



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

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.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR

CIEZA UNTIVEROS JAMES

ASESOR

Dr. Ing. Gerardo Enrique Cancho Zúñiga

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2017-I

PÁGINA DEL JURADO

PRESIDENTE:

.....

SECRETARIO:

.....

VOCAL:

.....

Dedicatoria:

Dedico esta tesis a mis padres, familia y a Jehová, que guían mis pasos y me apoyan desinteresadamente en mi camino.

AGRADECIMIENTOS

El más sincero agradecimiento para:

El Dr. Ing. Gerardo Enrique Cancho Zúñiga, por ser un profesional de invaluable conocimiento de la materia, comprometido en pulir al mínimo detalle esta tesis, con el fin de lograr un genuino aporte a la ingeniería y a la sociedad.

El Dr. Ing. Javier Orccosupa Rivera, por su apoyo en asesoría de la primera parte de esta tesis de grado, punto de partida sin la cual no sería posible el desarrollo posterior del mismo.

A todos mis profesores y compañeros de aulas, que a lo largo de éstos 5 años han sido una fuente de conocimiento en la ingeniería civil, así como también de apoyo, motivación y compañerismo para el estudio y la investigación.

A todos ellos, gracias por todo.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, James Cieza Untiveros, identificado con DNI N° 41706879, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación anexada a la presente tesis, es original y de fuentes veraces.

Asimismo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que se expone en la presente tesis son originales.

Por lo expuesto, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Comas, 18 de Julio del 2017

James Cieza Untiveros
DNI 41706879

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del reglamento de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, presento el proyecto de investigación titulado: “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”.

La razón que motivó el desarrollo de la presente tesis, es el mejoramiento en el desplazamiento de la población de Collique en el distrito de Comas-Lima, aporte novedoso en la capital de la república dado que este tipo de infraestructura aún no se presenta en la actualidad y que además de esto mejorará la transitabilidad de los vecinos de la zona acostumbrados a sistemas de transportes contaminantes, inseguros y desfasados en el tiempo.

Los capítulos y contenidos que se desarrollan son los siguientes:

- I. Introducción
 - II. Método
 - III. Resultados
 - IV. Discusión
 - V. Conclusiones
 - VI. Recomendaciones
 - VII. Referencias Bibliográficas
- Anexos

Atentamente.

El Autor.

RESUMEN

La presente tesis plantea la idea del uso del sistema de transporte aéreo en cabinas llamado técnicamente como teleférico para el uso y beneficio de la población de Collique en el distrito de Comas ubicado en Lima, lo cual planteo desde el punto de vista de la ingeniería civil el diseño estructural del teleférico así como también la calidad de materiales a utilizar en el diseño afín de poder utilizar los mejores materiales constructivos de acuerdo al tipo de suelo, clima, sismo resistencia y ubicación del mismo a través de pruebas químicas en laboratorio.

La primera y segunda parte de la investigación corresponde al desarrollo del método científico, el cual permite conocer enteramente las razones por el cual se desarrolla la presente investigación.

La tercera parte desarrolla, los criterios empleados para la elección de la propuesta de diseño estructural y calidad de materiales a utilizar y los resultados del estudio de ingeniería básica que permitieron obtener los parámetros técnicos necesarios para el modelamiento y diseño estructural de la misma.

La cuarta parte es de carácter práctico, puesto que, se desarrolla el diseño final del mismo utilizando los software convenientes para tal fin con el objetivo de mostrar el diseño final con que debería de construirse el teleférico de acuerdo a las especificaciones obtenidas y desarrolladas en los capítulos anteriores.

La quinta y última parte de la investigación desarrolla las conclusiones y recomendaciones obtenidas luego del desarrollo general de la misma.

Palabras clave: Diseño estructural, calidad de materiales, software, teleférico, método científico, pruebas químicas, modelamiento.

ABSTRACT

This thesis raises the idea of using the air transport system in cabins technically called as cable car for the use and benefit of the population of Collique in the district of Comas located in Lima, which I raise from the point of view of civil engineering. The structural design of the cable car as well as the quality of materials to be used in the design in order to be able to use the best construction materials according to the type of soil, climate, earthquake resistance and location of the same through chemical tests in the laboratory.

The first and second part of the research corresponds to the development of the scientific method, which allows to know fully the reasons why the present investigation is developed.

The third part develops the criteria used for the choice of the structural design proposal and the quality of materials to be used and the results of the basic engineering study that allowed obtaining the technical parameters necessary for the structural modeling and design of the same.

The fourth part is practical, since the final design of the same is developed using the software suitable for this purpose with the objective of showing the final design with which the cable car should be built according to the specifications obtained and developed in the previous chapters.

The fifth and last part of the research develops the conclusions and recommendations obtained after the general development of the same.

Key words: Structural design, quality of materials, software, cable car, scientific method, chemical tests, modeling.

CONTENIDO

PAGINA DEL JURADO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

PRESENTACION

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad problemática	1
1.2 Trabajos previos	2
1.2.1 Antecedentes nacionales	2
1.2.2 Antecedentes internacionales	4
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	5
1.3.1 Bases teóricas	5
1.3.1.1 Diseño estructural del teleférico	5
1.3.1.1.1 Ensayos de Geotecnia	6
1.3.1.1.2 Análisis Estructural.....	6
1.3.1.1.3 Dimensionamiento Estructural.....	7
1.3.1.2 Calidad de los materiales	7
1.3.1.2.1 Propiedades de los materiales a utilizar	7
1.3.1.2.2 Calidad de los materiales	8
1.3.1.2.3 Ensayos Químicos	8
1.3.1.3 Marco conceptual.....	8
1.4 Formulación del problema.....	9
1.4.1 Problema general.....	9
1.4.2 Problemas específicos	9
1.5 Justificación del problema.....	9
1.6 Hipótesis	10
1.6.1 Hipótesis general	10
1.6.2 Hipótesis específicas	10
1.7 Objetivos.....	11
1.7.1 Objetivo general.....	11

1.7.2	Objetivos específicos	11
1.8	Ubicación del proyecto.....	11
II.	MÉTODOLOGÍA	13
2.1	Diseño de investigación	13
2.2	Variables y matriz de consistencia	14
2.2.1	Variables.....	14
2.2.2	Matriz de consistencia.....	14
2.3	Población y muestra	18
2.3.1	Población	18
2.3.2	Muestra.....	18
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	19
2.5	Instrumentos, validez y confiabilidad.....	20
2.6	Métodos de análisis de datos.....	21
2.7	Aspectos éticos.....	22
III.	RESULTADOS	23
3.1	Análisis de resultados de la parte estadística (cuantitativa)	23
3.1.1	Prueba Alfa de Cronbach.....	23
3.1.2	Contrastación de Hipótesis (Rho de Spearman)	26
3.2	Análisis de los resultados de la parte cualitativa experimental	28
3.2.1	Recolección de datos cualitativos	28
3.2.2	Técnicas de validez y confiabilidad (cualitativo)	30
3.2.3	Materias primas utilizadas para los análisis de datos	30
3.2.4	Métodos de análisis de datos (cualitativos)	33
3.2.4.1	Contenido de humedad.....	35
3.2.4.2	Análisis granulométrico por tamizado.....	35
3.2.4.3	Densidad Natural	39
3.2.4.4	Límite de consistencia.....	41
3.2.4.5	Clasificación de suelos.....	44
3.2.4.6	Corte Directo.....	46
3.2.4.7	Contenido de sales solubles totales (NTP 339.152).....	49
3.2.4.8	Contenido de sulfatos (NTP 339.118)	50
3.2.4.9	Contenido de cloruros (NTP 339.177).....	51
3.2.4.10	Potencial de hidrógeno PH (ASTM D-1293).....	52
3.3	Diseño Estructural.....	54
3.3.1	Análisis estructural.....	55

3.3.2 Análisis de la cimentación	55
3.3.3 Profundidad de la cimentación	55
3.3.4 Tipo de cimentación	55
3.3.5 Cálculo de la capacidad portante admisible	55
3.3.6 Calculo de asentamientos	57
3.3.7 Estructuración	59
3.4 Estados de carga y combinaciones de carga	61
3.4.1 Estados de carga	61
3.4.1.1 Carga muerta	61
3.4.1.2 Carga viva	62
3.4.1.3 Carga de viento	62
3.4.1.4 Análisis sísmico	65
3.4.1.4.1 Análisis sísmico dinámico	65
3.4.1.5.2 Análisis estático	68
3.4.2 Combinaciones de cargas	68
3.5 Control de desplazamientos laterales	70
3.6 Diseño de los componentes del acero	71
3.7 Pre dimensionamiento	73
3.8 Sistema de teleférico en Collique	76
3.9 Análisis de costos	80
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	85
4.1 Discusión de resultados con respecto al problema general (diseño estructural vs calidad de materiales a utilizar)	85
4.2 Discusión de resultados con respecto al primer problema específico (ensayos geotécnicos vs propiedad de los materiales)	86
4.3 Discusión de resultados con respecto al segundo problema específico (calidad de materiales óptimas vs análisis estructural)	87
4.4 Discusión de resultados con respecto al tercer problema específico (análisis químicos hechos a la muestra vs dimensionamiento estructural)	88
V. CONCLUSIONES	89
VI. RECOMENDACIONES	91
VII. REFERENCIAS	92
ANEXOS	94

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.1: Proceso de diseño estructural.....	6
Ilustración 1.2: Vista planta de la construcción.....	12
Ilustración 1.3: Vista de planta y perfil.....	13
Ilustración 3.1: Histograma de barras de diseño estructural de teleférico.....	24
Ilustración 3.2: Histograma de calidad de materiales del teleférico	25
Ilustración 3.3: Ensayos de laboratorio de norma E-050	29
Ilustración 3.4: Distorsión angular	31
Ilustración 3.5: Simbología de suelos.....	31
Ilustración 3.6: Propiedades del agua	32
Ilustración 3.7: Análisis granulométrico calicata 1	37
Ilustración 3.8: Curva granulométrica calicata 1	37
Ilustración 3.9: Análisis granulométrico de calicata 2	37
Ilustración 3.10: Curva granulométrica de calicata 2.....	38
Ilustración 3.11: Análisis granulométrico de calicata 3	38
Ilustración 3.12: Curva granulométrica de calicata 3.....	38
Ilustración 3.13: Volúmenes mínimos de hoyo de ensayo basado en el tamaño máximo de partícula.....	40
Ilustración 3.14: Resultados de densidad natural de laboratorio	41
Ilustración 3.15: Resultados del límite de consistencia	43
Ilustración 3.16: Simbología de SUCS	44
Ilustración 3.17: Tipología de suelos SUCS	44
Ilustración 3.18: Carta de Casagrande.....	45
Ilustración 3.19: Características según SUCS	45
Ilustración 3.20: Resultado de clasificación de suelo de calicata 1.....	45
Ilustración 3.21: Resultado de clasificación de suelo de calicata 2.....	46
Ilustración 3.22: Resultado de clasificación de suelo de calicata 3.....	46
Ilustración 3.23: Parámetros de resistencia y parámetros de resistencia residual.....	47
Ilustración 3.24: Esfuerzo cortante vs deformación horizontal.....	47
Ilustración 3.25: Deformación vertical vs deformación horizontal	48
Ilustración 3.26: Parámetros de resistencia	48
Ilustración 3.27: Parámetros de resistencia residual	48
Ilustración 3.28: Resultado del contenido de sales solubles totales	50
Ilustración 3.29: Resultado del contenido de sulfatos.....	51
Ilustración 3.30: Resultado de contenido de cloruros.....	52
Ilustración 3.31: Resultado del potencial de hidrógeno	54
Ilustración 3.32: Escala de grado de acidez del suelo.....	54
Ilustración 3.33: Fórmula de Terzaghi para hallar la capacidad portante.....	56
Ilustración 3.34: Factores de capacidad de carga	56
Ilustración 3.35: Parámetros elásticos de varios suelos	58
Ilustración 3.36: Factores de influencia para diversos tipos de zapatas	58
Ilustración 3.37: Análisis del tubo metálico en SAP2000	61
Ilustración 3.38: Mapa eólico del Perú	62
Ilustración 3.39: Factores de forma (C).....	63
Ilustración 3.40: Cálculos de las fuerzas sísmicas estáticas y dinámicas en SAP2000.....	66
Ilustración 3.41: Análisis estático o fuerza basal.....	68
Ilustración 3.42: Análisis de combinaciones de carga en el SAP2000.....	69
Ilustración 3.43: Diseño de preferencias del acero a utilizar.....	71
Ilustración 3.44: Verificación del acero a utilizar en la columna metálica.....	71

Ilustración 3.45: Verificación de sección de acero.....	72
Ilustración 3.46: Imagen 3D de la cimentación, pedestal y columna a analizar	73
Ilustración 3.47: Teleférico	77
Ilustración 3.48: Sistemas de soporte del teleférico	77
Ilustración 3.49: Sistema de cables.....	78
Ilustración 3.50: Circuito estándar de un teleférico.....	79
Ilustración 3.51: Diseño de nuestra cabina de teleférico	80
Ilustración A-1: Teleférico de Medellín, Colombia	94
Ilustración A-2: Teleférico de La Paz, Bolivia	94
Ilustración A-3: Modelo de encuesta	97
Ilustración A-4: Fotos de la realización del proyecto en investigación, campo y laboratorio.....	103
Ilustración A-5: Cronograma tentativo en MS Project del proyecto de teleférico en Collique.....	109
Ilustración A-6: Planos del proyecto de teleférico de Collique	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Matriz de consistencia.....	14
Tabla 3.1: Resumen de procesamiento de casos.....	23
Tabla 3.2: Estadística de fiabilidad.....	23
Tabla 3.3: Frecuencias del diseño estructural del teleférico.....	24
Tabla 3.4 Frecuencias de la calidad de materiales del teleférico.....	25
Tabla 3.5: Estadísticos descriptivo.....	26
Tabla 3.6: Prueba de normalidad.....	26
Tabla 3.7: Correlaciones de las variables de estudio	27
Tabla 3.8: Diseño de zapata y pedestal.....	74
Tabla 3.9: Análisis de costos para el suministro, fabricación y montaje de la columna de soporte del cable del teleférico.....	81
Tabla 3.10: Análisis para el costo para el rubro suministro, fabricación y montaje de la estructura que soporta el cable para la columna de soporte.....	82
Tabla 3.11: Análisis de costo de la cabina de transporte.....	83
Tabla 3.12: Análisis de costo para el rubro suministro y montaje del cable de acero...83	
Tabla 3.13: Resumen de costos del sistema de teleférico en Collique.....	84
Tabla A-1: Matriz de operacionalizacion de variables.....	93
Tabla A-2: Niveles de confiabilidad Alfa de Cronbach.....	100
Tabla A-3: Interpretación del coeficiente de correlación de Spearman.....	100
Tabla A-4: Base de datos de los encuestados.....	101
Tabla A-5: Presupuesto de la tesis en general para el investigador.....	101

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

La realidad problemática que afrontan la población que habita las zonas altas de Lima en general y lo es aún más la zona estudiada en este proyecto de investigación (Collique-Comas), es el difícil acceso, tanto para salir como para llegar, al lugar donde están ubicados sus hogares por estar la zona geográfica de elevaciones pronunciadas y topografía accidentada.

Otro problema identificado con la escasa accesibilidad en Collique es en cuanto a lo social, económico y ambiental, que implica la construcción de un medio de transporte que movilice esa masa poblacional de una manera eficiente y segura, como lo es un teleférico, y que es motivo de estudio en este trabajo y su nivel de impacto.

Podemos referirnos a casos internacionales de éxito en la región como son los teleféricos de La Paz-Bolivia, Medellín-Colombia y Quito -Ecuador; que has cambiado en forma rotunda la accesibilidad de las personas de zonas de topografía escarpada y elevada y sumando a ello un impacto social, económico y ambiental positivos que reflejan en el progreso de la zona de impacto geográfico directo.

Evidencias de la falta de accesibilidad adecuadas en zonas empinadas en Lima son diversas, por ejemplo en la zona a estudiar como es Collique existen 8 asentamientos humanos (AA.HH.) que están ubicados en lugares de pendiente aproximada de hasta 5 grados, lo cual al proyectarlo a zonas altas nos encontramos con población que vive con cimentaciones artesanales sin control de calidad y que además sus medios de acceso al lugar son escaleras de concreto ciclópeo y algunas de madera que les es difícil su acceso, sobre todo, para personas discapacitadas; las personas que viven allí expresan que lamentablemente no pueden vivir en un lugar más cómodo y seguro por motivos económicos, algunos son emigrantes recientes del interior del país y otros son desplazados por la violencia terrorista que no tienen un apoyo en la capital más que su esfuerzo diario de trabajo.

Las evidencias encontradas en Collique se replican en las zonas altas de Lima los cuales es motivo para la construcción de un teleférico en esta parte de la ciudad; y que además para hacer esto posible se necesita hacer los estudios estructurales del teleférico así como también su calidad de materiales a utilizar de acuerdo al tipo de suelo hallado.

Es ésta la razón y motivación en desarrollar este trabajo de diseño y construcción de teleférico, porque contribuye a movilizarse en los lugares de difícil accesibilidad ahorrando tiempo, dinero y progreso para las personas que allí habitan.

1.2 Trabajos previos.

1.2.1 Antecedentes nacionales.

El proyecto llamado **“Instalación del servicio de accesibilidad por cable en los cerros de El Agustino y Catalina Huanca, distrito de El Agustino, provincia de Lima”** Fuente: (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2015)

En este proyecto nacional se estudia la accesibilidad de los habitantes de los cerros del distrito de El Agustino a tener un medio de movilidad seguro y rápido a comparación de sus medios tradicionales peligrosos y desfasados.

Se propone construir un teleférico que una las faldas del cerro El Agustino con el Cerro Catalina Huanca, su implementación, construcción y gestión para beneficio de su población

Este estudio recomienda que sea totalmente factible su construcción ya que cuenta con los estudios de perfil y factibilidad que arrojan su construcción dada su gran masa de habitantes y además de contar con estudios ambientales.

El proyecto llamado **“Instalación de servicio de accesibilidad por cable que conecte los distritos de Independencia y San Juan de**

Lurigancho, provincia de Lima". Fuente: (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2015).

En este proyecto nacional se estudia la accesibilidad de los habitantes de los cerros del distrito de Independencia y San Juan de Lurigancho, a tener un medio de movilidad seguro y rápido a comparación de sus medios tradicionales peligrosos y desfasados.

Se propone construir un teleférico que una la Estación Naranjal del Metropolitano con la Línea Uno del Metro de Lima, atravesando el cerro que los divide, además de su implementación, construcción y gestión para beneficio de su población

Este estudio recomienda que sea totalmente factible su construcción ya que cuenta con los estudios de perfil y factibilidad que arrojan su construcción dada su gran masa de habitantes y además de contar con estudios ambientales, que requieran este medio de interconexión.

Estudio de pre inversión a nivel de factibilidad **llamado "Mejoramiento de los servicios turísticos de la zona arqueológica monumental de Kuélap, distrito de Tingo, provincia de Luya, Amazonas"** (Ministerio de Comercio Exterior y turismo, 2013) .

Este estudio tiene como principal objetivo la mejora de los servicios hacia el turista visitantes de la Fortaleza de Kuélap, integrando también la construcción de un teleférico que conduzca a los visitantes en forma rápida y segura hacia el mismo lugar pre hispánico.

Se llevaron a cabo diversos estudios previos y todos arrojaron como conclusión que debía de construirse el teleférico ya que la principal queja de los turistas era la inadecuada y desfasada medios de acceso al lugar histórico.

Este estudio concluyo con sus etapas de análisis de demanda, diseño, construcción y gestión del mismo.

1.2.2 Antecedentes internacionales

En la tesis titulada “**Estudio de pre factibilidad técnica y económica de un teleférico en el Cerro Divisadero (Coyhaique)**”, Fuente: (Rivera San Martín, 2005) Págs. 1-2-3-158.

Este trabajo presenta un teleférico ubicado en un lugar de tránsito de personas con fines vacacionales como son montañistas o esquiadores en épocas de invierno en el sur de Chile.

Se propone el diseño, construcción, implementación y gestión del teleférico; cuenta para esto con la evaluación económica y la demanda potencial de personas además de la tarifa a cobrar en los 20 años que darán en concesión.

Se recomienda su construcción ya que esto generará que el lugar sea un polo de atracción turística y habitacional, ya que esto trae una cadena de consumo en todo nivel, que redundará a nivel nacional de su país.

En el libro titulado “**Movilidad urbana y pobreza, aprendizajes de Medellín y Soacha, Colombia**” Fuente: (Julio Dávila, 2012) Págs. 9-10-11. Su objetivo es relacionar la movilidad en zonas peligrosas con la pobreza urbana.

En este estudio se estudió las tarifas a establecer, frecuencia del teleférico, capacidad de desplazamiento; en un contexto urbano en el que los accesos a oportunidades de progreso son escasos en desarrollar a las personas que moran en los cerros de Medellín.

Se propone en un ambiente de difícil terreno y escasas posibilidades económicas de sus habitantes, hacer el trazado en la vía principal de conexión del sitio en barrios empinados para reequilibrar el desbalance social y espacial del recorrido y que además se brinde la seguridad adecuada para la infraestructura a construir.

Se recomienda la construcción para aminorar el déficit de infraestructura de transporte de la ciudad y para contribuir en cerrar la disparidad social y económica.

En la tesis titulada: “**Cálculo de Teleférico**” (Amelibia Irazu, 2014), nos da una explicación detallada de como diseñar un sistema de transporte aéreo por cable.

Esta tesis tiene un alcance mayor si lo vemos desde el punto de vista de la ingeniería civil ya que nos detalla los aspectos constructivos de un teleférico como el estudio de trazado de ruta, ubicación, selección de tipo de cabina, pre dimensionamiento estructural, diseño de los cables y anclajes, soportes, etc.

Concluye con un análisis y arrojo de resultados del teleférico, incluso con su manual de control de calidad, excelente tesis.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Bases teóricas

Se definen las variables, las dimensiones y los indicadores del proyecto de investigación.

1.3.1.1 Diseño estructural del teleférico

Un teleférico es un medio de transporte de pasajeros aéreo, que se moviliza a través de cables de acero y llevando a los pasajeros en una cabina teniendo como medio de energía para su movimiento en fuentes eléctricas en su mayoría como fósiles en otras.

Los procesos de un diseño estructural en general en la ingeniería civil se detallan a continuación en la ilustración 1 y que regirá para el teleférico materia de estudio, además nuestra variable tendrá estos patrones para las matrices que se desarrollarán más adelante en el presente trabajo investigativo.

Ilustración 1.1: Proceso de diseño estructural



Fuente: (Bernal, 2009)

1.3.1.1.1 Ensayos de Geotecnia

Los ensayos geotécnicos son aquellos en los cuales una muestra de suelo de un determinado lugar pasa una serie de pruebas de laboratorio en las cuales se analizan diversas propiedades físicas y químicas de aquellas.

Sus indicadores podemos mencionar

- Análisis Granulométrico
- Contenido de Humedad
- Densidad Natural
- Corte Directo

1.3.1.1.2 Análisis Estructural

Además, se toman diversas normas técnicas peruanas (NTP) para su complemento en cálculos estructurales de ingeniería civil, como por ejemplo la E-060, E-030, E-020, E-090.

Sus indicadores son:

- Carga sísmica
- Carga viva
- Carga muerta
- Carga de viento

1.3.1.1.3 Dimensionamiento Estructural

En esta dimensión se muestra la definición de la estructura a diseñar y se revisa los criterios de seguridad apropiados e implementados en el teleférico, puede haber reforzamientos en distintas partes de ésta.

Sus indicadores podemos mencionar:

- Capacidad Portante
- Capacidad de Asentamiento
- Cimentaciones
- Pre dimensionamiento estructural

1.3.1.2 Calidad de los materiales

La calidad del material a utilizar en la construcción del teleférico será de mucha importancia ya que esto conlleva a un trabajo final de buena calidad y seguridad a los pasajeros; vital en la ingeniería civil.

1.3.1.2.1 Propiedades de los materiales a utilizar

Esta dimensión es la combinación de los materiales usados, como indicadores tenemos:

- Propiedades del Suelo
- Propiedades del Acero
- Propiedades del Cemento
- Propiedades del agua

1.3.1.2.2 Calidad de los materiales

Son todas las condiciones que posibilitan una calidad óptima para la construcción de un buen diseño de teleférico

- Tipo de suelo
- Tipo de Acero
- Tipo de cemento
- Tipo de material de la cabina de pasajeros

1.3.1.2.3 Ensayos Químicos

Son pruebas generalmente hechas en un laboratorio especializado que sirve para poder observar las condiciones de equipo o material en su funcionamiento, como instrumentos de la dimensión tenemos:

- Potencial de hidrógeno
- Contenido de cloruros
- Contenido de sulfatos
- Contenido de sales solubles

1.3.1.3 Marco conceptual

- **Teleférico:** Medio de transporte de carga o pasajeros aéreo, que se moviliza por medio de cables y con un medio de locomoción de electricidad o fósiles.
- **Anclaje:** Instrumento mecánico de acero que sirve para fijar un elemento a otro sin ceder por fuerzas externas.
- **Estructura:** Partes de un todo unidas armónicamente, generalmente antes de análisis previos de ingeniería.
- **Cargas:** fuerzas externas que influyen en una estructura que es capaz de soportarla, generalmente se expresan sus unidades en peso (Kg, Ton, etc.). Se dividen en vivas, muertas y accidentales.

- **Reforzamientos:** medios de apoyo a una estructura para aumentar su capacidad de soporte a diversos factores, especialmente a cargas de fuerzas externas y como medio de seguridad también.

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿De qué manera la calidad de materiales a utilizar en la construcción de un teleférico influye en el diseño estructural del mismo?

1.4.2 Problemas específicos

- ¿De qué manera influye los ensayos geotécnicos en las propiedades de los materiales a utilizar en el teleférico?
- ¿De qué manera influye una calidad de materiales óptima con el análisis estructural del teleférico?
- ¿De qué manera influyen los análisis químicos hechos a las muestras extraídas en campo con el dimensionamiento estructural del teleférico?

1.5 Justificación del problema

La justificación en este trabajo, será en principio a mostrar los factores directos de un teleférico que influyen y son la razón y motivo del investigador a realizar este análisis.

Con este proyecto investigativo se podrá saber en principio la interconexión entre la técnica de construcción en ingeniería civil y en cuanto a la sociedad dónde se construye ésta, por lo que, se tiene en cuenta lo siguiente:

- **Económico:** en la zona de Collique-Comas un 70% son personas de estrato socioeconómico D y E (INEI, 2015), conformados por migrantes y asentamientos humanos o pueblos jóvenes; por lo que la construcción del teleférico tendrá una tarifa justa acorde a la economía local.

- **Tecnológico:** el nivel de calidad del suelo en zonas escarpadas de Lima es paupérrimo (Segundo Nuñez, Jenny Vasquez, 2009), lo cual es un desafío ingenieril a vencer; además, la construcción de un teleférico significará un salto cualitativo en la tecnología de transporte de personas no sólo en la zona de influencia sino en todo Lima.
- **Ambiental:** ambientalmente será un éxito su construcción ya que este medio de transporte se alimenta de energía eléctrica (no fósil) lo cual repercute en la no emisión de gases de efecto invernadero ni destructores de la capa de ozono; mucho menos es los habitantes de Collique, esto representa un salto cualitativo comparándolo con los medios tradicionales que utilizan para movilizarse.
- **Social:** socialmente significará progreso y desarrollo a la población local.
- **Legal y Normativo:** en lo normativo permitirá la implementación de las normas técnicas peruanas que normen la construcción y diseño de teleféricos en el Perú. En cuanto a lo legal es un derecho del ciudadano peruano a tener la mejor calidad de vida. (Constitución Política del Perú, 1993), Capítulo II, Art. 11.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

¿Existe relación entre la calidad de materiales a utilizar en la construcción del teleférico y el diseño estructural del mismo?

1.6.2 Hipótesis específicas

- ¿Existe relación entre los ensayos geotécnicos del suelo con las propiedades de los materiales a utilizar en el teleférico?
- ¿Existe relación entre la calidad de materiales óptimas con el análisis estructural del teleférico?

- ¿Existe relación entre el análisis químico hecho a la muestra extraída en campo con el dimensionamiento estructural del teleférico?

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Determinar la relación existente entre la calidad de materiales a utilizar en la construcción del teleférico y el diseño estructural del mismo.

1.7.2 Objetivos específicos

- Determinar la relación entre los ensayos geotécnicos del suelo con las propiedades a utilizar en el teleférico.
- Determinar la relación entre la calidad de materiales óptimas con el análisis estructural del teleférico.
- Determinar la relación entre los análisis químicos hechos a la muestra extraída en campo con el dimensionamiento estructural del teleférico.

1.8 Ubicación del proyecto

Se ubica en los 500 primeros metros de la Avenida Revolución en Collique.

La distancia de recorrido del teleférico en la zona de influencia directa del proyecto de investigación es de 500 m, teniendo unas cotas de nivel de 183 msnm en el punto de inicio del teleférico hasta los 167 msnm en el final de la línea de conducción del teleférico.

Sus coordenadas son para el punto de inicio del teleférico:

Latitud: 11°54'59.21" S

Longitud: 77°2'14.22" O

Inclinación: 34°

Altura: 183 msnm

Sus coordenadas para el punto de llegada del teleférico son:

Latitud: 11°54'58.40" S

Longitud: 77°2'26.72" O (MTC, 2015)

Inclinación: 32°

Altura: 167 msnm

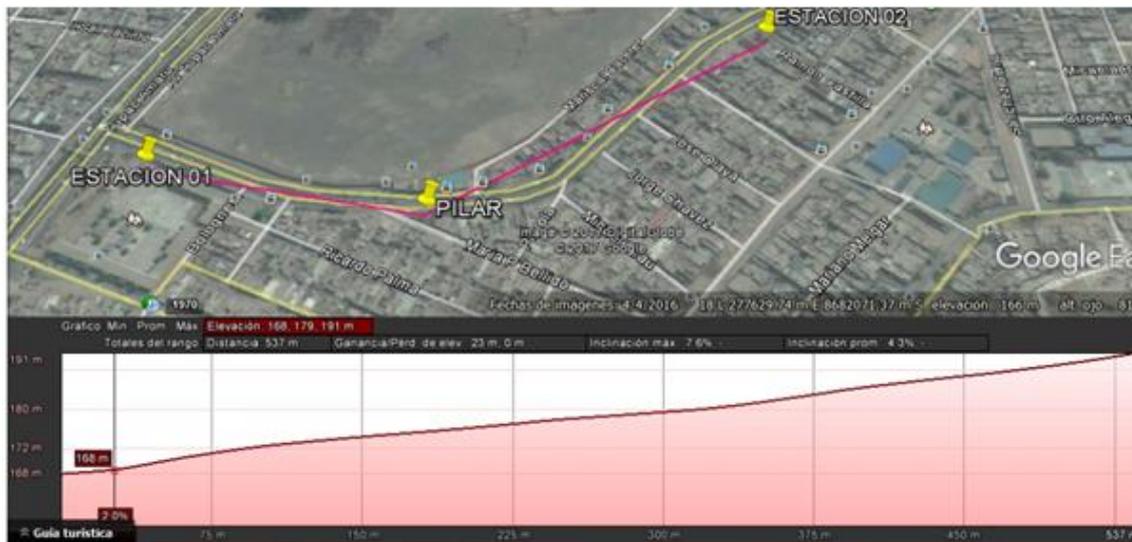
La altura donde se ubicará el pilote de soporte de cables y cabina es de 175msnm, que está ubicado estratégicamente al centro de la distancia entre ambas estaciones.

Ilustración 1.2: Vista planta de la construcción



Fuente: (Google Earth, 2016)

Ilustración 1. 2: Vista de planta y perfil



Fuente: (Google Earth, 2016)

II. METODOLOGÍA

2.1 Diseño de investigación

La investigación es diseñada con observaciones en el lugar de los hechos, materias de investigación, encuestas, trabajos de recolección de muestras, análisis en laboratorio y científicamente bajo las normas de metodología de investigaciones contemporáneas y basadas en libros y artículos académicos de renombradas universidades del Perú y el mundo.

- **Método**

Utilizamos el método mixto que según Grinell (1997): “es un proceso que recolecta y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio para responder a una hipótesis”; cualitativo (recojo de muestras e investigación científica) y cuantitativo (recolección de datos de una muestra por métodos estadísticos y procesamiento de ellas)

- **Tipo**

Este estudio será: “de finalidad aplicada, de carácter correlacional, de naturaleza cuantitativa y cualitativa, de alcance transversal y orientado a la aplicación”. (Valderrama, 2013)

- **Nivel**

Nivel de investigación descriptiva. Refiere (Valderrama, 2013) como: “consiste en conocer todas las características resaltantes de la investigación estadística”.

- **Diseño**

Tiene un diseño descriptivo correlacional que según (García, V., 1990) nos dice que el diseño descriptivo es la descripción de fenómeno o evento ocurrido, el cual se tiene que analizar con métodos estadísticos.

- **Escala**

Se trabaja con la escala ordinal de Likert en la parte cuantitativa y la nominal para la cualitativa.

2.2 Variables y matriz de consistencia

2.2.1 Variables

- Diseño estructural de un teleférico (V1)
- Calidad de los materiales a utilizar (V2)

2.2.2 Matriz de consistencia

Se muestra a continuación la matriz de consistencia de acuerdo a nuestros problemas, objetivos e hipótesis.

Tabla 2.1: Matriz de consistencia

Matriz de consistencia

Planteamiento del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Instrumentos, población y muestra	Método de recolección de datos	Normas y fuentes
<p>Problema principal:</p> <p>¿De qué manera la calidad de materiales a utilizar en la construcción de un teleférico influye en el diseño estructural del mismo?</p>	<p>Objetivo principal:</p> <p>Determinar la relación existente entre la calidad de materiales a utilizar en la construcción de un teleférico con el diseño estructural del mismo.</p>	<p>Hipótesis principal:</p> <p>¿Existe relación entre la calidad de materiales a utilizar en la construcción de un teleférico y el diseño estructural del mismo?</p>	<p>Variable dependiente (V1):</p> <p>Diseño estructural de teleférico.</p>	<p>Análisis granulométrico</p> <p>Contenido de humedad</p> <p>Densidad natural</p> <p>Corte directo</p> <p>Capacidad portante</p> <p>Asentamiento</p> <p>Cimentaciones</p> <p>Pre dimensionamiento</p> <p>Carga sísmica</p> <p>Carga viva</p> <p>Carga muerta</p>	<p>Instrumentos:</p> <p>Encuestas en formato papel.</p> <p>Software de análisis estadístico SPSS.</p> <p>Fichas de observación técnica de suelos, cimentación, concreto armado y teleféricos.</p> <p>Alfa de Cronbach</p> <p>Rho de</p>	<p>Método:</p> <p>Mixto-Probabilístico</p> <p>(Cuantitativo y cualitativo)</p> <p>Nivel de investigación:</p> <p>Descriptivo y experimental</p> <p>Diseño:</p> <p>Descriptivo correlacional</p>	<p>Normas:</p> <p>ISO 2859-1:2008</p> <p>Norma técnica estándar internacional de normalización de aplicación de métodos estadísticos</p> <p>NTP E-050 Norma técnica peruana de Suelos y cimentaciones.</p> <p>NTP E-060</p> <p>Norma técnica peruana de Concreto</p>

					Carga de viento	Spearman		armado
Problemas específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específica:	Variable independiente (V2):	Propiedades del suelo	Propiedades del acero	(Nivel de correlación entre las 2 variables)	El diseño se diagrama de la siguiente manera:	NTP E-090
¿De qué manera influyen los ensayos geotécnicos del suelo en las propiedades de los materiales a utilizar en el teleférico?	Determinar la relación existente entre los ensayos geotécnicos del suelo con las propiedades de los materiales a utilizar en el teleférico.	¿Existe relación entre los ensayos geotécnicos del suelo con las propiedades de los materiales a utilizar en el teleférico?	Calidad de los materiales a utilizar	Propiedades del cemento	Propiedades del agua	Pruebas de laboratorio (cualitativa)		Norma técnica peruana de Estructuras Metálicas y cables
¿De qué manera influye la calidad de materiales óptimos con el análisis estructural del	Determinar la relación existente entre la calidad de materiales óptimas con el análisis estructural del	¿Existe relación entre la calidad de materiales óptimos con el análisis		Tipo de material de cabina	Tipo de suelo	Resultados de pruebas de laboratorio (cualitativa)	Donde: M=Muestra Ox, Oy, Oz= Observaciones en cada variable r = posibles correlaciones	NTP E-030
estructural del		análisis		Tipo de acero	Tipo de acero	Diseño de la estructura (cualitativa)		Norma Técnica Peruana de Diseño Sismo Resistente
						Población:	Pruebas en laboratorio (cualitativa)	Directive 2000/9/EC
						33 hogares en los primeros 500 metros de la	Resultados y discusión de éstos	Technical Standards for Cableways
								CEN (European Committee for Standardization)

<p>teleférico?</p> <p>¿De qué manera influyen los análisis químicos hechos a la muestra extraída en campo con el dimensionamiento estructural del teleférico?</p>	<p>teleférico.</p> <p>Determinar la relación existente entre los análisis químicos hechos a la muestra extraída en campo con el dimensionamiento estructural del teleférico.</p>	<p>estructural del teleférico?</p> <p>¿Existe relación entre los análisis químicos hechos a la muestra extraída en campo con el dimensionamiento estructural del teleférico?</p>		<p>Tipo cemento de</p> <p>Potencial hidrógeno de</p> <p>Contenido cloruros de</p> <p>Contenido sulfatos de</p> <p>Contenido de sales solubles de</p>	<p>Avenida revolución en Collique (cuantitativa)</p> <p>Toda la Av. Revolución 2.3 km (cualitativa)</p> <p>Muestra: 29 hogares (cuantitativa)</p> <p>500 metros de la Av. Revolución (cualitativa)</p>	<p>(cualitativa)</p>	<p>O.I.T.A.F</p> <p>Organización Internacional de Transportes por Cable</p> <p>Austria, 2016.</p>
---	--	--	--	--	---	----------------------	---

Fuente: Del autor, 2017.

- La matriz de operacionalización de variables ver en anexos tabla N° 7

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

Según Fracica (1988), la población del estudio es el conjunto de elementos a los cuales se refiere la investigación y se representa por la letra N. La población está definido por los hogares donde el teleférico será diseñado, en los primeros 500 metros de la Avenida Revolución en Collique Comas, dado que es importante conocer de parte de la población directamente influenciada con el proyecto de acuerdo a nuestros indicadores realizar unas encuestas para tener conocimiento de los requerimientos que puedan ser factibles de realizar y procesarlo para medir las necesidades de éstas y tener un análisis cualitativo. La población es de **33 hogares** en la zona descrita, para el análisis cuantitativo y de toda la extensión de la **Av. Revolución** en Collique que mide **2.3 km** hasta el final de la vía, para la parte cualitativa.

2.3.2 Muestra

Según Rodríguez (2005), la muestra se apoya en el principio que las partes representan el todo y, por lo tanto, reflejan las características de la población de la que fue extraída, por lo que se convierte en representativa.

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * (1 - p)}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * p * (1 - p)}$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra que queremos calcular

N = Tamaño de la población

Z = Desviación del valor medio que aceptamos para lograr el nivel de confianza deseado.

e = Margen de error máximo

p = Proporción que esperamos encontrar

Por lo tanto, le damos valores a cada una de las variables:

$N = 33$ (hogares)

$Z = 1.96$ (95% de confiabilidad)

$e = 0.06$

$p = 0.5$

Al reemplazar los valores el tamaño de la muestra será:

$n = 29$

* La muestra es **500 metros de la Av. Revolución** en Collique, Comas, para mi análisis cualitativo.

2.3.3 Tipo de muestreo

Según Hernández Sampieri (2014), en el muestreo probabilístico, todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos para la muestra y se obtienen definiendo las características de la población y del tamaño de la muestra, y por medio de una selección aleatoria o mecánica de las unidades de muestreo o análisis.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Se utiliza el enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), según Hernández (2006): utilizan cinco fases similares y relacionadas entre sí:

- Llevar a cabo observación y evaluación de fenómenos
- Establecen ideas como consecuencia de la observación y evaluación realizadas
- Prueban y demuestran el grado en que las ideas tienen fundamento
- Revisan tales ideas en base de las pruebas o del análisis

- Proponen nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, modificar y cimentar las ideas.

Escala a tomar en cuenta (Cuantitativa)

Se utilizará para el análisis de la encuesta la escala ordinal de Likert, de cinco alternativas por pregunta en el cuestionario de encuesta, los cuales son:

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- Indiferente
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

Software de procesamiento y análisis de datos

IBM SPSS STATISTICS V 24.0 (Cuantitativa)

AUTOCAD/SAP2000/MS Project (Cualitativa)

2.5 Instrumentos, validez y confiabilidad

• CUANTITATIVA

Instrumento de investigación:

Se realizó un cuestionario de encuesta con 12 preguntas por variable y 5 alternativas de respuesta en la escala de Likert por pregunta realizada, el modelo se encuentra referido en los anexos.

Análisis de confiabilidad y validez estadística:

Se realizó una ficha de validación (ver anexos), que se realizará a un ingeniero civil que in situ ha trabajado en una obra de construcción de teleférico en Kuélap-Perú, por lo cual cuenta con el conocimiento y experiencia de primera mano del caso a validar. Se analiza además

mediante: análisis de confiabilidad de Alpha de Cronbach y Grado de correlación Rho de Spearman.

- **CUALITATIVA**

Instrumento de investigación:

Para el diseño estructural y calidad de materiales a utilizar se realizó los procedimientos escritos en las Normas Técnicas Peruanas y el Reglamento Nacional de Edificaciones, los cuales se definen en las calicatas de los puntos a estudiar, recojo de muestras, análisis en laboratorio de mecánica de suelos y químico, resultados de las pruebas hechas y finalmente su diseño en el software respectivo (AUTOCAD y SAP2000).

Análisis de confiabilidad y validez:

Todas las pruebas realizadas en los laboratorios son certificados por el profesional que realizó los análisis respectivos (Ingeniero) y por la institución donde está ubicado el laboratorio (universidad), con sus membretes respectivos, los cuales muestran una confiabilidad y validez muy alta. (Ver anexos)

2.6 Métodos de análisis de datos

Para el análisis de datos mixtos se utilizaron 2 tipos de datos:

Cuantitativa:

Encuesta realizada a la muestra de hogares, hoja de validación de encuesta, recolección de datos, procesamiento en el software respectivo y arrojo de resultados. Usamos magnitudes numéricas procesadas estadísticamente.

Cualitativa:

Análisis de datos para la determinación de la correlación entre nuestras dos variables principales a desarrollar; haciendo la recolección de muestras en el lugar indicado en el lugar físico donde se proyecta diseñar el teleférico

mediante 3 calicatas cada 200 metros de distancia entre ellos, se llevó las muestras al laboratorio donde se hicieron los respectivos análisis de mecánica de suelos, análisis químico, sismo resistente y su análisis y modelamiento en el software de diseño estructural conocido del mercado.

En los resultados arrojados por los técnicos en laboratorio se puede hallar la parte cualitativa.

Todo esto se realiza mediante las siguientes normas:

- E-020 Cargas
- E-030 Diseño Sismo resistente
- E-050 Suelos y Cimentaciones
- E-060 Concreto Armado
- E-090 Estructuras Metálicas
- Normativa de teleféricos de la Unión Europea
- Normas Técnicas Peruanas (NTP)
- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) (AGUA, 2017)

2.7 Aspectos éticos

Todos los vecinos encuestados fueron informados del procedimiento a seguir en la recolección de datos y las encuestas, el investigador se reserva el derecho a pedir la identificación en las encuestas. En la ficha de validación el ingeniero encuestado se identificará con su nombre completo, número de colegiatura, firma y grado académico.

En el trabajo investigativo por hacer, se cuidará en todo momento de guardar los aspectos éticos de honestidad que demanda una investigación.

III. RESULTADOS

3.1 Análisis de resultados de la parte estadística (cuantitativa)

En esta parte de la investigación se muestra el análisis de los resultados de la encuesta realizada en la zona materia de la presente tesis (Collique), los resultados de la misma fueron almacenados en una base de datos en Excel y fue procesado posteriormente en el software estadístico SPSS, el cual nos muestra primero: el Alfa de Cronbach, según (Sampieri, 2014) “es un coeficiente para determinar la confiabilidad de un análisis de datos cuantitativos el cual está representada por un coeficiente”, esto se analiza de la base de datos de los encuestados (ver anexos), y segundo: el Rho de Spearman, según (Sampieri, 2014) “es un coeficiente que sirve para medir la fiabilidad de una escala de medida, estimar parámetros y probar hipótesis”, el cual se registró en una tabla de escala de confiabilidad (ver anexos).

A continuación se muestra los análisis encontrados para nuestras variables:

3.1.1 Prueba Alfa de Cronbach

Tabla 3.1: Resumen de procesamiento de casos

	N	%
Válido	29	100,0
Excluido ^a	0	,0
Total	29	100,0

Fuente: Del autor, 2017

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Tabla 3.2: estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,985	24

Fuente: Del autor, 2017.

La tabla indica que existe confiabilidad en los instrumentos de recojo de datos

El cual tiene un valor de **0.985** que representa una alta confiabilidad.

CUADROS DESCRIPTIVOS

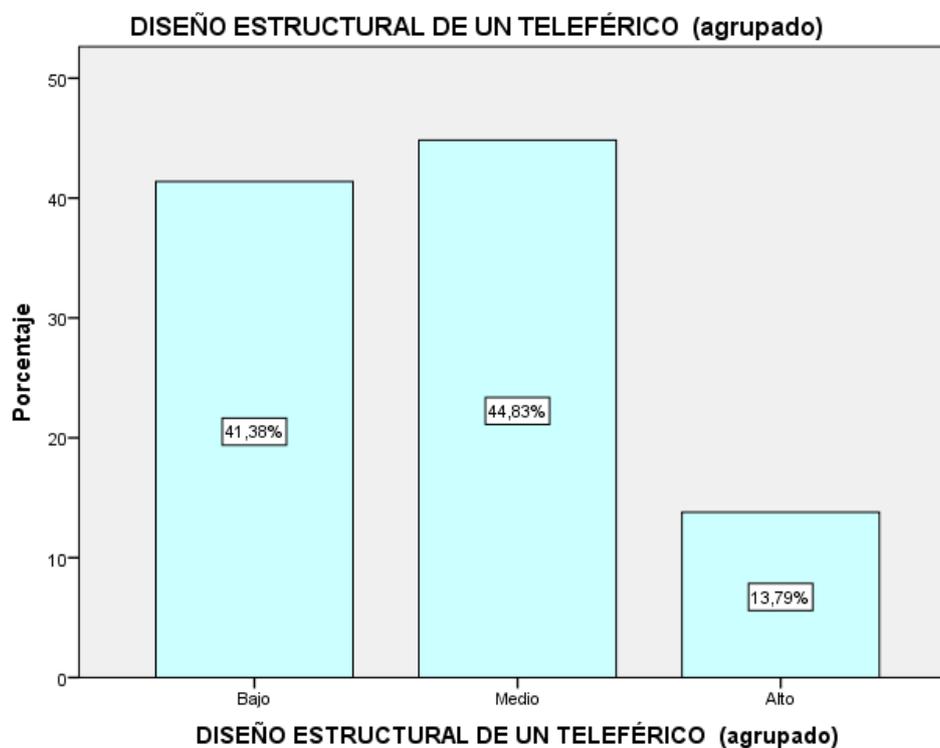
- **Descriptivos de la variable diseño estructural de un teleférico**

Tabla 3.3: Frecuencias del diseño estructural del teleférico

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN TELEFÉRICO (agrupado)					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	12	41,4	41,4	41,4
	Medio	13	44,8	44,8	86,2
	Alto	4	13,8	13,8	100,0
	Total	29	100,0	100,0	

Fuente: Del autor, 2017.

Ilustración 3.1: Histograma de barras de diseño estructural de teleférico



Fuente: Del autor, 2017.

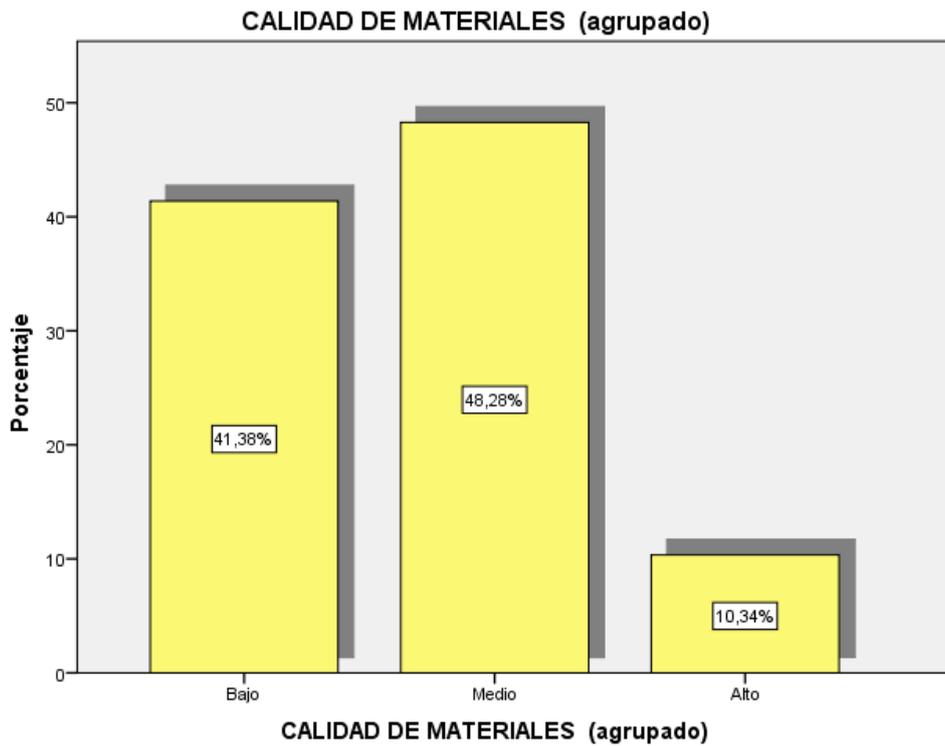
- **Descriptivo de la Variable calidad de materiales a utilizar**

Tabla 3.4: Frecuencias de la calidad de materiales del teleférico

CALIDAD DE MATERIALES (agrupado)					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	12	41,4	41,4	41,4
	Medio	14	48,3	48,3	89,7
	Alto	3	10,3	10,3	100,0
	Total	29	100,0	100,0	

Fuente: Del autor, 2017.

Ilustración 3.2: Histograma de calidad de materiales del teleférico



Fuente: Del autor, 2017.

*** Estadístico Descriptivo de las Variables en estudio**

Tabla 3.5: Estadísticos descriptivo

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media		Desviación estándar	Varianza
	E	E	E	E	E	E	Error estándar	Estadístico	Estadístico
	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN TELEFÉRICO (agrupado)	29	2	1	3	50	1,72	,130	,702
CALIDAD DE MATERIALES (agrupado)	29	2	1	3	49	1,69	,123	,660	,436
N válido (por lista)	29								

Fuente: Del autor, 2017.

3.1.2 Contrastación de Hipótesis (Rho de Spearman)

- Prueba de normalidad**

Tabla 3.6: Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN TELEFÉRICO (agrupado)	,263	29	,000	,786	29	,000
CALIDAD DE MATERIALES (agrupado)	,267	29	,000	,775	29	,000

Fuente: Del autor, 2017.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Este cuadro indica que las variables en estudio no tienen una distribución normal porque la sig = 0.00 el cual es menor a 0.05, por lo tanto para la prueba de hipótesis se aplicara la estadística no paramétrica , en este caso el coeficiente de Rho de Spearman.

- **Planteamiento de la hipótesis estadístico**

Ho: No existe relación significativa entre el diseño estructural y la calidad de materiales a utilizar en un teleférico en 500 metros de la Avenida Revolución en Collique- Comas, Lima, 2017.

H1: existe relación significativa entre el diseño estructural y la calidad de materiales a utilizar en un teleférico en 500metros de la Avenida Revolución en Collique- Comas, Lima, 2017.

Tabla 3.7: Correlaciones de las variables de estudio

			DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN TELEFÉRICO (agrupado)	CALIDAD DE MATERIALES (agrupado)
Rho de Spearman	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN TELEFÉRICO (agrupado)	Coefficiente de correlación Sig. (bilateral) N	1,000 . 29	,980** ,000 29
	CALIDAD DE MATERIALES (agrupado)	Coefficiente de correlación Sig. (bilateral) N	,980** ,000 29	1,000 . 29

Fuente: Del autor, 2017.

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Como se observa en la tabla, podemos afirmar que existe relación entre diseño estructural de un teleférico y calidad de materiales (sig. bilateral = 0.000 < 0.05; Rho = 0.844).

Por tanto se rechaza la hipótesis nula y admitimos la hipótesis alterna en el sentido siguiente: existe relación significativa entre el diseño estructural y la calidad de materiales a utilizar en un teleférico en 500 metros de la Avenida Revolución en Collique- Comas, Lima, 2017.

3.2 Análisis de los resultados de la parte cualitativa experimental

En esta parte cualitativa para lograr obtener los insumos necesarios para el desarrollo y resultados de la investigación, se harán mediante las siguientes técnicas:

3.2.1 Recolección de datos cualitativos

- **Observación:** se hace un reconocimiento previo del lugar a intervenir, una vez determinados los 3 puntos adecuados para las calicatas se hacen los trabajos correspondientes, luego se extraen las muestras y finalmente se cierran las excavaciones dejando tal como estaban en un comienzo los lugares elegidos para la extracción de muestras.

Se realizaron 3 calicatas para explorar las características del subsuelo en la modalidad de “cielo abierto”, en forma mecánica, las cuales se ubicaron convenientemente y con las profundidades suficientes de acuerdo a la normativa respectiva. Este sistema de observación nos permite analizar directamente los diferentes estratos encontrados, así como sus principales características físicas y mecánicas tales como: granulometría, color, humedad, plasticidad, compacidad, etc.

- **Análisis:** se proceden a analizar las muestras obtenidas en el laboratorio de mecánica de suelos, se hacen los ensayos que corresponden para la parte estructural (geotecnia), esto nos dará finalmente como resultado la capacidad portante del suelo a construir y los análisis químicos para determinar la calidad de material a utilizar en la construcción del teleférico.

A continuación se muestran los ensayos de laboratorio estipulados en el E-050, donde se detalla además su norma aplicable:

Ilustración 3.3: Ensayos de laboratorio de norma E-050

ENSAYO	NORMA APLICABLE
Contenido de Humedad	NTP 339.127 (ASTM D2216)
Análisis Granulométrico	NTP 339.128 (ASTM D422)
Límite Líquido y Límite Plástico	NTP 339.129 (ASTM D4318)
Peso Específico Relativo de Sólidos	NTP 339.131 (ASTM D854)
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D2487)
Densidad Relativa *	NTP 339.137 (ASTM D4253) NTP 339.138 (ASTM D4254)
Peso volumétrico de suelo cohesivo	NTP 339.139 (BS 1377)
Límite de Contracción	NTP 339.140 (ASTM D427)
Ensayo de Compactación Proctor Modificado	NTP 339.141 (ASTM D1557)
Descripción Visual-Manual	NTP 339.150 (ASTM D2488)
Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.152 (BS 1377)
Consolidación Unidimensional	NTP 339.154 (ASTM D2435)
Colapsibilidad Potencial	NTP 339.163 (ASTM D5333)
Compresión Triaxial no Consolidado no Drenado	NTP 339.164 (ASTM D2850)
Compresión Triaxial Consolidado no Drenado	NTP 339.166 (ASTM D4767)
Compresión no Confinada	NTP 339.167 (ASTM D2166)
Expansión o Asentamiento Potencial Unidimensional de Suelos Cohesivos	NTP 339.170 (ASTM D4546)
Corte Directo	NTP 339.171 (ASTM D3080)
Contenido de Cloruros Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.177 (AASHTO T291)
Contenido de Sulfatos Solubles en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.178 (AASHTO T290)

Fuente: Norma E-050 Suelos y Cimentaciones, 2006

De estos ensayos los que se realizaron para la presente tesis o trabajo de investigación fueron: análisis granulométrico por tamizado, Contenido de humedad, Densidad natural, Límite de consistencia, clasificación de suelos, ensayo de corte directo y análisis químico de la muestra de suelo extraído (llamado contenido de sulfatos, cloruros y sales solubles).

- **Resultados:** se hace un procesamiento de datos para diseñar la cimentación del pilar de soporte de cables y cabina de pasajeros, así como también para diseñar el pilar propiamente y también las estaciones de embarque y desembarque por medio de software especializados.

3.2.2 Técnicas de validez y confiabilidad (cualitativo)

Las técnicas de validez cualitativa serán las pruebas de laboratorio de mecánica de suelos y análisis químicos que se hicieron en reconocidas universidades del país, además de las Normas Técnicas Peruanas (NTP) y del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), para su respectiva verificación.

3.2.3 Materias primas utilizadas para los análisis de datos

Para la elaboración de estudios de las muestras obtenidas en campo y para hallar nuestras muestras de laboratorio para determinar el diseño estructural y la calidad e materiales a utilizar en la construcción de un teleférico se hicieron principalmente con los siguientes materiales:

- **Material de suelo:** constituyen los diferentes estratos en el terreno investigado el cual se puede deducir su origen, nombre y símbolo del grupo de suelo determinado.

Se define como suelo a la parte superficial de la corteza terrestre y que proviene de la desintegración o alteración física y química de las rocas.

Podemos observar en el NTP E-030 una clasificación de suelos los cuales serán determinantes para poder hallar el tipo de suelo y la clase de cimentación que se hará en la edificación, además de la tabla de distorsión angular para determinar los límites del suelo.

Ilustración 3.4: Distorsión angular

DISTORSION ANGULAR = α	
$\alpha = d/L$	DESCRIPCIÓN
1/150	Límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales.
1/250	Límite en que la pérdida de verticalidad de edificios altos y rígidos puede ser visible.
1/300	Límite en que se debe esperar dificultades con puentes grúas.
1/300	Límite en que se debe esperar las primeras grietas en paredes.
1/500	Límite seguro para edificios en los que no se permiten grietas.
1/500	Límite para cimentaciones rígidas circulares o para anillos de cimentación de estructuras rígidas, altas y esbeltas.
1/650	Límite para edificios rígidos de concreto cimentados sobre un solado con espesor aproximado de 1.20 m.
1/750	Límite donde se esperan dificultades en maquinaria sensible a asentamientos.

Fuente: Norma E-050 Suelos y Cimentaciones, 2006

Ilustración 3.5: Simbología de suelos

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS		Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS.

Fuente: Norma E-050 Suelos y Cimentaciones, 2006

- **Agua:** es el material con que se realizará algunas pruebas de laboratorio de mecánica de suelos y las pruebas de análisis químico de suelos para determinar el tipo de material a utilizar en la construcción del teleférico, material muy importante si cumple con las características químicas estipuladas en la NTP 214.003 (agua apta para pruebas de laboratorio de suelos). Se utilizará agua de cañería el cual tiene las siguientes propiedades:

Ilustración 3.6: Propiedades del agua

Parámetro	Unidad	Resultados	LMR	LMP
Ph		7.9	6.5 – 8.5	NE
Conductividad	uS/cm	204	NE	1500 *
Turbiedad	NTU	1.27	5	15
Dureza	Mg CaCo3/L	20.1	200	500
Fósforo	mg P/L	1.1	NE	0.2*
Hierro	Mg Fe+2/L	0.01	NE	0.3
Sulfatos	mg SO4/L	1.48	250	400
Cloruros	mg Cl/L	2.5	250	600
Amonio	mg NH4/L	0.08	NE	0.5*
*Límite máximo permisible (LMP)/1.8 en la NTP es ausencia				
Conclusión: Cumple con NTP 214.003				

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. (ASTM) (BRAJA, 2008)

- **Software:** se utilizó programas de computadora en lenguaje CAD y otros especializados en análisis estructurales tales como el SAP2000 y el CSI Bridge.
- **Químicos:** la agresión que ocasiona el suelo bajo el cual se cimienta la estructura, está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principalmente).

Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto: de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrada por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.).

Los principales elementos químicos a evaluar son los sulfatos y cloruros por su acción química sobre el concreto y acero del cimiento, respectivamente, y las sales solubles totales por su acción mecánica sobre el cimiento, al ocasionarle asentamientos bruscos por lixiviación (lavado de sales en contacto con el agua).

En resumen se puede observar que el sí estrato de suelo que forma parte de la muestra, donde se estaría plantada la cimentación, contiene bajas concentraciones de cloruros bajas concentraciones de sales solubles totales y bajas concentraciones de sulfatos, la calidad de cemento que deberá emplearse es el CEMENTO TIPO I y al acero es el común corrugado.

3.2.4 Métodos de análisis de datos (cualitativos)

Para el presente trabajo de investigación se tuvieron en cuenta la siguiente estructura en el circuito de teleférico:

- Estación de embarque
- Pilar de apoyo de cables y cabina
- Estación de desembarque

En estos tres puntos es donde se realizaron la toma de muestras a través de excavaciones llamadas calicatas (C-1, C-2, C-3), para estudiar su comportamiento estructural y químico para con esto poder hacer el análisis y diseño en los laboratorios, teniendo con esto un adecuado y óptimo diseño estructural y poder también tener la mejor calidad de materiales.

En cuanto a las características de los agregados, se realizaron diversos ensayos para determinar las características físicas y químicas de éstas. Estos ensayos se realizaron en los respectivos laboratorios de geotecnia con sus respectivos equipos.

Previo a esto, se realizó la inspección al lugar donde se tenía planeado extraer las muestras, se realizaron las 3 calicatas de entre 3 y 2.75 metros de profundidad y de ancho de 1.2 x 1.2 metros de ancho y largo, tal como son las normas mínimas de seguridad para los trabajadores de excavación.

Se extrajeron 3 muestras de aproximadamente 3kg cada uno del fondo de cada calicata (ver proceso de extracción en fotos en los anexos), con el método de cono con gravas para su mejor calidad y cantidad de muestra a tomar.

Las calicatas son definidas como excavaciones que permiten la observación directa del terreno, así como la toma de muestras y la realización de ensayos in situ que no requieran confinamiento. Las calicatas son normadas según la NTP 339.162 o la ASTM D-420.

A continuación se detallan las pruebas hechas en laboratorio con estas muestras y sus resultados obtenidos de las mismas:

Se pueden separar estos ensayos en 3 tipos:

- **Calidad de agregados:** contenido de humedad, análisis granulométrico por tamizado, densidad natural y límites de consistencia
- **Mecánica de suelos:** clasificación de suelos, ensayo de corte directo
- **Análisis químicos:** contenido de sales solubles, contenido de sulfatos, contenido de cloruros y nivel de potencial de hidrógeno (PH)

3.2.4.1 Contenido de humedad

Este análisis está normado por la NTP 339.127 y ASTM D-2216; este ensayo es expresado en porcentaje, el cual se obtiene hallando el peso del recipiente donde se pondrá el material extraído, el peso húmedo y el peso agregado al horno a 110°C. Este se deposita por 24 horas aproximadamente donde la muestra se encontrará seca.

Se utilizan éstas herramientas:

- La muestra
- 1 recipiente o bolo mediano
- 1 balanza electrónica

El resultado del contenido de humedad se halla con la siguiente fórmula:

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Donde:

W_w = Muestra húmeda

W_s = Muestra seca

W = Contenido de humedad (%)

El resultado de los experimentos de laboratorio nos arrojaron que para la calicata 1 (C-1) el %H.N= 0.87, de la calicata 2 (C-2) el %H.N= 4.82 y la calicata 3 (C-3) el %H.N= 0.87 (ver detalles en los anexos); lo cual se concluye que el suelo muestra una baja cantidad de humedad, lo que infiere en un normal tipo de suelo bueno para construir (éstos resultados se detallan en los anexos, en las constancias de laboratorio).

3.2.4.2 Análisis granulométrico por tamizado

Este análisis está normado según las NTP 400.011, NTP 400.012, NTP 400.037 y el ASTM C 136; en el cual para hallar las partículas en las muestras extraídas se realizó el tamizado granulométrico, el

mismo que separará la muestra en fracciones, las cuales quedan retenidas en las mallas de acuerdo a el tamaño de las mallas de los tamices. Mediante este proceso hallaremos el módulo de fineza, el tamaño máximo nominal y el tamaño máximo; estas normas delimitan el número de muestras y el requisito que deben de cumplir los materiales.

Para este ensayo se utilizan lo siguiente:

- Tamices (2", 1 ½", 1", ¾", ½", ⅜", #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200)
- Balanza electrónica
- Bolo para la muestra que pase el tamiz #200

El resultado del módulo de fineza se halla con la siguiente fórmula:

$$MF = \frac{\% \text{ retenido acumulados } (\#4 + \#8 + \#16 + \#30 + \#50 + \#100)}{100}$$

Donde:

MF= Módulo de Fineza y;

$$2.3 \leq MF \leq 3.1$$

Además el contenido de limo y de arcillas de las muestras en porcentaje, se basa en la siguiente fórmula:

$$C_{\text{arcillas y limos}} = \frac{W_{200}}{W_0} \times 100$$

$C_{\text{arcillas y limos}}$ = Material que pasa por el tamiz #200 (%)

W_0 = Peso inicial de la muestra

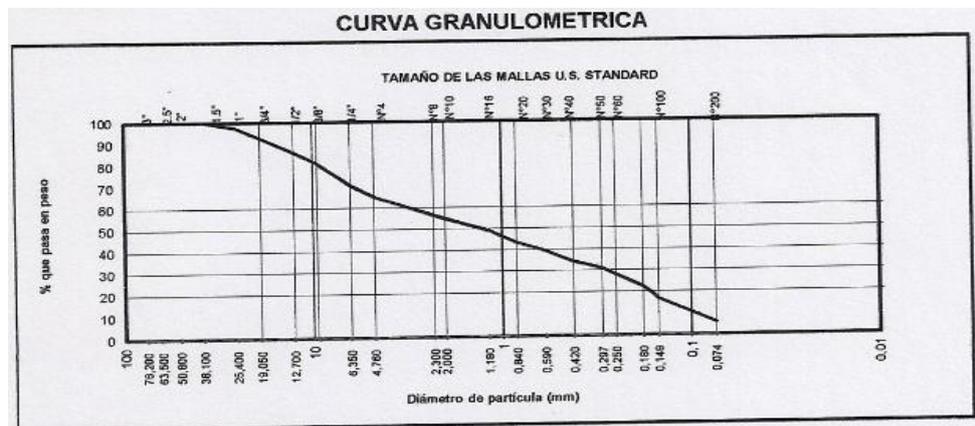
W_{200} = Peso que pasa la malla #200

Ilustración 3.7: Análisis granulométrico calicata 1

Calicata: C- 1		Muestra: M - 1	Prof. : 3,00		
Diámetros (mm)	TAMICES ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
76,2	3"				100,0
63,5	2 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
50,8	2"	0,0	0,0	0,0	100,0
38,1	1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
25,4	1"	292,5	2,6	2,6	97,4
19	3/4"	499,0	4,4	7,0	93,0
12,7	1/2"	779,0	6,9	14,0	86,0
9,525	3/8"	567,5	5,0	19,0	81,0
6,35	1/4"	1149,5	10,2	29,2	70,8
4,76	Nº 4	626,5	5,6	34,8	65,2
2,3	Nº 8				
2	Nº 10	1169,3	10,4	45,2	54,8
1,18	Nº 16				
0,84	Nº 20	1268,8	11,3	56,5	43,5
0,59	Nº 30	456,8	4,1	60,6	39,4
0,42	Nº 40	588,7	5,2	65,8	34,2
0,297	Nº 50				
0,25	Nº 60	710,5	6,3	72,1	27,9
0,18	Nº 80				
0,149	Nº 100	1268,8	11,3	83,4	16,6
0,074	Nº 200	1218,1	10,8	94,3	5,7
	< Nº 200	645,6	5,7	100,0	0,0
	Peso Inicial	11240,6	100,0		

Fuente: Del autor, 2017

Ilustración 3.8: Curva granulométrica calicata 1



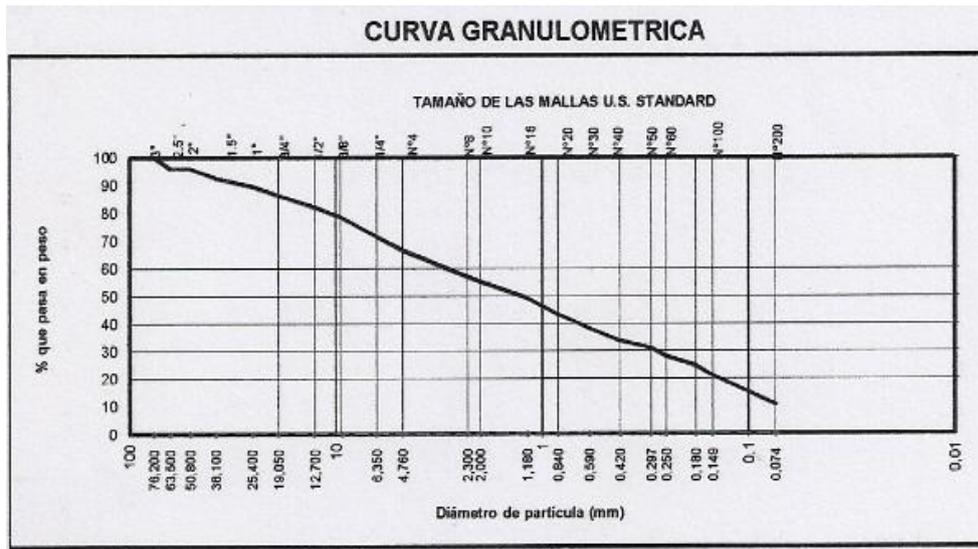
Fuente: Del autor, 2017

Ilustración 3.9: Análisis granulométrico de calicata 2

Calicata: C- 2		Muestra: M - 2	Prof. : 3,00		
Diámetros (mm)	TAMICES ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
76,2	3"				100,0
63,5	2 1/2"	770,5	4,1	4,1	95,9
50,8	2"	0,0	0,0	4,1	95,9
38,1	1 1/2"	619,0	3,3	7,4	92,6
25,4	1"	561,5	3,0	10,4	89,6
19	3/4"	623,0	3,3	13,7	86,3
12,7	1/2"	770,5	4,1	17,8	82,2
9,525	3/8"	682,0	3,6	21,4	78,6
6,35	1/4"	1357,0	7,2	28,6	71,4
4,76	Nº 4	908,0	4,8	33,4	66,6
2,3	Nº 8				
2	Nº 10	2125,7	11,3	44,7	55,3
1,18	Nº 16				
0,84	Nº 20	2241,5	11,9	56,6	43,4
0,59	Nº 30	987,6	5,2	61,8	38,2
0,42	Nº 40	828,8	4,4	66,2	33,8
0,297	Nº 50				
0,25	Nº 60	1070,3	5,7	71,9	28,1
0,18	Nº 80				
0,149	Nº 100	1336,6	7,1	79,0	21,0
0,074	Nº 200	1970,2	10,5	89,5	10,5
	< Nº 200	1978,4	10,5	100,0	0,0
	Peso Inicial	18830,6	100,0		

Fuente: Del autor, 2017

Ilustración 3.10: Curva granulométrica de calicata 2



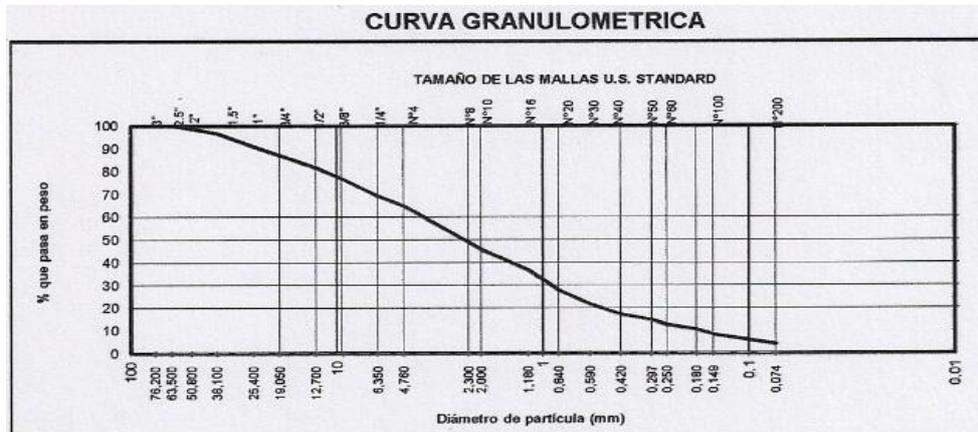
Fuente: Del autor, 2017

Ilustración 3.11: Análisis granulométrico de calicata 3

Calicata: C- 3		Muestra: M - 3	Prof. : 2,75		
Diámetros (mm)	TAMICES ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
76,2	3"	0,0	0,0	0,0	100,0
63,5	2 1/2"	339,5	1,4	1,4	98,6
50,8	2"	470,5	1,9	3,3	96,7
38,1	1 1/2"	1400,5	5,7	8,9	91,1
25,4	1"	967,5	3,9	12,8	87,2
19	3/4"	1363,5	5,5	18,3	81,7
12,7	1/2"	1154,5	4,7	23,0	77,0
9,525	3/8"	1888,0	7,6	30,6	69,4
6,35	1/4"	1089,0	4,4	35,0	65,0
4,76	Nº 4				
2,3	Nº 8				
2	Nº 10	4750,6	19,2	54,2	45,8
1,18	Nº 16				
0,84	Nº 20	4450,4	18,0	72,2	27,8
0,59	Nº 30	1537,8	6,2	78,4	21,6
0,42	Nº 40	1092,9	4,4	82,8	17,2
0,297	Nº 50				
0,25	Nº 60	1173,5	4,7	87,6	12,4
0,18	Nº 80				
0,149	Nº 100	1038,0	4,2	91,7	8,3
0,074	Nº 200	1030,7	4,2	95,9	4,1
	< Nº 200	1012,4	4,1	100,0	0,0
	Peso Inicial	24759,3	100,0		

Fuente: Del autor, 2017

Ilustración 3.12: Curva granulométrica de calicata 3



Fuente: Del autor, 2017

El análisis granulométrico por tamizado arroja resultados positivos en cuanto a la calidad de los suelos a trabajar, lo cual se verán reflejados en los análisis de clasificación de suelos y en el análisis de corte directo.

3.2.4.3 Densidad Natural

Este ensayo esta normado por el ASTM D-1556, el cual establece el método de ensayo estándar para determinar la densidad y peso unitario del suelo in situ mediante el método de cono de arena.

Se cava a mano un orificio de prueba en el suelo donde se va a ensayar y todo el material extraído es recuperado en un contenedor, se llena el orificio con arena de densidad conocida en caída libre y se determina el volumen. La densidad húmeda del suelo se determina in situ dividiendo la masa de humedad del material removido entre el volumen del orificio. Se determina el contenido de humedad del material del orificio y se calcula la masa seca del material y la densidad seca del lugar, utilizando la masa húmeda del suelo, el contenido de humedad y el volumen del orificio.

Se utilizan los siguientes aparatos:

- 1 frasco desarmable
- 1 válvula cilíndrica de ½" de diámetro
- 1 placa metálica cuadrada o rectangular
- Arena de coeficiente de uniformidad Cu menor de 2 y el tamaño máximo de partículas menor que 2mm y menos del 3% en peso que pase la malla #60
- 1 balanza electrónica
- 1 horno u equipo de secado de temperatura 110°C +- 5°C
- Equipos diversos de laboratorio

Ilustración 3.13: Volúmenes mínimos de hoyo de ensayo basado en el tamaño máximo de partícula

Tamaño Máximo de la partícula		Volumen Mínimo del Orificio de Ensayo	
Pulgada	mm	cm ³	pies ³
½	12.5	1420	0.05
1	25.0	2120	0.075
2	50.0	2830	0.1

Fuente: Norma ASTM D-1556

El cálculo del volumen del orificio de prueba es de la siguiente manera:

$$V = (M_1 - M_2) / \rho_1$$

Donde:

- V = volumen del orificio de prueba, cm³.
M₁ = masa de la arena utilizada para llenar el orificio de prueba, embudo y plato de base, g (de 7.1.7).
M₂ = masa de la arena utilizada para llenar el embudo y el plato de base, g.
ρ₁ = densidad del volumen de la arena, g/cm³.

El cálculo de la masa seca del material extraído del orificio de prueba es tal como sigue:

$$M_4 = 100 M_3 / (w + 100)$$

Donde:

- W = contenido de humedad del material extraído del orificio de prueba, %
M₃ = masa húmeda del material del hueco de ensayo, g
M₄ = masa seca del material del hueco de ensayo, g.

Finalmente el cálculo de la densidad natural del material ensayado es de la siguiente manera:

$$\rho_m = M_3 / V$$

$$\rho_d = M_4 / V$$

donde:

- V = volumen del orificio de prueba, cm³
M₃ = masa húmeda del material del orificio de prueba, g
M₄ = masa seca del material del orificio de prueba, g
ρ_m = densidad húmeda del material probado, o su peso unitario húmedo γ_m, en g/cm³
ρ_d = densidad seca del material probado, o su peso unitario seco γ_d, en g/cm³.

El resultado de laboratorio nos arrojó los siguientes resultados:

Ilustración 3.14: Resultados de densidad natural de laboratorio

MUESTRA N°	0 1	0 2	0 3	0 4	0 5	0 6
Contenido de humedad (%)	4,82	*	*	*	*	*
peso del frasco con arena calibrada (gr)	31480,0	*	*	*	*	*
peso del frasco con arena que queda (gr)	16010,0	*	*	*	*	*
peso de la arena en el cono (gr)	7461,0	*	*	*	*	*
volumen del material extraído (cm ³)	5782,7	*	*	*	*	*
peso humedo de la muestra extraída (gr)	11024,0	*	*	*	*	*
peso de la muestra seca (gr)	10517,1	*	*	*	*	*
volumen material extraído (cm ³)	5782,7	*	*	*	*	*
Densidad Natural (gr/cm³)	1,819	*	*	*	*	*

Fuente: Del autor, 2017

Nos da como resultado una densidad natural de 1,819 gr/cm³; es un suelo normal, bueno para la cimentación.

3.2.4.4 Límite de consistencia

Este ensayo es normado por el ASTM D-4318, que es para determinar el límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad de los suelos.

La muestra se procesa para eliminar cualquier material retenido en el tamiz #40. El límite líquido se determina mediante la realización de ensayos en los que se lleva una parte de la muestra a una copa de bronce (Copa de Casagrande), dividido en dos por una herramienta de ranurado y luego se deja fluir juntos hasta chocar causada por los golpes repetidos ocasionadas en la copa en un dispositivo mecánico estándar.

El límite plástico se determina presionando alternativamente juntos la muestra y se desliza en un cilindro de 1/8" de diámetro una pequeña porción de suelo plástico hasta que su contenido de agua se reduce a un punto en el que la masa se desmorona y ya no puede ser presionado y laminado de nuevo (se deshace).

El índice de plasticidad se calcula como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

Para el ensayo de límite líquido se utiliza los siguientes aparatos:

- Dispositivo de limite liquido (copa de latón)
- Herramienta de ranurado plano

- Calibre
- Recipiente contenedor de agua
- 1 balanza electrónica
- Mezcla y almacenamiento de contenedores

Para el ensayo de límite plástico se utilizan los siguientes aparatos:

- Placa de vidrio para suelo
- Límite de Rolling dispositivo de plástico
- Tamiz #40
- Botella de agua
- Horno de secado 110°C +- 5°C
- Cazuela de lavado (bandeja)

Se determina el límite líquido para cada muestra con la siguiente fórmula:

$$LL^n = W^n \cdot \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

$$LL^n = k \cdot W^n$$

LLⁿ = Limite liquido dado en porcentaje
Wⁿ = Contenido de agua dado en porcentaje
N = Numero de golpes para cerrar la ranura
k = Factor de limite liquido dado en la tabla 1

N	k
(Número de golpes)	(Factor de Límite Líquido)
20	0.973
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

TABLA Factores para la obtención de Límite Líquido de contenido de agua y número de gotas que causa el cierre de Groove

Fuente: Norma ASTM D-4318, 2011

El límite plástico se calcula manualmente.

El índice de plasticidad se calcula de la siguiente manera:

$$PI = LL - PL$$

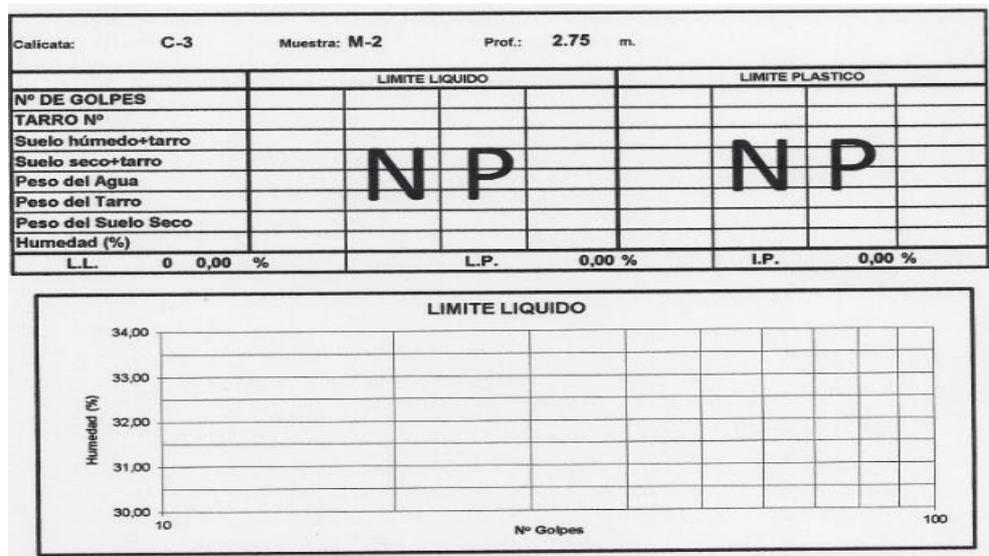
Dónde:

LL = Limite limite (número entero)
PL = límite plástico (número entero)

Los resultados arrojados por el laboratorio nos indican que no existen en los denominados Límites de Attemberg, tanto Límite Líquido como Límite Plástico y el Índice de Plasticidad: no se presentan (N.P.) por deficiencia de material fino.

Ilustración 3.15: Resultados del límite de consistencia

LIMITES ATTEMBERG:	
L.L.=	N.P.
L.P.=	N.P.
I.P.=	N.P.



Fuente: Del autor, 2017

Lo cual podemos deducir que es un suelo bueno para la cimentación de una estructura, ya que al no existir límites de consistencia es un suelo cohesivo que resiste a las fuerzas de corte.

3.2.4.5 Clasificación de suelos

Este ensayo de mecánica de suelos está normado por el ASTM D-2487, el cual determina y cuantifica las propiedades del suelo, efectuados por ensayos, tienen como objetivo el establecimiento de una división sistemática de los diferentes tipos de suelos existentes atendiendo a la similitud de sus caracteres físicos y sus propiedades geomecánicas.

Una adecuada y rigurosa clasificación permitirá tener una idea acerca del comportamiento que cabe esperar de un suelo como cimiento, a partir de propiedades de sencilla determinación, normalmente suele ser suficiente conocer la granulometría y la plasticidad de un suelo para predecir su comportamiento mecánico.

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), hecha por Casagrande en 1942 fue adoptado por la ASTM como parte de sus métodos normalizados, a continuación se muestra el SUCS:

Ilustración 3.16: Simbología de SUCS

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrementemente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Límite líquido bajo (<50)	H

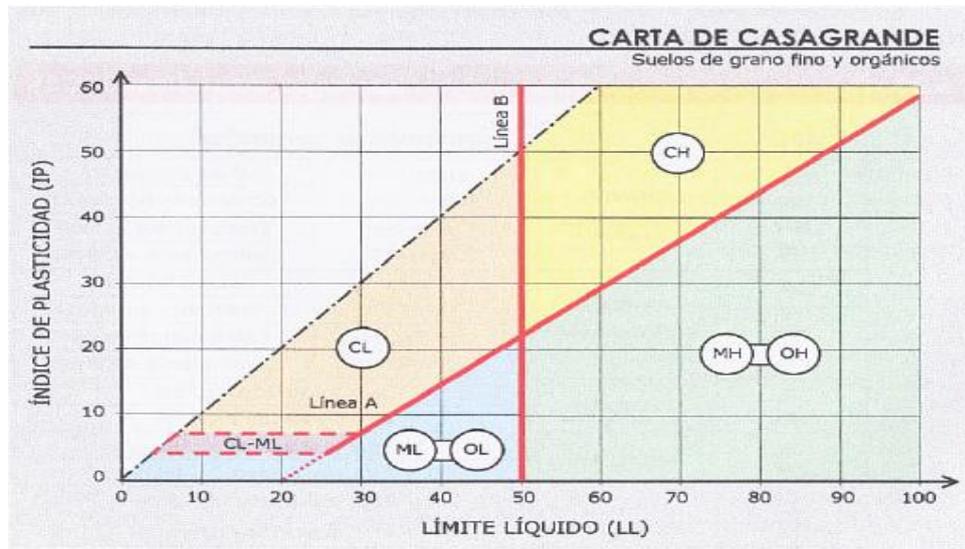
Fuente: Norma ASTM D-2487,2015

Ilustración 3.17: Tipología de suelos SUCS

SÍMBOLO	Características generales		
GW GP GM GC	GRAVAS (>50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos<5%)	Bien graduadas
		Con finos (Finos>12%)	Pobrementemente graduadas
			Componente limoso
			Componente arcilloso
SW SP SM SC	ARENAS (<50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos<5%)	Bien graduadas
		Con finos (Finos>12%)	Pobrementemente graduadas
			Componente limoso
			Componente arcilloso
ML MH	LIMOS	Baja plasticidad (LL<50)	
Alta plasticidad (LL>50)			
CL CH	ARCILLAS	Baja plasticidad (LL<50)	
Alta plasticidad (LL>50)			
OL OH	SUELOS ORGÁNICOS	Baja plasticidad (LL<50)	
Alta plasticidad (LL>50)			
Pt	TURBA	Suelos altamente orgánicos	

Fuente: Norma ASTM D-2487,2015

Ilustración 3.18: Carta de Casagrande



Fuente: Norma ASTM D-2487,2015

Ilustración 3.19: Características según SUCS

DIVISIONES PRINCIPALES		SÍMBOLO	COMPORTAMIENTO MECÁNICO	CAPACIDAD DE DRENAJE	Densidad óptima P.M.	CBR In situ
SUELOS DE GRANO GRUESO	Gravas	GW	Excelente	Excelente	2.00 - 2.24	60 - 80
		GP	Bueno a excelente	Excelente	1.76 - 2.08	25 - 60
		GM _u ^d	Bueno a excelente	Aceptable a mala	2.08 - 2.32	40 - 80
		GC	Bueno	Mala a impermeable	1.92 - 2.24	20 - 40
	Arenas	SW	Bueno	Excelente	1.76 - 2.08	20 - 40
		SP	Aceptable a bueno	Excelente	1.60 - 1.92	10 - 25
		SM _u ^d	Aceptable a bueno	Aceptable a mala	1.92 - 2.16	20 - 40
		SC	Aceptable	Mala a impermeable	1.68 - 2.08	10 - 20
SUELOS DE GRANO FINO	Limos y arcillas (LL < 50)	ML	Malo a aceptable	Aceptable a mala	1.60 - 2.00	5 - 15
		CL	Malo a aceptable	Casi impermeable	1.60 - 2.00	5 - 15
		OL	Malo	Mala	1.44 - 1.70	4 - 8
	Limos y arcillas (LL > 50)	MH	Malo	Aceptable a mala	1.28 - 1.60	4 - 8
		CH	Malo a aceptable	Casi impermeable	1.44 - 1.76	3 - 5
		OH	Malo a muy malo	Casi impermeable	1.28 - 1.68	3 - 5
SUELOS ORGÁNICOS		Pt	Inaceptable	Aceptable a mala	-	-

Fuente: Norma ASTM D-2487,2015

Ilustración 3.20: Resultado de clasificación de suelo de calicata 1

Descripción de la Muestra	
CLASIFICACION DE SUELOS:	
AASHTO =	A-1-b (1)
SUCS =	SP-SM
COEFICIENTES:	
C _c =	0,32
C _u =	20,79

Fuente: Del autor, 2017

Es tipo de suelo de arena mal graduada con limo.

Ilustración 3.21: Resultado de clasificación de suelo de calicata 2

CLASIFICACION DE SUELOS:		
AASHTO =	A-1-b	(0)
SUCS =	SP-SM	
COEFICIENTES:		
Cc =	0,47	
Cu =	30,17	

Fuente: Del autor, 2017

Tipo de suelo de arena mal graduada con limo.

Ilustración 3.22: Resultado de clasificación de suelo de calicata 3

CLASIFICACION DE SUELOS:		
AASHTO =	A-1-a	(1)
SUCS =	SW	
COEFICIENTES:		
Cc =	2,09	
Cu =	11,63	

Fuente: Del autor, 2017

Tipo de suelo de arena bien graduada.

3.2.4.6 Corte Directo

Este ensayo también llamado Consolidado Drenado, esta normado por ASTM D-3080, el cual consta de realizar el ensayo para determinar la resistencia al corte de una muestra de suelo consolidada y drenada.

Este ensayo consiste en:

- Colocación de la muestra en el dispositivo de corte
- Aplicación de una carga normal
- Disposición de los medios de drenaje y humedecimiento de la muestra
- Consolidación de la muestra
- Liberación de los marcos que contienen la muestra
- Aplicación de la fuerza de corte para hacer fallar la muestra

Este ensayo requiere de las siguientes herramientas de trabajo:

- Dispositivo de carga
- Piedras porosas
- Dispositivo para la aplicación de la fuerza normal

- Dispositivo para la aplicación de fuerza de corte
- 1 balanza electrónica
- 1 deformímetro o dial
- Horno de secado, 110°C +/- 5°C
- Recipientes para muestras de humedad
- Equipo para el remoldeo o compactación de probetas
- Diversas herramientas de laboratorio

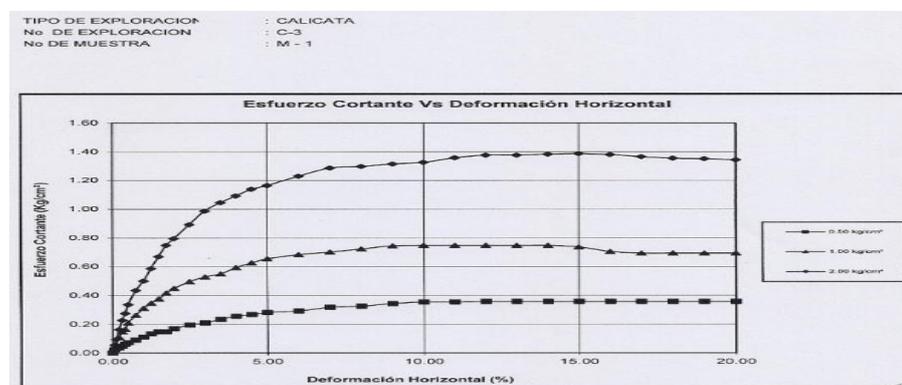
El resultado del laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Ricardo Palma (URP), fue el siguiente:

Ilustración 3.23: Parámetros de resistencia y parámetros de resistencia residual

TIPO DE EXPLORACION	:	CALICATA		
No DE EXPLORACION	:	C-3		
No DE MUESTRA	:	M - 1		
PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREATICO (m)	:	N. P.		
PROFUNDIDAD DEL ESTRATO (m)	:	2.75		
VELOCIDAD DE ENSAYO (mm/min)	:	0.90		
ALTURA DE LA MUESTRA (cm)	:	2.00		
LADO DE LA MUESTRA (cm)	:	6.00		
ESTADO DE LA MUESTRA	:	REMOLDEADA		
CONDICION DE ENSAYO	:	HUMEDECIDA		
ESFUERZO NORMAL (kg/cm²)		0.50	1.00	2.00
CONDICIONES INICIALES				
Contenido de Humedad (ω)	(%)	4.34	4.29	4.23
Peso Específico (γ)	(gr/cc)	1.50	1.50	1.50
Peso Específico Seco (γ _d)	(gr/cc)	1.44	1.44	1.44
Grado de Saturación (G _w)	(%)	12.82	12.68	12.53
ASENTAMIENTO DESPUES DE LA S/C (%)		-8.225	-8.865	-12.685
CONDICIONES FINALES				
Contenido de Humedad (ω)	(%)	27.56	28.06	24.77
PARAMETROS DE RESISTENCIA				
ESFUERZO CORTANTE (kg/cm ²)		0.36	0.75	1.39
COHESION (c) (kg/cm ²)				0.03
ANGULO DE FRICCION (Φ) (°)				34.61
PARAMETROS DE RESISTENCIA RESIDUAL				
ESFUERZO CORTANTE (kg/cm ²)		0.36	0.69	1.34
COHESION (c) (kg/cm ²)				0.03
ANGULO DE FRICCION (Φ) (°)				33.95

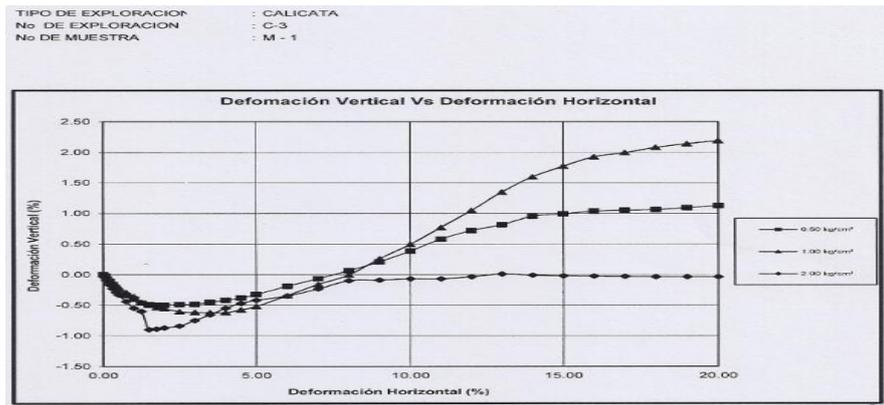
Fuente: Del autor, 2017

Ilustración 3.24: Esfuerzo cortante vs deformación horizontal



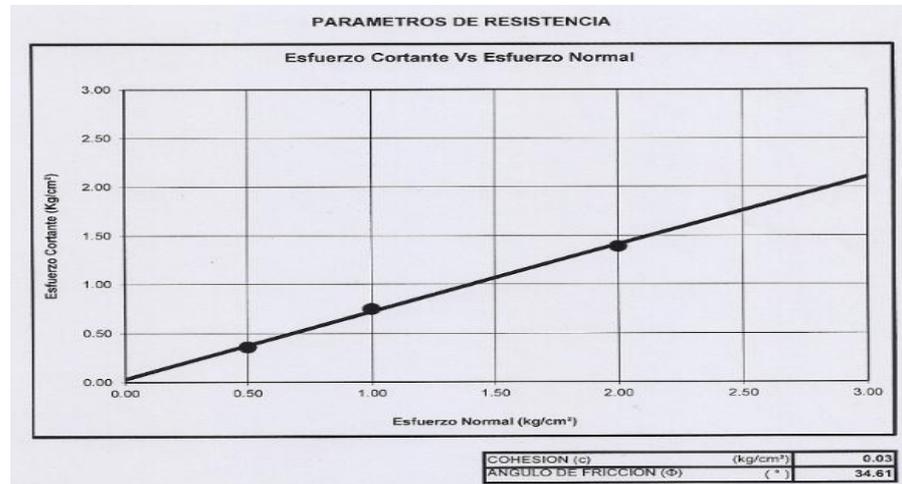
Fuente: Del autor, 2017

Ilustración 3.25: Deformación vertical vs deformación horizontal



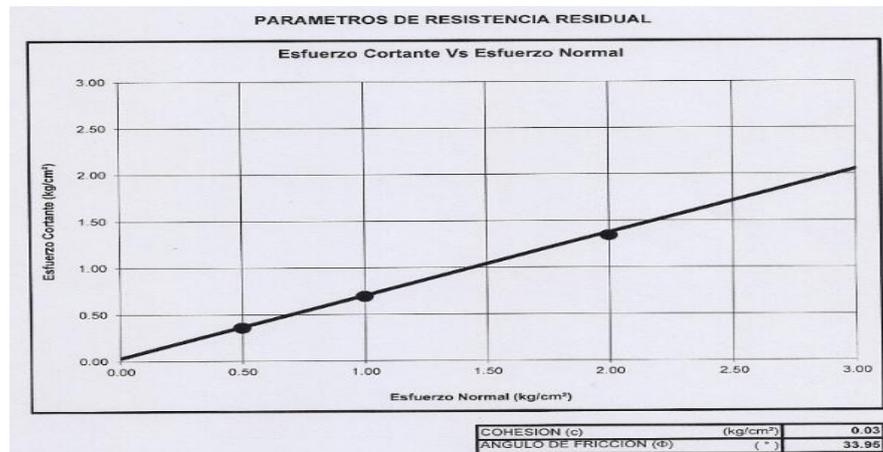
Fuente: Del autor, 2017

Ilustración 3.26: Parámetros de resistencia



Fuente: Del autor, 2017

Ilustración 3.27: Parámetros de resistencia residual



Fuente: Del autor, 2017

3.2.4.7 Contenido de sales solubles totales (NTP 339.152)

Tiene como objetivo determinar el contenido de sales solubles de una muestra (roca sana, roca disgregada, mortero, polvo, apósitos, etc.); en este caso de estudio se tomó la muestra de la calicata 3 (C-3) y la muestra #1 (M-1) y se realizó mediante la técnica de conductividad eléctrica.

Los materiales utilizados fueron:

- Mortero de Ágata
- Agua destilada
- Tubos de ensayo (altura 20cm, diámetro 2.5 cm)
- Embudo
- Papel de filtro
- Cámara climática o laboratorio con temperatura constante
- Conductímetro

El procedimiento es el siguiente:

- Triturar las muestras en un mortero con Ágata
- Tomar la cantidad apropiada de muestra y poner en un matraz aforado
- Añadir agua desmineralizada para disolver las sales solubles y agitar
- Mantener la disolución a temperatura constante (25°C), durante 24 horas
- Filtrar la solución pasándola a otro tubo de ensayo
- Medir la conductividad introduciendo el conductímetro en la solución
- El resultado se muestra en unidades de conductividad

El resultado se obtiene con la fórmula:

Obtener la conductividad específica: $\sigma = (\sigma_s - \sigma_a) \cdot (100 / P)$
 σ = conductividad específica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
 σ_s = conductividad de la muestra ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
 σ_a = conductividad del agua pura ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
 P = peso de la muestra (gramos)

El resultado obtenido en el laboratorio de la Universidad Ricardo Palma (URP), fue el siguiente:

Ilustración 3.28: Resultado del contenido de sales solubles totales

EXPLORACIÓN	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CONTENIDO DE SALES (%)	CONTENIDO DE SALES (ppm)
CALICATA C-3	M-1	2.75	0.04	397.17

Fuente: Del autor, 2017

El cual demuestra una muy baja cantidad de sales solubles, en un porcentaje de 0.04% y de 397.17 ppm (partículas por millón).

3.2.4.8 Contenido de sulfatos (NTP 339.118)

Esta Norma Técnica Peruana establece un procedimiento para la determinación del contenido de ion sulfato soluble en suelos y aguas subterráneas. Se han considerado dos métodos: El método gravimétrico (Método A) y el método turbidimétrico (Método B). La selección del método dependerá de la concentración del ion sulfato en la muestra y de la exactitud deseada. El método A es una medida primaria del ion sulfato. Se puede aplicar directamente a muestras de suelo que contengan aproximadamente entre 20 mg/kg y 100 mg/kg y a muestras de agua subterránea con un contenido de ion sulfato superior a 10 mg/L. El método B ahorra tiempo, pero es más susceptible de interferencias que el método A. Este método se utiliza para rangos más bajos de sulfatos y donde no se requiere de una extrema exactitud y precisión. El método es directamente aplicable en el rango de 10 mg/kg a 100 mg/kg en muestras de suelo y en el rango de 1 mg/L a 40 mg/L en muestras de agua subterránea. Esta NTP podría involucrar el uso de materiales, equipos y operaciones peligrosos. No es propósito de esta NTP ocuparse de los problemas de seguridad asociados a su uso. Es responsabilidad del usuario determinar, antes del uso de esta NTP, su aplicabilidad y limitaciones.

El resultado obtenido en el laboratorio de Universidad Ricardo Palma (URP), fue el siguiente:

Ilustración 3.29: Resultado del contenido de sulfatos

EXPLORACIÓN	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CONTENIDO DE SULFATOS (%)	CONTENIDO DE SULFATOS (ppm)
CALICATA C-3	M-1	2.75	0.00	1.43

Fuente: Del autor, 2017

Lo cual se puede observar que no existe un contenido de sulfatos 0% y además de 1.43 ppm (partículas por millón).

3.2.4.9 Contenido de cloruros (NTP 339.177)

Esta Norma Técnica Peruana establece el procedimiento de ensayo para la determinación cuantitativa del ion cloruro soluble en agua contenido en suelos y agua subterránea. La presente NTP especifica el procedimiento para la determinación del contenido de ion cloruro soluble en agua mediante el método volumétrico de Mohr. Con este método se pueden analizar muestras de suelos cuyo contenido de cloruro sea de 10 mg/kg a 150 mg/kg y muestras de aguas con contenidos de 1,5 ppm a 100 ppm. Estos niveles también se pueden conseguir mediante dilución como se detalla en el procedimiento de ensayo.1.1.3 Esta Norma Técnica Peruana puede involucrar el uso de materiales, equipos y operaciones peligrosos. No es propósito de esta NTP ocuparse de los problemas de seguridad asociados a su uso. Es responsabilidad del usuario determinar, antes del uso de esta NTP, su aplicabilidad y limitaciones.

El resultado obtenido en el laboratorio de la Universidad Ricardo Palma (URP), fue el siguiente:

Ilustración 3.30: Resultado de contenido de cloruros

CONTENIDO DE CLORUROS (NTP 339.177)				
EXPLORACIÓN	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CONTENIDO DE CLORUROS (%)	CONTENIDO DE CLORUROS (ppm)
CALICATA C-3	M-1	2.75	0.00	10.37

Fuente: Del autor, 2017

Se puede apreciar entonces que el contenido de cloruros, al igual que el de sulfatos, es nula, no existe, 0%, aunque se incrementa el contenido en 10.37 ppm (partículas por millón)

3.2.4.10 Potencial de hidrógeno PH (ASTM D-1293)

El alcance de este ensayo es que nos ayuda a determinar la condición de la muestra, en un nivel de acidez que puede ser fundamental al escoger la calidad de material a utilizar en las cimentaciones o estructuras sean agregados, cemento o acero.

El pH del agua es un parámetro crítico que afecta la solubilidad de los oligoelementos, la capacidad del agua para formar la escala o para causar la corrosión metálica, y la conveniencia del agua para sostener los organismos vivos. Es una escala definida, basada en un sistema de soluciones tampón con valores asignados. En agua pura a 25 ° C, pH 7,0 es el punto neutro, pero esto varía con la temperatura y la fuerza iónica de la muestra. El agua pura en equilibrio con el aire tiene un pH de aproximadamente 5,5, y la mayoría de las aguas naturales no contaminadas varían entre pH 6 y pH 9.

Alcance:

Estos métodos de ensayo cubren la determinación del pH mediante medición electrométrica utilizando el electrodo de vidrio como sensor. Dos métodos de ensayo se dan de la siguiente manera:

Secciones

Método de ensayo A Precise Measurement

Método de ensayo B Routine o medición continua

- El Método de Ensayo A cubre la medición precisa del pH en agua utilizando al menos dos de las siete soluciones tampón de referencia estándar para la normalización de instrumentos.
- El Método de Ensayo B cubre la medición rutinaria del pH en agua y es especialmente útil para el monitoreo continuo. Se utilizan dos amortiguadores para estandarizar el instrumento bajo parámetros controlados, pero las condiciones son algo menos restrictivas que las del Método de Ensayo A. Para la medición en línea, véase también el Método de Ensayo D6569 que proporciona más detalle.
- Ambos métodos de ensayo se basan en la escala de pH establecida por los materiales de referencia estándar NIST (anteriormente NBS).
- Ninguno de los métodos de ensayo se considera adecuado para la medición del pH en agua cuya conductividad es inferior a aproximadamente $5 \mu\text{S} / \text{cm}$. Consulte los métodos de ensayo ASTM D-5128 y D-5464.
- Los datos de precisión y sesgo se obtuvieron únicamente con soluciones tampón. Es responsabilidad del usuario asegurar la validez de estos métodos de prueba para tipos no probados de agua.
- Los valores indicados en unidades SI deben considerarse como estándar. No se incluyen en esta norma otras unidades de medida.
- Esta norma no pretende abordar todos los problemas de seguridad, si los hay, relacionados con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas apropiadas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias antes de su uso.

El resultado obtenido en el laboratorio de la Universidad Ricardo Palma (URP), fue el siguiente:

Ilustración 3.31: Resultado del potencial de hidrógeno

POTENCIAL DE HIDROGENO PH (ASTM D1293)			
EXPLORACIÓN	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	PH
CALICATA C-3	M-1	2.75	7.96

Fuente: Del autor, 2017

Lo cual da como resultado un PH de 7.96, lo que demuestra que es un tipo de suelo moderadamente alcalino, según la tabla de PH y clasificación de suelos:

Ilustración 3.32: Escala de grado de acidez del suelo

Denominación	Rango de pH
Ultra ácido	< 3.5
Ácido extremo	3.5–4.4
Ácido muy fuerte	4.5–5.0
Ácido fuerte	5.1–5.5
Moderadamente ácido	5.6–6.0
Ligeramente ácido	6.1–6.5
Neutro	6.6–7.3
Ligeramente alcalino	7.4–7.8
Moderadamente alcalino	7.9–8.4
Alcalino fuerte	8.5–9.0
Alcalino muy fuerte	> 9.0

Fuente: Das Braja, 2008.

Este suelo es muy bueno para la cimentación, el cual no corroe el acero ni el cemento y gracias a la propiedad de baja infiltración de agua, la cual se estanca en la superficie, difícilmente puede haber problemas de asentado de bases y/o volcadura que puedan afectar a la estructura y por consecuencia a vidas humanas.

3.3 Diseño Estructural

El diseño de una estructura implica estudios previos de ingeniería civil, donde un material tiene ciertas cualidades que ofrecer así como sus características naturales, como las propiedades mecánicas que posee.

En el caso de esta tesis del teleférico nosotros desarrollamos los siguientes análisis para el diseño de la estructura:

3.3.1 Análisis estructural

La presente Memoria corresponde al análisis sísmico y cálculo estructural del proyecto **“Diseño estructural de un teleférico y su calidad de materiales a utilizar”** realizada en el distrito de Comas.

Este análisis de cálculo contiene la información técnica necesaria para la construcción de la estructura que va soportar un pilar de soporte de cargas en medio de las estaciones de partida y llegada del teleférico.

Se realizó el análisis en la estructura del teleférico, utilizando el software SAP2000 y los reglamentos adecuados del RNE.

3.3.2 Análisis de la cimentación

En esta parte se realiza el análisis de la cimentación del área estudiada y se proponen la capacidad de carga admisible y la magnitud de los posibles asentamientos.

Además sirve para determinar el pre dimensionamiento posterior de la estructura.

3.3.3 Profundidad de la cimentación

De acuerdo al análisis de cimentación, trabajo de campo, ensayos de laboratorio, descripción de los perfiles estratigráficos y características del proyecto de investigación, se ha considerado un tipo de cimentación de zapatas aisladas y cuadradas, cimentación corrida, sus dimensiones son de profundidad de 2.00 m y las zapatas serán de 4 m x 4 m.

3.3.4 Tipo de cimentación

Dada la naturaleza del terreno se recomienda utilizar una cimentación superficial en base a zapata aislada cuadrada.

3.3.5 Cálculo de la capacidad portante admisible

Partiendo de los datos obtenidos del ensayo de corte directo, donde se halla el ángulo de fricción interna, de donde se deduce los factores de capacidad de carga de la tabla de Vesic (1973), además

de la cohesión y también el dato del peso específico de la arena, se calcula la capacidad portante del suelo con la fórmula de Terzaghi (carga última) y agregando el factor de seguridad, la carga última, que es la carga de diseño.

Ilustración 3.33: Fórmula de Terzaghi para hallar la capacidad portante

Para zapatas cuadradas: $q_{ult} = 1.3cN_c + \gamma_1 D_f N_q + 0.4\gamma_2 B N_\gamma$

En donde los términos son los siguientes:

q_{ult} =capacidad de carga ultima

c =cohesión del suelo

N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad de carga de Terzaghi

γ_1 = peso específico por encima de la base de la zapata

γ_2 = peso específico por debajo de la zapata

D_f = profundidad donde será apoyada la zapata

B = ancho de zapata cuadrada o continua (o dimensión menor si es rectangular)

Fuente: Das Braja, 2014.

Ilustración 3.34: Factores de capacidad de carga

Factores de capacidad de carga											
ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$\tan \phi$	ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$\tan \phi$
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00	26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
1	5.38	1.09	0.07	0.20	0.02	27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03	28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05	29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07	30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09	31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11	32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12	33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14	34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16	35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18	36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19	37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21	38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23	39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25	40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27	41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29	42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31	43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32	44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34	45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36	46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38	47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40	48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42	49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45	50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47						

* Según Vesic (1973)

Fuente: Das Braja, 2014.

Entonces de a cuerdo a nuestros datos obtenidos tenemos:

Angulo de fricción interna= 33.95°, pero lo redondeamos a 34° para la tabla de factores de capacidad de carga.

Dado un B= 2m ó df=200cm

C (cohesión de suelo)= 0.03 kg/cm²

D peso específico arena= 0.00144 kg/cm³

Constante de suelos o factores de forma: (tabla)

N_c=42,16

N_q=29,44

N_γ=41,06

Reemplazando en la formula de Terzaghi, para hallar la carga última:

$$Q_u = 1.3 * 0.03 * 42.16 + 0.00144 * 200 * 29.44 + 0.4 * 0.00144 * 200 * 41.06$$

$$Q_u = 14.853 \text{ kg/cm}^2$$

Luego, la carga admisible o portante del suelo será:

$$Q_{admi} = Q_u / F.S, \text{ entonces:}$$

El factor de seguridad siempre debe de ser por lo menos de 3.

$$Q_{admi} = 14.853 / 3 = 4.95 \text{ kg/cm}^2$$

Podemos concluir entonces que es un suelo de muy buena resistencia.

3.3.6 Calculo de asentamientos

En los análisis de cimentación se distinguen 2 clases de asentamiento: totales y diferenciales, los cuales los últimos podrían comprometer a la estructura.

De los cuales podemos descartar de plano un asentamiento total dado los estudios de mecánica de suelos que nos indican que es un buen suelo para cimentaciones, pero vamos a analizar un tipo de asentamiento parcial de la estructura, que podría ser posible.

Son comunes los asentamientos de 1.27 cm a 2.54 cm, por lo que en un cálculo de asentamiento si la cifra es menor que éstas, no presenta un peligro para la estructura.

Formula de Terzaghi: (basado en la teoría de la elasticidad)

$$S_i = \frac{\Delta q I_f B (1 - \mu^2)}{E_s}$$

Donde:

S_i : asentamiento probable (cm.)

Δq : presión transmitida a la cimentación (Kg/cm²)

B : ancho de la cimentación (en mts.)

μ : relación de Poisson

Es : módulo de elasticidad (Ton/m²)

If : Factor de influencia que depende de la forma y la rigidez de la Cimentación (cm./m)
(Bowles 1977)

Reemplazando:

Deltaq= 4.95 kg/cm² (carga admisible)

B= 2.00 m

u= 0.25 (para un tipo de suelo de arena y grava, como es nuestro tipo de suelo), según tabla

Es= 12000 Ton/m² (según tabla para tipo de suelo arena y grava promedio)

Ilustración 3.35: Parámetros elásticos de varios suelos

Tipo de suelo	Módulo de elasticidad, E_s (MN/m ²)	Razón de Poisson, μ_s
Arena suelta	10–25	0.20–0.40
Arena de compacidad media	15–30	0.25–0.40
Arena densa	35–55	0.30–0.45
Arena limosa	10–20	0.20–0.40
Arena y grava	70–170	0.15–0.35
Arcilla blanda	4–20	
Arcilla media	20–40	0.20–0.50
Arcilla dura	40–100	

Fuente: Das Braja, 2014

If= 82 cm/m (para zapatas cuadradas, rígidas), según tabla:

Ilustración 3.36: Factores de influencia para diversos tipos de zapatas

Forma	Flexible			Rígida
	Centro	Esquina	Promedio	
Circular	1.00	0.64	0.89	0.79
Cuadrada	1.122	0.561	0.946	0.82
Rectangular L/B =	1.5	1.358	0.679	1.148
	2.0	1.532	0.766	1.300
	3.0	1.783	0.892	1.527
	4.0	1.964	0.982	1.694
	5.0	2.105	1.052	1.826
	10.0	2.540	1.270	2.246
100.0	4.010	2.005	3.693	3.47

Fuente: Whitlow, 1996

Reemplazando en la fórmula:

Si= 4.95x82x2x0.9375/12000

Si= 0.06 cm < 2.54 cm

Se puede observar que el asentamiento rápido es menor que el asentamiento tolerable, lo cual significa que tiene un asentamiento despreciable que no representa peligro para la estructura.

3.3.7 Estructuración

El sistema estructural planteado consiste en:

Se utilizarán pilar metálico circular de 100cm de diámetro y pedestal de columna de concreto armado en el punto bajo y 61 cm de diámetro en el punto alto, la altura del pilar metálico es de 15 metros, los tubos estructural $e = 7.5\text{mm}$

Se sigue las disposiciones de los Reglamentos y Normas Nacionales e Internacionales descritos a continuación.

Reglamento Nacional de Edificaciones (Perú) – Normas Técnicas de Edificación (N.T.E.):

- NTP E.020 “CARGAS”
- NTP E.060 “CONCRETO ARMADO”
- NTP E.030 “DISEÑO SISMORRESISTENTE”
- NTP E.050 “SUELOS Y CIMENTACIONES”
- NTP E.090 “ESTRUCTURAS METÁLICAS”
- A.C.I. 318 – 2008 (American Concrete Institute)
- Building Code Requirements for Structural Concrete
- UBC 1997 Uniform Building Code -AISC-LRFD 99
- AISC - American Institute for Steel Construction
- AISI - American Iron and Steel Institute
- AWS - American Welding Society, Structural Welding Code D1.1

Se entiende que todos los Reglamentos y Normas están en vigencia y/o son de la última edición.

Las especificaciones de los materiales empleados del sistema proyectado son:

Acero: Tubo metálico:

$F_y = 36 \text{ KSI}$
 $\lambda_c = 7.85 \text{ Ton/m}^3$,
 $E_c = 2,000,000 \text{ Kg/cm}^2$
 $F_u = 58 \text{ KSI}$
 $u = 0.30$

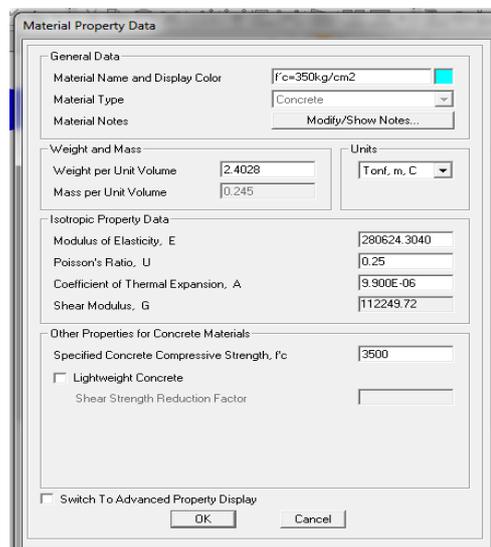
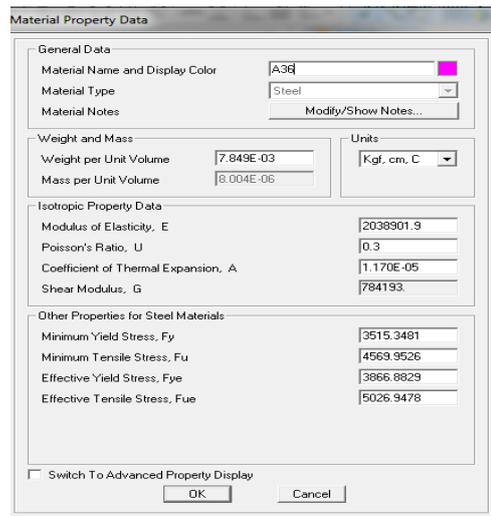
Corrugado:

$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$,
 $\lambda_c = 7.85 \text{ ton/m}^3$,
 $E_c = 2,100,000 \text{ Kg/cm}^2$

Fuente: Del autor, 2017.

Soldadura:

Electrodos: $F_{exx} = 60 \text{ KSI}$ (E70 XX - AWS, para acero)



Fuente: Del autor, 2017.

Cobertura:

$P_u = 0.78 \text{ kg/m}^2$ (catalogo fabricante)
 Área de lona en $\text{m}^2 = 126 \text{ m}^2$
 Peso total de la lona = 98.28 Kg

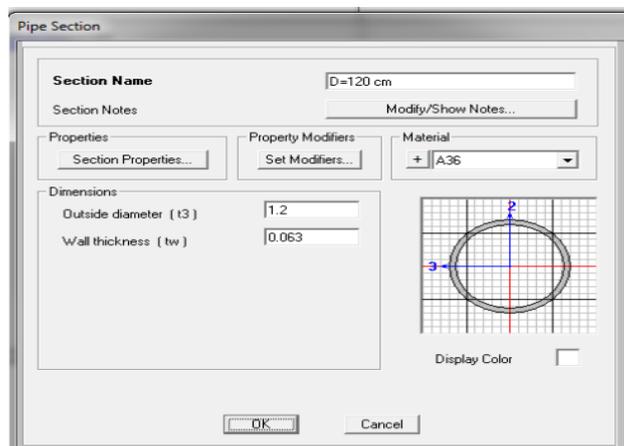
Concreto Armado: Zapata y pedestal

$F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$,
 $\lambda_c = 2.4 \text{ Tn/m}^3$,
 $E_c = 280624,30 \text{ Kg/cm}^2$

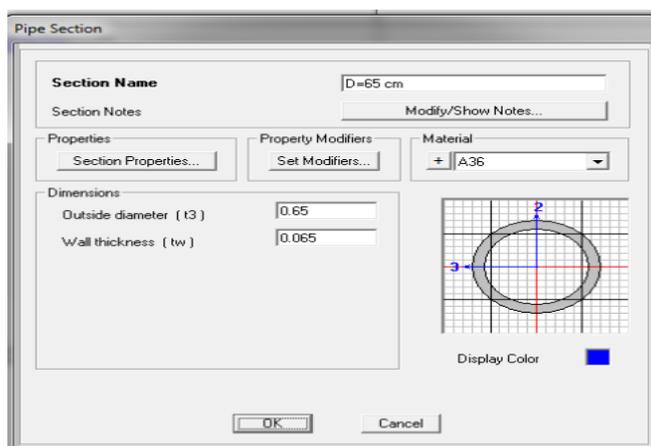
Tubo metálico y columna de concreto armado:

Los miembros estructurales empleados son perfiles tipo circular hueco.

Ilustración 3.37: Análisis del tubo metálico en SAP2000



Fuente: Del autor, 2017.



Fuente: Del autor, 2017.

3.4 Estados de carga y combinaciones de carga

3.4.1 Estados de carga

3.4.1.1 Carga muerta

El valor de las Cargas Muertas empleadas comprende el peso propio de los elementos estructurales (tubos metálicos, columnas, planchas, etc.). Carga muerta aprox. 165 kg/m².

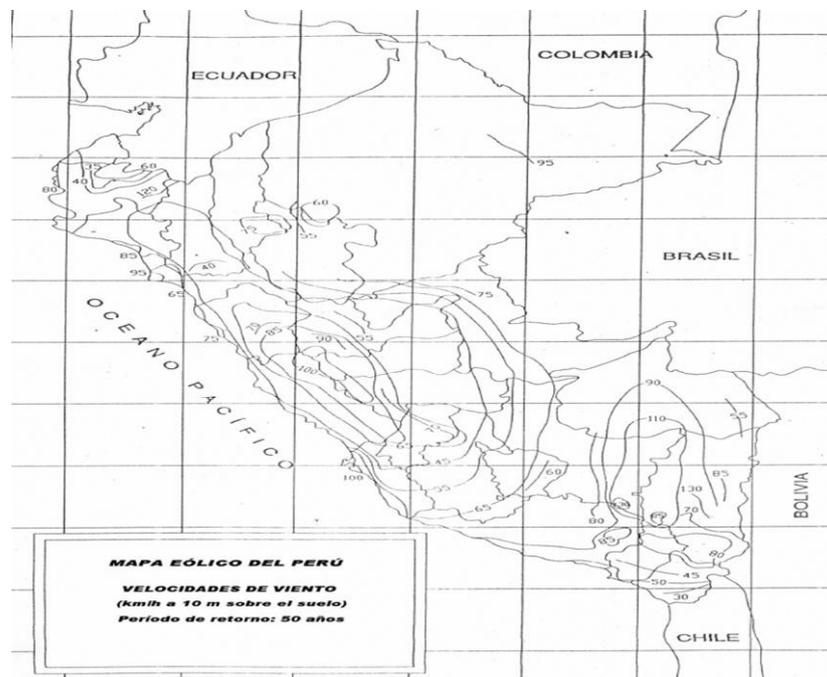
3.4.1.2 Carga viva

El valor de Carga Viva empleada es de **1040 kg** calculado peso de la cabina y el peso de seis personas por cada cabina Según especificaciones de la NTP E.020.

3.4.1.3 Carga de viento

El valor de la carga de viento es **100 km/h** en la zona Comas – Lima según mapa eólico del Perú que se muestra a continuación:

Ilustración 3.38: Mapa eólico del Perú



Fuente: RNE, 2008

Determinación de la velocidad de diseño

Cargas laterales: Cargas de viento (W)

Donde:

$$V_h = V(h/10)^{0,22}$$

V_h: velocidad de diseño en la altura h en Km/h

V: velocidad de diseño según dato

h: altura sobre el terreno en metro

Para un periodo de retorno de 50 años

h=15m entonces tenemos:

$$V_h = 100 (15/10)^{0.22}$$

$$V_h = 109.33 \text{ km/h}$$

Ilustración 3.39: Factores de forma (C)

CONSTRUCCIÓN	BARLOVENTO	SOTAVENTO
Superficies verticales de edificios	+0,8	-0,6
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en la dirección del viento	+1,5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0,7	
Tanques de agua, chimeneas, y otros de sección cuadrada o rectangular	+2,0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda 45°	±0,8	-0,5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0,3-0,7	-0,6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0,7-0,3	-0,6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0,8	-0,6
Superficies verticales ó inclinadas (planas ó curvas) paralelas a la dirección del viento	-0,7	-0,7

* El signo positivo indica presión y el negativo succión.

Fuente: RNE 2008

El C de nuestro caso se analizará en el SAP200, pero dejando en cuenta que la fórmula para hallar la carga de viento es la siguiente:

$$P = 0.0005 \times C \times V_h^2$$

Donde:

P= Carga de viento que afectará a la estructura.

C= Factor de forma

Vh= Velocidad de diseño, dato que ya hemos hallado.

METRADO DE CARGAS (Según E-020)

Datos geométricos

Ancho tributario 1.00 m

Luz del tijeral (B) : 5.70 m

Numero de nudos a cargar 10.00

Angulo de inclinación a= 10

* Las cargas están con la convención de signos del SAP

Carga muerta:

	Peso por nudo				
	Kg/m2	Kg			
Peso de accesorios	500	285.00			
Peso de la cobertura	100	57.00	Fz=	-0.342	Tn
		342.00			

Carga viva:

	Peso por nudo				
	Kg/m2	Kg			
S/C=	2080	1185.60			
		1185.60	Fz=	-1.186	Tn

Cargas de viento:

Vh= 100 Km/h (Ver mapa eólico para determinar la velocidad de viento de diseño)

Cargas de viento 1:

Barlovento: Presión

C= 0.8 Factor de forma

Ph= 40 kg/m2 Presión Eólica

Sotavento: (Succión)

C= -0.6 Factor de forma

Ph= -30 kg/m2 Presión Eólica

Carga por nudo: 22.80 Kg

Fx= 0.004

Fz= -0.022

Carga por nudo: -17.10 Kg

Fx= 0.003

Fz= 0.017

Cargas de viento 2: (Viento en la direccion contraria)

Carga por nudo: -17.10 Kg

Fx= -0.003

Fz= 0.017

Carga por nudo: 22.80 Kg

Fx= -0.004

Fz= -0.022

Cargas de viento 3:

Barlovento: Presión

C= -0.7 Factor de forma
Ph= -35 kg/m² Presión Eólica

Sotavento: (Succión) 0.174532925

C= 0 Factor de forma
Ph= 0 kg/m² Presión Eólica

Carga por nudo: -19.95 Kg

Fx= -0.003

Fz= 0.020

Carga por nudo: 0.00 Kg

Fx=

Fz=

Cargas de viento 4: (Viento en la dirección contraria)

Carga por nudo: 0.00 Kg

Fx=

Fz=

Carga por nudo: -19.95 Kg

Fx= 0.003

Fz= 0.020

3.4.1.4 Análisis sísmico

El Análisis Sísmico se realiza utilizando un modelo matemático tridimensional en donde los elementos verticales están conectados con diafragmas horizontales, los cuales se suponen infinitamente rígidos en sus planos. Además, para cada dirección, se ha considerado una excentricidad accidental de 0.05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la acción de la fuerza. Los parámetros sísmicos que estipula la Norma de Diseño Sismo resistente NTE.030, considerados para el Análisis en el pilar son los siguientes:

3.4.1.4.1 Análisis sísmico dinámico

Primero se analizan los espectros de pseudo aceleraciones, para poder calcular la aceleración espectral para cada una de las direcciones analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

$$S_a = \underline{ZUCSxg}$$

R

Analizando en el SAP2000 de acuerdo a la norma E-30 y sus condiciones para el terreno y lugar geográfico tenemos:

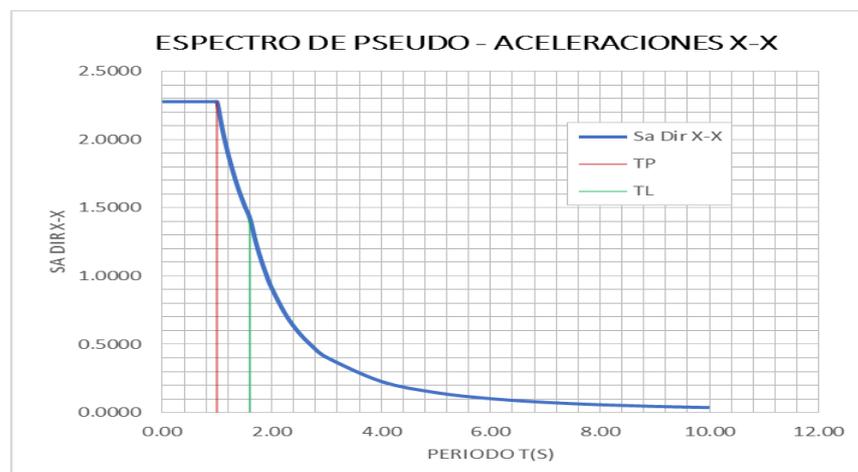
Ilustración 3.40: Cálculos de las fuerzas sísmicas estáticas y dinámicas en SAP2000

CALCULO DE ESPECTRO DE PSEUDO - ACELERACIONES (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
SOLO COMPLETAR LAS LISTAS DESPLEGABLES Y CASILLAS DISPONIBLES					
Tabla N°1 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
FACTOR DE ZONA "Z"	ZONA	Z			
	ZONA 4	0.45			
Tabla N°3 y N°4 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
FACTOR DE SUELO "S"	TIPO	DESCRIPCION	S	Tp	Tl
	S2	Suelos Intermedios	1.05	0.60	2.00
Tabla N°5 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
FACTOR DE USO "U"	CATEGORIA	U	OBSERVACIONES		
	"A2" Edificaciones Esenciales	1.50	Revisar tabla N°6 E030-2014		
Tabla N°7 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
FACTOR DE SISTEMA ESTRUCTURAL "R"	DIRECCION	SISTEMA ESTRUCTURAL			Ro
	DIR X-X	Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)			6
	DIR Y-Y	Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)			6

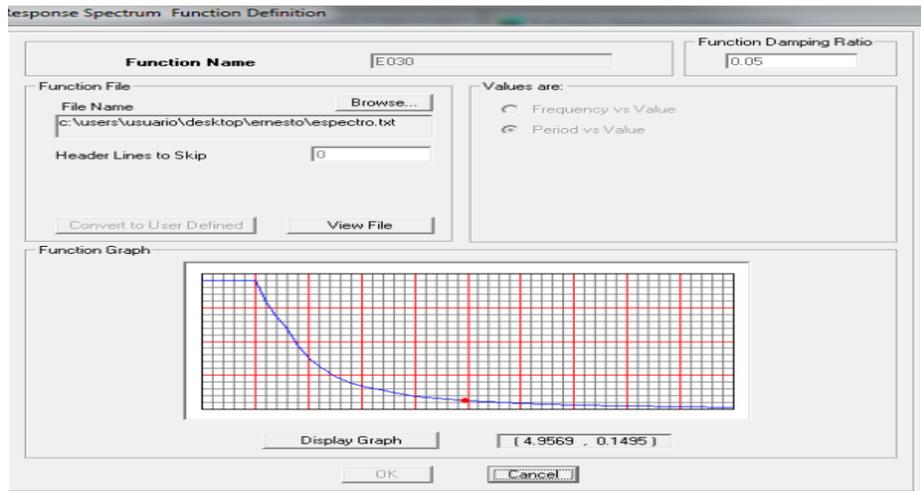
Fuente: Del autor, 2017.

DATOS	FACTORES	DATOS	DIR X-X	DIR Y-Y
Z	0.45	Ro	6	6
U	1.50	la	1.00	1.00
S	1.05	lp	1.00	1.00
Tp	0.60	R	6	6
Tl	2.00	g	9.81 m/s ²	9.81

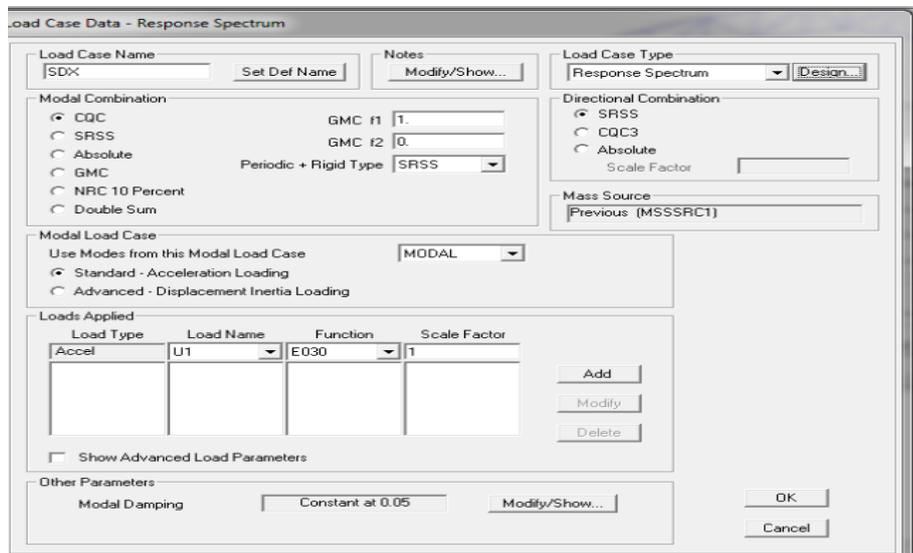
Fuente: Del autor, 2017.



Fuente: Del autor, 2017.

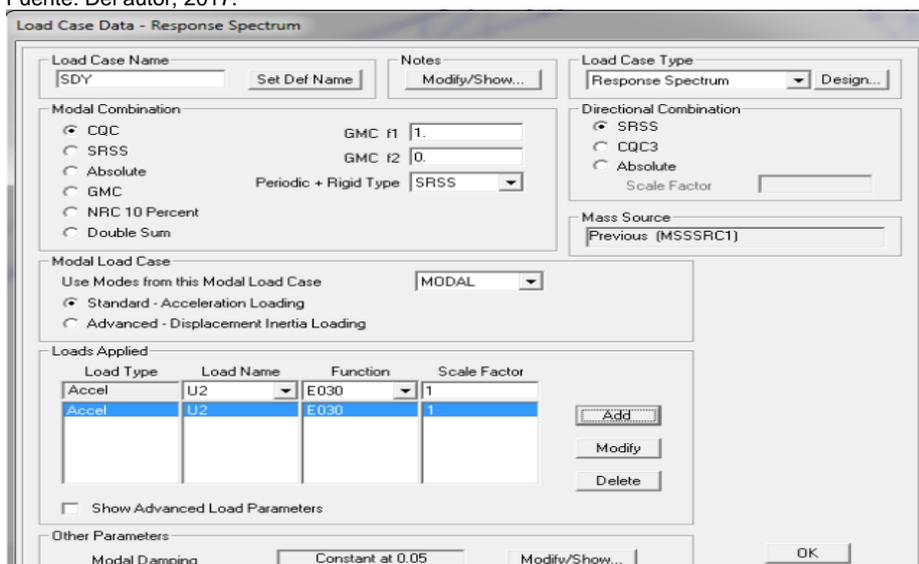


Fuente: Del autor, 2017.



Espectro SDX según E-030

Fuente: Del autor, 2017.



Espectro SDY según E-030

Fuente: Del autor, 2017.

Factor de amplificación sísmica (C) y Periodo fundamental (T)

Para el cálculo del Factor de Amplificación Sísmica en los Análisis se consideró el periodo fundamental estimado en la Norma NTE.

E.030, según: $C = 2.5 (T_p/T) \leq 2.5$

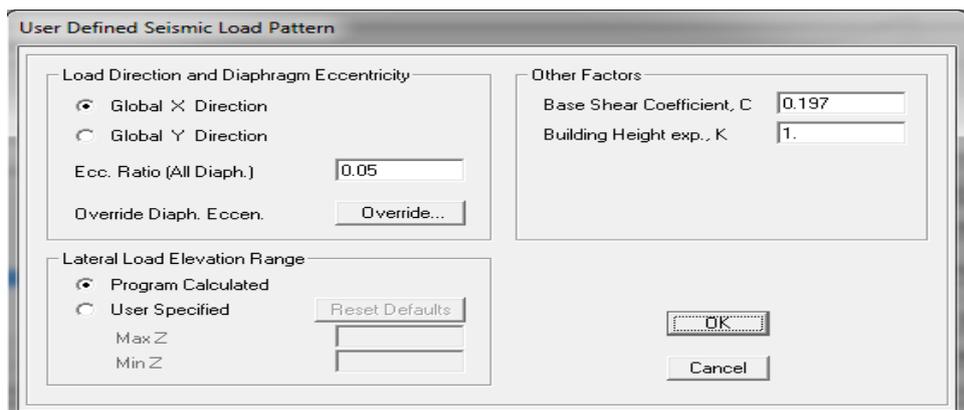
$C/R \geq 0.197$

3.4.1.5.2 Análisis estático

La Fuerza Cortante en la Base de la Edificación se determina como una fracción del peso total de la Edificación mediante la siguiente expresión:

$$V = \frac{[ZUCS]}{R} * P$$

Ilustración 3.41: Análisis estático o fuerza basal

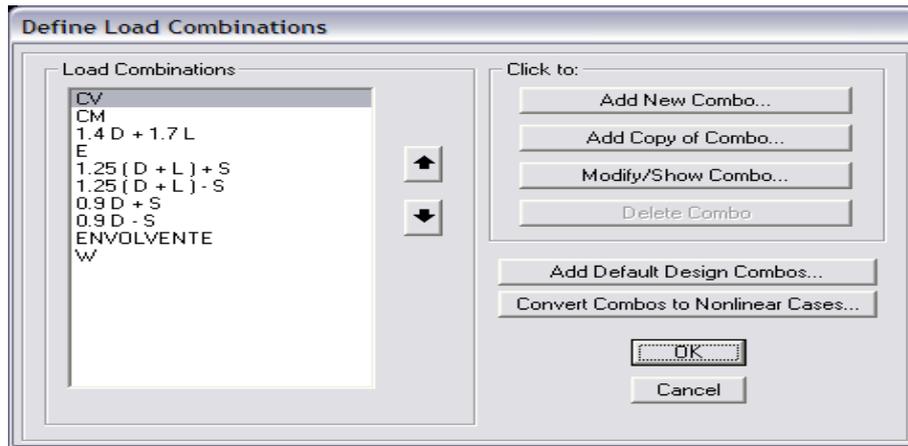


Fuente: Del autor, 2017.

3.4.2 Combinaciones de cargas

Se entiende que "W" y "E" corresponden a los casos más críticos de Viento y Sismo respectivamente. C es carga muerta y V es la carga viva. De dichas combinaciones, el diseño Estructural se efectúa con la "ENVOLVENTE" definida con dichas combinaciones.

Ilustración 3.42: Análisis de combinaciones de carga en el SAP2000



Fuente: Del autor, 2017.

Combinaciones de Servicio

COMBINACIONES	NORMA DE REFERENCIA	
SL1 : D	ASCE 7.2010 2.4.1 (1)	RNE NTP E.020 Art 19 (1)
SL2 : D + L	ASCE 7.2010 2.4.1 (2)	RNE NTP E.020 Art 19 (2)
SL3 : D + S	ASCE 7.2010 2.4.1 (3)	
SL4 : D + 0.75L + 0.75S	ASCE 7.2010 2.4.1 (4)	
SL5 : D + 0.7EQX	ASCE 7.2010 2.4.1 (5)	RNE NTP E.020 Art 19 (3)
SL6 : D - 0.7EQX		
SL7 : D + 0.7EQY		
SL8 : D - 0.7EQY	RNE NTP E.020 Art 19 (3)	
SL9 : D + WX1		
SL10 : D + WX2		
SL11 : D + WY1		
SL12 : D + WY2	RNE NTP E.020 Art 19 (5)	
SL13 : 0.75 (D + L + LR + WX1)		
SL14 : 0.75 (D + L + LR + WX2)		
SL15 : 0.75 (D + L + LR + WY1)		
SL16 : 0.75 (D + L + LR + WY2)		
SL17 : 0.75 (D + L + LR + 0.7EQX)		
SL18 : 0.75 (D + L + LR - 0.7EQX)		
SL19 : 0.75 (D + L + LR + 0.7EQY)		
SL20 : 0.75 (D + L + LR - 0.7EQY)		

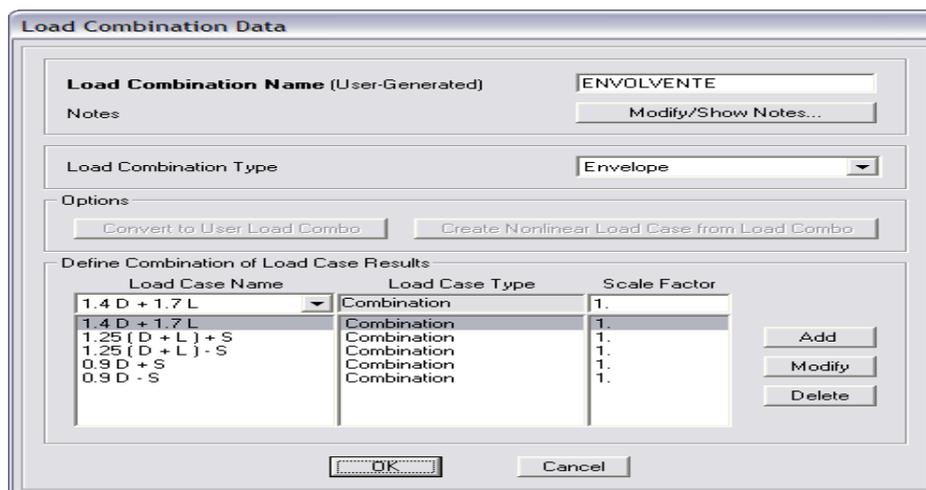
El uso de estas combinaciones de cargas NO permitirá un aumento de los esfuerzos admisibles.

Fuente: Del autor, 2017.

Combinaciones Ultimas

COMBINACIONES	NORMA DE REFERENCIA
U1 : 1.4D	ASCE 7.2010 2.3.2 (1)
U2 : 1.2D + 1.6L + 0.5S	
U3 : 1.2D + L + 1.6S	
U4 : 1.4D + 1.7(L + LR)	RNE NTP E.060 9.2 (9-1)
U5 : 1.25(D + L + LR + WX1)	RNE NTP E.060 9.2 (9-2)
U6 : 1.25(D + L + LR + WX2)	
U7 : 1.25(D + L + LR + WY1)	
U8 : 1.25(D + L + LR + WY2)	RNE NTP E.060 9.2 (9-3)
U9 : 0.9D + 1.25WX1	
U10 : 0.9D + 1.25WX2	
U11 : 0.9D + 1.25WY1	
U12 : 0.9D + 1.25WY2	RNE NTP E.060 9.2 (9-4)
U13 : 1.25(D + L + LR) + EQX	
U14 : 1.25(D + L + LR) - EQX	
U15 : 1.25(D + L + LR) + EQY	
U16 : 1.25(D + L + LR) - EQY	RNE NTP E.060 9.2 (9-5)
U17 : 0.9D + EQX	
U18 : 0.9D - EQX	
U19 : 0.9D + EQY	
U20 : 0.9D - EQY	

Fuente: Del autor, 2017.



Fuente: Del autor, 2017.

3.5 Control de desplazamientos laterales

De acuerdo a la Norma NTE. E030, para el control de los desplazamientos laterales, los resultados deberán ser multiplicados por el valor de R para calcular los máximos desplazamientos laterales de la estructura. Se tomaron los desplazamientos del centro de masa. Los resultados se muestran en la siguiente tabla para cada dirección de análisis.

Chequeo de desplazamientos:

Eje X

R= **6.00** D/hi (Max) = 0.01

Piso	Hi	d (Del analisis)	d (Corregido)	D	D/hi	
1	1500	0.530	3.180	3.18000	0.00212	OK

Eje Y

R= **6.00** D/hi (Max) = 0.01

Piso	Hi	d (Del analisis)	d (Corregido)	D	D/hi	
1	1500	0.131	0.783	0.783	0.00052	OK

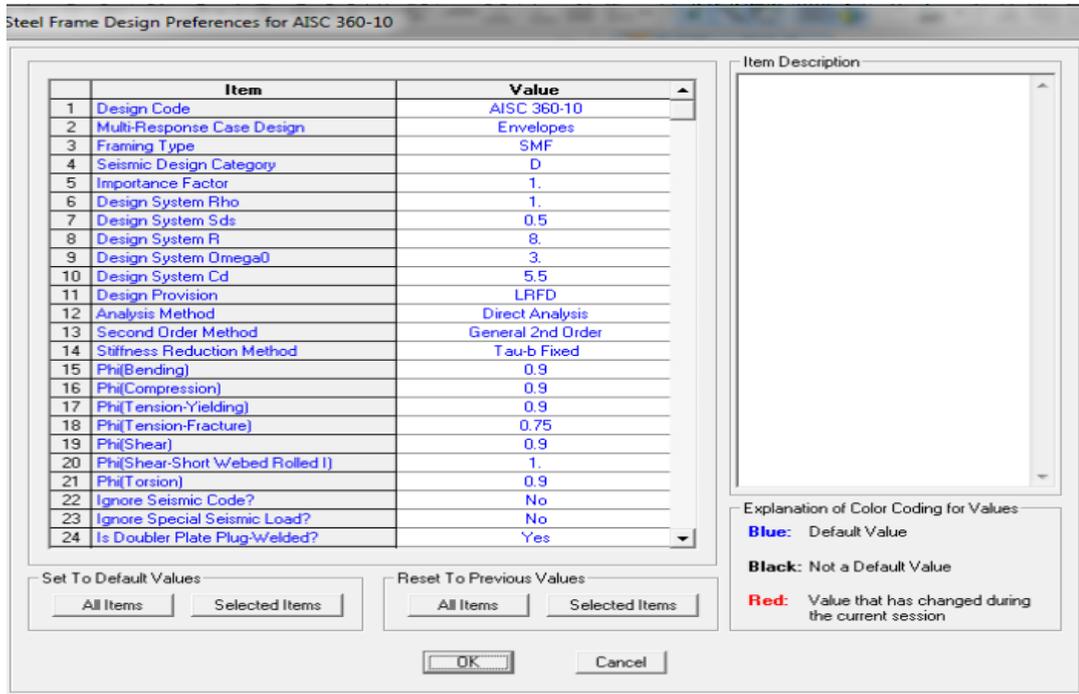
Donde: $\Delta i/h_e$ = Desplazamiento relativo de entrepiso, además: $\Delta i_X/h_e X$ (máx.) = 0.007 (máximo permisible concreto armado, NTE E.030)

Se observa que tanto en el Eje del Centro de Masa como en los Ejes más alejados de este en cada dirección, todos los entrepisos cumplen con el Desplazamiento relativo máximo permisible de entrepiso ($\Delta i/h_e$) MAX en ambas direcciones.

3.6 Diseño de los componentes del acero

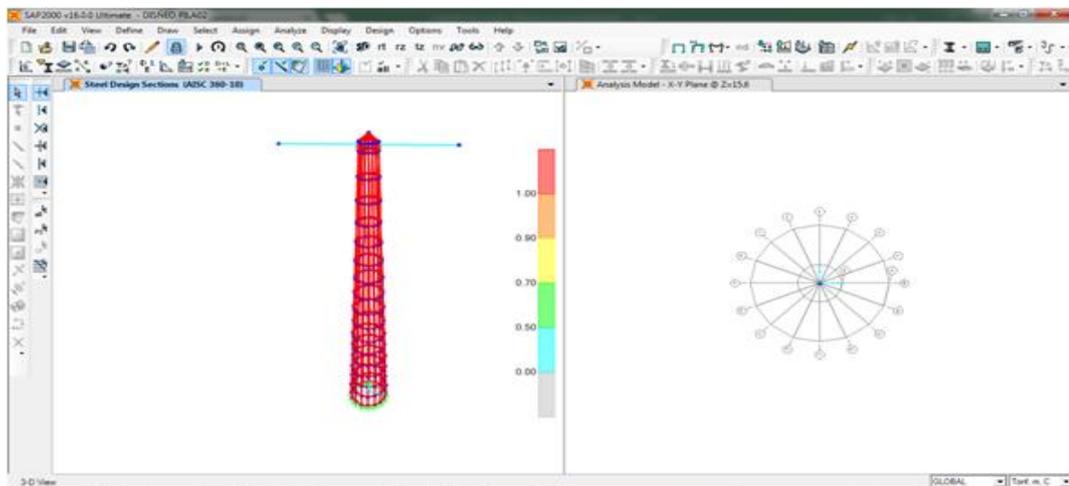
Las normas y códigos empleados en el acero son: Especificaciones AISC 360-IBC 2010.

Ilustración 3.43: Diseño de preferencias del acero a utilizar



Fuente: Del autor, 2017.

Ilustración 3.44: Verificación del acero a utilizar en la columna metálica



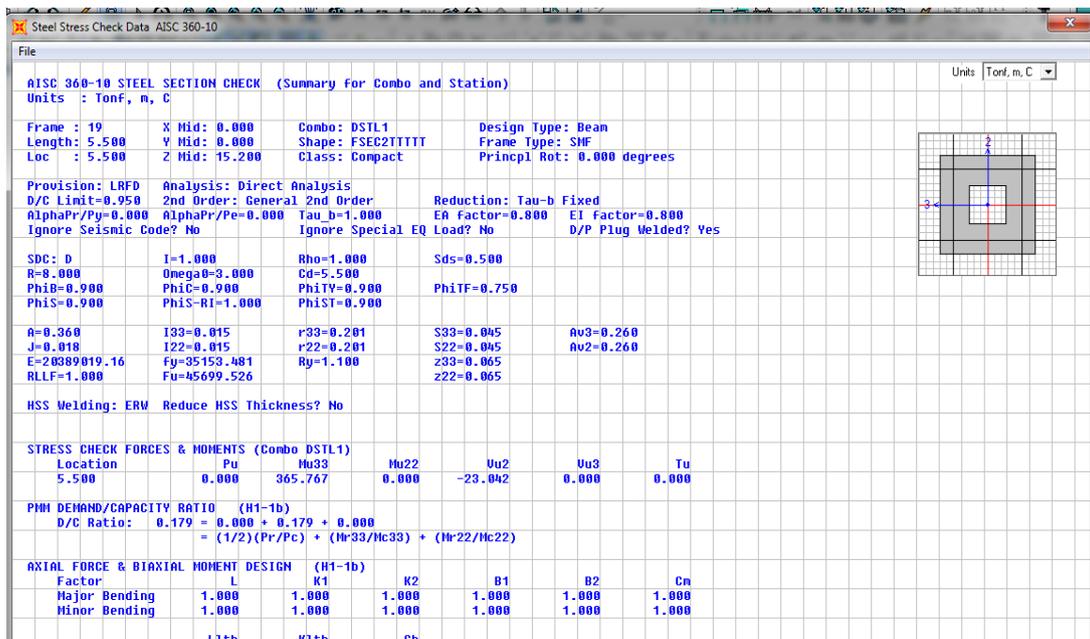
Fuente: Del autor, 2017.

En la armadura con las secciones proyectado tubo $D = 1.20 \text{ m}$, $e = 10 \text{ mm}$ cumplen con las condiciones mínimas del reglamento nacional de edificaciones.

Diseño automatizado de miembros de acero, según especificaciones AISC - LRFD 99.

-Detalles de verificación de esfuerzos en miembros más críticos de cada componente de la estructura (perfiles metálicos)

Ilustración 3.45: Verificación de sección de acero



Fuente: Del autor, 2017.

El elemento es adecuado tiene un ratio de 0.179

Como conclusiones de la parte del análisis de la estructura podemos decir que:

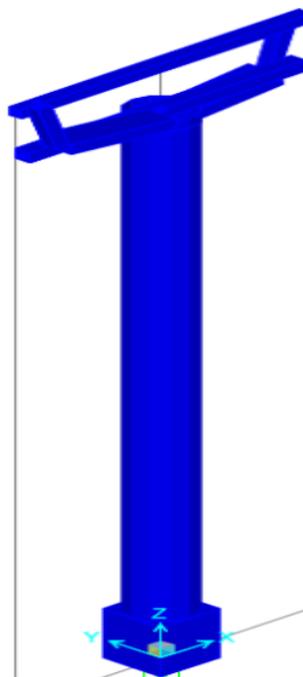
- La presente estructura cumple con los requisitos de rigidez en la dirección X-X como en Y-Y establecidos en la norma técnica E-030, así mismo cumplen con los requisitos de resistencia y ductilidad establecidos en la norma técnica E-090 (estructuras metálicas) e E-060 (concreto armado).
- Como se puede apreciar todos estos elementos presentan esfuerzos menores a los admisibles para el acero, por lo que podemos concluir que la estructura soporta las cargas para esta condición.
- La presente evaluación es válida para las cargas presentes hasta la fecha de elaboración de este análisis estructural, cualquier cambio

en las cargas o condiciones de la estructura ameritará una nueva evaluación estructural.

- De acuerdo al análisis de los elementos estructurales presentado en la Memoria de Cálculo, se concluye:

Las columna del pilar $D= 1.90$ m, $e= 6.5$ mm cumplió con los alineamientos dispuestos por la norma estructuras metálicas cumplió con los lineamientos dispuestos en la Norma. Cuya cuantía y dimensiones de las mismas.

Ilustración 3.46: Imagen 3D de la cimentación, pedestal y columna a analizar



Fuente: Del autor, 2017.

3.7 Pre dimensionamiento

Para el pre dimensionamiento de este pilar de apoyo se considera la zapata y el pedestal, de concreto armado, que serán la base donde se soporta las cargas de la columna de metal la cabina de transporte y sus pasajeros así como también los cables y demás accesorios del teleférico.

Haciendo el modelado estructural en el SAP2000, en base a los estudios de mecánica de suelos, análisis químicos del suelo y del análisis estructural, podemos decir que el dimensionamiento adecuado para la zapata será:

Tabla 3.8: Diseño de zapata y pedestal

Cargas de servicio:						
		P(Tn)	Mx (Tn-m)	My (Tn-m)	ex (m)	ey (m)
C1:	D+L	59.40	0.03	0.00	0.000	0.001
C1:	D+L+Sx	64.57	5.15	2.42	0.037	0.080
C2:	D+L-Sx	54.23	-5.09	-2.42	-0.045	-0.094
C3:	D+L+Sy	61.79	2.45	3.76	0.061	0.040
C4:	D+L-Sy	57.02	-2.39	-3.76	-0.066	-0.042
Dimensiones de la zapata:			Datos del suelo:			
Bx=	4.00	m		g=	1.8	Tn/m3
By=	4.00	m		s=	4.95	Kg/cm2
Hx=	1.00	m		sn=	4.684	Kg/cm2
Dimensiones de la columna:			Datos de Materiales:			
bx=	1.2	m		fc=	350	Kg/cm2
by=	1.2	m		fy=	4200	Kg/cm2
Excentricidades:						
ex=	0					
ey=	0					
Chequeo de presión en el suelo						
Dirección X						
	P/A	ex<B/6	s1 (Tn/m2)	s2 (Tn/m2)	s(max)	
C1	9.505	SI	9.493	9.516	9.516	OK
C2	10.332	SI	8.353	12.311	12.311	OK
C3	8.678	SI	10.634	6.721	10.634	OK
C4	9.887	SI	8.946	10.828	10.828	OK
C5	9.123	SI	10.041	8.204	10.041	OK
Dirección Y						
	P/A	ex<B/6	s1 (Tn/m2)	s2 (Tn/m2)	s(max)	
C1	9.505	SI	9.505	9.505	9.505	OK
C2	10.332	SI	9.403	11.261	11.261	OK
C3	8.678	SI	9.607	7.748	9.607	OK
C4	9.887	SI	8.445	11.329	11.329	OK
C5	9.123	SI	10.564	7.681	10.564	OK
Chequeo por cortante:						

FVc=	144.01	Tn	FVc>Vu	OK		
V=	27.66	Tn				
Chequeo por Punzonamiento:						
b0=	8.80	Perímetro de punzonamiento				
b=	1					
FVc=	$Vc = (0.53 + \frac{1.1}{\beta})\sqrt{f_c} \cdot b_0 \cdot d$		1476.309006			
FVc=	$Vc = 1.1\sqrt{f_c} \cdot b_0 \cdot d$		996.2821513			
FVc=	1476.30901	Tn	V=	148.5999	Tn	OK
ld=	0.65		wx=	263.48	Tn/m	105.39 Tn/m2
Mu=	55.6590938	Tn-m				
Refuerzo por flexión:						
F	3/4"	@	0.15			
En X	17	F	1			
En Y	17	F	1			
d=	91.73		a=	8.107		
FM=	285.48		FM>Mu	OK		
Mu=	55.66					

Fuente: Del autor, 2017.

Como datos obtenidos en el pre dimensionamiento podemos decir que:

La zapata tendrá un tamaño de 4x4 m y una altura de 1m y aceros de 3/8", el pedestal será de 2.5 m de alto y de 1.2x1.2 m de dimensiones con estribos de 5/8" y aceros de 1"; las zapatas serán aisladas con cimientos corridos, un F'c de 210 kg/m2 y un Fy de 4200 kg/m2, para más detalle se encuentra en los planos que se encuentran en los anexos.

3.8 Sistema de teleférico en Collique

Un teleférico es un medio de transporte para pasajeros o carga constituida por cabinas suspendidas de cables unidos a terminales o estaciones, y cables sujetos a torres que conectan lugares de pendientes o de complicado acceso.

En el caso de Collique la cabina es del tipo telecabina, la cual es del tipo cerrado y para personas sentadas, para mayor comodidad.

Los cables serán del tipo multicable de 2 carriles, uno para ir y el otro para el regreso, estos dan estabilidad contra el viento, poco consumo de energía y recorridos entre columnas de apoyo más largos.

El sistema de sujeción de la cabina al cable es del tipo pinza embragable, ya que estos permiten desacoplar las cabinas del cable para facilitar el ingreso de personas a las telecabinas al abordar o desabordar.

Su sistema de movimiento será de vaivén, tendrá un puesto de mando en cada estación y el tipo de operación será automático.

Los sistemas constituyentes del teleférico serán:

- Sistema de carga
- Sistema de soporte
- Sistema de tracción

El **sistema de carga** comprende la cabina propiamente dicha, la cual está formada por estructura metálica y fibra de vidrio, con ventanas cerradas y puertas accionadas por medio neumático, dentro tienen sillas una frente del otro con un pasadizo central libre, en el techo de la cabina se coloca la pinza de enganche con la polea de movimiento, cuenta además con un sistema de ventilación, electricidad, sistema de telecomunicación, auto-parlante y un botón de emergencias. Para nuestro caso se puede considerar en forma especulativa el uso de 6 cabinas en movimiento (3 de ida y 3 de regreso) por la longitud de recorrido (500 m) y capacidad de pasajeros a embarcar (6).

Ilustración 3.47: Teleférico



Fuente: (Amelibia Irazu, 2014)

El **sistema de soporte** estará conformado por la torre para sostener los cables transportadores de la cabina, en el cenit de ésta tiene una viga transversal que engancha al sistema de poleas por donde se desplaza el cable transportador; además está constituido también por la cimentación que se describe con amplitud en este trabajo y los anclajes que garantizan la estabilidad de la estructura para poder soportar un esfuerzo o tensión considerables. En el caso del presente trabajo se considera una torre de soporte en el punto medio de la separación entre estaciones (250 m), que además es la máxima distancia permitida de separación de torres descritos en diversas normas sobre teleféricos. (Europea, 2016)

Ilustración 3.48: Sistemas de soporte del teleférico



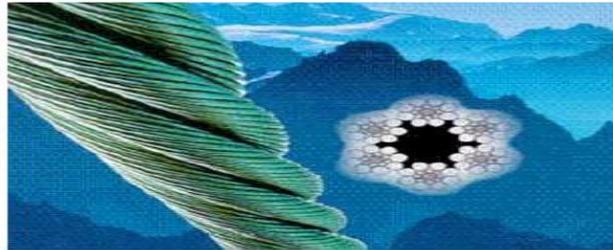
Fuente: (Amelibia Irazu, 2014)



El **sistema de tracción** estará compuesto por el cable de acero que se coloca tensionado en un extremo por el motor impulsor y por el otro en la polea de regreso, este está conectado a las poleas y recorre todo el

recorrido de ésta. Forman parte del sistema de tracción el cable formado por varios torones que son enrollados helicoidalmente sobre un alma o núcleo central del cable, generalmente de acero; el motor impulsor alojado en el cuarto de máquinas, eléctrico mayormente y la polea de retorno en la estación opuesta de donde parte la cabina.

Ilustración 3.49: Sistema de cables



Fuente: (Amelibia Irazu, 2014)

Complementariamente existen otros sistemas que garantizarán un adecuado transporte por teleférico los cuales son:

- Sistema de frenado
- Sistema de tensión del cable
- Sistema de seguridad
- Estaciones de pasajeros
- Estaciones eléctricas

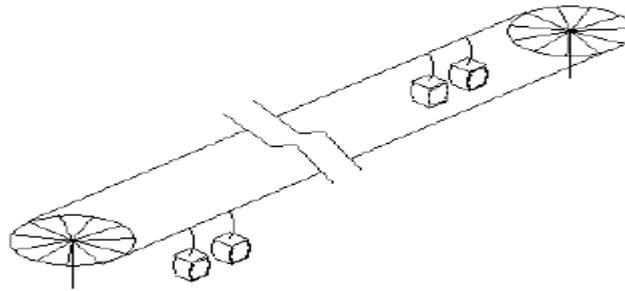
El tiempo aproximado de recorrido será:

$T = \text{distancia/velocidad} = 500/6 = 83.3 \text{ s}$, aproximadamente 84 segundos.

Para determinar la capacidad de demanda del proyecto se recomienda hacer un estudio de mercado.

La carga será distribuida de tal forma que se tenga que dar estabilidad al sistema.

Ilustración 3.50: Circuito estándar de un teleférico



Fuente: (Romo, Checa, Zambrano)

La **cabina** debe de estar protegida contra los agentes externos de la zona, brindar comodidad y seguridad y tener una vista total del panorama exterior. Los materiales utilizados son la **fibra de vidrio**, para recubrir la cabina ya que dentro de sus propiedades tenemos el aislamiento térmico, inerte ante ácidos, peso reducido y soporta temperaturas elevadas.

PROPIEDADES DE LA FIBRA DE VIDRIO	
Alargamiento a la Rotura [%]	4,5
Resistencia a la Tracción [kg / cm ²]	250
Densidad [kg / m ³]	1000

Fuente: (Amelibia Irazu, 2014)

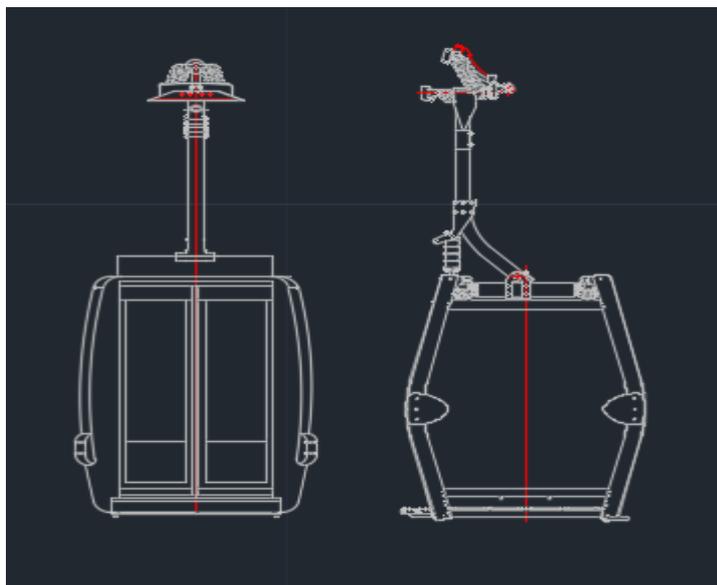
El acrílico, se emplea en las ventanas debido a sus propiedades como: dureza, resistencia superficial, resistencia a las condiciones meteorológicas y paso del tiempo y son transparentes.

PROPIEDADES DEL ACRÍLICO	
Alargamiento a la Rotura [%]	2,5 – 4
Dureza - Rockwell	92 – 100
Relación de Poisson	0,35 – 0,4
Resistencia a la Tracción [kg / cm ²]	816
Densidad [kg / m ³]	1190

Fuente: (Amelibia Irazu, 2014)

El modelo a implementar en Collique será el siguiente (detallado en planos en los anexos):

Ilustración 3.51: Diseño de nuestra cabina de teleférico



Fuente: Del autor, 2017.

3.9 Análisis de costos

Los costos son las inversiones de capital que hace una determinada empresa o empresario para poder construir una determinada obra, como por ejemplo materiales e insumos y la mano de obra, Los costos se dividen en costos directos, que comprenden el dinero para la compra de materiales, pago de sueldos de las personas trabajadoras directa o indirectamente en el proyecto; y el costo indirecto, los cuales no intervienen en un producto o servicio pero si para operar la empresa.

El siguiente análisis de estimación de costos ha sido realizado con la información proporcionada por diferentes empresas metal mecánicas de la ciudad de Lima. Los costos están en dólares americanos (USD) y se centran en la estructura del teleférico en sí, cables, accesorios, cabina, columna de acero, etc.

Tabla 3.9: Análisis de costos para el suministro, fabricación y montaje de la columna de soporte del cable del teleférico

Materiales:

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
L50x3	6m	27	17.32	467.64
L75x12	6m	16	69.08	1105.28
L575x6	6m	32	61.02	1952.64
L75x8	6m	66	63.78	4209.48
L100x12	6m	32	159.33	5098.56
L100x6	6m	28	81.38	2278.64
L65x6	6m	37	52.01	1924.37
Plancha A-588-GrA Esp. 10	u	1	2944	2944
Plancha A-588-GrA Esp. 12	u	1	3533	3533
Plancha A-588-GrA Esp. 20	u	1	5887	5887
Plancha A-36 Esp. 10	u	3	236.32	708.96
Plancha A-36 Esp. 12	u	2	283.36	566.72
Perno A-325 M16x75 Gruesa	u	1810	1.4	2534
Perno A-325 M20x75 Gruesa	u	572	2.41	1378.52
Arandela F-436 M16-UNI1734	u	2104	0.1	210.4
Arandela F-436 M20-UNI1734	u	608	0.17	103.36
Tuerca A-563 M16-UNI205	u	1810	0.36	651.6
Tuerca A-563 M16-UNI209	u	1810	0.23	416.3
Tuerca A-563 M20-UNI205	u	572	0.62	354.64
Tuerca A-563 M20-UNI209	u	572	0.47	268.84
Galvanizado	kg	12500	0.45	5625
Fuente: Del autor, 2017.			Subtotal	42218.95

Fabricación y montaje:

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Estructura metálica	kg	12500	0.8	10000
Fuente: Del autor, 2017.			Subtotal	10000

Total costo directo	52218.95
Costos indirectos:	
Gastos generales (9%)	4699.71
Utilidades (11%)	5744.08
IGV (18%)	11279.29
Total costos indirectos	21723.08
Subtotal (USD)	73942.03

Fuente: Del autor, 2017

Tabla 3.10: Análisis para el costo para el rubro suministro, fabricación y montaje de la estructura que soporta el cable para la columna de soporte

Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Plancha A-588-GrA Esp. 20	u	2	5887.5	11775
Polea de soporte 1.2474.601	u	16	49.84	797.44
Eje AISI-1018, Ø=40	m	2.7	21.16	57.132
Rodamiento FAG 64 08 Z	u	64	49.54	3170.56
Anillo de retención, Ø=40, FS-030	u	64	0.85	54.4
L100x12, 6m	6m	4	159.33	637.32
Perno A-325 M20x75, Gruesa	u	44	2.41	106.04
Arandela F-436 M20-UNI1734	u	44	0.17	7.48
Tuerca A-563 M20-UNI205	u	44	0.62	27.28
			Subtotal	16632.652

Fuente: Del autor, 2017.

Equipo

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Pantógrafo semiautomático	hora	1	8	8
Taladro de banco	hora	2.5	3.5	8.75
Montacargas 2 Ton.	hora	1	6	6
Torno	hora	18	8	144
Sierra eléctrica semi automática	hora	1	4	4
Compresor de 5 HP	hora	0.5	1	0.5
Herramienta menor	hora	2	1.2	2.4
			Subtotal	173.65

Fuente: Del autor, 2017.

Mano de obra

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Operario	hora	1	2.5	2.5
Mecánico armador	hora	3	3	9
Ayudante de mecánico	hora	3	2.2	6.6
Pintor	hora	1	2.8	2.8
			Subtotal	20.9

Fuente: Del autor, 2017.

Total costo directo	16827.202
Costos indirectos:	
Gastos generales (9%)	1514.45
Utilidades (11%)	1850.99
IGV (18%)	3634.68
Total costos indirectos	7000.12
Subtotal (USD)	23827.322

Fuente: Del autor, 2017.

Tabla 3.11: Análisis de costo de la cabina de transporte*

Cabina de transporte

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Cabina de 6 personas	Unidad	1	10000	10000
			Subtotal	10000

Fuente: Del autor, 2017.

Total costo directo	10000
Costos indirectos:	
Gastos generales (9%)	900
Utilidades (11%)	1100
IGV (18%)	2160
Total costos indirectos	4160
Subtotal (USD)	14160

Fuente: Del autor, 2017.

*La cabina de transporte se compra ensamblada del extranjero.

Tabla 3.12: Análisis de costo para el rubro suministro y montaje del cable de acero

Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Cable estructural 1 1/2"	m	3240	18.5	59940
Cabos de acetato de 1"	m	100	0.4	40
			Subtotal	59980

Fuente: Del autor, 2017.

Equipo

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Montacargas de 10 Ton.	hora	160	30	4800
Montacargas de 2 Ton.	hora	320	6	1920
Herramienta menor	hora	80	1.2	96
			Subtotal	6816

Fuente: Del autor, 2017.

Mano de obra

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo
Operario	hora	40	2.5	100
Mecánico de montaje	hora	640	3	1920
Ayudante de mecánico	hora	640	2.2	1408
			Subtotal	3428

Fuente: Del autor, 2017.

Total costo directo	70224
Costos indirectos:	
Gastos generales (9%)	6320.16
Utilidades (11%)	7724.64
IGV (18%)	3634.68
Total costos indirectos	17679.48
Subtotal (USD)	87903.48

Fuente: Del autor, 2017.

Tabla 3.13: Resumen de costos del sistema de teleférico en Collique

RUBRO	Costo (USD)
Cable de 6x25 Filler con alma de acero	91579.12
Columna de acero	73942.03
Estructuras de soporte del cable para la columna	23827.32
Estructura para el montaje del acero	87903.48
Cabina	14160
Costo total del proyecto Collique	291411.95

Fuente: Del autor, 2017.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Discusión de resultados con respecto al problema general (diseño estructural vs calidad de materiales a utilizar)

En nuestra hipótesis general que planteamos se basa primero en un problema principal que he detectado previamente en el lugar de los hechos, los cuales me motivaron a plantear el siguiente trabajo de investigación: la transitabilidad adecuada de las personas en Collique, lo cual en la actualidad no es buena y planteo la construcción de un teleférico para solucionar tal problema, pero para desarrollar el teleférico se tiene la necesidad, como futuro ingeniero civil, de un análisis previo en materia técnica como lo es un diseño estructural del teleférico y además la calidad de materiales según el tipo de suelo de la zona para poder desarrollar el teleférico y poder solucionar el problema de accesibilidad de las personas en Collique-Comas; la zona geográfica de mi tesis en la cual se halló una pendiente no muy pronunciada, pero con un cierto desnivel al fin y al cabo, y que al colindar entre la Av. Túpac Amaru, la Av. Revolución, el colegio Fe y Alegría y el Hospital Sergio Bernales de Collique, nos da un lugar de relativa facilidad de ingresos y salidas adecuadas y demanda ya que es un lugar transitado y comercial, y además desemboca toda la población de Collique (200 mil personas) (INEI, 2015), con los beneficios ambientales y económicos que lleva un transporte moderno y seguro a la población en general.

En nuestro planteamiento del problema, objetivo e hipótesis nuestra principal inquietud técnica es de qué manera la calidad de materiales a utilizar en la construcción del teleférico influye en el diseño estructural del mismo y haciendo un contraste con nuestros resultados obtenidos podemos afirmar que influye de manera notable en el diseño dado que primero en nuestra encuesta realizada en los 500m de la Av. Revolución donde se plantea realizar la línea de ruta del teleférico que es nuestra muestra de la población, observamos que las personas responden favorablemente a la construcción del teleférico y que además piden que se

construya en toda la avenida, sólo la minoría desconocía de que se trataba ésta máquina electromecánica, todo esto se puede corroborar utilizando el coeficiente de correlación de Spearman que nos arrojó 0.844 una correlación positiva alta. Y en cuanto a la parte cualitativa, previos estudios de mecánica de suelos y de análisis químicos de éstos podemos observar que el suelo al ser bajo en niveles de sales (Sales solubles= 0.04%, Sulfatos= 0%, Cloruros= 0% y PH= 7.96 baja acidez), es idóneo para construir con un acero de construcción normal y común y con un tipo de cemento Tipo I Portland, lo cual acá se puede ver que están relacionados y que siempre va tener que realizarse un análisis químico de suelos para poder diseñar estructuralmente una edificación ya que las partes de agregados y cemento son parte vital de la misma.

4.2 Discusión de resultados con respecto al primer problema específico (ensayos geotécnicos vs propiedad de los materiales)

En cuanto a nuestra primera hipótesis, objetivo y problema específico, llamado de que manera influyen los ensayos geotécnicos del suelo con las propiedades de los materiales a utilizar en el teleférico, podemos afirmar que están íntimamente relacionados y que hay una altísima grado de relación ya que las propiedades del suelo, del acero, del cemento y de la propia cabina de teleférico, su selección están basados en un estudios previo de mecánica de suelos o geotécnico, que en el caso de la presente tesis se ha realizado los ensayos de: análisis granulométrico por tamizado, densidad de campo natural, humedad natural, límites líquido, plástico e índice de plasticidad, clasificación de suelos y el ensayo de corte directo; todos detallados en la parte 3 de resultados, donde cada una de esta es base fundamental para saber la resistencia, ductilidad, fragilidad, tenacidad y resiliencia, de los materiales a utilizar en el diseño estructural de un teleférico y su calidad de materiales a utilizar y de acuerdo a esto se escogen los materiales adecuados para el diseño.

4.3 Discusión de resultados con respecto al segundo problema específico (calidad de materiales óptimas vs análisis estructural)

En cuanto al segundo problema, hipótesis e objetivo que se denomina de qué manera influye una calidad de materiales óptima con el análisis estructural del teleférico, podemos afirmar basados en nuestro análisis estructural detallado realizado que en la parte de estructuración se ven los resultados y parámetros de diversas fuentes nacionales e internacionales tales como por ejemplo: NTP E-060 Concreto armado, NTP E- 030 Diseño sísmo resistente, NTP E- 090 Estructuras metálicas, ACI 318-2008 (Requerimientos para el concreto en estructuras), AISC (American Institute for Steel Construction) lo del acero, AWS (American Welding Society) la parte de la soldadura, entre otros; en los cuales marcan para determinado material a usar uno óptimo de acuerdo al resultado de análisis estructural en mi caso hecho en el SAP 2000, donde arrojan las especificaciones técnicas óptimas de nuestros materiales empleados del sistema proyectado, en cuanto al acero por ejemplo, para un tubo metálico, el cual va ser parte de nuestro pilar de apoyo de los cables por donde se trasladará la cabina de teleférico, nos arroja estas especificaciones óptimas para tal fin: $F_y = 36 \text{ KSI}$, $\lambda_c = 7.85 \text{ Ton/m}^3$, $E_c = 2,000,000 \text{ Kg/cm}^2$, $F_u = 58 \text{ KSI}$, $u = 0.30$, para la soldadura de: Electrodo: $F_{exx} = 60 \text{ KSI}$ (E70 XX - AWS, para acero) y para el concreto armado en las zapatas de : $F'_c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, $\lambda_c = 2.4 \text{ Tn/m}^3$, $E_c = 280624,30 \text{ Kg/cm}^2$.

Entonces podemos concluir en afirmar que la calidad de materiales a utilizar influye en forma determinante en el análisis estructural realizado a la estructura a diseñar, ya que el uso de adecuados materiales como el acero y cemento nos pueden permitir hacer un análisis estructural que nos permite poder diseñar, en este caso el teleférico, de la mejor manera posible, analizando bien las cargas y sobre todo el análisis sísmico, evitando riesgos y accidentes.

4.4 Discusión de resultados con respecto al tercer problema específico (análisis químicos hechos a la muestra vs dimensionamiento estructural)

En cuanto al tercer problema, hipótesis y objetivo que se denomina de que manera influye los análisis químicos hechos a las muestras extraídas en campo con el dimensionamiento estructural del teleférico, aparentemente no tendría ninguna relación, pero, analizando bien nuestros resultados obtenidos podemos observar que al momento de hacer el pre dimensionamiento de nuestra cimentaciones, específicamente de la zapata, esta está formada por concreto armado, es decir cemento y acero, entonces cuando uno va diseñar la zapata uno como profesional tiene que hacer los estudios previamente químicos del suelo, ya que esta parte de la estructura es la que está en contacto con el suelo de cimentación, entonces para seleccionar nuestros materiales como el cemento por ejemplo son de 5 tipos, entonces si nuestro suelo nos hubiera salido de alto grado de salinidad se tuviera que haber escogido un cemento tipo V que es el adecuado para este tipo de base; pero en nuestro caso al haber salido en nuestros análisis de laboratorio que el suelo presenta una baja (casi nula) nivel de salinidad y de acidez bajo (PH), el pre dimensionamiento de la zapata se hará con un cemento tipo I (Portland convencional) y con un acero corrugado, llamado comúnmente acero al carbono, con sus respectivas propiedades de F_y = esfuerzo de fluencia del acero, F_c = esfuerzo a la compresión del concreto, módulos de elasticidad, etc., ya que al determinar esas variables uno puede hacer el cálculo del dimensionamiento de la zapata, cuanto de acero colocar, el espaciamiento de aceros, propiedades del cemento, diseñar los amarres, la altura adecuada de la zapata, el recubrimiento, diámetro de los aceros, etc..

Como conclusión podemos afirmar que si bien es cierto no toda la estructura estará relacionada en estas variables pero si una parte, específicamente la de la cimentación profunda (zapata) si estará relacionada y de manera fundamental.

V. CONCLUSIONES

1. Concluimos que al determinar la relación existente entre la calidad de materiales a utilizar en la construcción del teleférico y el diseño estructural de éste, por los dos métodos estudiados en esta tesis, sea cuantitativa y cualitativa, existe una relación correlacional alta; ya que en nuestra parte estadística se demuestra que nuestra hipótesis H1 de correlación es afirmativa, el Rho de Spearman es igual a 0.844 que se define según la tabla una correlación positiva alta; y en cuanto a la parte cualitativa experimental se demuestra una alta correlación entre las variables ya que en los ensayos de laboratorio químicos se determinaron una baja cantidad de presencia de sales y acidez de la muestra de tierra llevada de las calicatas y en el diseño estructural podemos inferir que al hacer por ejemplo la cimentación de las estaciones o del pilar de apoyo de la cabina de teleférico se tienen que escoger el material idóneo para el tipo de suelo así al tener bajas cantidades de sales y ácidos, se escogerán el cemento Portland Tipo I y el acero corrugado estándar de construcción para concreto armado. Las normas utilizadas fueron la E-060 (concreto armado), E-050 (suelos y cimentaciones), NTP 339.117 (contenido de cloruros), NTP 339.178 (contenido de sulfatos), NTP 339.152 (contenido de sales solubles) y ASTM D1293 (potencial de hidrógeno).
2. La relación entre los ensayos geotécnicos y las propiedades de los materiales a utilizar en el diseño estructural del teleférico es demostrado por las propiedades constructivas del acero, cemento, agua y el suelo con respecto a los ensayos de mecánica de suelos realizados en laboratorio, ya que por ejemplo los estudio geotécnicos elaborados nos arrojaron el tipo de suelo (SUCS), nos arrojaron por medio del ensayo de corte directo nos mostró cual era la capacidad portante del suelo a través del ángulo de fricción, la cohesión, el esfuerzo cortante, el peso específico seco, nos arroja con el ensayo granulométrico y límites de consistencia con ello el concreto armado (cemento, acero) estimado en las mezclas, además del contenido de humedad para conocer si podría

haber volcadura o asentamiento de la estructura a diseñar. Las normas utilizadas para hallar esta conclusión fueron la E-060 (concreto armado), E-050 (suelos y cimentaciones), NTP 339.127 (contenido de humedad), NTP 339.128 (análisis granulométrico), NTP 339.129 (límite líquido y plástico), NTP 339.134 (clasificación de suelos), NTP 339.137 y 339.138 (densidad relativa) y NTP 339.171 (corte directo), NTP 214.003 (agua apta para pruebas de laboratorio de suelos), NTP 339.088 (requisitos de calidad de agua para el concreto) y NTP 341.031 (acero).

3. La relación entre el análisis estructural, que es la parte donde se calculan y se determinan los efectos de las cargas y fuerzas en nuestra estructura y la calidad de material óptimo a utilizar en el teleférico está relacionado en el sentido de nuestras pruebas hechas anteriormente para determinar el tipo adecuado de material a usar en el proceso constructivo sea de cemento, acero, cemento Portland tipo I, acero corrugado ASTM A615-Grado 60 y el tipo de suelo SP-SM y SW (arena mal graduada con limo y arena bien graduada respectivamente) es correlacional con nuestro análisis estructural dado que me permitió asegurar piezas de equipos del teleférico como los ganchos de anclaje, poleas, diseño de elementos de la cabina de pasajeros, el pilar de soporte de los cables, la zapata, etc., son seguras para su uso bajo el efecto de las cargas estimadas que espera soportar la estructura. Las normas utilizadas son: E-020 (cargas), E-090 (estructuras metálicas), E-030 (diseño sísmoresistente), Norma Europea de Teleféricos CEN 2000/9/EC.
4. La conclusión en cuanto a la relación entre los análisis químicos realizados a la muestra extraída en campo con el dimensionamiento estructural del teleférico, es ambigua ya que aparentemente por la poca bibliografía encontrada sobre el tema se tiende a pensar que no tienen ningún grado de relación pero por la experimentación realizada en laboratorio por el autor, se puede demostrar que existe una correlación en el sentido de saber que determinado el suelo por tener despreciable cantidad de sales y de acidez, a partir de aquí se pudo determinar que si uno no hace un adecuado análisis del suelo la estructura podría fallar (rajaduras, esfuerzos máximos, filtraciones, oxidación de acero,

asentamientos, etc.). El diseñador tiene que dimensionar adecuadamente la cimentación con la superficie de contacto, como por ejemplo la altura de las zapatas, el recubrimiento de las cajas de mallas de acero, los amarres. Las normas que se analizaron fueron la E-060, NTP 339.117 (contenido de cloruros), NTP 339.178 (contenido de sulfatos), NTP 339.152 (contenido de sales solubles) y ASTM D1293 (potencial de hidrógeno).

VI. RECOMENDACIONES

1. Es recomendable hacer un análisis cuantitativo de los objetivos específicos.
2. Es recomendable hacer algunos estudios complementarios en cuanto a los de mecánica de suelos como por ejemplo gravedad específica del suelo, permeabilidad y de colapso.
3. Recomiendo en cuanto a la calidad de materiales a usar para el diseño de teleférico no solo centrarse en la parte de estructura sino también en el diseño de la súper estructura, es decir el tipo de acero del cable de desplazamiento, de las poleas y de los accesorios con que cuenta las cabinas de teleférico para así tener una estructura en global segura para los pasajeros.
4. Se recomienda hacer el análisis en cuanto a cambios en el tipo de suelo, factores climáticos, geográficos y/o de alguna forma de dificultad en cuanto al dimensionamiento del teleférico; además se puede cambiar alguna de las variables para poder hacer más claro el desarrollo y explicación de la conclusión del mismo, se sugiere por ejemplo la relación entre el dimensionamiento y el análisis sismo resistente de la estructura y/o otra de similar concepto.

VII. REFERENCIAS

- AGUA, AUTORIDAD NACIONAL DE. 2017.** www.ana.gob.pe. [Online] 2017.
- AISC. 1980.** *Manual of Steel Construction*. USA : Octava Edición, 1980.
- Amelibia Irazu. 2014.** *Cálculo de teleférico*. Valdelinares-Chile : s.n., 2014. pp. 20-21,40-41.
- Approved code of practice for passenger ropeways in New Zealand. 1998.** *New Zealand Transport*. Auckland : s.n., 1998.
- Arias Paz. 1997.** *Manual de automóviles*. Madrid : s.n., 1997.
- Armijos, Ramirez. 2009.** *Diseño de un teleférico turístico de 2km de longitud en la colonia Llanganates, Tungurahua*. Tungurahua-Ecuador : EPN, 2009.
- ASTM. ASTM AMERICAN STANDARD TEST METHODS.** Washington : s.n.
- Bernal. 2009.** *Diseño estructural*. 2009.
- BRAJA, DAS. 2008.** *MECANICA DE SUELOS*. Seattle : Mc Grall Hill, 2008.
- Catálogo WL 41 520/3 SB. 2000.** *Rodamientos FAG*. España : Edición 2000, 2000.
- CEC.** *Código Peruano de Construcción*.
- Constitución Política del Perú. 1993.** *Constitución Política del Perú*. Lima : s.n., 1993.
- El Comercio. 2016.** Teleférico de Kuelap. 2016.
- Emilio Larode Antonio Miravete . 2004.** *El Libro de Transporte Vertical*. Zaragoza : Universidad de Zaragoza, 2004. p. 251.
- Europea, Unión. 2016.** Reglamento UE 2016/424. [book auth.] Comisión técnica de ingeniería UE. *Reglamento UE 2016/424*. Bruselas : s.n., 2016.
- García, V. 1990.** *El método experimental en la investigación*. Barcelona : s.n., 1990.
- Google Earth. 2016.** Google Earth. [Online] 2016. <https://earth.google.com/>.
- Hoyt, Cyril. 1941.** *Test Reliability estimated by analysis of variance* . MInnesota : s.n., 1941.
- Indian code of practice for design and construction. 2014.** *Aerial ropeways for transportation of passengers*. Bombay-India : s.n., 2014.
- INEI. 2015.** Evaluación de la pobreza monetaria 2009-2015. [Online] 2015. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/.../libro.pdf.
- INIFED. 2011.** *Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Viento*. México DF : s.n., 2011.
- Joseph Shigley. 2008.** *Manual de Diseño Mecánico*. México DF : LIMUSA, Octava edición, 2008.

Julio Dávila. 2012. *Movilidad Urbana y pobreza: aprendizajes de Medellín y Soacha, Colombia.* Medellín : s.n., 2012.

Luis Parra. *Diseño de un Sistema de Cabinas Teleféricas para Recorrido Turístico.* [EPN]

Ministerio de Comercio Exterior y turismo. 2013. Mejoramiento de los servicios turísticos públicos de la zona arqueológica de Kuélap, distrito de Tingo, provincia de Luya, Amazonas. [Online] 2013.
www.plancopesconacional.gob.pe/archivos/.../Propuesta_PlanAnualdePromocion.pdf.

Ministerio de vivienda construcción y saneamiento. 2015. Instalación de servicio de accesibilidad por cable que conecte los distritos de Independencia y San Juan de Lurigancho. [Online] 2015. [Cited: 9 23, 2016.]
www3.vivienda.gob.pe/.../INFORME%20DE%20APROVACION%20Y%20VIABILI...

MTC. 2015. *CARGAS E-020.* Lima : s.n., 2015.

—. **2010.** *CONCRETO ARMADO E-060.* Lima : s.n., 2010.

—. **2014.** *DISEÑO SISMO RESISTENTE E-030.* Lima : s.n., 2014.

—. **2010.** *ESTRUCTURAS METALICAS E-090.* LIMA : s.n., 2010.

—. *NORMAS TECNICAS PERUANAS.* LIMA : s.n.

—. **2009.** *REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES.* LIMA : s.n., 2009.

—. **2013.** *SUELOS Y CIMENTACIONES E-050.* LIMA : s.n., 2013.

Rivera San Martin. 2005. *Estudio de pre factibilidad técnica y económica de un teleférico en el Cerro Divisadero.* Coyhaique : s.n., 2005. pp. 1,2,3,158.

Romo, Checa, Zambrano. *Criterios y alternativas para el diseño de un teleférico.* Centro de Investigaciones Científicas, Escuela Politécnica del Ejército. Quito : s.n.

Sampieri, Hernandez. 2014. *Metodología de la Investigación.* 6ta. México DF : Mc Graw Hill, 2014.

Segundo Nuñez, Jenny Vasquez. 2009. *Zonas críticas en Lima.* Lima : INGEMMET, 2009. p. 20.

State of Hong Kong Transport. 2002. *Code of practice on the design, manufacture and installation of aerial ropeways.* Hong Kong : s.n., 2002.

Valderrama. 2013. *Manual de Metodología de la Investigación.* Lima : UCV, 2013.

Valerian Leontovich. 1974. *Pórticos y Arcos.* México DF : Continental S.A. Sexta Edición, 1974.

ANEXOS

Imagen de teleférico de interés social.

Ilustración A-1: Teleférico de Medellín, Colombia



Fuente: lanación.com, 2016

Ilustración A-2: Teleférico de La Paz, Bolivia



Fuente: Pueblo en Línea, 2015

Tabla A-1: Matriz de operacionalización de variables (ver en la página siguiente)

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	ESCALA, INSTRUMENTO Y NIVELES
Variable dependiente (V1): Diseño estructural de teleférico	(Amelibia Irazu, 2014). “el diseño estructural de un teleférico es la pieza fundamental de engranaje de las ciencias mecánicas, civiles y eléctricas que definen el éxito de la construcción”.	Se elaboró un cuestionario de encuesta con 12 ítems para medir sus 3 dimensiones de la variable 1.	Ensayos de geotecnia	Análisis granulométrico	1	Escala: De Likert, Ordinal. Instrumentos: Cuestionario de encuesta. Instrumento de validez de cuestionario de encuesta. Niveles: Muy de acuerdo De acuerdo Indiferente En desacuerdo
				Contenido de humedad	2	
				Densidad natural	3	
				Corte directo	4	
			Dimensionamiento estructural	Capacidad portante	5	
				Asentamiento	6	
				Cimentaciones	7	
				Pre dimensionamiento estructural	8	
			Análisis estructural	Carga sísmica	9	
				Carga viva	10	
				Carga muerta	11	

				Carga de viento	12	Muy en desacuerdo
Variable independiente (V2): Calidad de los materiales a utilizar	(Bernal, 2009). “la calidad de los materiales a usar en cualquier tipo de obra civil será de suma importancia para la calidad, durabilidad y seguridad de la construcción como para los habitantes de la misma”.	Se elaboró un cuestionario de encuesta con 12 ítems para medir sus 3 dimensiones de la variable 2.	Propiedad de los materiales a utilizar	Propiedades del suelo	13	Software de procesamiento: IBM SPSS STATISTICS V. 24.0 (cuantitativo) SAP 2000 (cualitativo) AUTOCAD (cualitativo) MS Project (mixto)
				Propiedades del acero	14	
				Propiedades del cemento	15	
				Propiedades del agua	16	
			Calidad de los materiales	Tipo de suelo	17	
				Tipo de acero	18	
				Tipo de cemento	19	
			Ensayos Químicos	Tipo de cabina de pasajeros	20	
				Potencial de hidrógeno	21	
				Contenido de cloruros	22	
				Contenido de sulfatos	23	

Fuente: Del autor, 2017.



Encuesta N°:

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO-LIMA NORTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Señoras(es), vecinos, esperamos su colaboración, respondiendo con sinceridad el presente cuestionario. El investigador se reserva el derecho a pedir la identificación del encuestado.

La prueba tiene como objetivo determinar la relación entre el diseño estructural de un teleférico y la calidad de los materiales a utilizar en 500 metros de la Avenida Revolución en la zona de Collique, Comas, Lima, 2017.

Lea usted con atención y conteste a las preguntas marcando con “X” en una sola alternativa que usted crea conveniente.

Las alternativas de la escala de Likert son:

Muy de acuerdo	5
De acuerdo	4
Indiferente	3
En desacuerdo	2
Muy en desacuerdo	1

PREGUNTA	ALTERNATIVAS				
	1	2	3	4	5
D					
1. ¿Tiene usted conocimiento del tipo de suelo de Collique?					
2. ¿Considera usted que el suelo es húmedo o denso en Collique?					
3. ¿En la actualidad es inclusivo el acceso a movilizarse de personas con algún grado de discapacidad, sobre todo a las zonas más altas?					
4. ¿Considera imprescindible tener puntos de evacuación en caso de sismos?					
5. ¿Cuenta usted con alguna experiencia de asentamientos de suelo en alguna construcción en Collique?					
6. ¿Cree usted que un medio de transporte como un teleférico será mejor a comparación de los medios tradicionales?					
7. ¿Cuenta usted con los actuales medios de transporte seguridad y rapidez en movilizarse?					
8. ¿Tiene usted dificultades de desplazarse de donde usted habita hacia la salida a la Av. Túpac Amaru?					
9. ¿Tiene usted dificultades de movilidad en su desplazamiento dentro de la zona de Collique?					
10. ¿Tiene usted dificultades de señalización o guía o acceso a los paraderos para abordar un transporte público de movilidad?					
11. ¿En base a su experiencia, cree usted que el suelo de Collique responderá adecuadamente en caso de sismo?					
12. ¿En base a su experiencia, cree usted que el suelo de Collique responderá adecuadamente en caso de fuertes vientos o ráfagas?					
C					
13. ¿Cuenta usted con una idea de lo que es la calidad de materiales de construcción?					
14. ¿Cuenta usted con alguna idea de lo que significan los estándares de calidad de materiales en obras de transporte de pasajeros?					
15. ¿Considera útil el uso de unas buenas propiedades de materiales a utilizar en la construcción del teleférico?					
16. ¿Es importante para usted viajar en un medio de transporte que tenga una cabina de transporte cómoda?					
17. ¿Con el medio de transporte que utiliza actualmente tiene mucha contaminación sonora?					
18. ¿Con el medio de transporte que utiliza actualmente tiene mucha contaminación visual?					
19. ¿Con el medio de transporte que utiliza actualmente tiene mucha contaminación ambiental?					
20. ¿Desecharía usted el uso de los medios de transporte tradicional por el teleférico?					
21. ¿El factor monetario (pasajes) sería un factor por el cual se cambiaría si éste (teleférico) fuera más económico?					
22. ¿Usted tiene alguna consideración por la calidad de transporte a elegir?					
23. ¿Es importante para usted tener un transporte eficiente y rápido?					
24. ¿Desearía usted que el teleférico pueda cubrir otras zonas aledañas al distrito y no circunscribirse en la zona de Collique?					

Fuente: Del autor, 2017

**VALIDEZ DEL INSTRUMENTO
DEL CUESTIONARIO DE ENCUESTA**

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

Instrucciones: Señor(a) ingeniero especialista, le pido su colaboración en el siguiente cuestionario de encuesta que le mostramos a continuación, marque usted con una cruz el casillero que usted crea conveniente de acuerdo a su solvencia y experiencia profesional.

Lea usted con atención y conteste a las preguntas marcando con “X” en una sola alternativa que usted crea conveniente de acuerdo a la siguiente escala:

Muy de acuerdo	5
De acuerdo	4
Indiferente	3
En desacuerdo	2
Muy en desacuerdo	1

PREGUNTA	ALTERNATIVAS				
	1	2	3	4	5
DISEÑO ESTRUCTURAL DE TELEFÉRICO					
1. ¿Un teleférico diseñado y construido con un diseño estructural adecuados da ventajas y evita derrumbes ante diversas cargas en la edificación?					
2. ¿Considera importante considerar las cargas vivas y/o muertas en los cables de desplazamiento de las cabinas de teleférico?					
3. ¿En la construcción del teleférico se debe de fijar la cantidad de acero de refuerzo?					
4. ¿Considera imprescindible el uso de EPPs en la manipulación de herramientas de trabajo en campo?					
5. ¿El diseño estructural de un teleférico debe ser normado por el RNE?					
6. ¿Considera usted alguna relación entre el diseño estructural del teleférico con el tiempo de vida útil de éste?					
7. ¿Necesariamente los planos tendrán que ser detallados?					

8. ¿Será importante considerar el diámetro y cantidad de acero en la colocación de columnas de soporte en el teleférico?							
9. ¿En el diseño de la cimentación de los pilares de apoyo considera que es necesario un estudio previo con calcatas?							
10. ¿Es vital determinar las propiedades geométricas de los elementos estructurales?							
11. ¿Dependiendo del diseño de las cabinas del teleférico, afectará en alguna medida el diseño estructural del teleférico?							
12. ¿Un teleférico diseñado y construido con buenos materiales da más seguridad ante cargas irregulares?							
CALIDAD DE LOS MATERIALES DE TELEFÉRICO							
13. ¿Dentro de la calidad de materiales considera usted a la resiliencia como una propiedad importante en la calidad?							
14. ¿Considera que siempre se cumplen los estándares de calidad de materiales en obras de transporte de pasajeros?							
15. ¿Considera útil a las fuerzas de compresión en un análisis de calidad de sus materiales de construcción?							
16. ¿Es importante conocer a priori las cargas de torsión que puede resistir los materiales de apoyo en un teleférico?							
17. ¿Considera que la calidad de los materiales está relacionada con un estudio de resistencia de materiales en laboratorio?							
18. ¿Es importante conocer el soporte de carga de tracción que tienen todos sus materiales a utilizar?							
19. ¿Dentro de la calidad de materiales considera usted a la tenacidad como una propiedad importante de calidad?							
20. ¿Desecharía usted material de construcción sin ningún certificado o con malos antecedentes en su obra de construcción?							
21. ¿La fragilidad afecta a todos los materiales a utilizar en la construcción del teleférico?							
22. ¿Será necesario hacer análisis de laboratorio para las cargas de flexión en un pilar de soporte?							
23. ¿Es importante que los materiales a utilizar tengan alguna certificación de calidad?							
24. ¿El nivel de ductilidad de los materiales proporciona resistencia a los cables de acero de transporte del teleférico?							

Recomendaciones:

.....
.....

Apellidos y Nombres	 Firma del experto N° CIP.....
Grado Académico		
Mención		

Fuente: Del autor, 2017

Tabla A-2: Niveles de confiabilidad Alfa de Cronbach

RANGO	CONFIABILIDAD/DIMENSIÓN
De 0.0 a 0.20	Muy baja (rehacer el instrumento)
De 0.21 a 0.40	Baja (revisión de reactivos)
De 0.41 a 0.61	Media (instrumento poco confiable)
De 0.61 a 0.80	Alta (instrumento confiable y aceptable)
De 0.81 a 1.00	Muy alta (instrumento altamente confiable)

Fuente: (Sampieri, 2014)

Tabla A-3: Interpretación del coeficiente de correlación de Spearman

Valor de Rho	Significado
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0.9 a -0.99	Correlación negativa muy alta
-0.7 a -0.89	Correlación negativa alta
-0.4 a -0.69	Correlación negativa moderada
-0.2 a -0.39	Correlación negativa baja
-0.01 a -0.19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0.01 a 0.19	Correlación positiva muy baja
0.2 a 0.39	Correlación positiva baja
0.4 a 0.69	Correlación positiva moderada
0.7 a 0.89	Correlación positiva alta
0.9 a 0.99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

Fuente: (Sampieri, 2014)

Tabla A-4: Base de datos de los encuestados

BASE DE DATOS ENCUESTA COLLIQUE 14 Y 15 DE MAYO DEL 2017-RESULTADOS																												
ENCUESTADO	PREGUNTAS																								ESCALA DE LIKERT			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	3	16	1	1	1	1	1	2	5	1	1	1	2	3	20		
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	Muy de acuerdo	5
3	3	3	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	33	3	3	2	3	2	3	1	3	2	3	3	3	31	De acuerdo	4
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36	Indiferente	3
5	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	2	33	3	3	3	2	3	1	3	3	2	3	4	33	En desacuerdo	2	
6	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	57	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	57	Muy en desacuerdo	1	
7	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	14	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	14			
8	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	25	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	2	26			
9	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24			
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12			
11	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	34	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	34			
12	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	34	3	1	3	3	3	3	3	2	3	3	2	32				
13	4	1	4	4	4	4	5	4	4	4	4	46	4	1	2	4	4	4	5	4	4	4	4	4	42			
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12			
15	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	23	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24		
16	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	34	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	35		
17	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	32	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	1	32			
18	1	1	3	1	1	2	1	1	1	1	1	15	1	1	3	1	1	1	2	1	3	1	1	1	17			
19	4	4	3	4	4	4	4	2	2	2	1	38	4	4	3	4	4	4	4	4	3	2	2	1	39			
20	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	37	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	37			
21	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	37	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	37			
22	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	15	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	14			
23	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	3	2	27	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	27			
24	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60	1	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	52			
25	3	3	3	3	5	3	3	3	3	3	3	3	38	1	3	1	3	5	3	3	3	3	3	3	34			
26	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60	1	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	52			
27	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	22			
28	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36	1	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	32			
29	4	4	4	2	4	3	4	3	4	4	4	4	43	1	4	1	2	4	3	4	3	3	3	3	1	32		

Fuente: Del autor, 2017.(MTC, 2013)

Tabla A-5: Presupuesto de la tesis en general para el investigador

PRESUPUESTO DEL PROYECTO EN TOTAL (TESIS)					TESIS UCV
					Versión 2
					01/07/2017
PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO					
RUBROS	Fuentes de Financiamiento				Total
	Fuente 1	Fuente 2	Otras fuentes Externas	financiamiento propio	
1. Personal Científico	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
2. Personal de Apoyo	S/. 320.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 320.00
3. Consultaría especializada y Servicios Técnicos externos	S/. 300.00	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 300.00
4. Materiales e Insumos	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 1,400.00	S/. 1,400.00

5. Trabajo de Campo	S/. 520.00	S/. 600.00	S/. -	S/. -	S/. 1,120.00
6. Equipos	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 650.00	S/. 650.00
7. Bibliografía	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 450.00	S/. 450.00
8. Difusión y Promoción de resultados	S/. -	S/. -	S/. -	S/. 650.00	S/. 650.00
TOTAL PRESUPUESTO DEL PROYECTO	S/. 1,140.00	S/. 600.00	S/. -	S/. 3,150.00	S/. 4,890.00

Fuente: Del autor, 2017.

Ilustración A-4: Fotos de la realización del proyecto en investigación, campo y laboratorio

Visita a teleférico de Kuélap- Amazonas (Marzo 2017)



Fuente: Del autor, 2017.



Fuente: Del autor, 2017.



Fuente: Del autor, 2017.

Calicatas y toma de muestras para llevar a laboratorio en la Avenida Revolución, Collique, Comas. (Mayo 2017)



Fuente: Del autor, 2017.



Fuente: Del autor, 2017.



Fuente: Del autor, 2017.



Fuente: Del autor, 2017.



Fuente: Del autor, 2017.



Fuente: Del autor, 2017.

Ensayos en laboratorio con las muestras obtenidas de calicatas en la URP y UNFV (Mayo 2017)



Fuente: Del autor, 2017



Fuente: Del autor, 2017



Fuente: Del autor, 2017



Fuente: Del autor, 2017



Fuente: Del autor, 2017



Fuente: Del autor, 2017

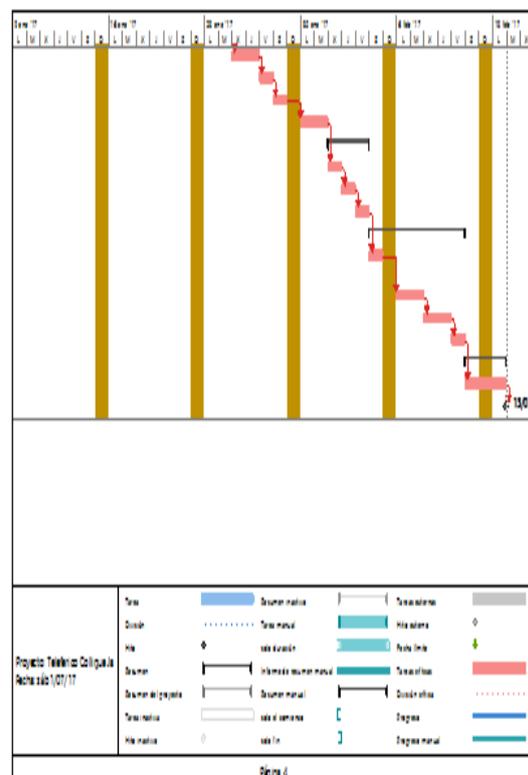
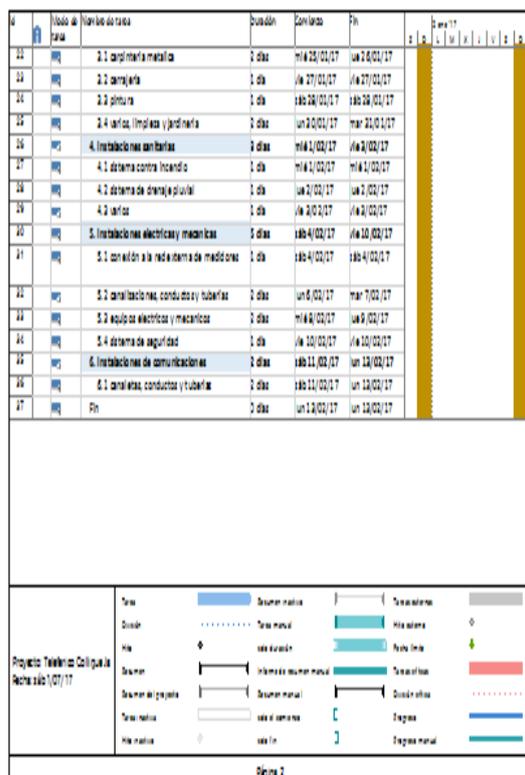
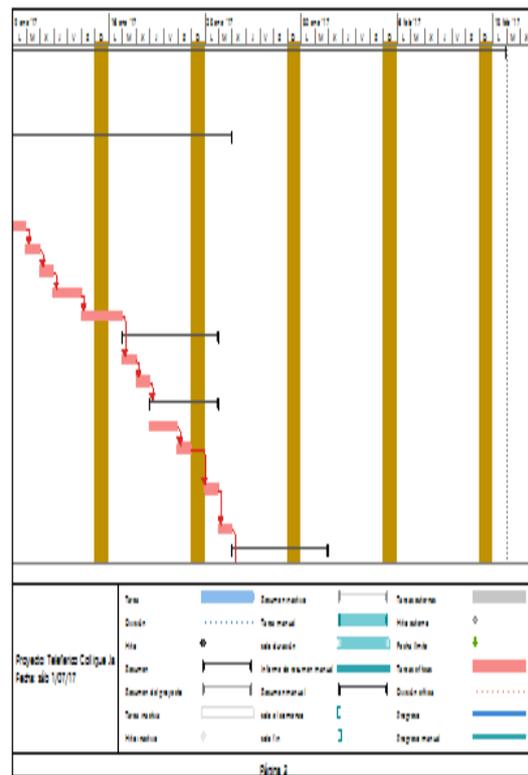
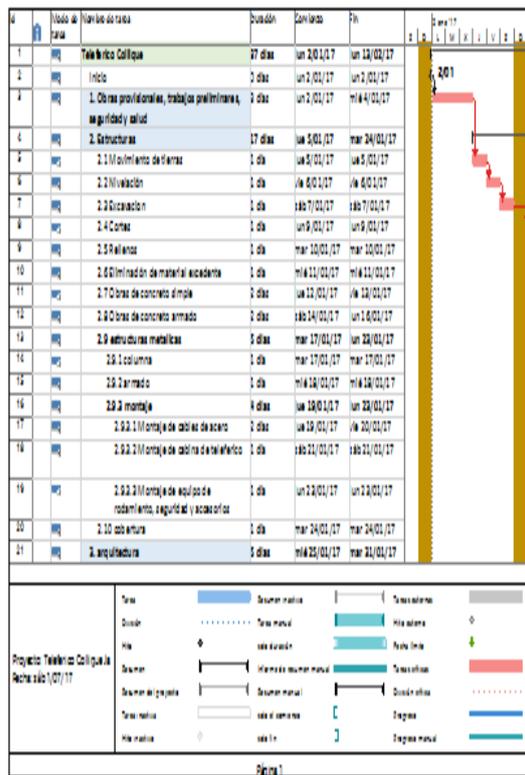


Fuente: Del autor, 2017



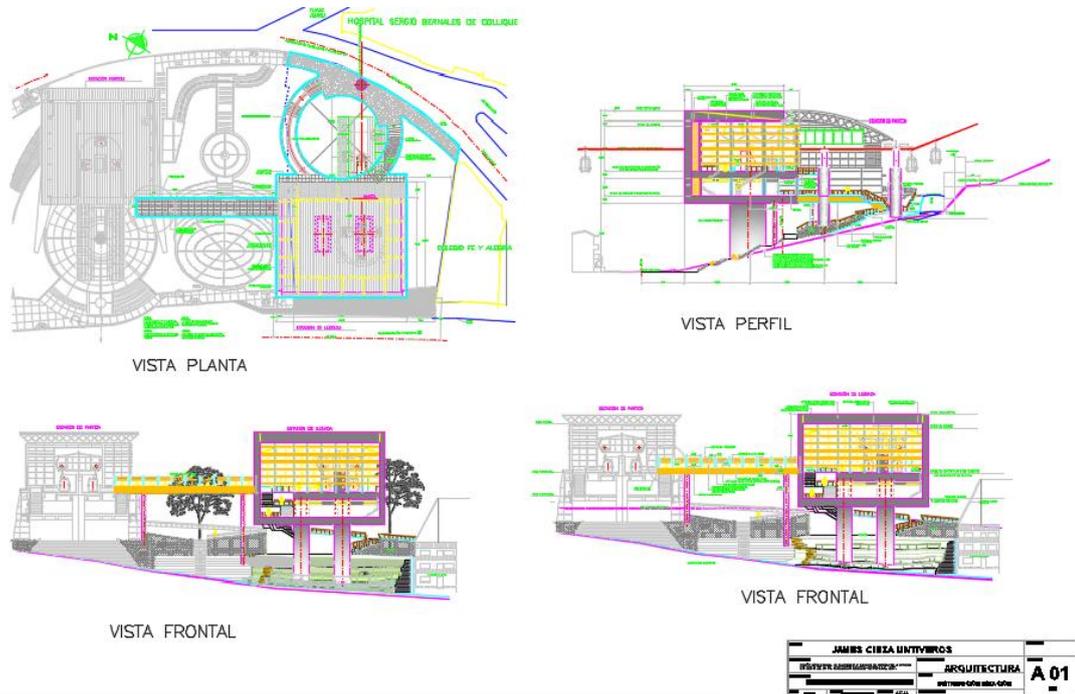
Fuente: Del autor, 2017

Ilustración A-5: Cronograma tentativo en MS Project del proyecto de teleférico en Collique

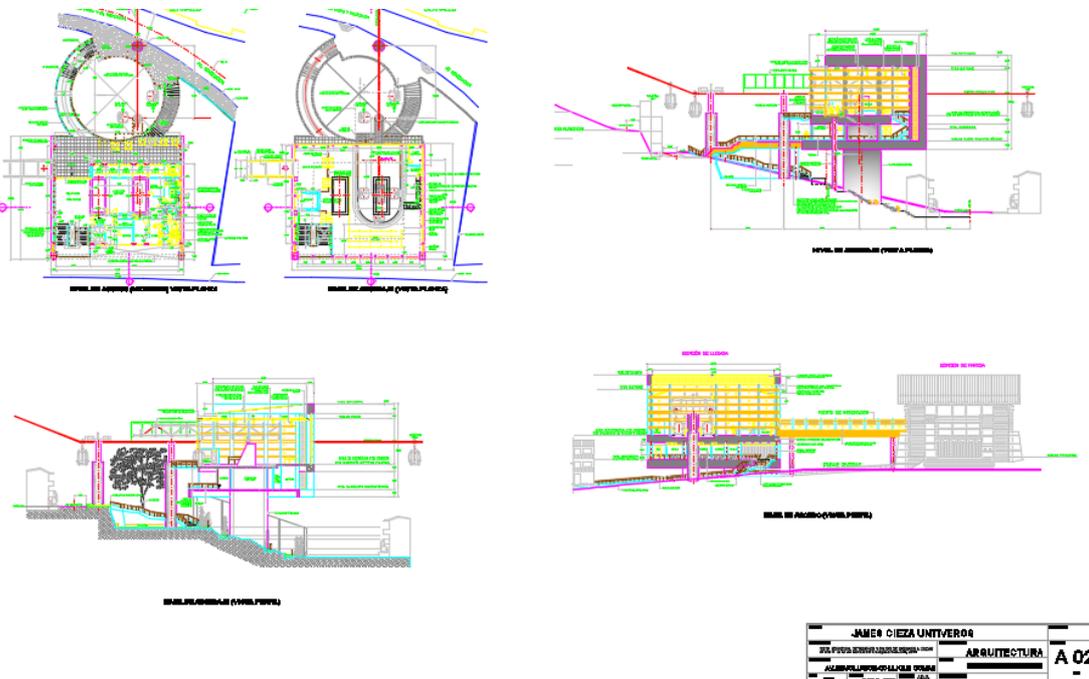


Fuente: Del autor, 2017

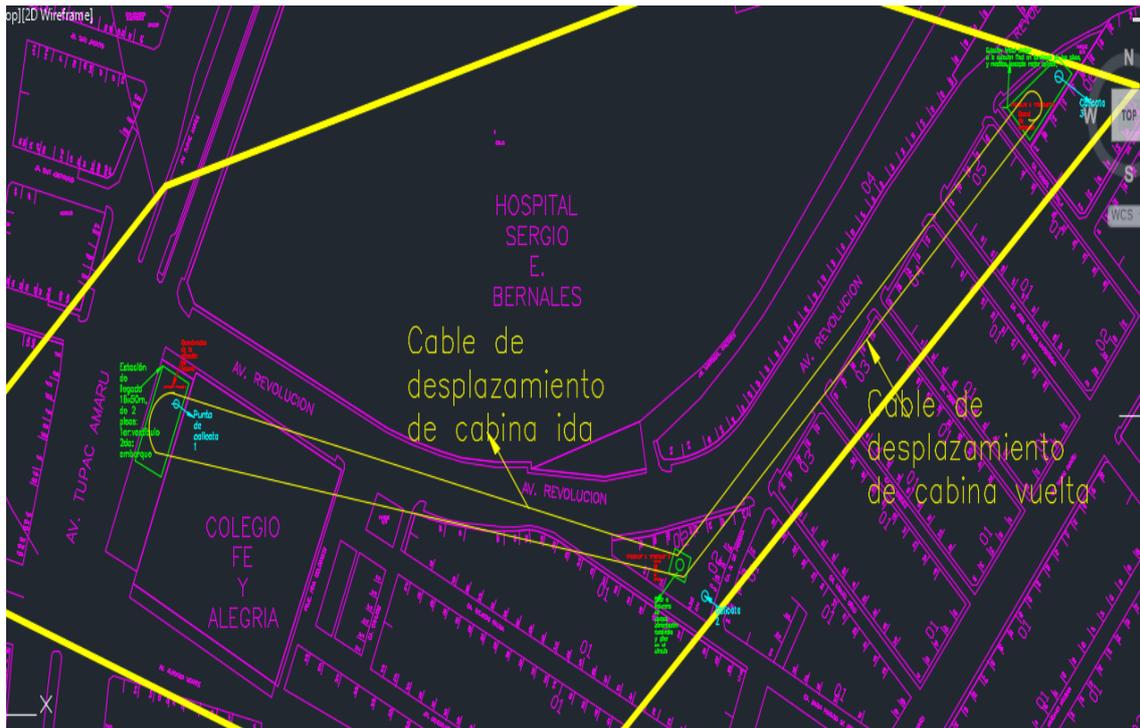
Ilustración A-6: Planos del proyecto de teleférico de Collique



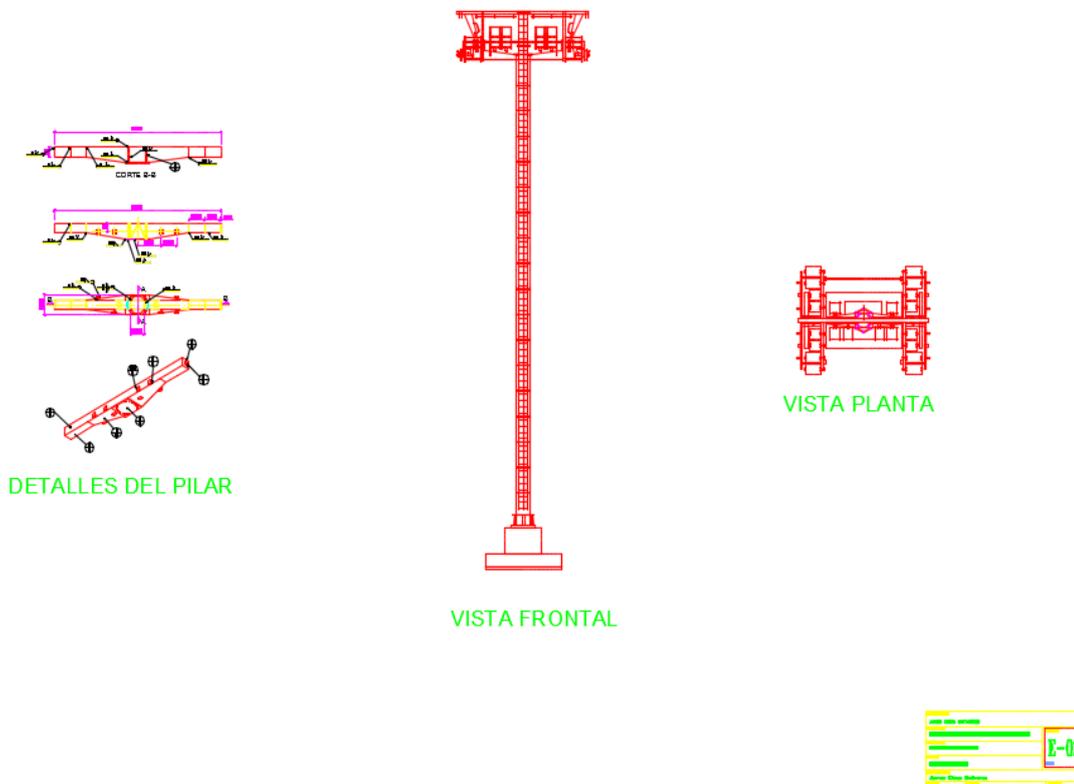
Fuente: Del autor, 2017



Fuente: Del autor, 2017



Fuente: Del autor, 2017



Fuente: Del autor, 2017