tractor} = 21726.55 \text{ N} * \frac{1\text{kN}}{1000\text{N}} = 21.73 \text{ kN}$$

Resumen de cargas

En la siguiente tabla se muestra el resumen de cargas a considerar para nuestro teleférico:

Descripción	Resultado
Carga de usuarios	125.57 kN
Carga de las cabinas	70.56 kN
Carga aerodinámica	0.68 kN
Carga cable carril	68.88 kN
Carga cable tractor	21.73 kN
Total	269.83 kN

Tabla 24 - Resumen de cargas
Fuente: Propia

Selección de cables

Selección del cable carril

Una vez que se ha determinado el diámetro mínimo requerido para el cable carril, se deben considerar los siguientes factores de selección:

- El cable carril solo estará expuesto a cargas estáticas, ya que no habrá movimiento. Por lo tanto, debe tener una resistencia alta a la abrasión.
- Es importante considerar que el cable de acero debe ser resistente en este caso.

En la instalación del cable carril se utilizará el cable de acero 16 mm de 6x7 Alma de Acero (AA).

Selección del cable tractor

Una vez que se ha determinado el diámetro mínimo requerido para el cable tractor, se deben considerar los siguientes factores de selección:

- Dado que el cable tractor estará expuesto a cargas estáticas y dinámicas debido a su movimiento, es necesario que tenga una alta resistencia a la abrasión.
- Es importante que el cable tractor sea resistente y posea una alta flexibilidad.

En la instalación del cable tractor se utilizará el cable de acero 34.925 mm (1 1/8 pulg.) de la serie 6x19 Alma de Fibra (AF).

Selección de poleas

El teleférico contará con las siguientes poleas:

- Polea tensora
- Polea motriz
- Poleas fijas en ambas estaciones

La selección de las poleas se realizará teniendo en cuenta el diámetro de cables previamente seleccionados (Selección del cable carril y Selección del cable tractor).

Polea tensora

La polea tensora para un diámetro del cable carril de 16 mm, al seleccionar en la tabla de poleas para cables, muestra los siguientes valores:

Denominación	Sufijo	Dimensiones
Diámetro exterior	D_2	460 mm
Diámetro de garganta	D_1	400 mm
Ancho de polea	b_2	60 mm
Diámetro para el eje	d_2	40 – 100 mm
Cojinete de diámetro exterior	i	70 – 120 mm

Tabla 25 - Características de la polea tensora
Fuente: Propia

Tensión de contrapeso de la polea tensora

El sistema básico de contrapeso puede ser de la siguiente forma

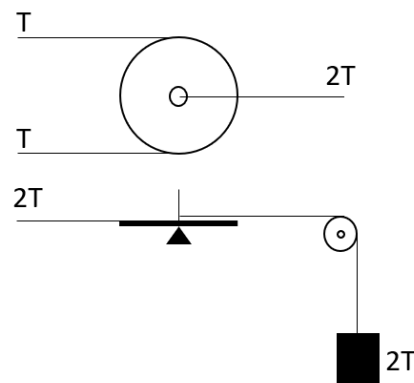


Ilustración 53 - Tensión de contrapeso
Fuente: Propia

Tomando en cuenta la imagen anterior, la tensión de contrapeso, será:

$$T_{cp} = 2T = T + T$$

Después como la T_{max} es igual a 9100 kg_f (resultado hallado anteriormente $T=89271N$), se concluye que la T_{CP} será el doble, ósea igual a 18200 kg_f.

Se seleccionará un sistema de contrapeso que consiste en un cubo de hormigón con dimensiones adecuadas para obtener la tensión requerida, teniendo en cuenta el peso específico del cubo.

$$\gamma_{\text{hormigón}} = 19620 \text{ N/m}^3$$

$$W_{\text{dado}} = V * \gamma$$

$$V = \frac{W_{\text{dado}}}{\gamma} = \frac{178\,542 \text{ N}}{19620 \text{ N/m}^3} = 9.1 \text{ m}^3$$

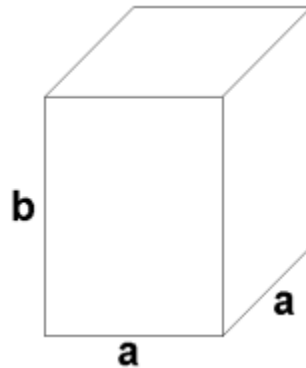


Ilustración 54 - Hormigón
Fuente: Propia

Viendo la magnitud que tendrá el hormigón podríamos dar un valor de $a = 1.8 \text{ m}$, entonces se tiene:

$$V = a^2 * b$$

$$b = \frac{V}{a^2} = \frac{9.1 \text{ m}^3}{(1.8 \text{ m})^2}$$

$$b = 2.8 \text{ m}$$

Entonces el contra peso de hormigón puede ser de $1.8 \times 1.8 \times 2.8 \text{ m}$.

Polea motriz

Las poleas por emplear serán tomadas para el diámetro del cable tractor igual a 34.9 mm, al seleccionar en la tabla de poleas para cables, muestra los siguientes valores:

Denominación	Sufijo	Dimensiones
Diámetro exterior	D ₂	900 mm
Diámetro de garganta	D ₁	800 mm
Ancho de polea	b ₂	95 mm
Diámetro para el eje	d ₂	80 – 180 mm
Cojinete de diámetro exterior	i	100 – 200 mm

Tabla 26 - Características de la polea motriz
Fuente: Propia

Cabinas

En cuanto a seguridad nos referimos, las cabinas que se utilizarán en nuestra investigación deben ser muy confiables. Por este motivo se eligen las cabinas TGD K-connection de la empresa austriaca Doppelmayr el cual cumple con la conformidad europea.

Además, la página web de Doppelmayr nos brinda una opción llamada “Doppelmayr interactivo” donde podemos tomar diversas opciones para la creación de nuestro propio modelo de cabina del teleférico.

Especificaciones de la cabina

Para el teleférico proyectado, tomando en cuenta que la capacidad es de 480 personas por hora (pph) aproximadamente en horas de demanda máxima se opta por tomar 8 cabinas TGD K-connection que son de tipo Atria 3S.



*Ilustración 55 - Cabina Atria 3S
Fuente: [33]*

ITEM	DESCRIPCIÓN
Peso	900 kg
Capacidad	15 – 20 personas
Material	Aluminio

*Tabla 27 - Descripción de la cabina
Fuente: Propia*

4.6. Evaluación económica del sistema teleférico para 20 pasajeros por cabina.

A continuación, se realizará la evaluación económica que presentará nuestro sistema teleférico, se debe tener en cuenta que por lo general los fabricantes de sistemas de teleféricos normalmente no ofrecen su tecnología para la realización de instalaciones concebidas por otros, sino que son empresarios que venden sus propios diseños y fabricación. Por tal motivo es difícil hablar de costos de instalación, si no son ofertas realizadas por los propios fabricantes e instaladores.

Por lo general este tipo de proyecto se realiza con contratos llamados “llave en mano”, ósea que el fabricante además de realizar el proyecto también supervisa la construcción y brinda las respectivas instrucciones para el desarrollo de este.

Dicho esto, es complicado facilitar valores genéricos de costo para la instalación del sistema teleférico, sin embargo, para desarrollar nuestro proyecto se realizó un estudio de mercado de los diversos materiales útiles para la fabricación del teleférico.

4.6.1. Costo del sistema teleférico

El costo general del sistema teleférico depende de muchos factores, por ejemplo, el tipo de teleférico, topografía, ubicación, etc. Por lo que es recomendable tener referencia de diversos teleféricos ya hechos en Perú.

Costo de equipos

ELEMENTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Base del sistema motriz	u	1	S/. 500,00	S/. 500,00
Motor eléctrico	u	2	S/. 6 000,00	S/. 12 000,00
Par de engranajes	u	1	S/. 200,00	S/. 200,00
Acoples flexibles	u	2	S/. 220,00	S/. 440,00
Freno electromagnético	u	1	S/. 4 000,00	S/. 4 000,00
Polea motriz	u	1	S/. 6 500,00	S/. 6 500,00
Polea tensora	u	1	S/. 7 500,00	S/. 7 500,00
Polea fija	u	5	S/. 600,00	S/. 3 000,00
Cable de acero (AA)	m	13710	S/. 3,50	S/. 47 985,00
Cable de acero (AF)	m	13710	S/. 4,90	S/. 67 179,00
Soportes metálicos	u	13	S/. 15 000,00	S/. 195 000,00
Cabinas	u	8	S/. 50 000,00	S/. 400 000,00
TOTAL				S/. 744 304,00

Tabla 28 - Costo de equipos del teleférico

Fuente: Propia

Costo de mano de obra

Implementación de sistema teleférico	S/. 37 738 500,00
Obras Preliminares	S/. 12 638 500,00
Costo de terreno para estaciones	S/. 12 000 000,00
Trabajos Preliminares	
Limpieza de Terreno Manual	S/. 13 000,00
Trazo, Niveles y Replanteo Preliminar	S/. 10 500,00
Movimiento de Tierras	
Excavaciones	S/. 45 000,00
Eliminaciones	S/. 35 000,00

Nivelaciones	S/. 7 000,00
Movimiento y reacomodo de iluminación pública	S/. 20 000,00
Traslado de la infraestructura de alcantarillad	S/. 200 000,00
Remoción y movimiento de tuberías de Gas Natural	S/. 200 000,00
Colocación de Transformadores	S/. 100 000,00
Abonos a SEDAPAL por costos de la viabilidad y la conexión a los servicios de agua y saneamiento	S/. 8 000,00
Obras Electromecánicas	S/. 25 100 000,00
Estaciones tensoras de la sección 1 y 4	S/. 1 700 000,00
Estaciones intermedias 2 y 3	S/. 1 700 000,00
Maquinaria	S/. 5 500 000,00
Montaje de conductores eléctricos	S/. 5 000 000,00
Vehículos	S/. 4 500 000,00
Señalización	S/. 500 000,00
Montajes	S/. 6 200 000,00
Edificación de torres y estaciones	S/. 21 000 000,00
Construcción de Estación 1 y 2	S/. 5 600 000,00
Construcción de Estación 3 y 4	S/. 7 900 000,00
Construcción de Postes intermedias metálicas	S/. 7 500 000,00
Medidas de reducción y mitigación de riesgos	S/. 200 000,00
Remoción y/o traslado de rocas	S/. 200 000,00
TOTAL	S/. 58 938 500,00

Tabla 29 - Costo de mano de obra

Fuente: Propia

Costo de inversión

El costo de inversión vendría a ser la suma de los costos de equipos y los costos de mano de obra.

$$\text{costo inversión} = \text{costo equipos} + \text{mano de obra}$$

$$\text{costo inversión} = 744\,304 + 58\,938\,500 = \text{s/ } 59\,682\,804,00$$

Costos Intangibles

Expediente técnico

DESCRIPCION	Und.	Cant.	P. UNIT.	TOTAL (S/.)
PERSONAL				
Jefe de Estudio (El responsable de todo el equipo y un asistente)	MES	3	S/. 24 000,00	S/. 72 000,00
Profesionales				
Equipo Electromecánico (01 Ing. Responsable, 02 Especialistas y Asistentes)	GLB	1	S/. 135 000,00	S/.135 000,00

Equipo de Arquitectura (01 Arquitecto Responsable, 03 Especialistas y Dibujantes)	GLB	1	S/. 204 000,00	S/. 204 000,00
Equipo de Estructuras (01 Ing. Responsable, 02 Especialistas y Dibujantes)	GLB	1	S/. 117 000,00	S/. 117 000,00
Equipo de Geotecnia (01 Ing. Responsable y Asistentes)	GLB	1	S/. 45 600,00	S/. 45 600,00
Equipo de Ingeniería Eléctrica (01 Ing. Responsable, 02 Especialistas y Asistentes)	GLB	1	S/. 117 000,00	S/. 117 000,00
Equipo de Ingeniería Sanitaria (01 Ing. Responsable y Asistentes)	GLB	1	S/. 63 000,00	S/. 63 000,00
Equipo de Sociología (01 Responsable, 01 Especialista y Promotores)	GLB	1	S/. 43 200,00	S/. 43 200,00
Equipo de Metrados y Costos (01 Ing. Responsable, 02 Especialistas y Asistentes)	GLB	1	S/. 78 000,00	S/. 78 000,00
Equipo Especialista en Riesgos (01 Ing. Responsable y 01 Especialista)	GLB	1	S/. 28 800,00	S/. 28 800,00
Estudios Complementarios				
Estudio de Topografía	GLB	1	S/. 39 000,00	S/. 39 000,00
Estudio de Arqueología	GLB	1	S/. 20 400,00	S/. 20 400,00
Estudio de Vientos	GLB	1	S/. 32 400,00	S/. 32 400,00
Estudio de Sismicidad	GLB	1	S/. 40 800,00	S/. 40 800,00
Estudio de Suelos	GLB	1	S/. 44 400,00	S/. 44 400,00
COSTO DIRECTO				S/. 1 080 600,00
GASTOS GENERALES (5%)				S/. 54 030,00
UTILIDAD (10%) S/.				S/. 108 060,00
SUBTOTAL				S/. 1 242 690,00
I.G.V. (18%)				S/. 223 684,20
TOTAL				S/. 1 466 374,20

Tabla 30 - Expediente Técnico
Fuente: Propia

Gestión y administración

DESCRIPCION	Unid.	Cantidad	P. UNIT.	TOTAL (S/.)
Jefe de Supervisión	MES	12	S/. 10 632,70	S/. 127 592,40
Equipo de Ingeniería	MES	12	S/. 8 876,83	S/. 106 521,96
Equipo Especialista Técnico y Legal	MES	12	S/. 8 876,83	S/. 106 521,96
COSTO DIRECTO				S/. 340 636,32
GASTOS GENERALES (5%)				S/. 17 031,82
UTILIDAD (10%)				S/. 34 063,63
SUBTOTAL				S/. 391 731,77
I.G.V. (18%)				S/. 70 511,72
TOTAL				S/. 462 243,49

Tabla 31 - Gestión y Administración
Fuente: Propia

Programa de impacto ambiental

MEDIDAS PROPUESTAS	Unid.	Metrado	Costo Unitario	Parcial
ETAPA DE CONSTRUCCION				
Programa de Medidas Preventivas, mitigadoras y correctivas				S/. 96 880,00
Contenedores de Residuos Sólidos	u	24	S/. 60,00	S/. 1 440,00
Alquiler y Mantenimiento de Servicios Higiénicos Portátiles	u	5	S/. 13 449,60	S/. 56 040,00
Movilización y Desmovilización de Servicios Higiénicos Portátiles	u	5	S/. 240,00	S/. 1 000,00
Almacenamiento de Residuos Sólidos Peligrosos	glb	1	S/. 14 400,00	S/. 14 400,00
Loza de concreto de 210kg/cm2				
Transporte Especializado de Residuos Peligrosos - Aceite	glb	1	S/. 12 000,00	S/. 12 000,00
Disposición Final de Residuos Peligrosos	glb		S/. 12 000,00	S/. 12 000,00
Programa de Señalización y Seguridad Vial				S/. 6 120,00
Señalización Temporal durante la fase de construcción (Áreas Auxiliares)	u	10	S/. 288,00	S/. 2 880,00
Señalización Permanente	u	5	S/. 648,00	S/. 3 240,00
Programa de Capacitación y Educación Ambiental				S/. 108 000,00
Al Personal de Obra	Glb	1	S/. 6 000,00	S/. 6 000,00
A la Población Local	Glb	1	S/. 6 000,00	S/. 6 000,00
Contratación de un Especialista Ambiental	Mes	8	S/. 12 000,00	S/. 96 000,00
Programa de Cierre o Abandono				S/. 166 723,00
Revegetación de Áreas Afectadas	m2	60 000	S/. 2,62	S/. 156 960,00
Depósito de Desechos (Depósito de Material Excedente)	m3	2 000,00	S/. 3,07	S/. 6 144,00
Restauración Ambiental de Áreas Afectadas (Almacén, Acopio, Patio de Máquinas)	m2	2 600	S/. 1,39	S/. 3 619,00
ETAPA DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO				
Programa de Contingencias				S/. 42 636,00
Equipos de primeros auxilios y de socorro	Glb	1	S/. 17 568,00	S/. 17 568,00
Señalización Preventiva y Equipos contra incendio	Glb	1	S/. 16 200,00	S/. 16 200,00
Equipos para los derrames de sustancias químicas	Glb	1	S/. 8 868,00	S/. 8 868,00
TOTAL				S/. 420 359,00

Tabla 32 - Programa de impacto ambiental
Fuente: Propia

Estudio de impacto ambiental

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. UNIT.	TOTAL (S/.)
PERSONAL				
Jefe de Estudio (Incluye asistentes)	MES	3	S/. 36 000,00	S/. 108 000,00
ESPECIALIDADES				
Equipo Especialista Ambiental (Incluye gastos de trabajo de campo)	GLB	1	S/. 54 000,00	S/. 54 000,00
Equipo de Asistentes Ambientales (2 Profesionales y gastos de trabajo de campo)	GLB	1	S/. 27 000,00	S/. 27 000,00
Equipo Social (01 Especialista y Promotores, e incluye gastos de trabajo de campo)	GLB	1	S/. 15 000,00	S/. 15 000,00
Estudios Complementarios Muestras ambientales	GLB	1	S/. 25 800,00	S/. 25 800,00
COSTO DIRECTO				S/. 229 800,00
GASTOS GENERALES (5%)				S/. 11 490,00
UTILIDAD (10%)				S/. 22 980,00
SUBTOTAL				S/. 264 270,00
I.G.V. (18%)				S/. 47 568,60
TOTAL				S/. 311 838,60

Tabla 33 - Estudio de impacto ambiental
Fuente: Propia

Monitoreo arqueológico.

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. UNIT.	TOTAL (S/.)
PERSONAL				
Arqueólogo Responsable	GLB	1	S/. 140 000,00	S/. 140 000,00
Asistente del Responsable	GLB	1	S/. 84 000,00	S/. 84 000,00
Arqueólogos Monitores (3)	GLB	1	S/. 90 000,00	S/. 90 000,00
Arqueólogos Asistentes (6)	GLB	1	S/. 90 000,00	S/. 90 000,00
Peones para excavaciones (20)	GLB	1	S/. 170 000,00	S/. 170 000,00
MATERIALES Y EQUIPOS				
Materiales para charlas	GLB	1	S/. 5 000,00	S/. 5 000,00
Materiales para registro	GLB	1	S/. 10 000,00	S/. 10 000,00
Materiales para análisis	GLB	1	S/. 10 000,00	S/. 10 000,00
Materiales para embalajes	GLB	1	S/. 20 000,00	S/. 20 000,00
Kit de herramientas	GLB	1	S/. 20 000,00	S/. 20 000,00
Equipos de registro	GLB	1	S/. 11 000,00	S/. 11 000,00
Equipos de Análisis	GLB	1	S/. 10 000,00	S/. 10 000,00
COSTO DIRECTO				S/. 660 000,00
GASTOS GENERALES (5%)				S/. 33 000,00
UTILIDAD (10%)				S/. 66 000,00
SUBTOTAL				S/. 759 000,00
I.G.V. (18%)				S/. 136 620,00
TOTAL				S/. 895 620,00

Tabla 34 - Monitoreo Arqueológico
Fuente: Propia

Seguimiento Ex – Post del proyecto

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. UNIT.	TOTAL (S/.)
PERSONAL				
Jefe de Estudio	MES	3	S/. 18 000,00	S/. 54 000,00
ESPECIALIDADES				
Equipo de Sociología	GLB	1	S/. 36 000,00	S/. 36 000,00
Equipo de Ingeniería	GLB	1	S/. 54 000,00	S/. 54 000,00
Equipo de Arquitectura	GLB	1	S/. 54 000,00	S/. 54 000,00
Equipo de Asesoría Jurídica	GLB	1	S/. 54 000,00	S/. 54 000,00
Equipo de Antropología	GLB	1	S/. 36 000,00	S/. 36 000,00
COSTO DIRECTO				S/. 288 000,00
GASTOS GENERALES (5%)				S/. 14 400,00
UTILIDAD (10%)				S/. 28 800,00
SUBTOTAL				S/. 331 200,00
I.G.V. (18%)				S/. 59 616,00
TOTAL				S/. 390 816,00

Tabla 35 - Seguimiento Ex – Post

Fuente: Propio

Supervisión de obra

La supervisión del proyecto representara el 3.5% del costo directo de la obra, que es un total de s/ 59 682 804,00

$$\text{Supervision} = s/ 59\,682\,804,00 * 3.5\% = s/ 2\,088\,898,14$$

Resumen Costos Intangibles

COSTOS INTANGIBLES	
Expediente Técnico	S/. 1 466 374,20
Gestión y Administración	S/. 462 243,49
Programa de Impacto Ambiental	S/. 420 359,00
Estudio de Impacto Ambiental	S/. 311 838,60
Monitoreo Arqueológico	S/. 895 620,00
Seguimiento Ex - Post	S/. 390 816,00
Supervisión de Obra (3.5%)	S/. 2 088 898,14
SUB TOTAL ESTUDIOS	S/. 6 036 149,43

Tabla 36 - Costos Intangibles

Fuente: Propia

Costo de Operación y Mantenimiento

Costo de Mantenimiento

	Costo anual	Periodo
Inspecciones anuales (1-10 años)	S/ 72 034,00	1 a 10 años
Inspecciones mayores (10-20 años)	S/ 110 000,00	11 a más años

Tabla 37 - Costo de Mantenimiento
Fuente: Propia

Costo de personal

DESCRIPCION	Costo por trabajador	Número de trabajadores	Costo total mensual	Costo anual
Personal de Operaciones				
Jefe de Operaciones	S/. 3 000,00	1	S/. 3 000,00	S/. 36 000,00
Técnico de Mantenimiento	S/. 1 500,00	5	S/. 7 500,00	S/. 90 000,00
Conductor de Instalación	S/. 1 500,00	4	S/. 6 000,00	S/. 72 000,00
Agente de Instalación	S/. 1 500,00	4	S/. 6 000,00	S/. 72 000,00
Personal de Supervisión				
Jefe de Supervisión	S/. 4 000,00	1	S/. 4 000,00	S/. 48 000,00
Ingeniero	S/. 4 000,00	1	S/. 4 000,00	S/. 48 000,00
Especialista Técnico y Legal	S/. 3 000,00	1	S/. 3 000,00	S/. 36 000,00
Otro Personal				
Taquilleros	S/. 1 600,00	4	S/. 6 400,00	S/. 76 800,00
Administración	S/. 2 000,00	1	S/. 2 000,00	S/. 24 000,00
Servicios por Terceros				
Limpieza	S/. 1 025,00	4	S/. 4 100,00	S/. 49 200,00
Seguridad	S/. 1 025,00	4	S/. 4 100,00	S/. 49 200,00
Asistente Médico	S/. 1 300,00	4	S/. 5 200,00	S/. 62 400,00
TOTAL				S/. 663 600,00

Tabla 38 - Costo de personal
Fuente: Propia

Costos por Servicios

Consumo de Otros Servicios	Costos
Agua	S/. 10 000,00
Luz	S/. 10 000,00
Telefonía Fija e Informática	S/. 3 000,00
Servicios por terceros	S/. 100 000,00
Servicio contra accidentes	S/. 80 000,00
Total	S/. 203 000,00

Tabla 39 - Costos por Servicios
Fuente: Propia

Beneficios

Personas que viajan al día:	8160
Personas que viajan al año:	2 978 400
Precio del pasaje:	S/ 3,00
Beneficio anual:	S/ 8 935 200,00

4.6.2. Costo del sistema fotovoltaico

Costo de equipos

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Panel Fotovoltaico	1077	S/ 940,12	S/ 1 012 509,24
Batería	979	S/ 1 433,74	S/ 1 403 631,46
Regulador	261	S/ 88,69	S/ 23 148,09
Inversor	979	S/ 1 465,70	S/ 1 434 920,30
Total	3296		S/ 3 874 209,09

Tabla 40 – Costo de equipos del sistema fotovoltaicos

Fuente: Propia

Costo de instalación

Para el costo de instalación se utiliza el llamado “instalación por punto” donde en sistemas fotovoltaicos se toma como puntos los diversos elementos del costo de equipos.

$$\text{costo por punto} = s/ 20$$

$$\text{costo instalación} = \text{cantidad} * \text{costo por punto}$$

$$\text{costo instalación} = 3 296 * 20 = s/ 65 920$$

Costo de inversión

El costo de inversión vendría a ser la suma de los costos de equipos y los costos de instalación. Es decir, la inversión inicial para realizar el sistema.

$$\text{costo inversión} = \text{costo equipos} + \text{costo instalación}$$

$$\text{costo inversión} = 3 874 209,09 + 65 920 = s/ 3 940 129,09$$

Costos de Operación de Mantenimiento

Tipo de trabajo	Costo
Limpieza de placas solares	S/ 1 200,00
Sustitución de elementos defectuosos	S/ 300,00
Revisión general	S/ 1 900,00
Total	S/ 3 400,00

Tabla 41 - Costo de operación y mantenimiento
Fuente: Propia

Resumen de costos

	Inversión	MyO
Sistema Fotovoltaico	S/ 3 940 129,09	S/ 3 400,00
Sistema Teleférico	S/ 65 718 953,43	S/ 976 600,00

Tabla 42 - Resumen de costos
Fuente: Propia

Impuestos a la renta

Para determinar el Impuesto a la Renta (IR) se debe considerar factores como el costo total del proyecto, la rentabilidad esperada y la situación fiscal de la empresa. Se recomienda consultar con especialistas en tributación y revisar la normativa vigente para obtener un análisis detallado y preciso.

Para calcular el Impuesto a la Renta (IR) de un proyecto como un teleférico en Lima, se debe considerar el régimen general del impuesto en el Perú, donde la tasa del IR empresarial es del 29.5% sobre la renta neta imponible. S/ 8 935 200,00

$$\text{Renta Neta} = \text{Ingresos} - \text{Costos}$$

Considerando que los costos serán los gastos de Mantenimiento, entonces:

$$\text{Renta Neta} = \text{S/ 8 935 200,00} - \text{S/ 980 000,00}$$

$$\text{Renta Neta} = \text{S/ 7 955 200,00}$$

Aplicar la tasa del IR (29.5%)

$$\text{IR} = \text{S/ 7 955 200,00} * 29.5\%$$

$$\text{IR} = \text{S/ 2 346 784,00}$$

Por lo que la inversión total del proyecto es:

$$\text{Inversión} = \text{S/ 72 005 866,52}$$

Cálculo del VAN y TIR

AÑO	INVERSIÓN	MyO	BENEFICIOS	FLUJO NETO
0	S/ 72 005 866,52			-S/ 72 005 866,52
1		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
2		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
3		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
4		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
5		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
6		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
7		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
8		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
9		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
10		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
11		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
12		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
13		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
14		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
15		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
16		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
17		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
18		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
19		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
20		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
21		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
22		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
23		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
24		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
25		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
26		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
27		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
28		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
29		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00
30		S/ 980 000,00	S/ 8 935 200,00	S/ 7 955 200,00

Tabla 43 - Valores de inversiones y beneficios

Fuente. Propia

Taza de rentabilidad: 10%

VAN: S/ 2 715 566,77

TIR: 10%

V. Conclusiones

Ante el desarrollo de la presente tesis de investigación, se señala las siguientes conclusiones:

- El tráfico diario generado en Lima – Norte es un problema común en la ciudad que puede generar impactos negativos en la calidad de vida de las personas, aumentando los tiempos de viaje, incrementando la contaminación atmosférica y sonora y aumentar los riesgos de accidentes. (1)
- La visualización del tráfico en vivo con Google Maps y la realización de ruta con Google Earth Pro permitieron identificar las posibles rutas para el recorrido del teleférico, siendo importante para garantizar la seguridad de los usuarios del teleférico, ya que se deben considerar factores como la topografía del terreno, la presencia de obstáculos y la distancia entre las torres del sistema de soporte. (1)
- La matriz morfológica permitió la generación de múltiples opciones para la implementación del teleférico, descomponiendo el problema en diferentes componentes y combinarlos de diferentes maneras para generar opciones de diseños nuevos y posteriormente analizar, comparar y elegir la mejor opción con el desarrollo de la matriz ponderada, siendo la combinación 3 la mejor opción para el desarrollo del proyecto con 3.35 puntos de aceptación. (2)
- La evaluación del recurso solar en la zona de Lima Norte proporciona una idea del potencial solar, variabilidad temporal de la radiación solar y capacidad de la zona. Con ayuda de la página de la NASA se hizo la comparación de la irradiación solar mensual y anual en el plano horizontal y el plano inclinado. (3)
- Para la implementación del sistema solar fotovoltaico se deben elegir los equipos necesarios de paneles, baterías, controladores e inversores para cubrir una demanda de energía diaria requerida de 1 113 080 Wh/día. (4)
- El análisis y cálculo de los parámetros de diseño de un teleférico es fundamental para garantizar su seguridad, eficiencia y rendimiento óptimo. Así como también la capacidad de carga, siendo de 8 160 personas al día, para determinar cuantas personas o carga puede transportar de manera segura. (5)
- La velocidad y tiempo de recorrido de las cabinas es de 6 m/s y 19 min por recorrido respectivamente, estos valores deben ser los adecuados para satisfacer las necesidades de los usuarios y minimizar los tiempos de espera. Así mismo es indispensable conocer la distribución y cálculos de cargas que dieron un total de 269,83 kN, para revelar cómo se distribuyen las cargas a lo largo del teleférico. (5)
- Los cables de acero seleccionados deben tener una resistencia adecuada para soportar las cargas esperadas en el teleférico, incluyendo el peso de las cabinas, los pasajeros y cualquier otra carga adicional. El cable carril calculado es de 16mm de diámetro con alma de acero (AA) y el cable tractor es de 34.93 mm con alma de fibra (AF), estos valores se calculan con ayuda de las tablas de cables de aceros.
- La implementación de un sistema teleférico en Lima-Norte es viable y presenta resultados factibles, con un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 2 715 566,77 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 10%. Esto demuestra la factibilidad del proyecto, considerando los diversos sistemas que componen el teleférico. (6)

VI. Recomendaciones

Algunas de las recomendaciones son:

- Para iniciar el desarrollo de un sistema teleférico es necesario tener en cuenta el estudio de suelos y topografía en la zona donde será implementado el sistema teleférico y así determinar las zonas óptimas para la ubicación de las torres y estaciones.
- Es necesario tener en cuenta un estudio de mercado para la realización de un sistema teleférico, porque con ello podemos saber los diversos precios para su implementación y así realizar una evaluación económica.
- Hay que recordar que el mantenimiento de un sistema fotovoltaico puede variar según el tipo y la configuración del sistema, así como también las condiciones climáticas y ambientales. Es recomendable consultar las especificaciones del fabricante y buscar la asesoría de un profesional capacitado en energía solar para garantizar un mantenimiento adecuado del sistema.
- Es de importancia tomar en cuenta el mantenimiento del sistema teleférico ya que puede variar dependiendo la marca o modelo específico del sistema, por lo que se debe seguir paso a paso las recomendaciones del fabricante. Además, el mantenimiento debe ser realizado por personal capacitado y calificado en el área.
- En los cálculos de cargas del teleférico es de vital importancia tomar en cuenta el motor que se usará para tener la potencia adecuada para el impulso del teleférico.

VII. Referencias

- [1] Artelia, DCSA Ingeniur Conseil, ISTC, [En línea]. Available: <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1382/9%20Dise%C3%B1o%20e%20implementacion%20de%20sistemas%20de%20transporte%20por%20cable-28feb.pdf?sequence=5>.
- [2] «nitro.pe,» [En línea]. Available: <https://www.nitro.pe/sabias-que/que-ocasiona-el-infernal-trafico-de-lima.html#:~:text=La%20informalidad%20no%20se%20queda,bus%20piense%20que%20es%20lento%E2%80%9D>.
- [3] J. C. Zurek, Interviewee, [Entrevista].
- [4] El Comercio , [En línea]. Available: <https://elcomercio.pe/economia/peru/trafico-costo-contaminacion-genera-noticia-535201-noticia/#:~:text=TR%C3%81FICO%20PESADO,informaci%C3%B3n%20del%20Ministerio%20el%20Ambiente>.
- [5] RPP, [En línea]. Available: <https://rpp.pe/peru/actualidad/el-parque-automotor-origina-el-70-de-la-contaminacion-del-aire-en-lima-noticia-1080213?ref=rpp> .

- [6] América Economía , [En línea]. Available: <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/con-energia-solar-un-teleferico-atravesa-los-cielos-de-los-barrios-mas-pobres> .
- [7] Conexión Esan, [En línea]. Available: <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/que-medio-y-modo-de-transporte-es-el-mas-adecuado-para-mi-empresa#:~:text=Los%20modos%20de%20transporte%20pueden,barco%2C%20cami%C3%B3n%20y%20ferrocarril> .
- [8] «Economipedia,» [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/tipos-de-transporte.html> .
- [9] A. F. P. S. Y. R. E. P. SANTAMARÍA.
- [10] C. H. Helen.
- [11] «Academia lab,» [En línea].
- [12] F. D. y. M. Blanco.
- [13] S. Gonzales.
- [14] Leitner , [En línea]. Available: <https://www.leitner.com/es/empresa/informaciones-utiles/>.
- [15] «Lexlatin,» [En línea]. Available: <https://lexlatin.com/noticias/teleferico-bicentenario-chile-financiamiento-construccion> .
- [16] C. F. G. Ocampo.
- [17] «Casiopea,» [En línea]. Available: <https://wiki.ead.pucv.cl/Telef%C3%A9rico#:~:text=El%20sistema%20de%20tracci%C3%B3n%20est%C3%A1,la%20polea%20de%20retorno%2C%20respectivamente>.
- [18] «Freepik,» [En línea]. Available: https://www.freepik.es/fotos-premium/torre-teleferico-contra-cielo-azul-nubes_14306215.htm .
- [19] M. A. y. R. Ramirez.
- [20] Cables y metales industriales S.A.C., [En línea].
- [21] «Library,» [En línea]. Available: <https://1library.co/document/q200r3pz-4-cables-poleas-y-organos-de-arrollamiento.html> .
- [22] Global Electric Solar E.I.R.L., [En línea]. Available: <https://globalelectricsolar.com.pe/producto/cable-de-acero-con-alma-de-fibra/> .
- [23] Maniofer S.A.C., [En línea]. Available: <https://www.maniofer.com/product/cable-de-acero-tipo-boa-alma-de-acero-6x19/>.

- [24] Grupo Gorila (Soluciones empresariales), [En línea]. Available: <https://grupogorilaperu.com/index.php/hikashop-menu-for-module-112/product/92-cable-de-acero>.
- [25] Naciones Unidas, [En línea]. Available: <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-renewable-energy#:~:text=Las%20energías%20renovables%20son%20un,estas%20fuentes%20se%20renuevan%20continuamente>.
- [26] SyG Energy, [En línea]. Available: <https://sygenergy.co/energias-renovables/>.
- [27] «SaberMas,» [En línea]. Available: <https://saberMas.umich.mx/archivo/tecnologia/133-numero-1755/268-paneles-solares-generadores-de-energia-electrica.html>.
- [28] Novum Solar, [En línea]. Available: https://novumsolar.com/categoria-equipos-paneles-solares/?utm_source=ga&utm_medium=cpc&utm_campaign=Amas%20Digital%20Campana&utm_term=Paneles%20Solares&utm_content=anuncio%202&gclid=CjwKCAjwm8WZBhBUEiwA178UnP8uTyPzsWfXU8QZwprvz-mUKv_c_7OOPQYRBR_OAFWMNcjfU.
- [29] «Energy VM,» [En línea]. Available: <https://www.energyvm.es/que-son-los-paneles-solares-monocristalinos-y-policristalinos/>.
- [30] «Sun Fields,» [En línea]. Available: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/tipos-de-placas-solares/>.
- [31] «INSTALACION ELÉCTRICA DEL TELEFÉRICO MEDIANTE PANELES SOLARES».

VIII. Anexos

Especificaciones de cables de acero

Del cable carril

6X7 ALMA DE ACERO (AA)



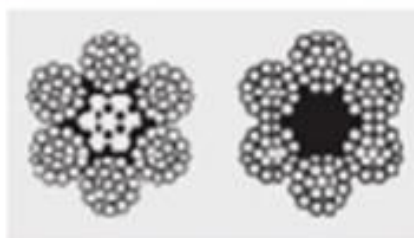
Construcción del Cable	
Item	Cantidad
Torones	6
Torones Exteriores	6
Capa de Torones	1
Alambres en Cable	30 A 54

Construcción del Torón	
Item	Cantidad
Alambres	5 A 9
Alambres Exteriores	4 A 8
Capa de Alambres	1

TABLA 3									
Diámetro		Peso Aprox.		Carga Mínima de Rotura				Rango Diámetro	
pulg	mm	lb/ft	kg/m	EPS tons	1770 kN	EPS tons	1960 kN	Min (pulg)	Max (pulg)
	6	0,100	0,144		22,9		25,3	0,236	0,250
1/4	7	0,110	0,161	2,84		3,12		0,250	0,265
	7	0,130	0,196		31,1		34,5	0,276	0,292
5/16	8	0,170	0,252	4,41		4,85		0,313	0,331
	8	0,170	0,256		40,7		45	0,315	0,331
	9	0,220	0,324		51,5		57	0,354	0,372
3/8		0,240	0,363	6,3		6,93		0,375	0,394
	10	0,270	0,4		63,5		70,4	0,394	0,413
	11	0,330	0,484		76,9		85,1	0,433	0,455
7/16		0,330	0,484	8,52		9,37		0,438	0,459
	12	0,390	0,576		91,5		101	0,472	0,496
1/2		0,430	0,645	11,1		12,2		0,500	0,525
	13	0,460	0,676		107		119	0,512	0,537
	14	0,530	0,784		125		138	0,551	0,579
9/16		0,550	0,817	14		15,4		0,563	0,591
5/8		0,660	1,008	17,1		18,800		0,625	0,656
	16	0,690	1,024		163		180	0,630	0,661

Del cable tractor

CABLE DE ACERO TIPO BOA 6 X 19 CON ALMA DE ACERO Y FIBRA



plg.	Alma de Acero (IWRC)			Alma de Fibra (FC)	
	Peso Kg/mts	Resistencia Ruptura en toneladas		Peso Kg/mts	Resistencia Ruptura en toneladas
		IPS	EIPS		IPS
1/8	0.04	0.69	0.77	0.04	0.63
3/16	0.10	1.43	1.60	0.08	1.40
1/4	0.17	2.67	3.08	0.16	2.49
5/16	0.27	4.16	4.78	0.24	3.86
3/8	0.39	5.95	6.85	0.35	5.53
7/16	0.52	8.07	9.25	0.48	7.50
1/2	0.68	10.40	12.10	0.63	9.71
9/16	0.88	13.20	15.20	0.79	12.20
5/8	1.07	16.20	18.70	0.98	15.10
3/4	1.55	23.20	26.70	1.41	21.60
7/8	2.11	31.40	36.10	1.92	29.20
1	2.75	40.70	46.90	2.50	37.90
1-1/8	3.48	51.30	59.00	3.17	47.70
1-1/4	4.30	63.00	72.50	3.91	58.60
1-3/8	5.21	75.70	87.10	4.73	70.50
1-1/2	6.19	89.70	103.00	5.63	83.50
1-5/8	7.26	104.00	120.00	6.61	97.10
1-3/4	8.44	121.00	139.00	7.66	112.00
1-7/8	9.67	138.00	158.00	8.80	128.00
2	11.00	156.00	180.00	10.00	145.00
2-1/8	12.40	174.00	200.00	11.30	162.00
2-1/4	13.90	195.00	224.00	12.70	181.00
2-3/8	15.50	217.00	249.00	14.10	201.00
2-1/2	17.30	238.00	274.00	15.60	221.00

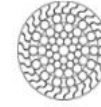
El cable adecuado para cada aplicación

Cables según campo de aplicación

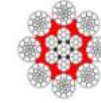
Cables	PP 6L (5 - 32 mm)	SOLITEC® 6L (23 - 56 mm)	SOLITEC® 8L (25 - 45 mm)	QS816V (10 - 48 mm)	NOROTEC™ MT 91 (20 - 70 mm)	NOROTEC™ MT 83 (30 - 57 mm)	HVS (19 - 60 mm)	STRESSLESS 2Z-6Z (DATA) (51 - 110 mm) ¹ (19 - 60 mm) ²
Aplicaciones								
Telesquí	☐							
Teleférico monocable de circuito continuo		☐						
Teleférico monocable de circuito continuo, acopable		☐						
Teleférico multicable de circuito continuo		■	■					■
Teleférico de valvén		■						■
Funicular		■	■					
Teleférico para material		■						■
Grúa de cable				■	■			■
Minería / Minería subterránea		■	■	■	■	■	■	■ ■

☐ Cable tractor-portador ■ Cable tractor / Cable de desplazamiento ■ Cable portador
 ■ Cable elevador ■ Cable guía ■ Cable de transporte

STRESSLESS DATA



QS816 V



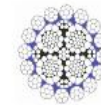
SOLITEC®




NOROTEC™ MT 83



NOROTEC™ MT 91



Doppelmayr interactivo










The header features the Doppelmayr logo in the top left, a search icon and a menu icon in the top right, and a CWA logo in the bottom right. The background is a photograph of a red cable car suspended over a lush green forest.

Current Products | **Predecessor Products**

Welcome to the Doppelmayr Configurator

Choose one of our products in the categories:

CABIN			CHAIR		STATION	
						
Cabin OMEGA-V-10	Cabin ATRIA	Cabin STELLA	Chair DCD6	Chair DCD8	Station D-Line-R1	Station D-Line-R2

Especificaciones del panel

HELIOS PLUS by Eco Green Energy

EGE-445/455W-144M(M6)

V1-2022

ELECTRICAL DATA AT STC*

Power output (Pmax)	445 W	450 W	455 W
Power tolerance	0~+5 W	0~+5 W	0~+5 W
Module efficiency	20.36%	20.58%	20.81%
Maximum power voltage (Vmp)	40.84 V	40.96 V	41.06 V
Maximum power current (Imp)	10.90 A	10.99 A	11.08 A
Open circuit voltage (Voc)	49.14 V	49.28 V	49.41 V
Short circuit current (Isc)	11.48 A	11.57 A	11.66 A

*Standard Test Conditions: Irradiance: 1 000 W / m² • Cell temperature: 25°C • AM: 1.5

ELECTRICAL DATA AT NMOT*

Power output (Pmax)	331.80 W	335.53 W	339.26 W
Maximum power voltage (Vmp)	38.29 V	38.40 V	38.49 V
Maximum power current (Imp)	8.65 A	8.73 A	8.80 A
Open circuit voltage (Voc)	45.57 V	45.70 V	45.82 V
Short circuit current (Isc)	9.33 A	9.41 A	9.48 A

*Nominal Operating Cell Temperature: Irradiance: 800 W / m² • Ambient temperature: 20°C • AM: 1.5 • Wind speed: 1 m/s

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Cell type	Monocrystalline (166x83mm)
Number of cells	144
Dimensions	2102x1040x35mm
Weight	24.5 kg
Glass	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction box	IP68 rated (3 by pass diodes)
Cable	4.0 mm ² , 300 mm (+) / 300 mm (-); Length can be customized
Connector	MC4 EVO2 compatible
Max front load (e.g.: snow)	5400 Pa
Max back load (e.g.: wind)	2400 Pa

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

NMOT	41 °C ±3 °C
Temperature coefficient of Pmax	-0.35%/°C
Temperature coefficient of Voc	-0.30%/°C
Temperature coefficient of Isc	+0.05%/°C

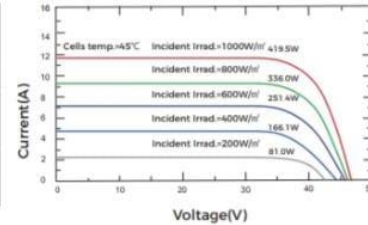
MAXIMUM RATINGS

Operating temperature range	-40 °C ~+85 °C
Maximum system voltage	1500V/DC(IEC)
Max series fuse rating	25 A

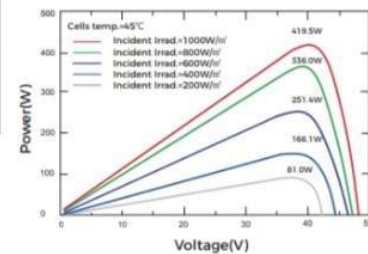
PACKAGING (2102x1040x35mm)

Type	Pcs	Weight
Per Pallet	31 pcs	800 kg
40ft HQ Container	682 pcs (22pallets)	17.60 t

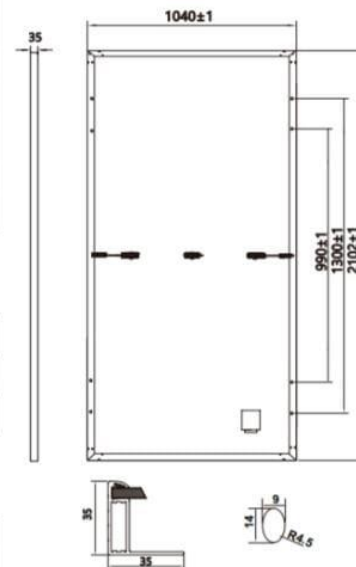
PV MODULE : EGE-450W-144M(M6)



PV MODULE : EGE-450W-144M(M6)



Dimension of PV Module (mm)



Especificaciones de la batería



GEL BATTERY 12V 300 AH

GEL SERIES BATTERY

GEL series batteries are manufactured with special separators and silica gel immobilizing the electrolyte inside the battery. The proven silica gel technology can improve battery cycle life and performance at wider temperature range. The deep discharge cycle life is increased 50% compared normal battery.



APPLICATION

- Emergency Power System
- Communication equipment
- Telecommunication systems
- Uninterruptible power supplies
- Power tools
- Marine equipment
- Medical equipment
- Solar and wind power system

GENERAL FEATURES

- Safety Sealing
- Non-spillable construction
- High power density
- Excellent recovery from Deep discharge
- Thick plates and high active materials
- Longer life and low self-discharge design

TECHNICAL SPECIFICATIONS

BATTERY MODEL	Nominal voltage		12V	
	Rated capacity (100 hour rate)		300Ah	
DIMENSION	Cells Per battery		6	
	Length	Width	Height	Total Height
APPROX. WEIGHT	520 mm	268 mm	220 mm	225 mm
CAPACITY @ 25°C	67.0 kg ± 3%			
	10 hour rate (25.0A) 250.0 Ah	5 hour rate (43.7A) 218.7 Ah	3 hour rate (66.2A) 198.7 Ah	1 hour rate (161.5A) 161.5 Ah
MAX. DISCHARGE CURRENT	2000 A (5 sec.)			
INTERNAL RESISTANCE	Full charged Vat 25°C: Approx. 2.0mΩ			
CAPACITY AFFECTED BY TEMP. (10 HR)	40°C		25°C	
	103%		100%	
CHARGE METHOD @25°C	Cycle Use		Standby Use	
	14.4-15.0V (Initial charging current less than 27A)		13.50-13.80V	


BATTERY DISCHARGE TABLE

CONSTANT CURRENT (AMP) AND CONSTANT POWER (WATT) DISCHARGE TABLE AT 25 °C													
F.V / TIME	5 min	10 min	15 min	30 min	45 min	60 min	2 h	3 h	5 h	8 h	10 h	20 h	
1.80	A	656.8	437.5	351.8	234.5	168.3	165.0	93.0	68.0	45.0	28.0	25.00	13.00
	W	1224.8	815.9	656.0	437.3	313.8	307.7	173.4	126.8	83.9	52.2	46.6	25.7
1.75	A	696.2	463.8	369.3	241.5	173.3	170.0	95.3	69.7	45.7	28.3	25.25	13.13
	W	1298.3	864.9	688.8	450.5	323.2	317.0	177.8	130.0	85.2	52.7	47.1	25.9
1.70	A	788.1	525.0	386.9	248.6	178.3	174.9	97.7	71.4	46.4	28.6	25.50	13.38
	W	1469.8	979.1	721.6	463.6	332.6	326.2	182.1	133.2	86.4	53.3	47.6	26.4
1.65	A	775.0	516.3	404.5	255.6	183.4	179.9	99.5	72.8	47.0	28.8	25.75	13.55
	W	1445.3	962.8	754.4	476.7	342.0	335.4	185.6	135.7	87.7	53.8	48.0	26.7
1.60	A	840.6	560.0	422.1	262.6	188.4	184.8	101.4	74.1	47.7	29.1	26.00	13.63
	W	1567.8	1044.4	787.2	489.8	351.4	344.7	189.1	138.2	89.0	54.3	48.5	26.8

Especificaciones del inversor

Low Frequency Solar Inverter/Charger PV3000 VHM Series (1KW-6KW)





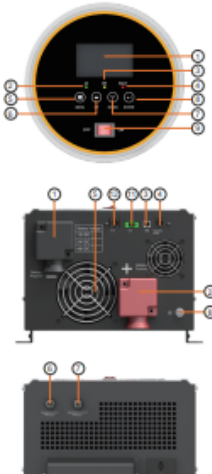
Features

- Pure sine wave output
- Friendly user interface
- 3 Steps charging
- MFD (multi-function display)
- Overload and short-circuit protection
- Set charging voltage/charging current
- Battery low voltage shutdown point can be set to 10/10.5/11V
- Power-save mode
- Set utility priority /battery priority
- Set utility input wide/narrow voltage range
- Inverter voltage can be set to 220V/230V/240V
- Inverter frequency can be set to 50Hz/60Hz
- Set utility charging on/off switch
- Inbuilt 80A MPPT Solar Charge Controller

Introduction

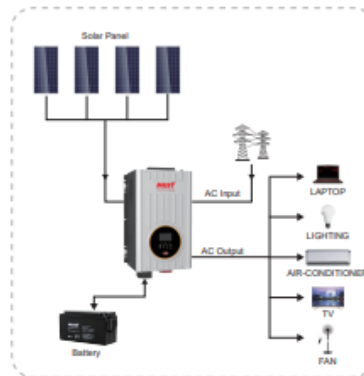
PV3000 VHM series is very economical pure sine wave solar inverter, inbuilt with 80A MPPT charger, Solar/AC priority is configurable, when setting solar priority, solar will charge batteries as first priority, and AC can also charge batteries when solar charger current is too lower, in this way system charge is optimized best. It enables inverter to operate with all kinds of home appliances.

Back panel printing description



1. LCD display
2. AC LED
3. IN LED
4. Fault
5. Menu
6. UP
7. Down
8. Enter
9. Switch ON/OFF
1. BAT -
2. BAT +
3. USB
4. Remote port
5. FAN
6. Charger input protect
7. Inverter output protect
8. GND
9. AC input
10. AC output
11. AGS
12. BTS
13. AC Output 10A(MAX)
14. PV input

Solar system connection



Specification

MODEL	PV30-1KW VHM	PV30-1.5KW VHM	PV30-2KW VHM	PV30-3KW VHM	PV30-4KW VHM	PV30-5KW VHM	PV30-6KW VHM						
Normal Battery System Voltage	12VDC 24VDC	12VDC 24VDC	12VDC 24VDC	24VDC 48VDC	24VDC 48VDC	48VDC 96VDC	48VDC						
INVERTER OUTPUT	Rated Power	1 KW	1.5 KW	2 KW	3 KW	4 KW	5 KW	6 KW					
	Surge Rating	3000VA	4500VA	6000VA	9000VA	12000VA	15000VA	18000VA					
	Capable Of Starting Electric Motor	1HP	1HP	1HP	2HP		3HP						
	Waveform	Pure sine wave same as input (bypass mode)											
	Nominal Output Voltage RMS	220V 230V 240VAC (±10% RMS)											
	Output Frequency	50Hz 60Hz ±0.3Hz											
	Inverter Efficiency (Peak)	>95%											
	Line Mode Efficiency	>95%											
	Power Factor	1.0											
	Typical Transfer Time	10ms(max)											
AC INPUT	Voltage	230VAC											
	Selectable Voltage Range	96~132VAC 155~280VAC(For personal computers)											
BATTERY	Frequency Range	50Hz 60Hz(Auto sensing) 40~80Hz											
	Minimum Start Voltage	(10V 10.5V 11V)+0.5V for 12VDC mode (*2 for 24VDC, *4 for 48VDC)											
	Low Battery Alarm	(10V 10.5V 11V)+0.5V for 12VDC mode (*2 for 24VDC, *4 for 48VDC)											
	Low Battery Cut Off	10V 10.5V 11V for 12VDC mode (*2 for 24VDC, *4 for 48VDC)											
	High Voltage Alarm	(13.8-14.5V)+ 1V for 12VDC mode (*2 for 24VDC, *4 for 48VDC)											
CHARGER	High Battery Voltage Recover	(13.8-14.5V)+0.5V for 12VDC mode (*2 for 24VDC, *4 for 48VDC)											
	Idle Consumption-Search Mode	Load ≤50±20W(120V)/100±20W(220V)											
	Output Voltage	Depends on battery type											
	Charge AC Input Breaker Rating	250V	1-1.5K10A		2-3K30A		4-6K40A						
	Overcharge Protection S.D.	15.7VDC for 12VDC mode (*2 for 24VDC mode, *4 for 48VDC mode)											
BYPASS & PROTECTION	Maximum Charge Current	30A	20A	45A	25A	60A	30A	40A	20A	60A	30A	35A	40A
	Input Voltage Waveform	Sine wave (grid or generator)											
	Nominal Input Frequency	50Hz or 60Hz											
	Overload Protection (SMP/S Load)	Circuit breaker											
	Output Short Circuit Protection	Circuit breaker											
SOLAR CHARGER	Bypass Breaker Rating	250V			1-3K30A			4-6K40A					
	Max Bypass Current	30Amp											
	Maximum PV Array Power	1250W	2500W	1250W	2500W	1250W	2500W	2500W	5000W	2500W	5000W	5000W	5000W
	Maximum PV Charge Current	80A±4A											
	DC Voltage	12V 24V auto work						24V 48V auto work					
MECHANICAL SPECIFICATIONS	MPPPT Range @ Operating Voltage	18~100VDC @ 12V/32~145VDC @ 24V						32~145VDC @ 24V/64~145VDC @ 48V					
	Maximum PV Array Open Circuit Voltage	145VDC											
	Standby Power Consumption	<2W											
	Mounting	Wall Mount											
	Dimensions (W*H*D)	423*247*197mm						597*247*197mm					
MECHANICAL SPECIFICATIONS	Net Weight (Solar CHG)(kg)	17.2	17.7	21.8	20.7	25.2	25.5	38.9	36.5	45.7	46.7		
	Shipping Dimensions (W*H*D)	585*387*322mm											
	Shipping Weight (Solar CHG)(kg)	20	20.7	24.8	23.5	28.2	28.2	43	40.7	50	50		
	Operation Temperature Range	0°C to 40°C											
	Storage Temperature	-15°C to 60°C											

Especificaciones del controlador



Modelo: PC1500B-60DU

PC1500B Series PWM - Regulador carga solar

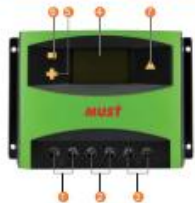
Características:

- En intensidades 10A 20A 30A 40A 50A 60A.
- Pantalla LCD de fácil lectura.
- Operación sencilla por botones.
- Detección automática de voltaje del sistema.
- Algoritmo carga inteligente PWM.
- Protección ajustable carga-descarga.
- Compensación automática por temperatura.
- Selección de tecnología de batería.
- Protección de corriente inversa de batería.
- Desconexión de batería por bajo voltaje (LVD).
- Protección polaridad invertida en batería.
- Protección por sobre-voltaje.
- Puertos para carga USB en modelos hasta 40A.

Introducción:

Este regulador solar de carga y descarga inteligente tiene una interfaz sencilla y visual gracias a su pantalla LCD de grandes dimensiones. Muchos parámetros de control se pueden ajustar con gran flexibilidad en función de nuestros requisitos.

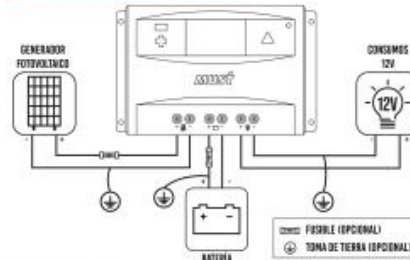
LCD Información Display



1. Terminal positivo fotovoltaico
2. Terminal negativo fotovoltaico
3. Terminal carga CC positivo
4. Terminal carga CC negativo
4. Pantalla LCD

Nº	Pulsación	Función
5.	Corta	Siguiente visualización; Incremento mientras está en ajustes
	Larga (>3 s)	Incremento continuo mientras está en ajustes
6.	Corta	Visualización previa; Decremento mientras está en ajustes
	Larga (>3 s)	Decremento continuo mientras está en ajustes
7.	Corta	Interruptor consumo CC; Entrar configuración / guardar
	Larga (>3 s)	Entrar al menú secundario

Conexión al sistema solar:



Funciones:



Detalles internos



Estabilidad, gran eficiencia, integración



Diseño de circuitería optimizado



SCM Diseño robusto y fiable



Materiales de gran calidad

PC1500B SERIES Controladores



Modelos: PC1500B-10 y 20A



Modelos: PC1500B-30 y 40A



Modelos: PC1500B-50D / 5048D



Modelos: PC1500B-60D / 6048D



Voltaje trabajo: 12-24V Auto-detección
Corriente carga: 10A y 20A
Puertos USB: 5V, 1A x 2
Tamaño LCD: 2.2"



Voltaje trabajo: 12-24V Auto-detección
Corriente carga: 30A y 40A
Puertos USB: 5V, 1A x 2
Tamaño LCD: 2.2"

Voltaje: 12-24V Auto-detección y modelo 48V
Corriente carga: 50A
Tamaño LCD: 2.6"

Voltaje: 12-24V Auto-detección y modelo 48V
Corriente carga: 60A
Tamaño LCD: 2.6"

Aplicación



Sistemas portátiles, embarcaciones & recreo



Asistida sistema solar casero



Granja solar de generación

	Modelo	PC1500B-10-20	PC1500B-30-40	PC1500B-50-60	PC1500B-60-60D				
Entrada	Voltaje PV	s50V							
	Intensidad nominal	10A	20A	30A	40A	50A	60A	50A	60A
	Voltaje sistema	12/24V Auto				48V			
	Desconexión por alto voltaje	16.00V ± 1/2 x 3/4 (0.5V)							
	Intensidad descarga nominal	10A	20A	30A	40A	50A	60A	50A	60A
	Autoc consumo	s13mA				s25mA			
	Caida de tensión circuito carga	s0.24V				s0.25V			
	Caida de tensión circuito descarga	s0.10V				s0.10V			
	Salida	Modo de carga	PWM 4-etapas carga, absorción, flotación, equalización						
		Voltaje Carga Flotación	13.8V (13V-15V) ± 1/2 x 2/3 x 4						
Voltaje Carga Absorción		14.4V (13V-15V) ± 1/2 x 2/3 x 4							
Voltaje Carga Equalización		14.8V (13V-15.5V) ± 1/2 x 2/3 x 4							
Protección Bajo Voltaje		10.7V (10V-14V) ± 1/2 x 2/3 x 4							
Reconexión Bajo Voltaje		12.6V (10V-14V) ± 1/2 x 2/3 x 4							
Características físicas	Salida USB	5V, 1A x2		No tiene					
	Sección cableado	s8mm²	s16mm²	s10mm²	s16mm²				
	Temperatura trabajo	-20°C-55°C							
	Tamaño (L x W x H)	108 x 95 x 46.5mm		106 x 111 x 54mm					
	Peso neto	355g		407g					

Propuestas de Teleféricos en Lima

TELEFÉRICOS EN PERÚ

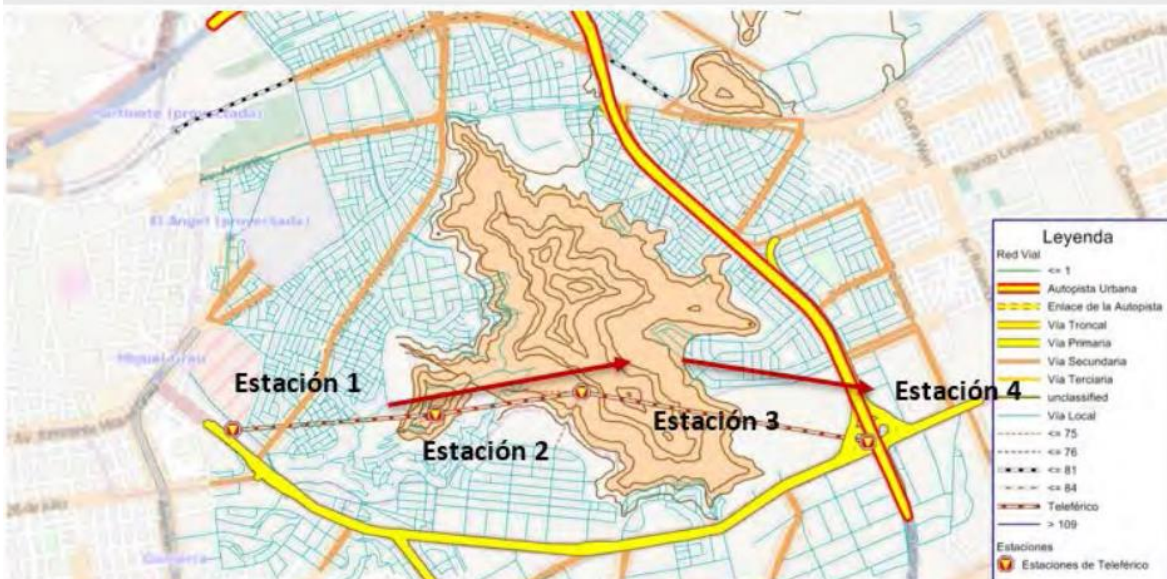
TELEFÉRICO EL AGUSTINO

- Cerros del Agustino y Catalina Huanca
- Extensión de 3.8 km
- 4 estaciones
- Tiempo de recorrido= 16 min
- Tiempo de ahorro en promedio = 42 min
- Población de escasos recursos beneficiada



Estación N° 4. Teleférico el Agustino

PROYECTO EL AGUSTINO



Ubicación y Trazo Teleférico El Agustino

PROYECTO EL AGUSTINO



Estación 01 - El Agustino



Estación 02 - El Agustino



Estación 03 - El Agustino



Estación 04 - El Agustino

PROYECTO EL AGUSTINO

RESUMEN DE COSTOS A PRECIOS SOCIALES		
	TOTAL A PRECIOS PRIVADOS	A PRECIOS SOCIALES
COSTOS DE INVERSIÓN EN COMPONENTES	S/.97,077,380.58	S/.84,218,468.17
Comp. 1	Adecuado Acceso a las zonas altas de los cerros de El Agustino y Catalina Huanca	S/.95,868,210.02
Comp. 2	Formalidad y seguridad en el servicio de transporte público articulados al proyecto	S/.1,209,170.56
	Expediente Técnico	S/.2,498,237.00
	Gestión y Administración	S/.770,405.99
	Programa de Impacto Ambiental	S/.456,299.39
	Estudio de Impacto Ambiental	S/.397,601.00
	Monitoreo Arqueológico	S/.895,620.00
	Línea de Base	S/.217,120.00
	Evaluación de Culminación	S/.217,120.00
	Seguimiento Ex - Post	S/.400,315.00
	Evaluación de Resultado	S/.217,120.00
	Evaluación de Impacto	S/.217,120.00
	Estructuración Financiera	S/.325,680.00
	Supervisión de Obra (4%)	S/.3,834,728.40
	TOTAL COSTO A PRECIOS SOCIALES	S/.107,524,747.36
		S/.93,716,074.34

Costos de Inversión

Indicadores de Evaluación Social

INDICADORES		Escenario 2
Monto de la Inversión Total (Nuevos Soles)	A Precio de Mercado	S/. 107,524,747.36
	A Precio Social	S/. 93,716,074.34
Costo Beneficio (A Precio Social)	Valor Actual Neto (Nuevos Soles)	S/. 25,904,531
	Tasa Interna Retorno (%)	12.09%

TELEFÉRICOS EN PERÚ

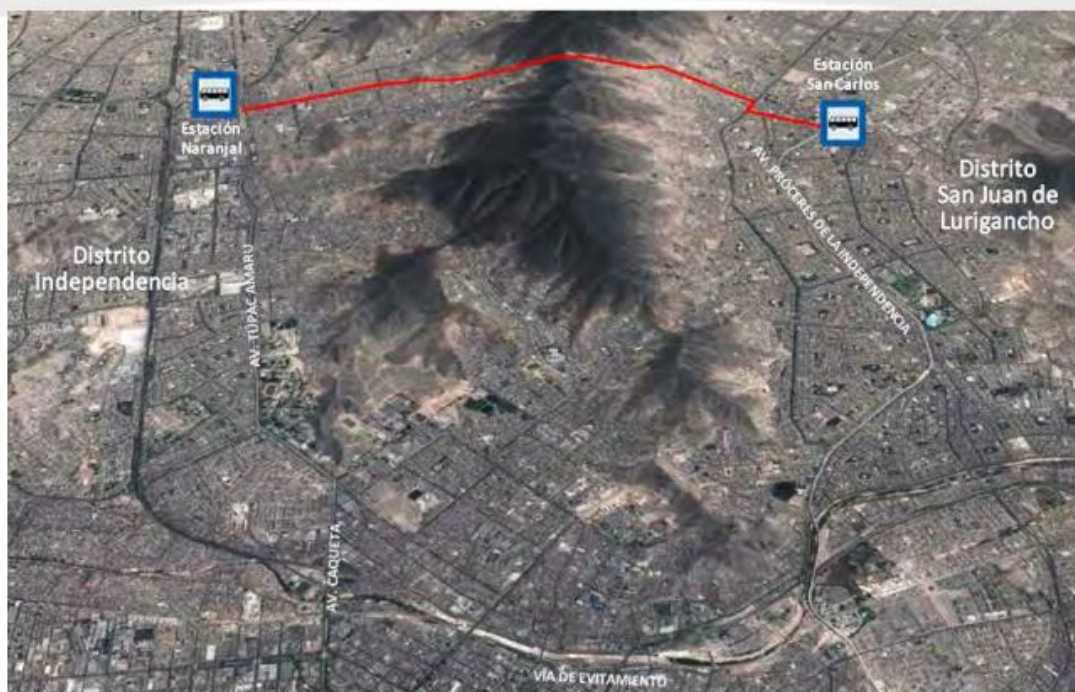
TELEFÉRICO LIMA NORTE

- Cerro Amancaes
- Distritos de Independencia y San Juan de Lurigancho
- Interconexión a Metropolitano y al Metro de Lima
- Extensión de 6.02 km
- 5 estaciones
- Tiempo de recorrido actual= 83 min
- Tiempo de recorrido con proyecto= 24 min



Figura 3D Estación N° 1 Teleférico Lima Norte

PROYECTO TELEFÉRICO LIMA NORTE



Ubicación Teleférico Lima Norte

PROYECTO LIMA NORTE



Estación 01 – Terminal Naranjal



Estación 02 – Cementerio Informal



Estación 03 – Cerro Amancaes

PROYECTO LIMA NORTE

RESUMEN DE COSTOS A PRECIOS SOCIALES			
		A PRECIOS PRIVADOS	A PRECIOS SOCIALES
COSTOS DE INVERSIÓN EN COMPONENTES		S/ .148,382,775.62	S/ .128,727,928.08
Comp. 1	Adecuado acceso entre las zona de intervención	S/ .128,727,928.08	S/ .143,177,528.25
	Expediente Técnico	S/ 2,997,884.40	S/ 2,725,349.45
	Gestión y Administración	S/ 924,487.19	S/ 840,442.90
	Programa de Impacto Ambiental	S/ 580,930.61	S/ 528,118.74
	Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado (EIA-sd)	S/ 477,121.20	S/ 433,746.55
	Monitoreo Arqueológico	S/ 895,620.00	S/ 814,200.00
	Línea de Base	S/ 260,544.00	S/ 236,858.18
	Evaluación de Culminación	S/ 260,544.00	S/ 236,858.18
	Seguimiento Ex - Post	S/ 480,378.00	S/ 436,707.27
	Evaluación de Resultado	S/ 260,544.00	S/ 236,858.18
	Evaluación de Impacto	S/ 260,544.00	S/ 236,858.18
	Estructuración Financiera	S/ 390,816.00	S/ 355,287.27
	Supervisión de Obra (4%)	S/ 5,193,397.15	S/ 4,721,270.13
SUB TOTAL ESTUDIOS		S/ .12,982,810.55	S/ .11,802,555.05
TOTAL COSTO A PRECIOS SOCIALES		S/ .161,365,586.17	S/ .140,530,483.13

Costos de Inversión

Indicadores de Evaluación Social

INDICADORES	Indicadores	
	Monto de la Inversión Total (Nuevos Soles)	A Precio de Mercado
	A Precio Social	S/ 140,530,483.13
Costo Beneficio (A Precio Social)	Valor Actual Neto (Nuevos Soles)	S/ 47,323,377
	Tasa Interna Retorno (%)	13.14%