



UNIVERSIDAD PRIVADA TELESUP
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL Y
DESARROLLO INMOBILIARIO

TESIS

ESTUDIO GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DE
UN PUENTE PEATONAL SOBRE EL MALECÓN CHECA,
LÍMITE ENTRE LOS DISTRITOS DE SAN JUAN DE
LURIGANCHO Y EL AGUSTINO – LIMA, 2021

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. HUAMANYAURI CARMEN REYNALDO

Bach. PEREZ SOLIS ROSMERI PAULINA

LIMA– PERÚ

2021

ASESOR DE TESIS

Mg. Ing. Ovalle Paulino, Denis Christian

JURADO EXAMINADOR

.....
Dr. WILLIAM MIGUEL MOGROVEJO COLLANTES
PRESIDENTE

.....
Mg. JUAN ANTENOR CACEDA CORILLOCLA
SECRETARIO

.....
Mg. DANIEL SURCO SALINAS
VOCAL

DEDICATORIA

A Dios que me ha dado la vida y fortaleza para seguir en este camino.

A mis padres, como testimonio de mi gratitud por su amor, apoyo y estímulo en cada uno de los pasos que he dado hacia esta meta.

A aquellos que me enseñaron a creer en la amistad y el compañerismo.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera.

A mis padres por apoyarme en todo momento por los valores que me han inculcado.

A mis hermanos por ser parte importante en mi vida.

Nuestro agradecimiento principalmente a nuestra casa de estudios.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se realizará un ESTUDIO GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DE UN PUENTE PEATONAL SOBRE EL MALECÓN CHECA, LÍMITE ENTRE LOS DISTRITOS DE SAN JUAN DE LURIGANCHO Y EL AGUSTINO – LIMA, 2021 y proponer la creación de un diseño estructural del puente peatonal y así influir en la transabilidad de los peatones de los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino, departamento de Lima, en la cual se mejorará su calidad de vida de las personas y dar un mejor estilo de vida a sus pobladores, sabiendo que estas son herramientas útiles y necesarias.

Para poder lograr el objetivo de esta investigación, se desarrolló la metodología cuantitativa, de un nivel correlacional basadas en la evaluación del grado de relación que existen entre las dos variables Diseño geotécnico y puente peatonal.

El tipo de investigación correspondiente al presente proyecto que se basa es: descriptiva, cuantitativa y no experimental. La población de la presente investigación está conformada en su totalidad por los pobladores de los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino.

En la presente investigación se empleará como técnica de recolección de datos la encuesta, para que los encuestados nos proporcionen por escrito la información referente a las variables de estudio sobre estudio geotécnico y puente peatonal.

El instrumento que se empleará será el cuestionario con un formato estructurado que consta de 30 preguntas que se le entregará al informante para que éste de manera anónima, por escrito, consigne por sí mismo las respuestas.

El procedimiento estadístico para el análisis de datos será mediante el empleo de codificación y tabulación de la información. Los datos fueron ordenados, clasificados y procesados con el programa de SPSS y Excel, este proceso consistirá en la clasificación y ordenación en tablas y cuadros. La edición de dichos datos se hará con el fin de comprender mejor la información en cuanto a la consistencia, totalidad de la información para poder hacer un análisis minucioso de la información que se obtendrá.

Palabras claves: Estudio geotécnico, puente peatonal.

ABSTRACT

In this research work, a GEOTECHNICAL STUDY FOR THE CONSTRUCTION OF A PEDESTRIAN BRIDGE OVER THE CZECH MALECON, BOUNDARY BETWEEN THE DISTRICTS OF SAN JUAN DE LURIGANCHO AND EL AGUSTINO - LIMA, 2021 will be carried out and propose the creation of a structural design of the pedestrian bridge and thus influence the tradability of pedestrians in the districts of San Juan de Lurigancho and El Agustino, department of Lima, in which the quality of life of the people is improved and a better lifestyle is given to its inhabitants, knowing that These are useful and necessary tools.

In order to achieve the objective of this research, the quantitative methodology was developed, of a correlational level based on the evaluation of the degree of relationship that exists the two variables Geotechnical design, pedestrian bridge.

The type of research corresponding to this project that is based is: descriptive, quantitative and non-experimental. The population of the present investigation is made up in its entirety by the inhabitants of the districts of San Juan de Lurigancho and the Augustinian.

In this research, the survey will be used as a data collection technique, so that respondents provide us with written information regarding the study variables on geotechnical study and pedestrian bridge.

The instrument that will be used will be the questionnaire with a structured format consisting of 30 questions that will be delivered to the informant so that he / she anonymously, in writing, can record the answers himself / herself.

The statistical procedure for data analysis will be through the use of coding and tabulation of the information. The data were ordered, classified and processed with the SPSS and Excel program, this process will consist of the classification and arrangement in tables and tables. The editing of said data will be done in order to better understand the information in terms of consistency, all the information to be able to make a thorough analysis of the information that will be obtained.

Keywords: Geotechnical study, pedestrian bridge.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA.....	i
ASESOR DE TESIS	ii
JURADO EXAMINADOR.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
INTRODUCCIÓN	xvii
I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1 Planteamiento del problema	18
1.2 Formulación del problema	20
1.2.1 Problema General.....	20
1.2.2 Problemas Específicos	20
1.3 Justificación y aportes del estudio	21
1.3.1 Justificación teórica.....	21
1.3.2 Justificación práctica.....	21
1.4 Objetivos de la investigación.....	22
1.4.1 Objetivo General	22
1.4.2 Objetivos Específicos	22
II. MARCO TEÓRICO	23
2.1 Antecedentes de la investigación.....	23
2.1.1 Antecedentes Nacionales	23
2.1.2 Antecedente Internacional.....	26
2.2 Bases teóricas de las variables	29
2.2.1 Diseño geotécnico	29
2.2.1.1 Diseño de excavaciones y de cimentaciones.....	29

2.2.1.2	Mecánica del suelo	33
2.2.1.3	Compactación de suelos	35
2.2.1.4	Resistencia y deformación	39
2.2.2	Puente peatonal	41
2.2.2.1	Estudio sísmico	42
2.2.2.2	Componentes de puente	45
2.2.2.3	Datos de las condiciones funcionales.....	48
III.	MÉTODOS Y MATERIALES	51
3.1	Hipótesis de la investigación.....	51
3.1.1	Hipótesis General	51
3.1.2	Hipótesis específicas	51
3.2	Variables de estudio.....	51
3.3	Operacionalización de las variables.....	53
3.4	Diseño de la investigación.....	54
3.4.1	Tipo de investigación	54
3.4.2	Método de investigación	54
3.4.3	Diseño de la investigación.....	54
3.5	Población y muestra de estudio	55
3.5.1	Población.....	55
3.5.2	Muestra	55
3.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	56
3.6.1	Técnicas de recolección de datos	56
3.6.2	Instrumentos de recolección de datos	56
3.7	Validación y confiabilidad del instrumento	57
3.7.1	Validez del Instrumento	57
3.7.2	Confiabilidad del Instrumento por Alfa de Cron Bach	57
3.8	Métodos de análisis de datos	58
3.9	Desarrollo de la propuesta de valor	59

3.10 Aspectos deontológicos	59
IV. RESULTADOS	60
4.1 La contrastación de hipótesis	60
4.1.1 Método estadístico para la contrastación de hipótesis	60
4.1.2 La contrastación de hipótesis general	60
4.2 Aplicación de la estadística inferencial de las variables	62
4.2.1 Normalización de la influencia de las variables 1 Y 2	62
4.3 Aplicación de la estadística descriptiva de las variables	68
4.3.1 Variable Independiente: Estudio Geotécnico	68
4.3.2 Variable dependiente: Puente peatonal	86
V. DISCUSIÓN	99
VI. CONCLUSIONES	101
VII. RECOMENDACIONES	102
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	103
ANEXOS	107
ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	108
ANEXO 02: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION	109
ANEXO 03: INSTRUMENTO	110
ANEXO 04: VALIDACION DE INSTRUMENTO	113
ANEXO 05: MATRIZ DE DATOS.....	115
ANEXO 06: PROPUESTA DE VALOR	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Validación de expertos.....	57
Tabla 2: Variable independiente confiabilidad.....	57
Tabla 3: Variables dependiente confiabilidad.....	58
Tabla 4: Estudio geotécnico para la construcción de un puente peatonal sobre el Malecón Checa, entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino.....	61
Tabla 5: Pruebas de normalización.....	62
Tabla 6: Correlaciones de hipótesis general.....	63
Tabla 7: Correlaciones de hipótesis específica 1.....	64
Tabla 8: Correlaciones de hipótesis específica 2.....	65
Tabla 9: Correlaciones de hipótesis específica 3.....	66
Tabla 10: Correlaciones de hipótesis específica 4.....	67
Tabla 11: Pregunta 01 ¿Está conforme usted con los estudios de los suelos no cohesivos o granulares y suelos cohesivos que se utilizan para la creación Del puente peatonal en el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – lima, 2021?	68
Tabla 12: Pregunta 02: ¿Cree que las condiciones drenadas y esfuerzos efectivos son correctas para la construcción del puente?.....	69
Tabla 13: Pregunta 03: ¿Está conforme usted que se lleve primero un estudio preliminar para empezar con la construcción del puente?.....	70
Tabla 14: Pregunta 04 ¿Está conforme que un ingeniero geotecnia debe consignar todo lo relativo a los factores de seguridad para dar inicio a la construcción del proyecto?.....	71
Tabla 15: Pregunta 05: ¿El estudio topográfico es la mejor opción para el estudio del puente?.....	72

Tabla 16: Pregunta 06: ¿Usted cree necesario realizar un estudio de las filtraciones y redes de flujo para garantizar la correcta estabilidad del puente peatonal en la comunidad?.....	73
Tabla 17: Pregunta 07: ¿El estudio geológico es un estudio necesario para el proyecto?.....	74
Tabla 18: Pregunta 08: ¿Usted cree que el diseño geotécnico es la correcta para el estudio de suelo en la construcción del puente?.....	75
Tabla 19: Pregunta 09: ¿Usted está de acuerdo con la investigación de la resistencia al corte realizado en la comunidad?.....	76
Tabla 20: Pregunta 10: ¿Se pueden hacer estudios de suelo en construcciones ya existentes para tomarlos como ejemplo para nuestro proyecto?.....	77
Tabla 21: Pregunta 11: ¿Es lo mismo un Estudio de suelo que un Estudio geotécnico?.....	78
Tabla 22: Pregunta 12: ¿Está conforme usted con los gastos que se utilizan para el estudio de las propiedades cohesivas del suelo?.....	79
Tabla 23: Pregunta 13: ¿Usted cree que es necesario el estudio de suelo para la construcción del puente?.....	80
Tabla 24: Pregunta 14: ¿Está conforme que un ingeniero geotecnia debe consignar todo lo relativo a las criterio de rotura de coulomb para dar inicio a la construcción del proyecto?.....	81
Tabla 25: Pregunta 15: ¿Se pueden hacer estudios de las tensión es octaédricas para la creación del puente peatonal ya existentes para tomarlos como ejemplo para nuestro proyecto?.....	82
Tabla 26: Pregunta 16: ¿Está conforme con infraestructura empleada para la ejecución del proyecto de la comunidad?.....	83
Tabla 27: Pregunta 17: ¿Está conforme usted con las implementaciones de cimentación para el puente peatonal?.....	84

Tabla 28: Pregunta 18: ¿Cree que los comportamientos elásticos de suelos y rocas son correctos para la construcción del proyecto de nuestra comunidad?	85
Tabla 29: Pregunta 19: ¿El puente peatonal es la mejor opción en la comunidad?	86
Tabla 30: Pregunta 20: ¿La construcción de un puente es necesaria para la comunidad?.....	87
Tabla 31: Pregunta 21 ¿Está conforme con la utilización de los métodos de análisis en la ejecución del puente en la comunidad?.....	88
Tabla 32: Pregunta 22: ¿Está conforme con infraestructura empleada para la ejecución del puente en la comunidad?.....	89
Tabla 33: Pregunta 23: ¿Usted está de acuerdo con la utilización de materiales utilizados en la construcción del puente?.....	90
Tabla 34: Pregunta 24: ¿Usted aprueba la utilización de materiales de estribos para la construcción de puente peatonal en su comunidad?.....	91
Tabla 35: Pregunta 25: ¿Los materiales para las pilas y estribos son lo necesario para la construcción del puente?.....	92
Tabla 36: Pregunta 26: ¿Está de acuerdo que es necesario la utilización de muros de ala para dar mayor resistencia al puente?.....	93
Tabla 37: Pregunta 27: ¿El puente peatonal es la mejor opción para que comunidad solucione sus problemas de comunicación?.....	94
Tabla 38: Pregunta 28: ¿Los datos geométricos es la mejor opción para que comunidad para la construcción del puente peatonal?.....	95
Tabla 39: Pregunta 29: ¿Los datos de las cargas vivas es la mejor opción para que comunidad para la construcción del puente peatonal?	96
Tabla 40: Pregunta 30: ¿Cree usted que realizando un estudio de geometría en el puente estará preparado para soportar algún movimiento telúrico?.....	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Forma de condiciones no drenadas y esfuerzos totales.....	32
Figura 2: Tensiones efectivas	34
Figura 3: Proctor estándar	36
Figura 4: Compactación de campo	38
Figura 5: Estribos	45
Figura 6: Pilas	46
Figura 7: Muro de ala	47
Figura 8: Pregunta 01 ¿Está conforme usted con los estudios de los suelos no cohesivos o granulares y suelos cohesivos que se utilizan para la creación Del puente peatonal en el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – lima, 2021?	68
Figura 9: Pregunta 02: ¿Cree que las condiciones drenadas y esfuerzos efectivos son correctas para la construcción del puente?.....	69
Figura 10: Pregunta 03: ¿Está conforme usted que se lleve primero un estudio preliminar para empezar con la construcción del puente?.....	70
Figura 11: Pregunta 04 ¿Está conforme que un ingeniero geotecnia debe consignar todo lo relativo a los factores de seguridad para dar inicio a la construcción del proyecto?.....	71
Figura 12: Pregunta 05: ¿El estudio topográfico es la mejor opción para el estudio del puente?.....	72
Figura 13: Pregunta 06: ¿Usted cree necesario realizar un estudio de las filtraciones y redes de flujo para garantizar la correcta estabilidad del puente peatonal en la comunidad?.....	73
Figura 14: Pregunta 07: ¿El estudio geológico es un estudio necesario para el proyecto?.....	74

Figura 15: Pregunta 08: ¿Usted cree que el diseño geotécnico es la correcta para el estudio de suelo en la construcción del puente?.....	75
Figura 16: Pregunta 09: ¿Usted está de acuerdo con la investigación de la resistencia al corte realizado en la comunidad?.....	74
Figura 17: Pregunta 10: ¿Se pueden hacer estudios de suelo en construcciones ya existentes para tomarlos como ejemplo para nuestro proyecto?.....	77
Figura 18: Pregunta 11: ¿Es lo mismo un Estudio de suelo que un Estudio geotécnico?.....	78
Figura 19: Pregunta 12: ¿Está conforme usted con los gastos que se utilizan para el estudio de las propiedades cohesivas del suelo?.....	79
Figura 20: Pregunta 13: ¿Usted cree que es necesario el estudio de suelo para la construcción del puente?.....	80
Figura 21: Pregunta 14: ¿Está conforme que un ingeniero geotecnia debe consignar todo lo relativo a las criterio de rotura de coulomb para dar inicio a la construcción del proyecto?.....	81
Figura 22: Pregunta 15: ¿Se pueden hacer estudios de las tensión es octaédricas para la creación del puente peatonal ya existentes para tomarlos como ejemplo para nuestro proyecto?.....	82
Figura 23: Pregunta 16: ¿Está conforme con infraestructura empleada para la ejecución del proyecto de la comunidad?.....	83
Figura 24: Pregunta 17: ¿Está conforme usted con las implementaciones de cimentación para el puente peatonal?.....	84
Figura 25: Pregunta 18: ¿Cree que los comportamientos elásticos de suelos y rocas son correctos para la construcción del proyecto de nuestra comunidad?	85
Figura 26: Pregunta 19: ¿El puente peatonal es la mejor opción en la comunidad?	86

Figura 27: Pregunta 20: ¿La construcción de un puente es necesaria para la comunidad?.....	87
Figura 28: Pregunta 21 ¿Está conforme con la utilización de los métodos de análisis en la ejecución del puente en la comunidad?.....	88
Figura 29: Pregunta 22: ¿Está conforme con infraestructura empleada para la ejecución del puente en la comunidad?.....	89
Figura 30: Pregunta 23: ¿Usted está de acuerdo con la utilización de materiales utilizados en la construcción del puente?.....	90
Figura 31: Pregunta 24: ¿Usted aprueba la utilización de materiales de estribos para la construcción de puente peatonal en su comunidad?.....	91
Figura 32: Pregunta 25: ¿Los materiales para las pilas y estribos son lo necesario para la construcción del puente?.....	92
Figura 33: Pregunta 26: ¿Está de acuerdo que es necesario la utilización de muros de ala para dar mayor resistencia al puente?.....	93
Figura 34: Pregunta 27: ¿El puente peatonal es la mejor opción para que comunidad solucione sus problemas de comunicación?.....	94
Figura 35: Pregunta 28: ¿Los datos geométricos es la mejor opción para que comunidad para la construcción del puente peatonal?.....	95
Figura 36: Pregunta 29: ¿Los datos de las cargas vivas es la mejor opción para que comunidad para la construcción del puente peatonal?	96
Figura 37: Pregunta 30: ¿Cree usted que realizando un estudio de geometría en el puente estará preparado para soportar algún movimiento telúrico?.....	97

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto denominado: “Estudio geotécnico para la construcción de un puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021”, consta de capítulos que se detallan en forma organizada a continuación.

Capítulo I. “El Problema”, aquí describimos de forma clara el motivo de investigación que se presenta en los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021, así como un análisis previo, a la propuesta de solución y objetivos planteados que nos llevaron a desarrollar una solución adecuada y acorde a las necesidades de dicha entidad

Capítulo II. “Marco Teórico”, consta de la recopilación de antecedentes, investigaciones previas y consideraciones teóricas en las que se sustenta en el proyecto de investigación, análisis, hipótesis o experimento., además de ser un apoyo científico que nos sirvió de guía durante el desarrollo del proyecto.

Capítulo III. “Metodología”, se indica las metodologías que se utilizaron y además las técnicas e instrumentos para recolectar y procesar la información, también describimos el camino que se siguió para el desarrollo de dicho proyecto.

Capítulo IV. “Resultados”, ESTUDIO GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DE UN PUENTE PEATONAL SOBRE EL MALECÓN CHECA, LÍMITE ENTRE LOS DISTRITOS DE SAN JUAN DE LURIGANCHO Y EL AGUSTINO – LIMA, 2021, se presenta la exposición y análisis de los resultados obtenidos, la contratación de Hipótesis.

Capítulo VI y VII. “Conclusiones y Recomendaciones”, en donde se precisa que se empleara un estudio geotécnico para la construcción de un puente peatonal sobre el malecón checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021, lo cual ha visto la necesidad de poder crear un estudio geotécnico y así influir en la creación de un puente peatonal en los distrito de san juan de Lurigancho y el agustino, departamento de lima, en la cual se mejorar su calidad de vida de las personas y dar un mejor estilo de vida a sus pobladores.

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Existe una amplia variedad de estructuras que sirven como conexión en zonas urbanas dentro de nuestro país, estas se ubican especialmente en lugares donde dos áreas distintas se encuentran separadas por un río, riachuelo, lago, etc. En la actualidad muchas ciudades del mundo han visto la construcción de puentes peatonales como una alternativa a la solución al desplazamiento de los peatones.

Visto esto según (ARTEAGA, GARCÍA, GUZMÁN, & MAYORGA, 2017) nos dice: “En el caso de Bogotá, desde la inserción de la autopista urbana hacia las décadas centrales del siglo XX como el espacio dominante de la movilidad rodada, los puentes para peatones aparecieron como los conductos más apropiados para traspasar esos obstáculos y, al mismo tiempo, vincular barrios y actividades separadas por la vía”.

Según (Andrade, Chaparro, Martínez, & Pérez, 2020) nos indica: “Ante los problemas de seguridad vial y de congestión vial en las urbes se han construido puentes peatonales como una posible solución a estas problemáticas, bajo la primicia que, al segregar a los peatones en estructuras elevadas sobre las vías de tránsito vehicular, se beneficiaría la movilidad y la seguridad de todos los transeúntes”.

También (El peruano, 2021) nos dice: “El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) anunció que la construcción de estos puentes incrementará significativamente la eficiencia del transporte terrestre entre ambas regiones, lo que incentivará su desarrollo económico. La ejecución de estas obras, a cargo de Promovías Nacional, forma parte del Programa de Puentes proyectado para mejorar la infraestructura vial en esta zona del país, lo que elevará así la calidad de vida de la población y garantizará la seguridad de las personas y vehículos que se trasladarán por esta vía.

En nuestro país existen muchos de estos casos, en particular por lo accidentado que es geográficamente, además de que cada día crece la tasa de habitantes y por lo tanto la cantidad de pueblos o zonas habitadas, requiriendo así de manera más remota una vía de comunicación, también tomando en cuenta el lugar sobre el cual trataremos de hacer una conexión terrestre, para esta oportunidad se trata de los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino en el departamento de Lima.

La realización de un puente sería una buena alternativa de solución, en este caso deberá ser para tránsito peatonal, ya que esto es lo que se requiere esencial para el crecimiento de sus ciudadanos y su conexión entre los distritos. Lamentablemente el último fenómeno natural que hubo conocido como “Fenomeno del niño” originado por el desborde de los ríos en la zona del Perú, sacudió de manera tempestiva a la población entera con inundaciones descontroladas.

Según lo dicho por el (Mapa de susceptibilidad física del Perú, 2015) nos dice: “El aumento de los ríos por los factores climatológicos afectan y generan la caída de los taludes laterales, esto pues genera la interrupción de las carreteras, acumulación de lodos y desmontes, no solamente es afectado la carretera si también terrenos de cultivo en algunas ocasiones produciendo daño a los sembríos” (p.18).

Los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino, pertenecientes al departamento de Lima, están ubicados al margen del río Rímac. Visto que esta vía de comunicación es el único medio utilizado para el transporte vehicular y peatonal de dichos distritos, así como también para la interacción comercial de estos distritos, es debido a esto que los pobladores consideran importante la vía de comunicación.

Debido a la descripción en los párrafos anteriores, hay una necesidad indispensable de construir un puente peatonal en los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino, para poder aprovechar los recursos que nos ofrece esta zona. En tal sentido para poder viabilizar el tránsito peatonal necesario, el diseño de un puente y de esa manera dar solución a la permanente interrupción del tránsito

vehicular. De esa manera se brindará la vialidad y seguridad en el transporte vehicular y peatonal.

Según las características descritas del lugar y del tiempo es de suma importancia para la ingeniería tener conocimientos y estudio relacionados al puente, ya que dependerá de estos conocimientos la mejora del diseño de un puente peatonal y la mejora del sistema estructural de los puentes, y de igual modo la reducción del margen de falla de dichas construcciones u estructuras. Cabe señalar que el diseño de puentes según las particularidades de la zona es de vital importancia, así como también ceñirse a los manuales para el diseño de puentes para contar con una estructura y construcción segura.

Lo cual hace necesario el estudio geotécnico para la construcción de un puente peatonal sobre el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino para brindará una vialidad y seguridad en el transporte peatonal de la comunidad.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿De qué manera el estudio geotécnico influye en la construcción de un puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima 2021?

1.2.2 Problemas Específicos

¿De qué manera los diseños de excavaciones y de cimentaciones influirán en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima 2021?

¿De qué manera la mecánica del suelo influirá en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima 2021?

¿De qué manera la compactación de suelos influirá en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima 2021?

¿De qué manera la resistencia y deformación influirá en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima 2021?

1.3 Justificación y aportes del estudio

1.3.1 Justificación teórica.

La justificación en la investigación tiene un propósito fundamental basado en el estudio, donde se genere la reflexión intercambio de ideas académicas sobre un conocimiento ya existente, esto permite confrontar teorías, contrastar resultados del conocimiento existente relacionada a la materia en investigación.

Con este trabajo de investigación se espera contribuir como también demostrar los métodos y normas de la Ingeniería civil, en el área del diseño y la construcción de un puente peatonal

1.3.2 Justificación práctica.

La presente investigación se realiza porque existe la necesidad de contar con una mejora en la calidad de vida de la población, minimizando los riesgos de accidentes, y mejorar transitabilidad de los lugareños es que se hace necesario la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino , así permitirá mejorar el tránsito peatonal y el ordenamiento urbano de los distritos mejorando el nivel y calidad de vida de los pobladores.

El proyecto tiene como objetivo general Realizar un estudio geotécnico que influya en la construcción de un puente peatón sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021 y así optimizar la calidad de vida urbana de los pobladores de los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino, ya que como en la mayoría de poblaciones de provincias

en el Perú existe un atraso en cuanto a infraestructura.

Una vez que sea demostrada su validez y confiabilidad podrán ser utilizados en otros trabajos de investigación y en otros lugares del Perú.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo General

Realizar un estudio geotécnico que influya en la construcción de un puente peatón sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021.

1.4.2 Objetivos Específicos

Realizar los diseños de excavaciones y de cimentaciones que influya en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021

Realizar un estudio de mecánica del suelo que influya en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021.

Realizar una compactación de suelos que influya en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021.

Realizar un estudio de la resistencia y deformación que influya en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes Nacionales

Se encontró la tesis del investigador Ccaso Palma, Noel (2017) cuyo título es: “EVALUACIÓN ANALÍTICA DE VIBRACIONES EN PUENTES PEATONALES DEBIDO A CARGA PEATONAL, CASO PUENTES DE LA PANAMERICANA NORTE KM19+000- KM25+500 LIMA”, (TESIS DE PREGRADO) UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – LIMA (PERU).

Los tesisistas en su trabajo de investigación tuvieron como objetivo; Evaluación del comportamiento vibratorio de puentes peatonales en la Panamericana Norte entre los km 19+000 - km 25+500.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter cuantitativo, tipo de investigación no experimental, Aplicada.

La conclusión a la que arribó en su investigación nos dice: Las aceleraciones de vibración de los puentes peatonales Independencia y Pro Lima de la Panamericana Norte entre el km 19+000 y el km 25+500 en Lima; están en el rango medio y mínimo según (Sétra, 2006, p. 32).

Se encontró la tesis de los investigadores Varona Morante, Marco Rolando (2019) cuyo título es: “DISEÑO DE LOSA EN EL PUENTE CARROZABLE DE CONCRETO ARMADO SOBRE EL CANAL MIGUEL CHECA EN EL C.P. SANTA ELENA ALTA KM 25 + 770, DISTRITO QUERECOTILLO, PROVINCIA SULLANA - PIURA”, (TESIS DE PREGRADO) UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA – PIURA (PERU).

Los tesisistas en su trabajo de investigación tuvieron como objetivo; Identificar y caracterizar las patologías presentes en cada uno de los elementos del puente Santa Elena Alta, para determinar su posibilidad de reparación, rehabilitación, mantenimiento de la estructura según sea el caso.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter cuantitativo, tipo de investigación no experimental, Explicativa.

La conclusión a la que arribó en su investigación nos dice: El nivel de deterioro de las vigas longitudinales de acero, que afecta la funcionalidad de dicho elemento, se establece por los daños en los extremos de la viga, puntualmente en su amarre con la viga transversal de concreto, evidenciándose en la pintura deteriorada, corrosión y oxidación avanzada, viga pandeada que le transmite dicha deflexión a la losa.

Se encontró la tesis de los investigadores Janet Maritza Amarillo Gutierrez & Renato Renán Fellipa Cuevas & Juan Diego Samamé Gamero & Abi Mirtha Sausa Diaz & Roxana Liliana Vásquez Lamadrid (2020) cuyo título es: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CHACANEQUE EN SAN GABÁN, PUNO”, (TESIS DE PREGRADO) Universidad ESAN– LIMA (PERU).

Los tesisistas en su trabajo de investigación tuvieron como objetivo; Desarrollar el plan de gestión del proyecto “Diseño y Construcción del Puente Chacaneque en San Gabán, Puno” aplicando las buenas prácticas del PMBOK - 6ta edición, así como nuestras experiencias profesionales y conocimientos adquiridos durante el desarrollo de las clases en ESAN y La Salle (URL).

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter cuantitativo, tipo de investigación no experimental, Explicativa.

La conclusión a la que arribó en su investigación nos dice: Particularmente de todos los planes de gestión realizados podemos concluir que el plan de stakeholders es el más importante en este proyecto debido a que se desarrolla en el sur del país, lugar con alto índice de conflictos sociales. Además de haber tenido en cuenta para la elaboración de este plan, los acuerdos previos del cliente con las comunidades campesinas, originando revisiones concurrentes en el resto de los planes.

Se encontró la tesis de los investigadores Muñoz Acuña, Fernando Alonso & Ruiz Gardini, Alexis Waldemar (2020) cuyo título es: “DISEÑO DE PUENTE ATIRANTADO SOBRE LA QUEBRADA PACCHISHPAN PARA MEJORAR LA

TRANSITABILIDAD EN LA CIUDAD DE LAMAS - 2018”, (TESIS DE PREGRADO)
Universidad Cesar Vallejo– LIMA (PERU).

Los tesisistas en su trabajo de investigación tuvieron como objetivo; diseñar el Puente atirantado sobre la quebrada Pacchishpan para mejorar la transitabilidad en la ciudad de Lamas – 2018.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter cuantitativo, tipo de investigación no experimental, Explicativa.

La conclusión a la que arribó en su investigación nos dice: El diseño estructural del Puente atirantado sobre la quebrada Pacchishpan para mejorar la transitabilidad en la ciudad de Lamas – 2018, conforme al manual de construcción de puentes es viable, donde los factores de topografía, tráfico, mecánicas de suelos; hidrología; geología, factores ambientales, no son factores limitantes para el desarrollo de la propuesta.

Se encontró la tesis de los investigadores Gago Quispe, Gino & Limache Flores, José Nazario (2019) cuyo título es: “ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL ENTRE UN PUENTE EXTRADOSADO Y UN PUENTE ATIRANTADO DE 220 METROS DE LUZ”, (TESIS DE PREGRADO) UNIVERSIDAD RICARDO PALMA– LIMA (PERU).

Los tesisistas en su trabajo de investigación tuvieron como objetivo; El objetivo general de esta tesis es analizar y comparar el comportamiento estructural de un puente atirantado y un puente extraditado, considerando en su vano central una luz de 220m como objetivo a estudiar.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter cuantitativo, tipo de investigación no experimental, Aplicativa.

La conclusión a la que arribó en su investigación nos dice: Los modelos matemáticos tanto del puente atirantado como extraditado se realizaron satisfactoriamente, utilizando las herramientas que nos proporciona el programa CSI Bridge V20, así mismo se obtuvo elementos como frame, deck, spring, link, de modo que represente el comportamiento que se asemeje a la realidad de la

estructura antes distintos factores externos, tales como la carga permanente, carga viva (peatonal y móvil), sismo, etc.

2.1.2 Antecedente Internacional

Se encontró la tesis de los investigadores Vega Vega, David Israel (2017) cuyo título es: “ANÁLISIS INTEGRAL DEL PUENTE PEATONAL DE ACCESO FRONTAL A LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS APLICANDO LA NEC 2015, CON FINES DE REFORZAMIENTO”, (TESIS DE PREGRADO) UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – SANGOLQUÍ (ECUADOR).

Los tesisistas en su trabajo de investigación tuvieron como objetivo; Realizar el análisis integral del puente peatonal de acceso frontal a la Universidad de las Fuerzas Armadas aplicando la NEC 2015, con fines de reforzamiento.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter cuantitativo, tipo de investigación no experimental, descriptiva.

La conclusión a la que arribó en su investigación nos dice: El puente peatonal de acceso frontal a la Universidad de las Fuerzas Armadas es de vital importancia para los estudiantes y demás personas que usan este medio debido a que es el único acceso seguro hacia la universidad desde la Urbanización “La Colina”.

Se encontró la tesis del investigador Mena Tinoco, Jefferson Bryan & Ochoa Soto, David Leonrdo (2018) cuyo título es: “DISEÑO DEL PUENTE PEATONAL COLGANTE CON TABLERO DE MADERA Y GUÍA CONSTRUCTIVA DE LA ESTRUCTURA, UBICADA SOBRE EL RÍO TIGRE, CANTÓN SAN MIGUEL DE LOS BANCOS, PROVINCIA DE PICHINCHA”, (TESIS DE PREGRADO) UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR (ECUADOR).

Los tesisistas en su trabajo de investigación tuvieron como objetivo; Diseñar el puente peatonal colgante con tablero de madera sobre el río Tigre en el cantón San Miguel de los Bancos.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter cuantitativo, tipo de investigación no experimental, Descriptivo.

La conclusión a la que arribó en su investigación nos dice: Para el diseño de las barandas, conformada por postes y pasamanos se adoptó la carga establecida en la norma AASHTO LRDF 2014, esta carga se aplicó tanto transversal como verticalmente, como establece la normativa, con el fin de proyectar la acción que ejercería una persona al encontrarse sujeto sobre el pasamanos, la sección del poste dependerá de la resistencia a corte, flexión, compresión y tracción que tenga el elemento estructural que se utilice, para este caso se utilizó madera guayacán, por dos motivos, el primero por encontrarse en la zona a realizarse el proyecto, y la segunda por ser un elemento con características de resistencia muy buenas, ya que encuentra en el grupo "A" del Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, considerando a este tipo de madera como la mejor de la zona.

Se encontró la tesis del investigador Carrillo Murte, Oscar Alejandro & Lozano Peñuela, Luis Miguel (2018) cuyo título es: "DISEÑO EN CONCRETO REFORZADO DEL NUEVO PUENTE "LAS DELICIAS" PARA LA CONEXIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE ALPUJARRA Y BARAYA BAJO LA NORMA COLOMBIANA DE PUENTES LRFD CCP-14", (TESIS DE PREGRADO) UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA (COLOMBIA).

Los tesisistas en su trabajo de investigación tuvieron como objetivo; Diseñar un puente en concreto armado para la conexión entre los municipios de Alpujarra (Tolima) y Baraya (Huila) como solución a las fallas estructurales que posee el puente existente

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter cuantitativo, tipo de investigación no experimental, Explicativa.

La conclusión a la que arribó en su investigación nos dice: Se incentivará la activación del comercio con la garantía de seguridad para las personas que transiten por esta estructura, con un máximo aprovechamiento por parte de los habitantes del sector, permitiendo que los ciudadanos tengan un tramo destinado exclusivamente para ellos, seguro por el cual puedan transitar.

Se encontró la tesis del investigador López Salamea, Diego Josué (2018) cuyo título es: “DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DEL PUENTE OCHOA LEÓN”, (TESIS DE PREGRADO) UNIVERSIDAD DE CUENCA (ECUADOR).

Los tesisistas en su trabajo de investigación tuvieron como objetivo; Realizar un diagnóstico del estado actual del puente Ochoa León y presentar una propuesta de intervención.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter cuantitativo, tipo de investigación no experimental, Explicativa.

La conclusión a la que arribó en su investigación nos dice: La ficha de inspección visual propuesta fue aplicada al puente Ochoa León dando un resultado en base a los criterios considerados. El resultado obtenido se puede decir que concuerda con el estado actual del puente, por lo tanto, se concluye que dicha ficha es una herramienta eficiente para determinar inicialmente el estado actual de un puente y con la cual se puede tener una perspectiva clara acerca de las patologías que cada uno de sus elementos pudiera tener y basado en esta se puede decidir qué elementos requieren un análisis a mayor profundidad.

Se encontró la tesis del investigador Daniel Alejandro Muñoz Paredes (2018) cuyo título es: “ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN MODELO DE PUENTE DE MADERA PEATONAL AUTOPORTANTE ENSAMBLADO CON UNIONES CARPINTERAS (SIN HERRAJES).”, (TESIS DE PREGRADO) UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA (CHILE).

Los tesisistas en su trabajo de investigación tuvieron como objetivo; Realizar un análisis estructural de dos modelos de puentes peatonales de madera autoportantes ensamblados con uniones carpinteras (sin herrajes), por medio del software comercial de elementos finitos ANSYS WORKBENCH, determinando: esfuerzos máximos concentrados en las uniones, factor de seguridad, peso máximo soportado.

El método de la investigación que se aplicó a este proyecto de investigación es de carácter cuantitativo, tipo de investigación no experimental, Explicativa.

La conclusión a la que arribó en su investigación nos dice: Es posible modelizar el comportamiento estático de un puente auto portante, aplicando el software de simulación por elementos finitos ANSYS. Estos resultados permiten obtener una pre-validación de dicho comportamiento, obteniendo datos esenciales para su posterior construcción. Este conocimiento, otorga la ventaja de poder ajustar los modelos geométricos con anticipación, para buscar tanto la resistencia y la estabilidad de la estructura, ahorrando tiempo y costos de procesos.

2.2 Bases teóricas de las variables

2.2.1 Diseño geotécnico

Según (González de Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2002) nos dice: “La ingeniería geológica es la ciencia aplicada al estudio y solución de los problemas de la ingeniería y del medio ambiente producidos como consecuencia de la interacción entre las actividades humanas y el medio geológico”.

Según (Gallardo, Guerrero, & Macgregor, 2013) nos dice: “Se realizaron sondeos y calicatas en la parte baja, media y alta de la ladera. Los sitios para la realización de los apiques y sondeos para la obtención de las diferentes muestras alteradas e inalteradas se realizaron en sectores donde se logrará realizar una descripción visual de los estratos y tomar medidas de los mismos. Se aplicó la prueba de penetración estándar en la parte baja, media y alta de la ladera”.

Se concluyó que el Estudio Geotécnico puede ser encargado por un promotor, por un particular o por un técnico. El promotor es el primer agente de la edificación según la LOE, y entre sus obligaciones está “facilitar la documentación e información previa necesaria para redactar el proyecto”.

2.2.1.1 Diseño de excavaciones y de cimentaciones

Según (GAVIRIA, GÓMEZ, & THOMSON, 2009) nos dice: “Las cimentaciones profundas son usadas con el fin de brindar estabilidad a una

variedad de estructuras tales como puentes, presas y edificaciones en condiciones donde las cimentaciones superficiales no la proporcionan. En consecuencia, ha surgido la necesidad de evaluar la calidad de este tipo de cimentaciones y descartar cualquier anomalía generada durante su proceso constructivo, motivo por el cual se han implementado los ensayos no destructivos, entre ellos la prueba de integridad de pilotes (PIT) que debido a sus bondades como lo son su rapidez y economía sumada a sus resultados, ha despertado el interés de los investigadores y constructores del medio”.

Se concluyó que la excavación es un proceso en el cual haremos los huecos donde se asentará o construirá la futura cimentación de nuestra casa. Luego de trazar los cimientos, se realiza la excavación.

2.2.1.1.1 Suelos no cohesivos o granulares y suelos cohesivos

Según (Aulestia, 2014) nos indica: “Clasificación de Suelos (SUCS) y la norma ASTM D2487-2000, los siguientes: Gravas: todos los materiales clasificados como GW, GP, GM, GC, GC-GM, GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC. Arenas: todos los materiales clasificados como SW, SP, SM, SC, SC-SM, SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC, en los cuales 30% o menos del peso pase por tamiz No. 200 (suelos finos menores o iguales al 30%) y que tengan límite líquido $wL \leq 30\%$ e índice plástico $IP \leq 15\%$.” (p 29).

Según (Coronado, 2020) nos dice: “Los suelos granulares no cohesivos de Lambayeque presentan características físicas y mecánicas, que dificultan los procesos de diseño y construcción de las diversas infraestructuras que se ejecutan sobre ella, es por tal motivo que aplicando bacterias calcificantes se buscó mejorar sus propiedades con el fin de estabilizarlo. Para dicho proceso se utilizó el método inductivo aplicando la experimentación y conocimientos en biotecnología, utilizando catorce muestras de suelos del tipo SP extraídas alrededor de todo el departamento de Lambayeque y las que fueron sometidas a diversas pruebas en estado natural y aplicando bacterias calcificantes que permitieron evaluar los resultados obtenidos.”.

Se concluyó que los suelos cohesivos son los que tiene la propiedad de atracción intermolecular, con capacidad cementante y de crear una masa de suelo, como las arcillas. Los suelos no cohesivos son los formados por partículas de roca sin ninguna cementación, como la arena y la grava.

2.2.1.1.2 Condiciones drenadas y esfuerzos específicos

Según (Aulestia, 2014) nos dice: “Las condiciones drenadas son cuando las presiones de fluido de poro son insignificantes. Las condiciones drenadas se encuentran: Cuando el cambio o aplicación de la carga es muy lenta, o cuando la carga ha sido colocada por mucho tiempo que todo el suelo ha alcanzado la condición de equilibrio sin causar un exceso de presión de poro inducido por la carga. En suelos granulares; gravas, arenas y gravas o arenas limosas no plásticas. Para arcillas altamente sobre consolidadas (ya que la resistencia a la corte no drenada es mayor que la drenada, debido a que la presión de poro decrece y el esfuerzo efectivo se incrementa durante la aplicación de la carga no drenada)”.

Según (Leal, Gallegos, & Rojas, 2013) nos indica: “establece el principio de los esfuerzos efectivos, y en mecánica, se han definido esos esfuerzos como los que controlan la resistencia al cortante y los cambios de volumen de los suelos, éstos últimos generalmente se han relacionado con el fenómeno de consolidación. En este principio, Terzaghi considera que tanto las partículas sólidas y el agua son incompresibles, además de que puede ser despreciada el área de contacto entre dos partículas”.

Se concluyó que el esfuerzo efectivo es por lo tanto una diferencia de esfuerzos. El suelo es una estructura semejante a un esqueleto de partículas sólidas en contacto, formando un sistema intersticial de vacíos intercomunicados.

2.2.1.1.3 Condiciones no drenadas y esfuerzos finales

Según (Aulestia, 2014) nos dice: “Para el caso de suelos arcillosos ligeramente o normalmente consolidados, saturados y sin figuración, se presenta

un comportamiento particular del Criterio de falla Mohr-Coulomb expresada en términos de esfuerzos totales representando la condición no drenada”.

$$c = \text{cohesión total} = C_u = S_u = \text{resistencia al corte no drenada}$$

$$\varphi = \text{ángulo de fricción aparente} = 0.0$$

Por lo tanto,

$$\tau_f = C_u = S_u = \text{resistencia al corte no drenada}$$

$$\tau_A = S_u / FS_{\text{corte}}$$

Figura 1: Forma de condiciones no drenadas y esfuerzos totales
Fuente: (Aulestia, 2014) Geotecnia y cimentaciones

Se concluyó que dice que una condición es “no-drenada” cuando el agua no es capaz de fluir en el momento en el cual el suelo está sometido a una carga y se produce entonces la presión de poros.

2.2.1.1.4 Factores de seguridad

Según (Aulestia, 2014) nos señala: “Los factores de seguridad se emplearán para determinar los estados límites de falla y de servicio en las secciones 5 y 6. La selección de los factores de seguridad debe justificarse plenamente teniendo en cuenta: La magnitud de la obra. Las consecuencias de una posible falla en la edificación o sus cimentaciones. La calidad de la información disponible en materia de suelos.”.

Según (Ortega, Rodríguez, & Hernández, 2017) nos indica: “Desde la seguridad industrial, las compañías deben mitigar los riesgos laborales, y plantear acciones de promoción y prevención en términos de seguridad y salud laboral, de este modo la administración pueda desarrollar procesos que se correspondan con las necesidades de la empresa, lo que permita eliminar las causas básicas, reducir la inseguridad en las condiciones y los actos, y por consiguiente, mitigar los

accidentes incidentes laborales, para así no tener que afrontar consecuencias nefastas tanto para la empresa como para el empleado.”.

Se concluye que el factor de seguridad, es el cociente resultante entre el valor calculado de la capacidad máxima de un sistema y el valor del requerimiento esperado real al que se verá sometido.

2.2.1.2 Mecánica del suelo

Según (Rodríguez p. , 2020) nos señala: “La mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o la descomposición química de las rocas, independientemente de que tengan o no materia orgánica.”.

Según (Terzaghi, 2020) nos dice: “La Mecánica de Suelos es la aplicación de las leyes de la Mecánica y la Hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas; producidas por la desintegración mecánica o descomposición química de las rocas, independientemente de que tengan o no contenido de materia orgánica”.

Se concluye que la Mecánica de Suelos es la disciplina que se ocupa de la aplicación de las leyes de la mecánica.

2.2.1.2.1 Clasificaciones de suelos

Según (González de Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2002) nos dice: “Para estudiar un material complejo como el suelo (con diferente tamaño de partículas y composición química) es necesario seguir una metodología con definiciones y sistemas de evaluación de propiedades, de forma que se constituya un lenguaje fácilmente comprensible por los técnicos de diferentes especialidades y países. Así, se han clasificado los suelos en cuatro grandes grupos en función de su granulometría (Normas D.I.N., A.S.T.M, A.E.N.O.R, etc.)”.

Se concluye que la Clasificación de Suelos es un sistema de clasificación de suelos usado en ingeniería y geología para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo.

2.2.1.2.2 Filtraciones y redes de flujo

Según (González de Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2002) nos indica: “En este apartado se describen los conceptos del flujo en medios porosos y otros aspectos relacionados con el agua del suelo; de forma más general en el Capítulo 5 de hidrogeología aplicada a la ingeniería geológica se desarrollan estos conceptos, completando lo expuesto en este apartado.”.

Se concluye que una red de flujo consiste en tomar nota de todas las condiciones de frontera que deben satisfacerse; es decir, determinar si se conocen anticipadamente algunas líneas de flujo o equipotenciales.

2.2.1.2.3 Tensiones efectivas

Según (González de Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2002) nos dice: “Como se ha descrito anteriormente, el suelo es un material compuesto por un conjunto de partículas entre las que existen huecos o poros. En el caso más general, el suelo puede contener tres fases distintas”.

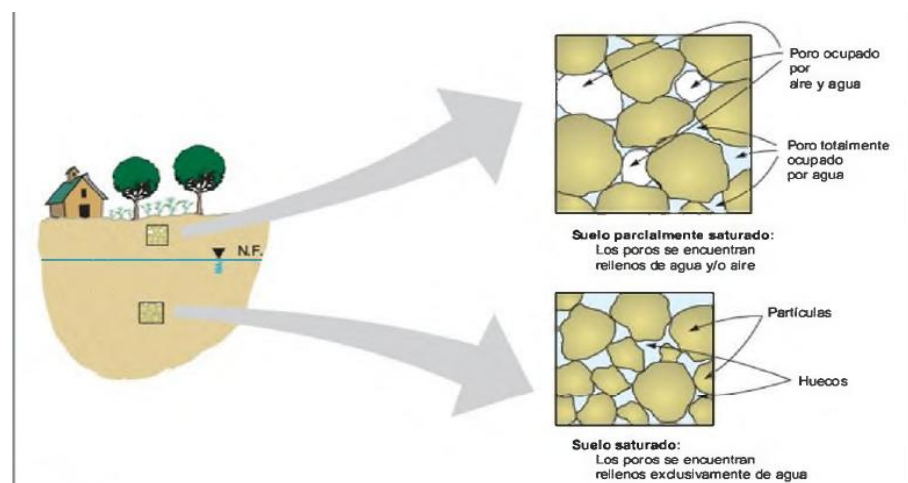


Figura 2: Tensiones efectivas

Fuente: (González de Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2002) Ingeniería geológica

Se concluyó que Tensión efectiva es la fuerza normal repartida por unidad de área que se transmite de partícula a partícula en un agregado de partículas o rocas.

2.2.1.2.4 Características geotécnicas de los sedimentos

Según (González de Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2002) nos señala: “Los depósitos sedimentarios se forman por la acción de los procesos geomorfológicos y climáticos, destacando el medio de transporte y la meteorización. Los distintos medios de sedimentación originan una serie de depósitos cuyas características geotécnicas están relacionadas con las condiciones de formación de estos sedimentos. Así, la clasificación de los materiales, granulometría, forma y tamaño, dependen del medio de transporte. Conociendo los factores geomorfológicos y climáticos, es posible prever la disposición y geometría del depósito, propiedades físicas y otros aspectos de interés en ingeniería geológica” (p 99).

Se concluye que el sedimento es un material sólido acumulado sobre la superficie terrestre (litósfera) derivado de las acciones de fenómenos y procesos que actúan en la atmósfera, en la hidrosfera y en la biosfera.

2.2.1.2.5 Resistencia al corte

Según (González de Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2002) nos dice: “La resistencia al corte del suelo no puede considerarse como un parámetro único y constante, ya que depende de su naturaleza, estructura, enlaces, nivel de deformaciones, etc., así como, muy especialmente, de su estado tensional y de la presión del fluido que rellena sus poros (agua o agua y aire).” (p 74).

Se concluyó la resistencia al corte es el resultado de la resistencia al movimiento entre partículas. Resistencia al corte (cont.) La fuerza que resiste el deslizamiento es proporcional a la fuerza normal y al coeficiente de fricción.

2.2.1.3 Compactación de suelos

Según (BRAJA, 2015) nos dice: “En la construcción de terraplenes de carreteras, presas de tierra y muchas otras estructuras de ingeniería, los suelos

suelos deben ser compactados para aumentar sus pesos unitarios. La compactación aumenta las características de resistencia de los suelos, incrementando de este modo la capacidad de carga de las cimentaciones construidas sobre ellos. La compactación también disminuye la cantidad de solución no deseada de las estructuras y aumenta la estabilidad de los taludes de los terraplenes. En el proceso de la compactación del suelo generalmente se utilizan rodillos de ruedas lisas, rodillos compactadores de suelo, rodillos neumáticos de goma y rodillos vibratorios. Los rodillos vibratorios se utilizan sobre todo para la densificación de los suelos granulares.”.

Se concluyó que la compactación del suelo es el proceso por el cual un esfuerzo aplicado a un suelo causa densificación a medida que el aire se desplaza de los poros entre los granos del suelo.

2.2.1.3.1 Prueba Proctor estándar

Según (BRAJA, 2015) nos dice: “En la prueba Proctor, el suelo se compacta en un molde que tiene un volumen de 943.3 cm³. El diámetro del molde es 101.6 mm. Durante la prueba de laboratorio el molde se une a una placa de base en la parte inferior y a una extensión en la parte superior (fi gura 5.2a). El suelo se mezcla con cantidades variables de agua y luego es compactado (fi gura 5.3) en tres capas iguales por un martillo (fi gura 5.2b) que entrega 25 golpes a cada capa.” (p 91).

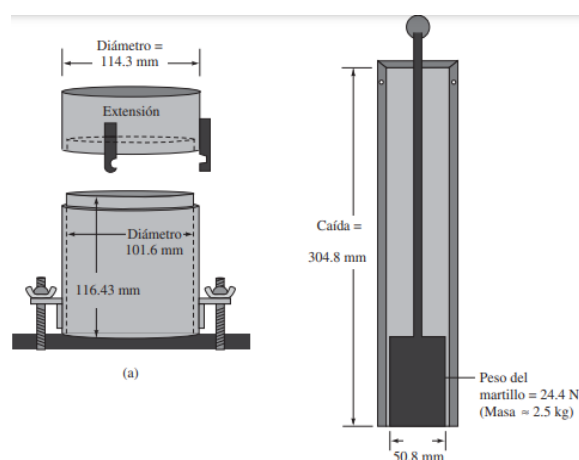


Figura 3: Proctor estándar

Fuente: (BRAJA, 2015) Fundamentos de ingeniería geotécnica

Se concluyó que Proctor estándar es una prueba de laboratorio que sirve para determinar la relación entre el contenido de humedad y el peso unitario seco de un suelo compactado.

2.2.1.3.2 Prueba Proctor Modificada

Según (BRAJA, 2015) nos dice: “Con el desarrollo de rodillos pesados y su uso en la compactación en campo, la prueba Proctor estándar fue modificada para representar mejor las condiciones de campo. Esto se refiere a veces como la prueba Proctor modificada (Norma ASTM D-1557 y Norma AASHTO T 180). Para la realización de la prueba Proctor modificada se utiliza el mismo molde, con un volumen de 943.3 cm³, como en el caso de la prueba Proctor estándar. Sin embargo, el suelo es compactado en cinco capas por un martillo que pesa 44.5 N (masa 4.536 kg) y tiene una caída de 457.2 mm. El número de golpes de martillo para cada capa se mantiene en 25, como en el caso de la prueba Proctor estándar.” (p 98).

Se concluye que el Proctor modificada Es la modificación de la prueba de Proctor estándar, aumentando la energía de compactación (2 700 kN-m/m³), el número de golpes por capa se elevó a 56 y el número de capas a 5, aumentando el peso del martillo (pisón metálico) a 4.54 kg y la altura de caída del mismo a 18”.

2.2.1.3.3 Las propiedades cohesivas del suelo DEL SUELO

Según (BRAJA, 2015) nos dice: “la compactación induce variaciones en la estructura de los suelos cohesivos que, a su vez, afectan a las propiedades físicas tales como la conductividad hidráulica y la resistencia a la cizalladura (Lambe, 1958). Esto puede explicarse haciendo referencia a la figura 5.18. La figura 5.18^a muestra una curva de compactación (es decir, la variación del peso unitario seco en función del contenido de humedad). Si la arcilla con un contenido de humedad es compactada en el lado seco de la óptima, como se representa por el punto A, poseerá una estructura floculante (es decir, una orientación aleatoria de partículas sueltas). En este momento cada partícula de arcilla tiene una delgada capa de agua adsorbida y una capa más gruesa de agua viscosa de doble capa” (p 111).

Se concluyó que los suelos cohesivos son los que tiene la propiedad de atracción intermolecular, con capacidad cementante y de crear una masa de suelo, como las arcillas. Los suelos no cohesivos son los formados por partículas de roca sin ninguna cementación, como la arena y la grava.

2.2.1.3.4 Compactación en campo

Según (BRAJA, 2015) nos señala: “Los rodillos compactadores (fi gura 5.12) son tambores con un gran número de proyecciones. El área de cada una de estas proyecciones puede variar desde 25 hasta 85 cm². Los rodillos compactadores son más eficaces en la compactación de los suelos arcillosos. La presión de contacto en las proyecciones puede variar de 1380 a 6900 kN/m². Durante la compactación en campo, un pase inicial compacta la parte inferior de una elevación. Las partes superior y media de la elevación se compactan en una etapa posterior” (p 105).



Figura 4: Compactación de campo
Fuente: (BRAJA, 2015) Fundamentos de ingeniería geotécnica

Se concluyó que la compactación es la densificación de los materiales del suelo por el uso de energía mecánica.

2.2.1.4 Resistencia y deformación

Según (Jimenez & De justo, 2010) nos indica: “Si ahora aplicamos una fuerza tangencial, T , no se produce el deslizamiento entre ambos sólidos hasta que T iguala el valor μN . El coeficiente llamado «coeficiente de rozamiento», permanece prácticamente constante en la mayoría de los casos al variar N o la superficie F_i ’ Fricción entre superficies planas de contacto (v. Bowden y Tabor, 1954; Horn y Deere, 1962). El coeficiente de rozamiento depende fundamentalmente de la naturaleza de las superficies en contacto. Este hecho experimental fue descubierto por Leonardo da Vinci a principios del siglo XVI (*). Terzaghi (1925) propuso que la fuerza de rozamiento desarrollada entre dos superficies sin lubricar era el resultado de los enlaces moleculares formados en el contacto entre ambas superficies, y que esta fuerza era igual al producto del área de contacto real por la resistencia a la corte unitaria de estos enlaces. Téngase presente que por muy pulida que esté una superficie, siempre será rugosa a escala microscópica, y que el área real de contacto es muy inferior al área total” (p 286).

Se concluyó que la resistencia de un elemento se define como su capacidad para resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas sin romperse, adquirir deformaciones permanentes o deteriorarse de algún modo.

2.2.1.4.1 Criterio de rotura de Coulomb

Según (Jimenez & De justo, 2010) nos dice: “En el año 1773, Coulomb estableció, por primera vez, un criterio para determinar la resistencia al esfuerzo cortante, τ_f , en un elemento plano a través de un suelo, mediante una expresión que, escrita con la nomenclatura hoy corriente” (p 288).

Se concluyó que el Coulomb se emplea para determinar la combinación de esfuerzo cortante y normal que causa una fractura del material.

2.2.1.4.2 Las tensiones octaédricas

Según (Jimenez & De justo, 2010) nos dice: “Recordemos que, como puede verse en cualquier texto de Elasticidad, si conocemos las tensiones normales y

tangenciales sobre tres planos perpendiculares cualesquiera, podemos hallar los cosenos directores l, m y n correspondientes a las direcciones de las tensiones principales, o, resolviendo el sistema de ecuaciones” (p 293).

Se concluyó que la tensión octaédrica normal es la tensión hidrostática, un tercio de la primera invariante del tensor de tensiones. $\tau_o \equiv \sqrt{[\frac{1}{3}(\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2) - \sigma_o^2]} = \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]} = \sqrt{[\frac{2}{3} J_2]}$.

2.2.1.4.3 Ensayos de corte directo

Según (Jimenez & De justo, 2010) nos dice: “Estos ensayos se realizan en el aparato de corte directo. Aunque con frecuencia se emplea esta denominación para los tres primeros grupos de aparatos citados en el apartado anterior, nosotros la limitaremos a los dispositivos de las figuras 8.6 y 8.7.” (p 296).

Se concluyó que el corte de una masa de suelo es la resistencia interna por área unitaria que la masa de suelo ofrece para resistir la falla y el deslizamiento a lo largo de cualquier plano dentro de él.

2.2.1.4.4 Fricción en las placas

Según (Jimenez & De justo, 2010) nos dice: “El rozamiento en las dos placas de apoyo de la probeta en un ensayo triaxial conduce a la aparición de tensiones tangenciales. Estos esfuerzos de corte hacen que la distribución de tensiones y de deformaciones en la muestra no sea uniforme. Cerca de las placas aparecen zonas de suelo casi rígidas.”.

Se concluyó que las placas de fricción de manganeso en infinidad de tamaños y formas según las necesidades de nuestros clientes, destinadas a aplicaciones

2.2.1.4.5 Comportamiento elástico de suelos y rocas

Según (Jimenez & De justo, 2010) nos dice: “Recordemos que en un sólido «elástico» existe una correspondencia biunívoca entre tensiones y deformaciones. Si, además, la relación entre tensiones y deformaciones es lineal tendremos un sólido lineal elástico. Conviene advertir aquí que las medidas de deformaciones en

rocas hay que hacerlas con bandas extenso métricas pegadas a la roca con resinaepoxy, pues no sólo son excesivamente pequeñas para ser apreciadas mediante micrómetros, sino que, sobre todo, las deformaciones en las placas debidas a la falta de paralelismo de las bases, deformación del azufre empleado a veces en la refrendación, etc., son totalmente inadmisibles” (p 383).

Se concluyó que el Comportamiento elástico se comporta de forma elástica cuando cumple la ley de Hooke, es decir, el material se deforma proporcionalmente al esfuerzo aplicado hasta un punto llamado límite elástico, a partir del cual, el material se fractura.

2.2.2 Puente peatonal

Según (ARTEAGA, GARCÍA, GUZMÁN, & MAYORGA, 2017) define que, “Los puentes peatonales forman parte de la infraestructura que busca seguridad para los desplazamientos a pie, manteniendo, a la vez, el predominio de la velocidad rodada. Aunque se entienden, desde la ingeniería, como elementos de seguridad vial”.

Según (Hernández, 2018) nos indica: “Una opción para evitar la implementación de puentes peatonales sería entonces la disminución de la velocidad con el objetivo de aumentar la seguridad vial. Una velocidad moderada permite que el cono de visión del conductor sea mayor, permitiéndole tener una mejor capacidad de reacción. Las estadísticas demuestran que la probabilidad del peatón a sobrevivir a un accidente es de 90% a una velocidad de 30km/hr mientras que a una velocidad de 60 km/hr la probabilidad de sobrevivir es del 10%.(Reséndiz, H. 2011). La seguridad vial también se relaciona con el ancho de los carriles, esta disminuye si el carril es más ancho que 3.5m; mientras que los carriles más estrechos resultan en velocidades más bajas.”.

Se concluyó que el puente peatonal es una estructura que permite el paso de peatones sobre cuerpos de agua, vías de tráfico o valles en las montañas.

2.2.2.1 Estudio sísmico

Según (Mtc, 2016) nos dice: “Los estudios de peligro sísmico tendrán como finalidad la determinación de espectros de diseño que definan las componentes horizontal y vertical del sismo a nivel de la cota de cimentación. Ver en Apéndice A3 los mapas de isoaceleraciones para la elaboración del espectro de diseño en el área del proyecto del puente.”.

Según (Cennamo & Di Fiore, 2013) nos dice: “La seguridad sísmica en los ULS se mide a través de un índice I_s , definido como el cociente entre la aceleración en los ULS y la aceleración correspondiente a una probabilidad de excedencia en 50 años, diferente del aceptado para edificaciones nuevas, y que depende de dos factores: la importancia de la construcción y la categoría de uso. Esta aceleración se obtiene multiplicando la aceleración sísmica de referencia en un suelo rígido ag (con un 10% de probabilidad de excedencia en 50 años) por un factor de importancia Y_i cuyos valores promedio están dados por la Directiva, en base a los parámetros anteriores”.

Se concluyó que los estudios sísmicos consideran la recolección en campo de información sísmica y geofísica utilizando instrumental sísmico (vibración ambiental), arreglos sísmicos lineales y circulares, además de tomografía eléctrica; todos orientados a conocer el comportamiento dinámico del suelo y sus propiedades físicas.

2.2.2.1.1 Requerimiento de los estudios

Según (Mtc, 2016) nos dice: “El alcance de los estudios de peligro sísmico dependerá de: La zona sísmica donde se ubica el puente. El tipo de puente y su longitud. Las características del suelo. Para los casos siguientes podrán utilizarse directamente las fuerzas sísmicas mínimas especificadas en el Título II de este Manual, sin que se requieran estudios especiales de peligro sísmico para el sitio” (p 65). Se concluyó que el requerimiento de estudio de tiempos siempre debe ser honesto, tener tacto y buenas intenciones, ser paciente y entusiasta, y siempre debe usar un buen juicio.

2.2.2.1.2 Estudio de peligro sísmico

Según (Quinde & Reinoso, 2016) nos dice: “un estudio de peligro sísmico es el de caracterizar, de la manera más precisa posible, los niveles de movimiento del terreno que deberá soportar una determinada estructura. Se busca que el nivel de demanda sísmica se encuentre asociado a un nivel de desempeño de la estructura determinado previamente, de manera que se puedan controlar los daños que ocasionaría el evento sísmico.”.

Según (García, Pozos, Hong, & Gómez, 2012) nos dice: “integrar un modelo de peligro sísmico que facilite la estimación de los EPU y el desarrollo de mapas de contorno de peligro sísmico, para una parte de México con posibilidades de ser significativamente afectada por sismos interplaca e inslab; calcular la contribución al peligro sísmico de cada uno de estos tipos de sismos en diferentes sitios; estimar el nivel de carga sísmica requerido para diseño, considerando las diferencias en la demanda de ductilidad de desplazamiento causada por los tipos de sismos en cuestión.”.

Se concluyó que el peligro sísmico considera la influencia de todos los eventos sísmicos de las fuentes sismo génicas en el sitio de estudio mediante los parámetros sismológicos obtenidos de la relación frecuencia – magnitud y los valores de magnitud máxima.

2.2.2.1.3 Métodos de análisis

Según (Mtc, 2016) nos dice: “El procesamiento de la información se hará utilizando programas de cómputo de reconocida validez y debidamente documentados. Deberán igualmente justificarse las expresiones utilizadas para correlacionar los diversos parámetros. Los espectros de respuesta serán definidos a partir de la aceleración, la velocidad y el desplazamiento máximos, considerando relaciones típicas observadas en condiciones análogas.”.

Se concluyó que los métodos de análisis son un medio y no un fin, son simplemente caminos para medir y comparar hechos. Pueden proporcionar

indicios, provocar insinuaciones y sugerencias; poner de manifiesto hechos y tendencias que de otra manera quedarían ocultos.

2.2.2.1.4 Estudios de tráfico

Según (Mtc, 2016) nos dice: “El estudio de tráfico, deberá diferenciar el volumen determinado en; composición vehicular, direccionalidad (giros), por horas punta y valle, para vehículos y peatones.”.

Según (Rodrigo, 2017) nos dice: “La ingeniería de tránsito o ingeniería de tráfico, conceptualizada como “la fase de la Ingeniería de Transporte que se ocupa de la planificación, diseño geométrico, y las operaciones de tráfico en calles y carreteras, sus redes, terminales, tierras colindantes, y las relaciones con otros modos de transporte””.

Se concluye que el estudio de tráfico es la herramienta fundamental de la ingeniería aplicada al conocimiento del tráfico para conocer su comportamiento. Para ello se han de realizar medidas sistematizadas sobre las diferentes variables que definen el comportamiento de la circulación.

2.2.2.1.5 Estudios complementarios

Según (Mtc, 2016) nos dice: “Los estudios se refieren a aquellos trabajos que son complementarios a los estudios básicos, como son las instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, señalización, coordinaciones con terceros y cualquier otro que sea necesario para el proyecto. En lo que se refiere a instalaciones eléctricas, la factibilidad del servicio, así como su punto de aplicación, y en lo que se refiere a Instalaciones Sanitarias, la verificación y posibles influencias de las redes existentes de agua y/o desagüe serán coordinadas con los organismos encargados de los servicios de electricidad y saneamiento respectivamente.” (p 30).

Se concluyó que los estudios complementarios son análisis completo de un proyecto requiere de por lo menos la realización de cuatro estudios complementarios: de mercado, técnico, organizacional-administrativo-legal y financiero.

2.2.2.2 Componentes de puente

Según (Torres, 2013) nos dice: “Los elementos estructurales que conforman un puente se clasifican en dos grandes grupos según la estructura, que influye tanto en la técnica como en la económico.”.

Se concluye que los componentes principales de una estructura de puente son: La subestructura conformada por: pilares; estribos que soportan directamente la superestructura; y cimientos, encargados de transmitir al terreno los esfuerzos.

2.2.2.2.1 Estribos

Según (Torres, 2013) nos dice: “Los estribos son los apoyos extremos de las infraestructuras; cumple una doble finalidad; contener los rellenos de acceso y servir como apoyo de las superestructuras. En sí, dentro del diseño se conoce como estribos a las estructuras colocadas al inicio y al final del puente. Es decir, son muros de contención típicos que, como función adicional, sirven y apoyan la superestructuras o puente.”.

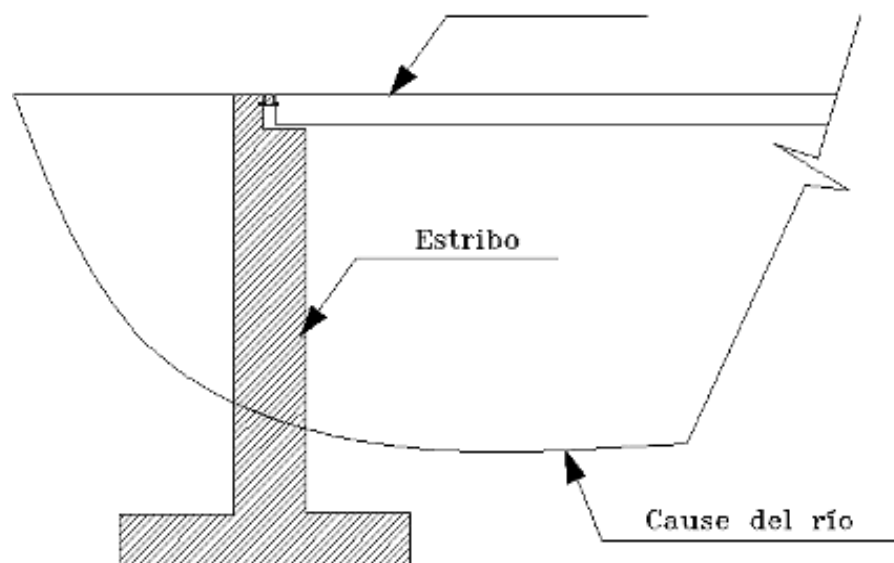


Figura 5: Estribos

Fuente: (Torres, 2013) *Diseño de puentes*

Según (Pérez & Trujillo, 2016) nos dice: “El principio de estabilidad y firmeza de las columnas se basa en la unión de los estribos con las varillas longitudinales,

los mismos que se colocan en una cantidad aproximada de veinte por cada 2,5 metros de columna, que es la altura más común entrepisos y la medida más vendida en el mercado.”.

Se concluyó que los estribos son piezas, generalmente metálicas, de formas diversas que permiten que el jinete de un caballo introduzca los pies en ellas para afianzarse mientras cabalga.

2.2.2.2 Pilas

Según (Torres, 2013) nos dice: “Las pilas definen siempre la presencia de un puente de varios tramos. En la mayoría de IOS Casos este es más económico que aquellas concebidos con una SDU luz. No obstante, las colocaciones de apoyos intermedios deben ser cuidada DSB— mente escudada dentro del proyecto, por las múltiples dificultades presenciadas en la ronscurción de esos elementos. En algunos cBSDS, las características del sitio impiden localmente la ronscurción de apoyos intermedios: los materiales más utilizados son el hormigón armado y el acero estructural.”.

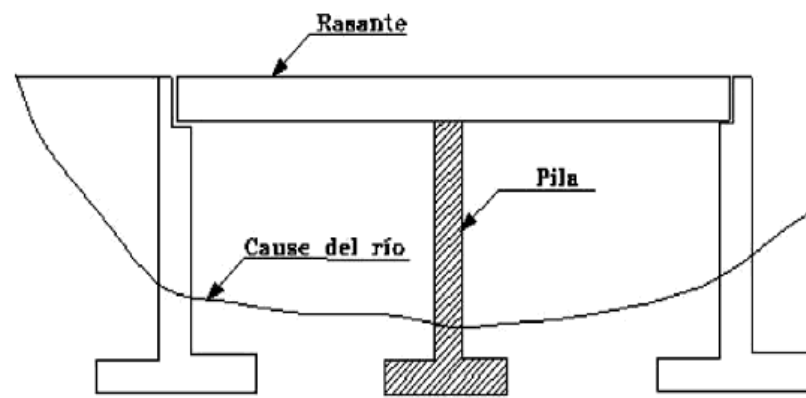


Figura 6: Pilas
Fuente: (Torres, 2013) Diseño de puentes

Se concluyó que se denomina viga, palabra proveniente del latín biga, a un elemento estructural lineal que trabaja principalmente a flexión.

2.2.2.2.3 Muros de ala

Según (Torres, 2013) nos dice: “Las muros de ala son elementos auxiliares de los estribos que sirven para confinar las taludes de los rellenos de acceso. Estas son muy importantes, ya que a la vez constituyen obras de defensa para los rellenos de acceso ante la acción del agua del río, durante las crecientes máximas: asimismo, se consideran como elementos auxiliares pues están alejados de las cargas transmitidas por la superestructura y son diseñados para resistir los empujes provenientes de los taludes de los rellenos de acceso.”.

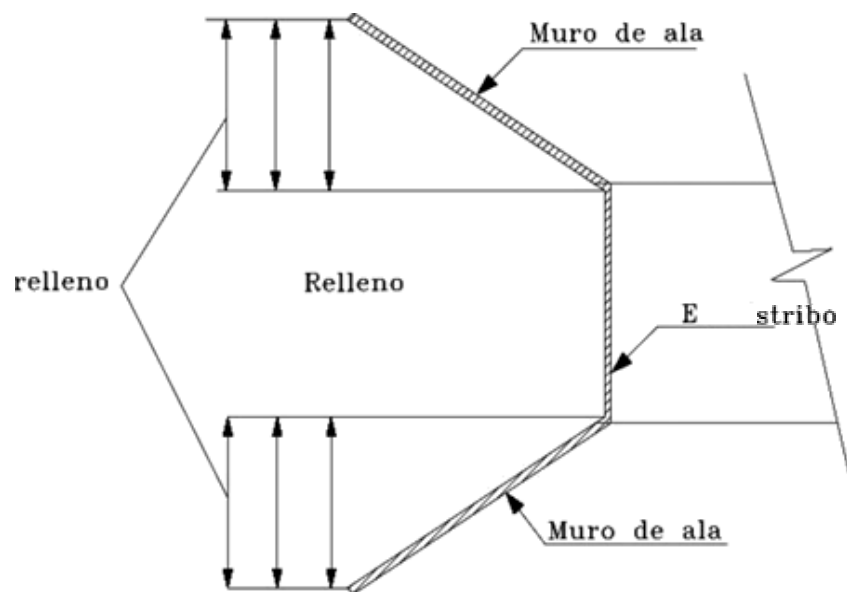


Figura 7: Muro de ala
Fuente: (Torres, 2013) Diseño de puentes

Según (Noriega, 2018) nos indica: “El cuadro "Alas del muro" permite introducir las dimensiones de las alas del muro. Las bisagras de las alas pueden ser simétricas o asimétricas. Asumiendo alas asimétricas se requiere introducir las dimensiones del ala derecha e izquierda separadamente. La pantalla siempre muestra el ala introducida actualmente - solo el ala izquierda se visualiza en los cuadros posteriores.”.

Se concluye que un muro de ala es una construcción que permite dividir o delimitar un espacio. El término suele utilizarse como sinónimo de pared, muralla o tapia, según el contexto.

2.2.2.2.4 Sistema de drenaje

Según (Torres, 2013) nos dice: “El sistema de drenaje generalmente está formada por una capa permeable colorada dentro del muro y tubos de drenes, que facilitan la evacuación del agua que fluye a través de la rapa permeable”.

Según (ESPINOSA, y otros, 2015) nos dice: “Los sistemas de drenaje en las ciudades pueden ser de dos tipos: mixtos o separados. Los sistemas mixtos recolectan el agua residual y el agua de lluvia en la misma red de tuberías. El sistema separado está compuesto por redes de tuberías para cada tipo de agua (red sanitaria y red pluvial) y no están interconectados (CONAGUA 2009). En ambos sistemas de drenaje existe la posibilidad de exfiltración del agua residual hacia el suelo y la posibilidad de infiltración de agua de diferentes fuentes hacia el drenaje”.

Se concluyó que un sistema de drenaje es la de permitir la retirada de las aguas que se acumulan en depresiones topográficas del terreno, causando inconvenientes ya sea a la agricultura o en áreas urbanizadas o carreteras.

2.2.2.3 Datos de las condiciones funcionales

Según (Aashto, 2014) nos dice: “Los datos de las condiciones funcionales son en general fijados por el propietario o su representante (Ministerio de transportes, Municipalidades) y por las normas y/o las especificaciones correspondientes.”.

Se concluye que los datos de las condiciones funcionales son en general fijados por el propietario o su representante (Ministerio de transportes, Municipalidades) y por las normas y/o las especificaciones correspondientes.

2.2.2.3.1 Datos geométricos

Según (BRAJA, 2015) nos dice: “Los datos geométricos se representan por sus valores nominales, expresados en los planos. No obstante, si las desviaciones en el valor de una dimensión geométrica pueden tener influencia significativa en la fiabilidad estructural, debe tomarse como valor de cálculo la suma del nominal más la desviación desfavorable prevista.”.

Según (Aashto, 2014) nos indica: “El Diseño geométrico de carreteras es la técnica de ingeniería civil que consiste en situar el trazado de una carretera o calle en el terreno. Los condicionantes para situar una carretera sobre la superficie son muchos, entre ellos la topografía del terreno, la geología, el medio ambiente, la hidrología o factores sociales y urbanísticos”.

Se concluye que los datos geométricos se representan por sus valores nominales, expresados en los planos. No obstante, si las desviaciones en el valor de una dimensión

2.2.2.3.2 Datos de las cargas vivas

Según (Aulestia, 2014) nos dice: “Las sobrecargas que se utilicen en el cálculo dependen de la ocupación a la que está destinada la edificación y están conformadas por los pesos de personas, muebles, equipos y accesorios móviles o temporales, mercadería en transición, y otras. Las sobrecargas mínimas a considerar son indicadas en el apéndice 4.2. Se presentan valores de carga uniforme (kN/m²) y de carga concentrada (kN).”.

Según (Cárdenas, Escudero, Quizhpi, & Amaya, 2014) nos dice: “Las cargas reales aplicadas en este análisis serán las siguientes: cargas muertas, cargas vivas, carga de frenado y carga aerodinámica”.

Se concluyó que las cargas vivas son todas las cargas gravitacionales probables u ocasionales que son resultado del uso de la estructura, cuya manifestación es temporal, variable en intensidad y cambiante por su ubicación.

2.2.2.3.3 Datos socio económicos

Según (Aashto, 2014) nos dice: “Este es un aspecto sumamente importante que debe tomar en cuenta todo proyectista al igual que los funcionarios públicos involucrados en el proyecto. Es un tema que está fuera de los alcances de este texto, pero son datos de gran importancia y por eso es muy oportuno por lo menos indicarlo por cuanto no es moral, ni ético proyectar obras públicas como son los puentes, con exceso de materiales y menos aún si esos materiales son importados y causan pérdidas innecesarias de divisas para nuestro país. Los puentes se construyen con fondos públicos que son escasos.” (p 32).

Se concluye que los datos socio económicos se entiende la capacidad económica y social de un individuo, una familia o un país. De alguna manera todos tenemos una idea aproximada de los tres escalones o niveles socioeconómicos: el bajo, el medio y el alto.

2.2.2.3.4 Geometría

Según (Aashto, 2014) nos dice: “Son las condiciones topográficas e hidráulicas las que definen la longitud a cubrir, así como el nivel de rasante. En cambio, su ancho está fijado por ejemplo para el caso de puentes ferroviarios por la trocha de la vía y por el número de vías y la estabilidad transversal. Para el caso de puentes carreteros el ancho queda definido por el número de vías, estimándose como ancho de vía un valor comprendido entre 3 y 4.5 m.” (p 31).

Se concluye que la geometría se aplica en la ingeniería civil en la obtención de medidas de ángulos, valores de superficies, volúmenes, cálculo de segmentos, plasmándolo de forma gráfica y de una manera precisa.

III. MÉTODOS Y MATERIALES

3.1 Hipótesis de la investigación

3.1.1 Hipótesis General

El estudio geotécnico si influye significativamente en la construcción de un puente peatón sobre el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – Lima, 2021.

3.1.2 Hipótesis específicas

H1. Los diseños de excavaciones y de cimentaciones si influye significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021.

H2. El estudio de mecánica del suelo si influye significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021.

H3. La Realización de la compactación de suelos si influye significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021.

H4. El estudio de la resistencia y deformación si influye significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021.

3.2 Variables de estudio.

Variable Independiente: Estudio geotécnico

Según (González de Vallejo, Ferrer, Ortuño, & Oteo, 2002) nos dice: “La ingeniería geológica es la ciencia aplicada al estudio y solución de los problemas

de la ingeniería y del medio ambiente producidos como consecuencia de la interacción entre las actividades humanas y el medio geológico”.

Variable dependiente: Puente peatonal

Según (ARTEAGA, GARCÍA, GUZMÁN, & MAYORGA, 2017) define que, “Los puentes peatonales forman parte de la infraestructura que busca seguridad para los desplazamientos a pie, manteniendo, a la vez, el predominio de la velocidad rodada. Aunque se entienden, desde la ingeniería, como elementos de seguridad vial”.

3.3 Operacionalización de las variables

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES		ESCALA DE MEDICION	INSTRUMENTO
VARIABLES INDEPENDIENTE	I.1 DISEÑO DE EXCAVACIONES Y DE CIMENTACIONES	SUELOS NO COHESIVOS O GRANULARES Y SUELOS COHESIVOS	¿Está conforme usted con los estudios de los suelos no cohesivos o granulares y suelos cohesivos que se utilizan para la creación Del puente peatonal en el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – lima, 2021?	LIKERT	ENCUESTA
		CONDICIONES DRENADAS Y ESFUERZOS EFECTIVOS	¿Cree que las condiciones drenadas y esfuerzos efectivos son correctas para la construcción del puente?	LIKERT	
		CONDICIONES NO DRENADAS Y ESFUERZOS TOTALES	¿Está conforme usted que se lleve primero un estudio preliminar para empezar con la construcción del puente?	LIKERT	
		FACTORES DE SEGURIDAD	¿Está conforme que un ingeniero geotecnia debe consignar todo lo relativo a los factores de seguridad para dar inicio a la construcción del proyecto?	LIKERT	
	I.2 MECANICA DEL SUELO	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	¿El estudio topográfico es la mejor opción para el estudio del puente?	LIKERT	
		FILTRACIONES Y REDES DE FLUJO	¿Usted cree necesario realizar un estudio de las filtraciones y redes de flujo para garantizar la correcta estabilidad del puente peatonal en la comunidad?	LIKERT	
		TENSIONES EFECTIVAS	¿El estudio geológico es un estudio necesario para el proyecto?	LIKERT	
		CARACTERISTICAS GEOTECNICAS DE LOS SEDIMENTOS	¿Usted cree que el diseño geotécnico es la correcta para el estudio de suelo en la construcción del puente?	LIKERT	
		RESISTENCIA AL CORTE	¿Usted está de acuerdo con la investigación de la resistencia al corte realizada en la comunidad?	LIKERT	
	I.3 COMPACTACIÓN DE SUELOS	PRUEBA PROCTOR ESTÁNDAR	¿Se pueden hacer estudios de suelo en construcciones ya existentes para tomarlos como ejemplo para nuestro proyecto?	LIKERT	
		PRUEBA PROCTOR MODIFI CADA	¿Es lo mismo un Estudio de suelo que un Estudio geotécnico?	LIKERT	
		LAS PROPIEDADES COHESIVAS DEL SUELO	¿Está conforme usted con los gastos que se utilizan para el estudio de las propiedades cohesivas del suelo?	LIKERT	
		COMPACTACIÓN EN CAMPO	¿Usted cree que es necesario el estudio de suelo para la construcción del puente?		
	I.4 RESISTENCIA Y DEFORMACION	CRITERIO DE ROTURA DE COULOMB	¿Está conforme que un ingeniero geotecnia debe consignar todo lo relativo a las criterio de rotura de coulomb para dar inicio a la construcción del proyecto?	LIKERT	
		LAS TENSION ES OCTAÉDRICAS	¿Se pueden hacer estudios de las tensión es octaédricas para la creación del puente peatonal ya existentes para tomarlos como ejemplo para nuestro proyecto?	LIKERT	
		ENSAYOS DE CORTE DIRECTO	¿Está conforme con infraestructura empleada para la ejecución del proyecto de la comunidad?	LIKERT	
FRICCIÓN EN LAS PLACAS		¿Está conforme usted con las implementaciones de cimentación para el puente peatonal?			
VARIABLES DEPENDIENTE	D.1 ESTUDIO SÍSMICO	COMPORTAMIENTO ELÁSTICO DE SUELOS Y ROCAS	¿Cree que los comportamientos elásticos de suelos y rocas son correctos para la construcción del proyecto de nuestra comunidad?		
		REQUERIMIENTO DE LOS ESTUDIOS	¿El puente peatonal es la mejor opción en la comunidad?	LIKERT	
		ESTUDIO DE PELIGRO SÍSMICO	¿La construcción de un puente es necesaria para la comunidad?	LIKERT	
		MÉTODOS DE ANÁLISIS	¿Está conforme con la utilización de los métodos de análisis en la ejecución del puente en la comunidad?	LIKERT	
	D.2 COMPONENTES DE PUENTE	ESTUDIOS DE TRÁFICO	¿Está conforme con infraestructura empleada para la ejecución del puente en la comunidad?	LIKERT	
		ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS	¿Usted está de acuerdo con la utilización de materiales utilizados en la construcción del puente?	LIKERT	
		ESTRIBOS	¿Usted aprueba la utilización de materiales de estribos para la construcción de puente peatonal en su comunidad?	LIKERT	
		VIGAS	¿Los materiales para las pilas y estribos son lo necesario para la construcción del puente?	LIKERT	
		MUROS DE ALA	¿Está de acuerdo que es necesario la utilización de muros de ala para dar mayor resistencia al puente?	LIKERT	
		SISTEMA DE DRENAJE	¿El puente peatonal es la mejor opción para que comunidad solucione sus problemas de comunicación?	LIKERT	
D.3 DATOS DE LAS CONDICIONES FUNCIONALES	DATOS GEOMÉTRICOS	¿Los datos geométricos es la mejor opción para que comunidad para la construcción del puente peatonal?	LIKERT		
	DATOS DE LAS CARGAS VIVAS	¿Los datos de las cargas vivas es la mejor opción para que comunidad para la construcción del puente peatonal?	LIKERT		
	DATOS SOCIO ECONÓMICOS. GEOMETRIA.	¿Cree usted que realizando un estudio de geometría en el puente estará preparado para soportar algún movimiento telúrico?	LIKERT		

3.4 Diseño de la investigación

3.4.1 Tipo de investigación

La presente investigación tiene por objetivo Realizar un estudio geotécnico que influya en la construcción de un puente peatón sobre el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – Lima, 2021, y así mejora la calidad de vida de las personas de la comunidad., para ello se está utilizando el tipo de investigación descriptiva.

Mejía (2017) “La investigación correlacional es un tipo de investigación no experimental en la que los investigadores miden dos variables y establecen una relación estadística entre las mismas (correlación), sin necesidad de incluir variables externas para llegar a conclusiones relevantes.

3.4.2 Método de investigación

El método de investigación será es cuantitativa, esta metodología cuantitativa utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente el uso de estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población.

(Niño, 2011) nos dice: “la investigación cuantitativa tiene que ver con la “cantidad” y, por tanto, su medio principal es la medición y el cálculo. En general, busca medir variables con referencia a magnitudes. Tradicionalmente se ha venido aplicando con éxito en investigaciones de tipo experimental, descriptivo, explicativo y exploratorio, aunque no exclusivamente”.

3.4.3 Diseño de la investigación

NO EXPERIMENTAL

Acorde a lo expuesto por el autor (Hernández, 2014) Nos dice: “Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos.”.

3.5 Población y muestra de estudio

3.5.1 Población

Generalmente a las investigaciones poseen un conjunto de objetos, documentos o individuos a ser estudiados.

A continuación (Carrasco, 2007) nos dice: “Es el conjunto de todos los elementos (unidades de análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación.” (p 237).

En consecuencia, el presente documento se desarrolla considerando como población a los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino.

3.5.2 Muestra

Una vez conocida la población que se desea someter a estudio y cuando esta, por su tamaño no es posible considerarla en su totalidad para la aplicación de instrumentos de investigación; nace la necesidad de establecer una muestra con la elegían 40 hogares de los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino que cuentan con más casos recurrente reportados respecto al proyecto.

A continuación, Los autores (Carrasco, 2007), afirma que la muestra: “Es una parte o fragmento representativo de la población, cuyas características esenciales son las de ser objetivas y reflejo fiel de ella, del tal manera que los resultados obtenidos en la muestra puedan generalizarse a todos los elementos que conforman dicha población” (p.237).

En consecuencia, los resultados obtenidos pueden ser generalizados al resto de la población, no obstante, en el presente estudio dado al tamaño de la población no es necesario aplicar una fórmula para la determinación de la muestra; por lo que se entrevistará.

Es por ello que el tipo de muestreo recomendado para el levantamiento de información es el Pre probabilístico.

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1 Técnicas de recolección de datos

En definitiva, es de particular importancia otorgar y no olvidar el valor que tienen las técnicas y los instrumentos que se emplearán en una investigación.

Asimismo, las técnicas aplicadas para el desarrollo del presente estudio fueron la entrevista y análisis documental, para el levantamiento de información de campo se utilizó el instrumento de investigación llamado entrevista y encuestas participante con preguntas abiertas y para la documental fue necesario aplicar un análisis evaluativo de todos los servicios con los que cuenta el programa y promotor del ministerio del ambiente.

Según el autor (Orellana & Sánchez, 2006) Nos dice: “Las técnicas de recolección de datos basadas en la observación y participación, practicadas en entornos convencionales, consisten en la observación que realiza el investigador de la situación social en estudio, procurando para ello un análisis de forma directa, entera y en el momento en que dicha situación se lleva a cabo, y en donde su participación varía según el propósito y el diseño de investigación previstos”.

3.6.2 Instrumentos de recolección de datos

Se utilizó las entrevistas según autor:

Entrevista:

Conforme a lo expuesto por (Del Cid, Méndez, & Sandoval, 2011) nos indica: “Al igual que en las entrevistas individuales, es indispensable elaborar previamente una guía con preguntas. Para este propósito correspondería la entrevista semiestructurada desarrollándola de forma grupal, es decir, las preguntas deberían ser abiertas.”. (p 124).

Encuesta:

Conforme a lo expuesto por (Orler, 2010) nos señala: “Una encuesta se define como la recolección de datos en el marco de una indagación para un estudio

determinado mediante el uso de un cuestionario estandarizado administrado por entrevistadores especialmente entrenados (en persona o por teléfono) o distribuida (predominantemente por mail) a una muestra seleccionada (por azar) de encuestados para que la autocompleten”

Sin embargo, esto permite al encuestador abordar una gran cantidad de personas en poco tiempo. Es decir, la encuesta oral se caracteriza por ser poco profunda, pero de gran alcance.

3.7 Validación y confiabilidad del instrumento

3.7.1 Validez del Instrumento

Tabla 1.

Validación de Expertos

Mgtr. Edmundo Barrantes Ríos	Experto Metodólogo
Mgtr. Christian Ovalle Paulino	Experto Metodólogo

Fuente: *Elaboración propia*

3.7.2 Confiabilidad del Instrumento por Alfa de Cron Bach

Tabla 2.

Variable Independiente Confiabilidad

ESTADÍSTICOS DE FIABILIDAD DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE : ESTUDIO GEOTECNICO		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
78,5%	80.8%	18

Fuente: *Elaboración propia en spss*

Existe muy buena consistencia interna entre los ítems del instrumento por tanto existe muy buena confiabilidad elaborado para el recojo de la información de la presente tesis, de la variable independiente estudio geotécnico es de 80,8%.

Tabla 3.

Variables Dependiente Confiabilidad

ESTADÍSTICOS DE FIABILIDAD DE LA VARIABLE DEPENDIENTE: PUENTE PEATONAL		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en los elementos tipificados	N de elementos
80,8%	81,4%	12

Fuente: *Elaboración propia en spss*

Existe muy buena consistencia interna entre los ítems del instrumento por tanto existe muy buena confiabilidad elaborado para el recojo de la información de la presente tesis, de la variable dependiente puente peatonal 81,4%.

3.8 Métodos de análisis de datos

Aquí, se tabulará la información a partir de los datos obtenidos, cuando hablamos de Procesamiento de datos hacemos referencia al método estadístico utilizado y al programa en particular a utilizar para procesar los datos recopilados, en nuestro caso emplearemos el SPSS.

Es en este sentido que el SPSS contribuye al desarrollo del área de metodología de investigación científica cuantitativa y de la investigación como un todo y tiene un involucramiento significativo con la comunidad académica y civil. Además de las actividades usuales de investigación, enseñanza y producción de conocimientos.

SPSS le facilita crear un archivo de datos en una forma estructurada y también organizar una base de datos que pueda ser analizada con diversas técnicas estadísticas. A pesar de que existen otros programas como (Microsoft Excel) que se utilizan para organizar datos y crear archivos electrónicos. SPSS permite capturar y analizar los datos sin necesidad de depender de otros programas.

Por otro lado, también es posible transformar un banco de datos creado en Microsoft Excel e una base de datos SPSS.

3.9 Desarrollo de la propuesta de valor

El presente proyecto de investigación es estudio geotécnico para la construcción de un puente peatonal sobre el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – lima, 2021, es una inversión muy importante a mediano y largo plazo, la cual la finalidad de alcanzar un mayor beneficio económico y sobre todo buscando una integración entre dichas zonas con los centros económicos más cercanos para la distribución. En la cual se mejorar la calidad de vida de las personas de la comunica y dar un mejor estilo de vida a sus pobladores.

Después de haber realizado la investigación y evaluación de las distintas soluciones tecnológicas que existen, y encontrado la que más se adapta mejor a las necesidades de la población, es por ello que ha visto la necesidad de poder crear un diseño de la infraestructura vial urbana para el mejoramiento de la transitabilidad peatonal de las calles de los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino, en la cual se mejorar la calidad de vida de las personas de la comunica y dar un mejor estilo de vida a sus pobladores.

3.10 Aspectos deontológicos

El presente Trabajo de investigación relacionado al estudio geotécnico para la construcción de un puente peatonal sobre el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – lima, 2021, ha sido elaborado por el suscrito dentro de los estándares existentes y permitidos en el campo de la Investigación Científica.

La fuerte presencia social de la ciencia sobre los trabajos de Investigación en nuestros días, ha dependido grandemente de una combinación de sus características, la capacidad explicativa, la credibilidad y la capacidad para resolver problemas, a las cuales, en alguna medida se les agregó la objetividad y la imparcialidad.

IV. RESULTADOS

4.1 La contrastación de hipótesis

4.1.1 Método estadístico para la contrastación de hipótesis

Para la validez del presente trabajo de investigación se realizó mediante la técnica estadística NO paramétricas de escala ordinal en este caso se utilizó la rho de Spearman para observar el grado de correlación entre la variable independiente estudio geotécnico y la variable dependiente puente peatonal y así contrastar la Hipótesis general y las Hipótesis específicas

4.1.2 La contrastación de hipótesis general

La hipótesis general se contrastará mediante la prueba estadística no paramétrica de escala Ordinal, por la prueba de rho de Spearman determinará que el estudio geotécnico para la construcción de un puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021.

Tabla 4.

Estudio geotécnico para la construcción de un puente peatonal sobre el Malecón Checa, entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino

Cuadro comparativo de las variables estudio geotécnico y el puente peatonal

N° de total	VARIABLE INDEPENDIENTE: DISEÑO GEOTECNICO																		VARIABLE DEPENDIENTE: PUENTE PEATONAL											
	DIMENSIÓN 1: DISEÑO DE EXCAVACIONES Y DE CIMENTACIONES		DIMENSION 2: MECANICA DEL SUELO							DIMENSION 3: COMPACTACIÓN DE SUELOS				DIMENSION 4: RESISTENCIA Y DEFORMACION					DIMENSION 1: ESTUDIO SÍSMICO					DIMENSION 2: COMPONENTES DE PUENTE				DIMENSION 3: DATOS DE LAS CONDICIONES FUNCIONALES		
	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13	p14	p15	p16	p17	p18	p19	p20	p21	p22	p23	p24	p25	p26	p27	p28	p29	p30
Totalmente en desacuerdo	3	1	6	3	1	3	4	5	9	4	4	12	2	3	2	3	5	4	8	2	2	5	3	3	2	4	8	6	4	3
desacuerdo	8	6	4	0	6	5	6	3	2	5	5	3	5	8	2	7	1	5	2	2	4	3	7	1	1	2	5	6	4	3
indiferente	6	4	3	6	4	3	7	11	12	4	4	5	4	4	12	4	2	16	0	2	4	8	12	6	1	5	1	2	5	0
de acuerdo	1	1																												
totalmente de acuerdo	2	4	14	17	21	4	15	9	3	10	4	7	6	4	9	11	20	12	17	13	12	9	8	12	14	17	11	10	10	24
totalmente de acuerdo	1	1																												
total	4	4																												
	0	0	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

Fuente: Elaboración propia con Excel

4.2 Aplicación de la estadística inferencial de las variables

4.2.1 Normalización de la influencia de las variables 1 Y 2

a) Ho:” La variable independiente estudio geotécnico y la variable dependiente puente peatonal se distribuyen en forma normal”

H1: “La variable independiente estudio geotécnico y la variable dependiente puente peatonal no se distribuyen en forma normal”

b) N.S = 0.05

Tabla 5.

Pruebas de normalización

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
V1: ESTUDIO GEOTECNICO	0,210	40	0,004
V2: PUENTE PEATONAL	0,175	40	0,002

Fuente: *Elaboración propia en SPSS*

c) Se observa en la columna sig. *Kolmogórov-Smirnov* de todos son menores que 0.05, lo cual se rechaza la hipótesis Nula.

d) Concluimos que La variable independiente estudio geotécnico y la variable dependiente puente peatonal no se distribuyen en forma normal. por tanto, aplicaremos la prueba estadística no paramétrica de escala ordinal de rho de Spearman.

a) El Planteo de las Hipótesis General

Ho: “El estudio geotécnico no influye significativamente en la construcción de un puente peatón sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021”

H1: “El estudio geotécnico si influye significativamente en la construcción de un puente peatón sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021”

a. N.S: 0.05

b. La Contrastación de la Hipótesis:

Pruebas estadísticas no paramétricas de escala Ordinal. Utilizaremos la prueba de Rho de Spearman.

Tabla 6.

Correlaciones de hipótesis general

Matriz de Correlaciones				
		V1: ESTUDIO GEOTECNICO	V2: PUENTE PEATONAL	
Rho de Spearman		Coefficiente de correlación	1,000	0,785
	V1: ESTUDIO GEOTECNICO	Sig. (bilateral)	.	0,014
		N	40	40
	V2: PUENTE PEATONAL	Coefficiente de correlación	0,785	1,000
		Sig. (bilateral)	0,014	.
		N	40	40

Fuente: *Elaboración propia en SPSS*

Finalmente, se observa que hay una marcada relación entre las variables estudio geotécnico y el puente peatonal del 78.5%

c. Conclusión:

Se puede concluir que, El estudio geotécnico si influye significativamente en la construcción de un puente peatón sobre el malecón checa, límite entre los distritos

de san juan de Lurigancho y el agustino – Lima, 2021 .a un nivel de significancia del 5% bilateral.

a) El Planteo de las Hipótesis Especifica 1

Ho: "Los diseños de excavaciones y de cimentaciones no influyen significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021."

H1: "Los diseños de excavaciones y de cimentaciones si influyen significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021."

- a. N.S: 0.05
- b. La Contrastación de la Hipótesis:
- c. Pruebas estadísticas no paramétricas de escala Ordinal. Utilizaremos la prueba de Rho de Spearman

Tabla 7.

Correlaciones de hipótesis especifica 1

Matriz de Correlaciones				
			Vi d1: DISEÑO DE EXCAVACIONES Y DE CIMENTACIONES	Vd.: PUENTE PEATONAL
Rho de Spearman	Coeficiente de correlación		1,000	0,812
	Sig. (bilateral)		.	0,020
	N		40	40
	Coeficiente de correlación		0,812	1,000
	Sig. (bilateral)		0,020	.
	N		40	40

Fuente: *Elaboración propia en SPSS*

Finalmente se observa que hay una relación entre el diseño de excavaciones y de cimentaciones y el puente peatonal en un 81,20%.

d. La conclusión:

Se puede concluir, Los diseños de excavaciones y de cimentaciones si influye significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – Lima, 2021. a un nivel de significancia del 5% bilateral.

a) El Planteo de las Hipótesis Especifica 2

Ho: "El estudio de mecánica del suelo no influye significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021."

H1: "El estudio de mecánica del suelo si influye significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021."

a. N.S: 0.05

b. La Contrastación de la Hipótesis:

c. Pruebas estadísticas no paramétricas de escala Ordinal. Utilizaremos la prueba de Rho de Spearman

Tabla 8.

Correlaciones de hipótesis especifica 2

Matriz de Correlaciones			
		Vi d2: Mecánica de Suelo	Vd.: Puente Peatonal
Rho de Spearman		Coefficiente de correlación	1,000
	Vi d2: Mecánica Del Suelo	Sig. (bilateral)	.023
		N	40
		Coefficiente de correlación	0,793
	Vd.: Puente Peatonal	Sig. (bilateral)	.023
		N	40

Fuente: *Elaboración propia en SPSS*

Finalmente se observa que hay una marcada relación entre la mecánica del suelo y el puente peatonal en un 79.30%.

d. La conclusión:

Se puede concluir, que El estudio de mecánica del suelo si influye significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021. A un nivel de significancia del 5% bilateral.

a) El Planteo de las Hipótesis Especifica 3

Ho: " La Realización de la compactación de suelos no influye significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021."

H1: "La Realización de la compactación de suelos si influye significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021."

a) N.S = 0.05

b) La Contrastación de la Hipótesis:

Tabla 9.

Correlaciones de hipótesis especifica 3

Matriz de Correlaciones			
		Vi d3: Compactación De Suelos	Vd.: Puente Peatonal
Rho de Spearman		Coefficiente de correlación	1,000
			0,856
	Vi d3: Compactación De Suelos	Sig. (bilateral)	.
			0,024
		N	40
			40
	Vd.: Puente Peatonal	Coefficiente de correlación	0,856
			1,000
		Sig. (bilateral)	0,024
			.
		N	40
			40

Fuente: *Elaboración propia en SPSS*

Finalmente se observa que hay una marcada relación entre las compactaciones de los suelos y el puente peatonal en un 85.60%.

c) La conclusión:

Se puede concluir, que La Realización de la compactación de suelos si influye significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – Lima, 2021. a un nivel de significancia del 5% bilateral.

a) El Planteo de las Hipótesis Especifica 4

Ho: " El estudio de la resistencia y deformación no influye significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021."

H1: "El estudio de la resistencia y deformación si influye significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021."

a) N.S = 0.05

b) La Contrastación de la Hipótesis:

Pruebas estadísticas no paramétricas de escala Ordinal. Utilizaremos la prueba de Rho de Spearman.

Tabla 10.

Correlaciones de hipótesis especifica 4

Matriz de Correlaciones				
			Vi d4: RESISTENCIA Y DEFORMACION	Vd.: PUENTE PEATONAL
Rho de Spearman		Coeficiente de correlación	1,000	0,824
	Vi d4: RESISTENCIA Y DEFORMACION	Sig. (bilateral)	.	0,021
		N	40	40
		Coeficiente de correlación	0,824	1,000
	Vd.: PUENTE PEATONAL	Sig. (bilateral)	0,021	.
		N	40	40

Fuente: *Elaboración propia en SPSS*

Finalmente se observa que hay una marcada relación entre la resistencia y deformación y el puente peatonal en un 82.40%.

c) La conclusión:

Se puede concluir, que El estudio de la resistencia y deformación si influye significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – Lima, 2021. A un nivel de significancia del 5% bilateral.

4.3 Aplicación de la estadística descriptiva de las variables

4.3.1 Variable Independiente: Estudio Geotécnico

Tabla 11.

Pregunta 01: ¿Está conforme usted con los estudios de los suelos no cohesivos o granulares y suelos cohesivos que se utilizan para la creación del puente peatonal en el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan Lurigancho y el Agustino - Lima, 2021?

		pregunta01			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	3	7,5	7,5	7,5
	desacuerdo	8	20,0	20,0	27,5
	indiferente	6	15,0	15,0	42,5
	de acuerdo	12	30,0	30,0	72,5
	Totalmente de acuerdo	11	27,5	27,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

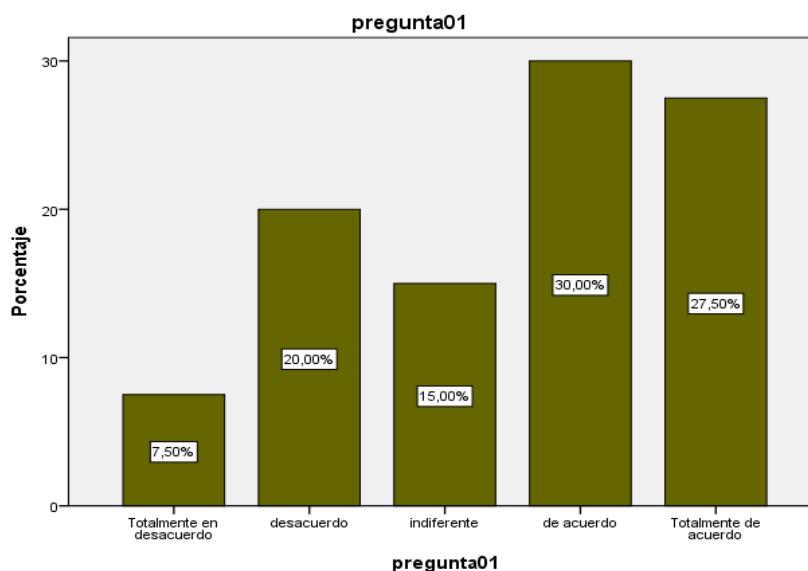


Figura 8: Pregunta 01

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION:

De la tabla 11 y la figura 8 decimos que los 40 encuestados el 30% dijeron de acuerdo sobre la pregunta: ¿Está conforme usted con los estudios de los suelos no cohesivos o granulares y suelos cohesivos que se utilizan para la creación Del puente peatonal en el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – lima, 2021? y el 7.50% dijeron totalmente desacuerdo.

Tabla 12.

Pregunta 02: ¿Cree que las condiciones drenadas y esfuerzos efectivos son correctas para la construcción del puente?

		pregunta02			
Válido		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Totalmente en desacuerdo	1	2,5	2,5	2,5
	desacuerdo	6	15,0	15,0	17,5
	indiferente	4	10,0	10,0	27,5
	de acuerdo	14	35,0	35,0	62,5
	Totalmente de acuerdo	15	37,5	37,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

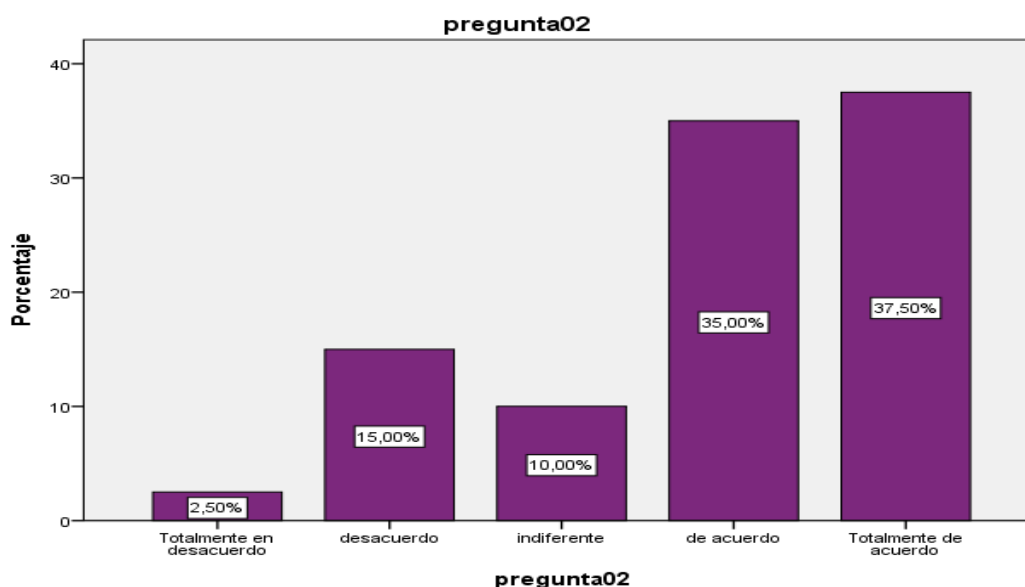


Figura 9: Pregunta 02

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION:

De la tabla 12 y la figura 9 decimos que los 40 encuestados el 37.50% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta: ¿Cree que las condiciones drenadas y esfuerzos efectivos son correctas para la construcción del puente? y el 2.50% dijeron totalmente en desacuerdo.

Tabla 13.

Pregunta 03: ¿Está conforme usted que se lleve primero un estudio preliminar para empezar con la construcción del puente?

		pregunta03			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	6	15,0	15,0	15,0
	desacuerdo	4	10,0	10,0	25,0
	indiferente	3	7,5	7,5	32,5
	de acuerdo	14	35,0	35,0	67,5
	Totalmente de acuerdo	13	32,5	32,5	100,0
Total		40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

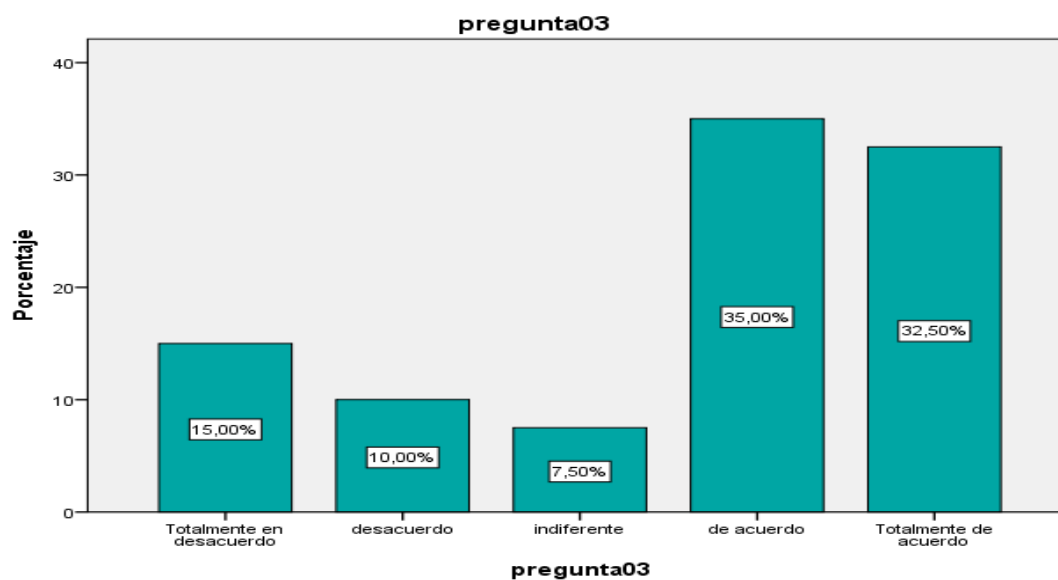


Figura 10: Pregunta 03

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION:

De la tabla 13 y la figura 10 decimos que los 40 encuestados se observa que el 35% afirmaron de acuerdo a la pregunta: ¿Está conforme usted que se lleve primero un estudio preliminar para empezar con la construcción del puente? y el 7.50% dijeron indiferente.

Tabla 14.

Pregunta 04: ¿Está conforme que un ingeniero geotecnia debe consignar todo lo relativo a los factores de seguridad para dar inicio a la construcción del proyecto?

pregunta04					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	3	7,5	7,5	7,5
	indiferente	6	15,0	15,0	22,5
	de acuerdo	17	42,5	42,5	65,0
	Totalmente de acuerdo	14	35,0	35,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

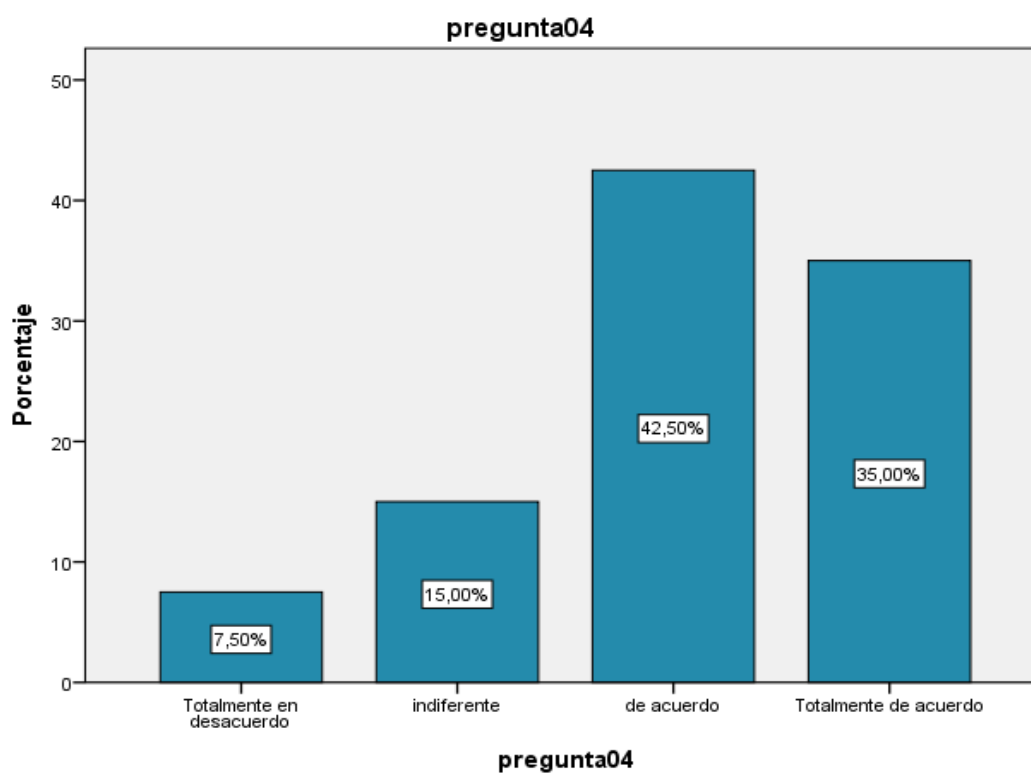


Figura 11: Pregunta 04

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION:

De la tabla 14 y la figura 11 decimos que los 40 encuestados se observa que el 42.50% dijeron de acuerdo a la pregunta: ¿Está conforme que un ingeniero geotecnia debe consignar todo lo relativo a los factores de seguridad para dar inicio a la construcción del proyecto? Y el 7.50% dijeron totalmente en desacuerdo.

Tabla 15.

Pregunta 05: ¿El estudio topográfico es la mejor opción para el estudio del puente?

pregunta05					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	1	2,5	2,5	2,5
	desacuerdo	6	15,0	15,0	17,5
	indiferente	4	10,0	10,0	27,5
	de acuerdo	21	52,5	52,5	80,0
	Totalmente de acuerdo	8	20,0	20,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

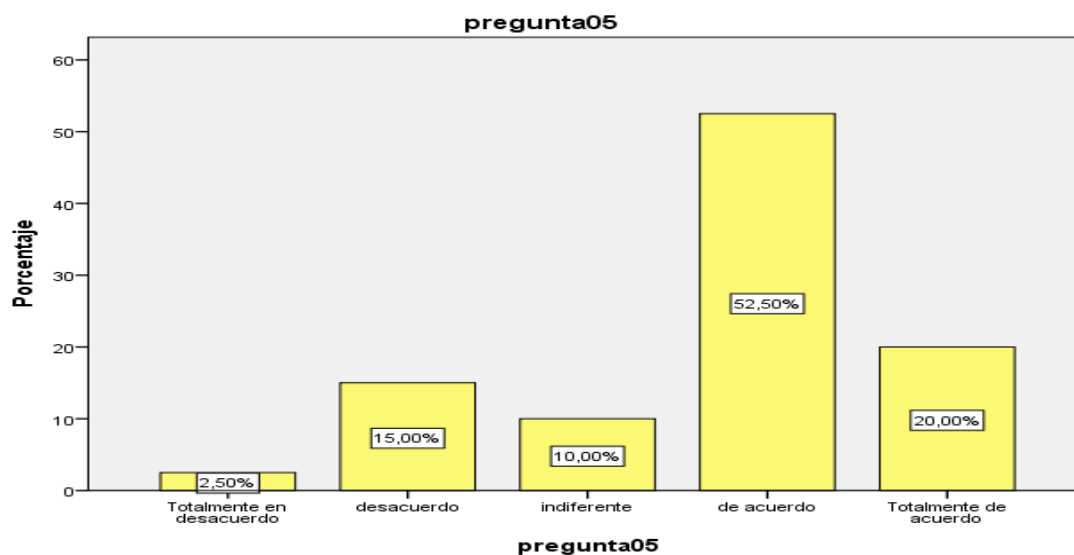


Figura 12: Pregunta 05

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION:

De la tabla 15 y la figura 12 decimos que los 40 encuestados el 52.50% dijeron de acuerdo a la pregunta: ¿El estudio topográfico es la mejor opción para el estudio del puente? y el 2.50% dijeron totalmente en desacuerdo.

Tabla 16.

Pregunta 06: ¿Usted cree necesario realizar un estudio de las filtraciones y redes de flujo para garantizar la correcta estabilidad del puente peatonal en la comunidad?

		pregunta06			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	3	7,5	7,5	7,5
	desacuerdo	5	12,5	12,5	20,0
	indiferente	3	7,5	7,5	27,5
	de acuerdo	4	10,0	10,0	37,5
	Totalmente de acuerdo	25	62,5	62,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

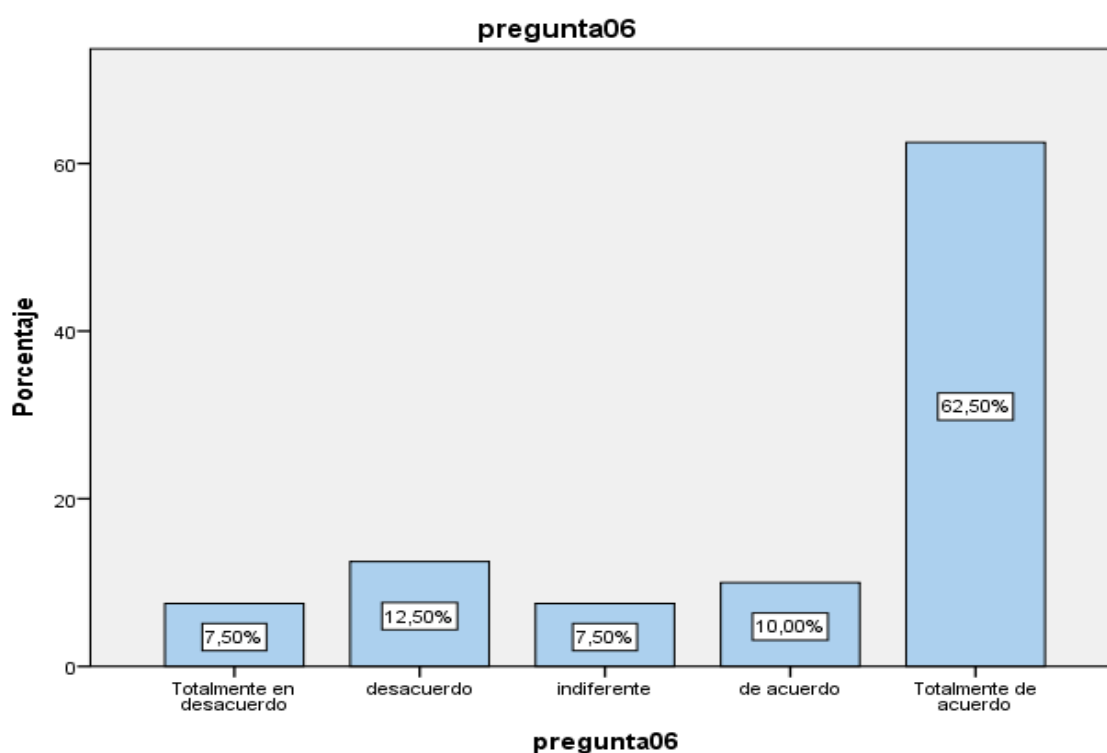


Figura 13: Pregunt 06

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION:

De la tabla 16 y la figura 13 decimos que los 40 encuestados el 62.50% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta: muy conforme sobre la pregunta: ¿Usted cree necesario realizar un estudio de las filtraciones y redes de flujo para garantizar la correcta estabilidad del puente peatonal en la comunidad? y el 7.50% dijeron totalmente en desacuerdo.

Tabla 17.

Pregunta 07: ¿El estudio geológico es un estudio necesario para el proyecto?

pregunta07					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	4	10,0	10,0	10,0
	desacuerdo	6	15,0	15,0	25,0
	indiferente	7	17,5	17,5	42,5
	de acuerdo	15	37,5	37,5	80,0
	Totalmente de acuerdo	8	20,0	20,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

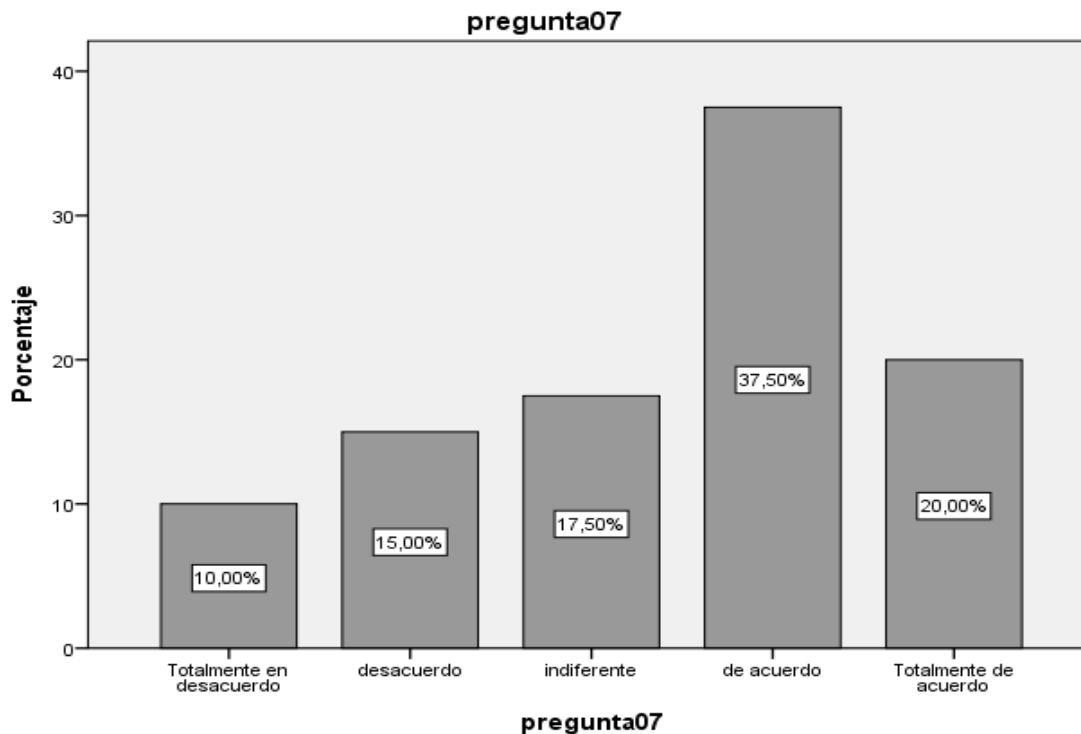


Figura 14: Pregunta 07

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

De la tabla 17 y la figura 14 decimos que los 40 encuestados el 37.50% dijeron de acuerdo a la pregunta: ¿El estudio geológico es un estudio necesario para el proyecto? y el 10% dijeron totalmente en desacuerdo.

Tabla 18.

Pregunta 08: ¿Usted cree que el diseño geotécnico es la correcta para el estudio de suelo en la construcción del puente?

pregunta08					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	5	12,5	12,5	12,5
	desacuerdo	3	7,5	7,5	20,0
	indiferente	11	27,5	27,5	47,5
	de acuerdo	9	22,5	22,5	70,0
	Totalmente de acuerdo	12	30,0	30,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

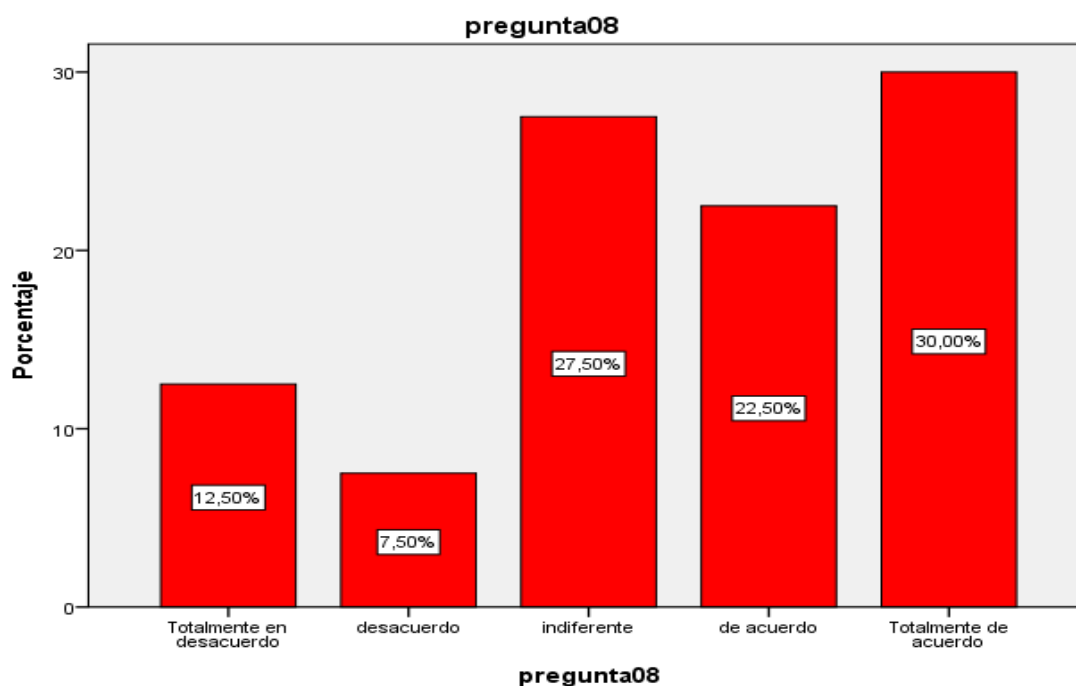


Figura 15: Pregunta 08

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

De la tabla 18 y la figura 15 decimos que los 40 encuestados el 30% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta: ¿Usted cree que el diseño geotécnico es la correcta para el estudio de suelo en la construcción del puente? y el 7.50% dijeron desacuerdo.

Tabla 19.

Pregunta 09: ¿Usted está de acuerdo con la investigación de la resistencia al corte realizado en la comunidad?

		pregunta09			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	9	22,5	22,5	22,5
	desacuerdo	2	5,0	5,0	27,5
	indiferente	12	30,0	30,0	57,5
	de acuerdo	3	7,5	7,5	65,0
	Totalmente de acuerdo	14	35,0	35,0	100,0
Total		40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

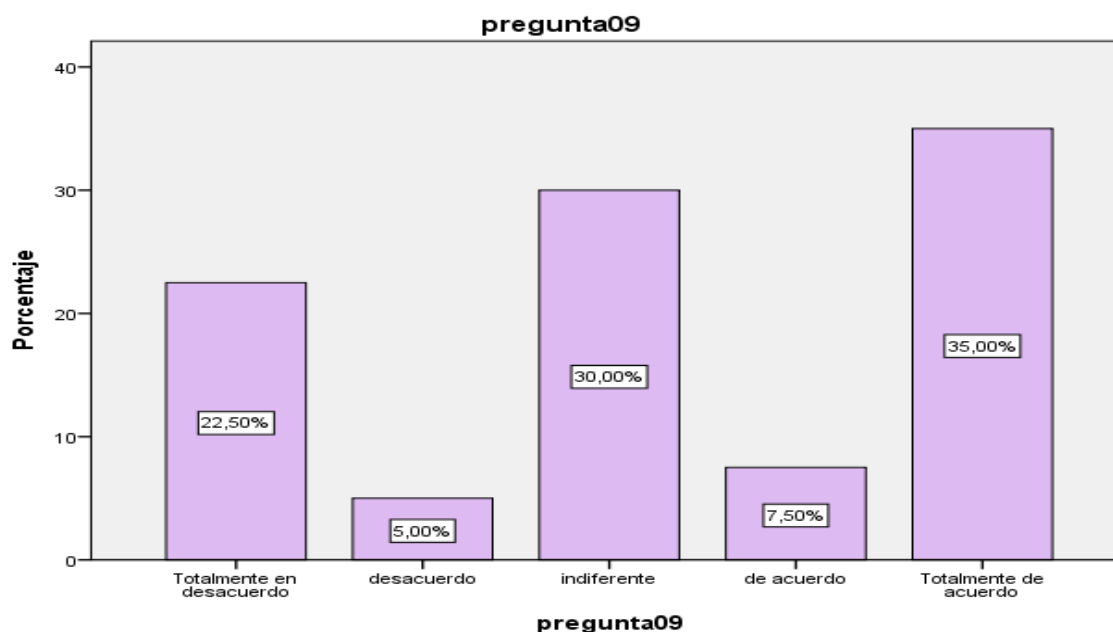


Figura 16: Pregunta 09

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

De la tabla 19 y la figura 16 decimos que los 40 encuestados el 35% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta: ¿Usted está de acuerdo con la investigación de la resistencia al corte realizado en la comunidad? y el 5% dijeron desacuerdo.

Tabla 20.

Pregunta 10: ¿Se pueden hacer estudios de suelo en construcciones ya existentes para tomarlos como ejemplo para nuestro proyecto?

		pregunta10			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	4	10,0	10,0	10,0
	desacuerdo	5	12,5	12,5	22,5
	indiferente	4	10,0	10,0	32,5
	de acuerdo	10	25,0	25,0	57,5
	Totalmente de acuerdo	17	42,5	42,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

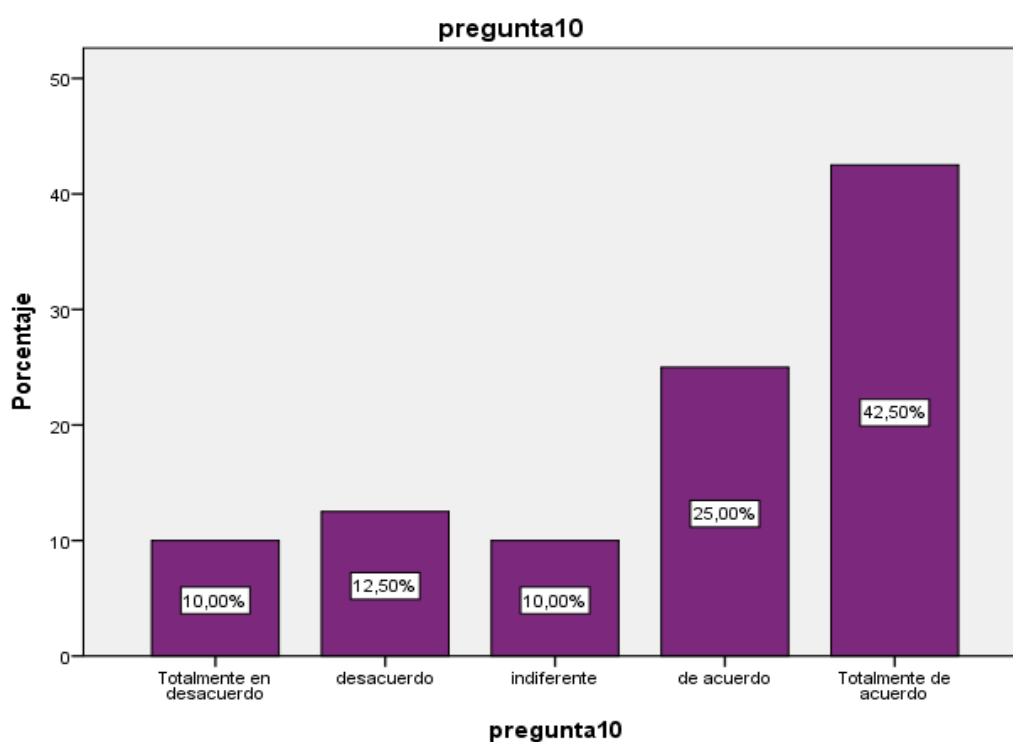


Figura 17: Pregunt 10

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

De la tabla 20 y la figura 17 decimos que los 40 encuestados el 42.50% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta: ¿Se pueden hacer estudios de suelo en construcciones ya existentes para tomarlos como ejemplo para nuestro proyecto? y el 10% dijeron indiferente.

Tabla 21.

Pregunta 11: ¿Es lo mismo un Estudio de suelo que un Estudio geotécnico?

pregunta11					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	4	10,0	10,0	10,0
	desacuerdo	5	12,5	12,5	22,5
	indiferente	4	10,0	10,0	32,5
	de acuerdo	4	10,0	10,0	42,5
	Totalmente de acuerdo	23	57,5	57,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

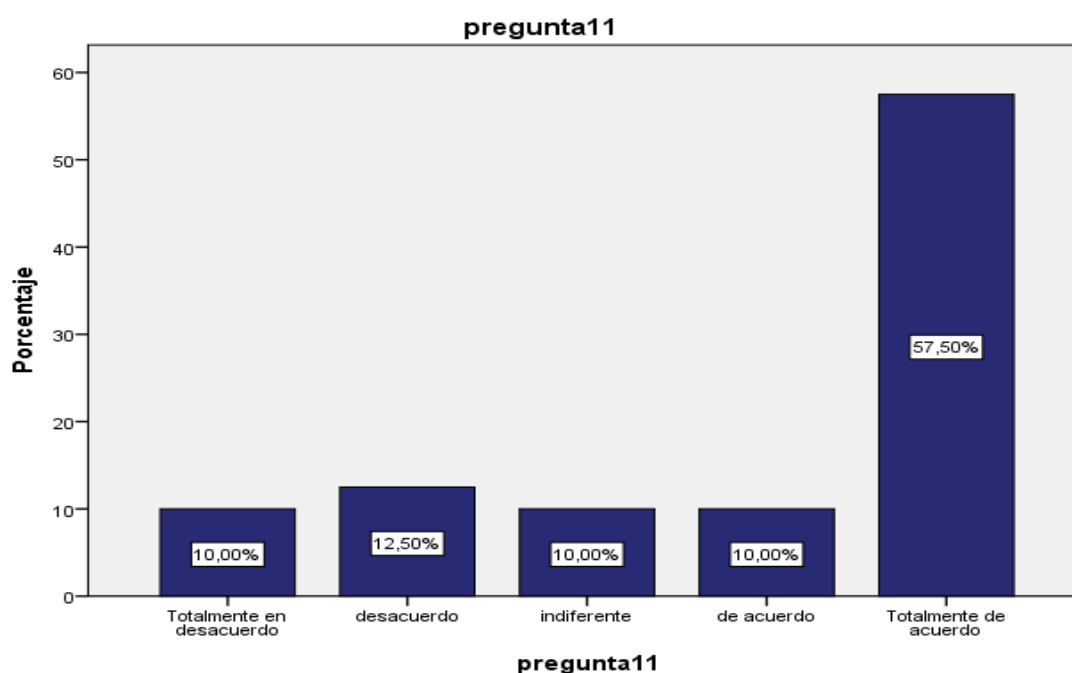


Figura 18: Pregunta 11

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

De la tabla 21 y la figura 18 decimos que los 40 encuestados el 57.50% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta: ¿Es lo mismo un Estudio de suelo que un Estudio geotécnico? y el 10% dijeron indiferente.

Tabla 22.

Pregunta 12: ¿Está conforme usted con los gastos que se utilizan para el estudio de las propiedades cohesivas del suelo?

pregunta12					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	12	30,0	30,0	30,0
	desacuerdo	3	7,5	7,5	37,5
	indiferente	5	12,5	12,5	50,0
	de acuerdo	7	17,5	17,5	67,5
	Totalmente de acuerdo	13	32,5	32,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

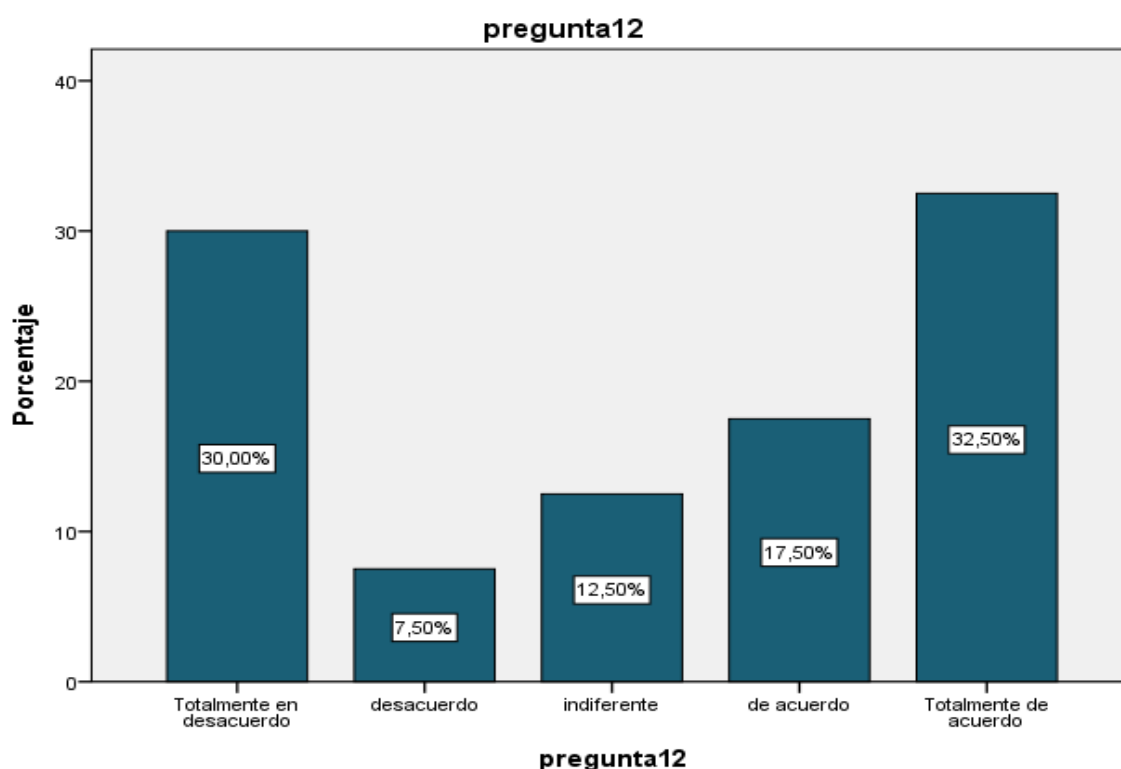


Figura 19: Pregunta 12

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

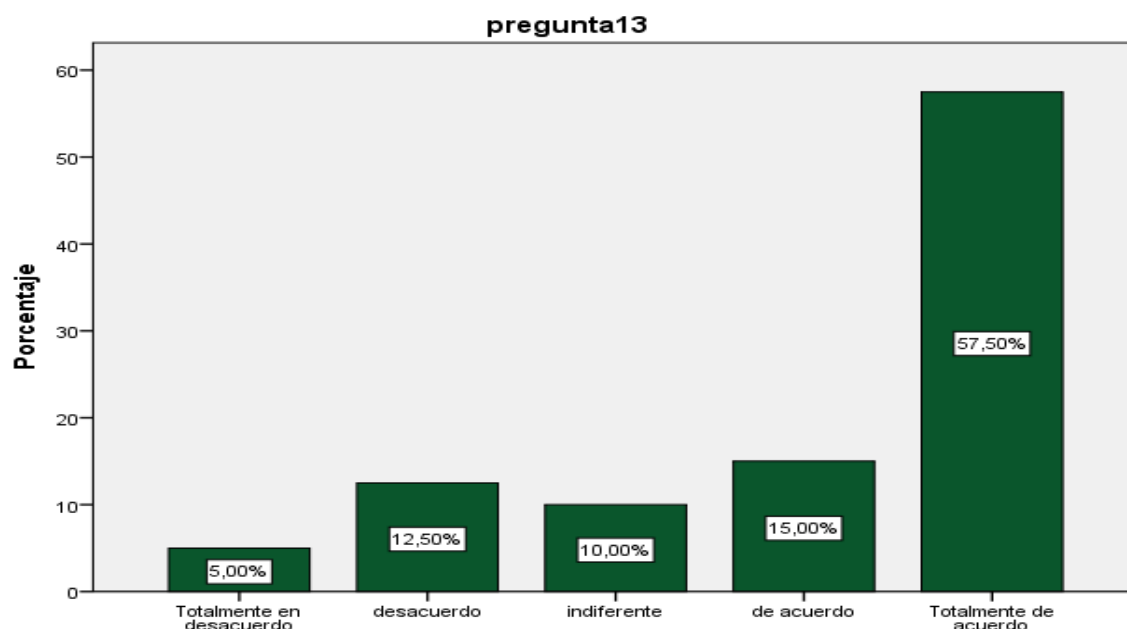
De la tabla 22 y la figura 19 decimos que los 40 encuestados el 32.50% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta: ¿Está conforme usted con los gastos que se utilizan para el estudio de las propiedades cohesivas del suelo? y el 7.50% dijeron desacuerdo.

Tabla 23.

Pregunta 13: ¿Usted cree que es necesario el estudio de suelo para la construcción del puente?

		pregunta13			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	2	5,0	5,0	5,0
	desacuerdo	5	12,5	12,5	17,5
	indiferente	4	10,0	10,0	27,5
	de acuerdo	6	15,0	15,0	42,5
	Totalmente de acuerdo	23	57,5	57,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor



pregunta13

Figura 20: Pregunta 13

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

De la tabla 23 y la figura 20 decimos que los 40 encuestados el 57.50% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta: ¿Usted cree que es necesario el estudio de suelo para la construcción del puente? y el 5% dijeron totalmente en desacuerdo.

Tabla 24.

Pregunta 14: ¿Está conforme que un ingeniero geotecnia debe consignar todo lo relativo al criterio de rotura de coulomb para dar inicio a la construcción del proyecto?

pregunta14					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	3	7,5	7,5	7,5
	desacuerdo	8	20,0	20,0	27,5
	indiferente	4	10,0	10,0	37,5
	de acuerdo	4	10,0	10,0	47,5
	Totalmente de acuerdo	21	52,5	52,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

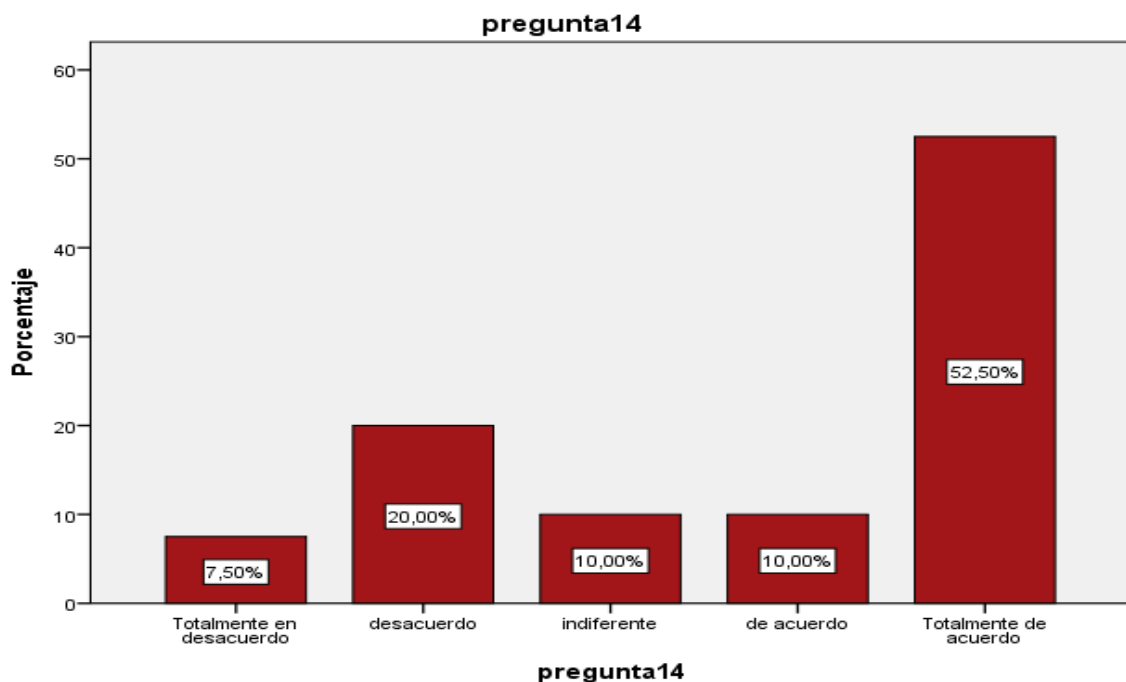


Figura 21: Pregunt 14

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

De la tabla 24 y la figura 21 decimos que los 40 encuestados el 52.50% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta: ¿Está conforme que un ingeniero geotecnia debe consignar todo lo relativo a los criterios de rotura de coulomb para dar inicio a la construcción del proyecto? y el 7.50% dijeron totalmente en desacuerdo.

Tabla 25.

Pregunta 15: ¿Se pueden hacer estudios de las tensión es octaédricas para la creación del puente peatonal ya existentes para tomarlos como ejemplo para nuestro proyecto?

		pregunta15			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	2	5,0	5,0	5,0
	desacuerdo	2	5,0	5,0	10,0
	indiferente	12	30,0	30,0	40,0
	de acuerdo	9	22,5	22,5	62,5
	Totalmente de acuerdo	15	37,5	37,5	100,0
Total		40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

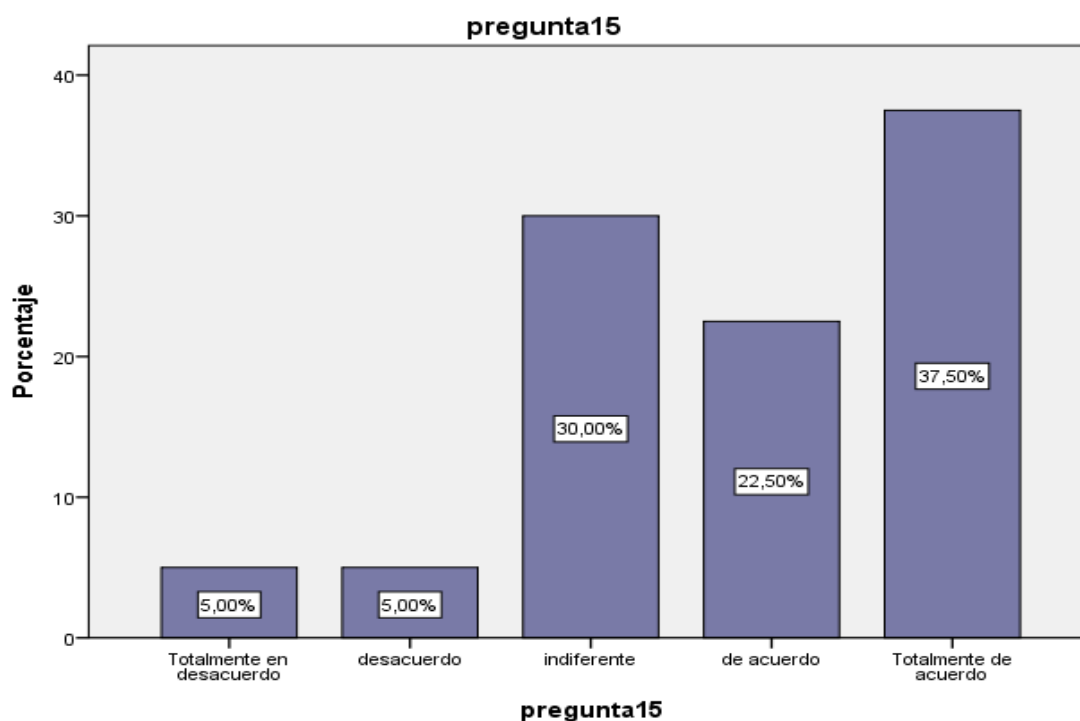


Figura 22: Pregunta 15

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

De la tabla 25 y la figura 22 decimos que los 40 encuestados el 37.50% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta: ¿Se pueden hacer estudios de las tensiones octaédricas para la creación del puente peatonal ya existentes para tomarlos como ejemplo para nuestro proyecto? y el 5% dijeron desacuerdo.

Tabla 26.

Pregunta 16: ¿Está conforme con infraestructura empleada para la ejecución del proyecto de la comunidad?

		pregunta16			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	3	7,5	7,5	7,5
	desacuerdo	7	17,5	17,5	25,0
	indiferente	4	10,0	10,0	35,0
	de acuerdo	11	27,5	27,5	62,5
	Totalmente de acuerdo	15	37,5	37,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

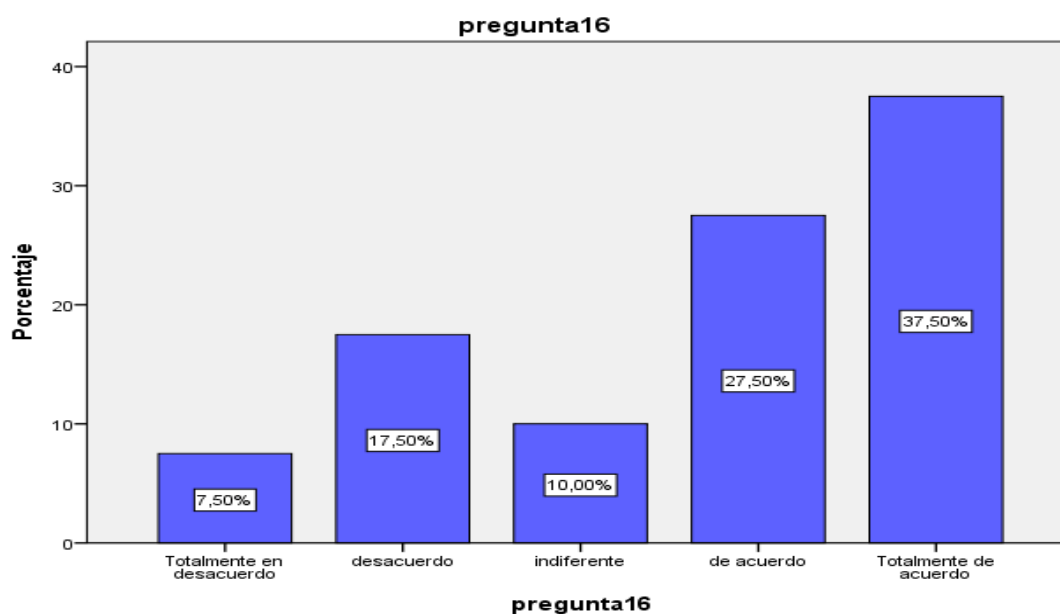


Figura 23: Pregunta 16

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

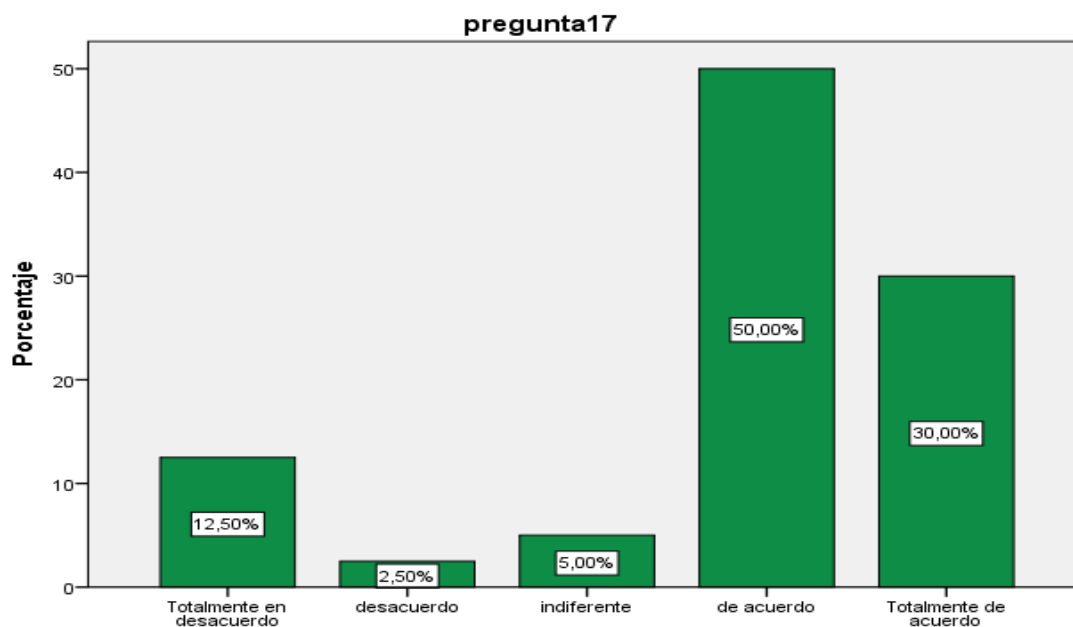
De la tabla 26 y la figura 23 decimos que los 40 encuestados el 37.50% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta: ¿Está conforme con infraestructura empleada para la ejecución del proyecto de la comunidad? y el 7.50% dijeron totalmente en desacuerdo.

Tabla 27.

Pregunta 17: ¿Está conforme usted con las implementaciones de cimentación para el puente peatonal?

pregunta17					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	5	12,5	12,5	12,5
	desacuerdo	1	2,5	2,5	15,0
	indiferente	2	5,0	5,0	20,0
	de acuerdo	20	50,0	50,0	70,0
	Totalmente de acuerdo	12	30,0	30,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor



pregunta17

Figura 24: Pregunta 17

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

De la tabla 27 y la figura 24 decimos que los 40 encuestados el 50% dijeron de acuerdo a la pregunta: ¿Está conforme usted con las implementaciones de cimentación para el puente peatonal? y el 2.50% dijeron desacuerdo.

Tabla 28.

Pregunta 18: ¿Cree que los comportamientos elásticos de suelos y rocas son correctos para la construcción del proyecto de nuestra comunidad?

pregunta18					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	4	10,0	10,0	10,0
	desacuerdo	5	12,5	12,5	22,5
	indiferente	16	40,0	40,0	62,5
	de acuerdo	12	30,0	30,0	92,5
	Totalmente de acuerdo	3	7,5	7,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

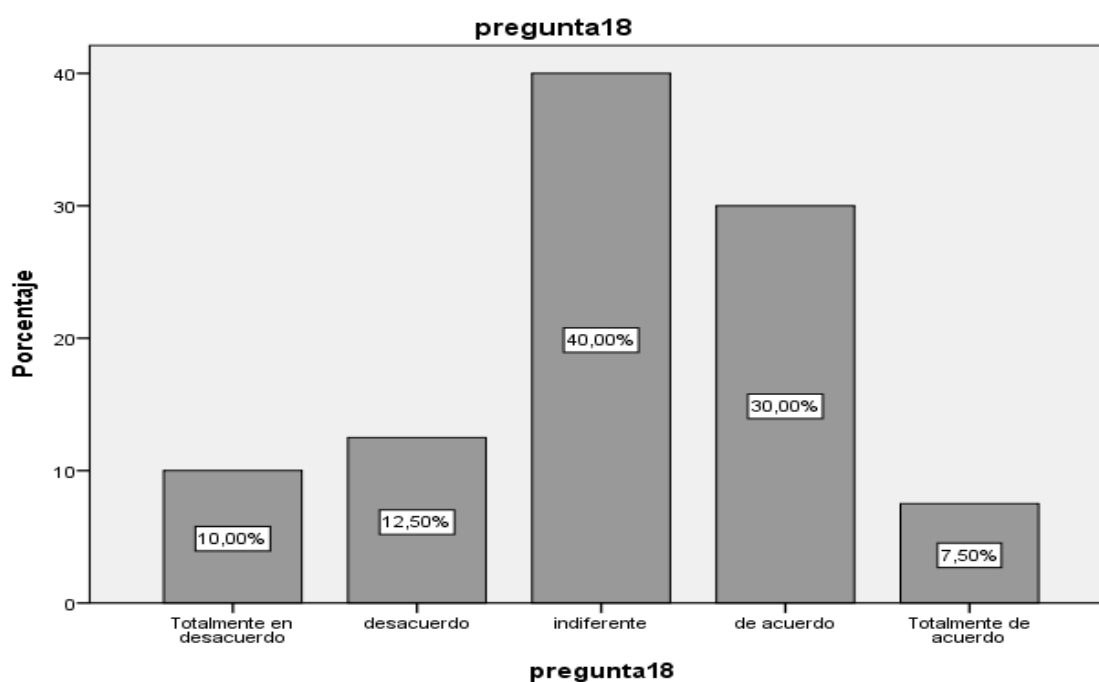


Figura 25: Pregunta 18
Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

De la tabla 28 y la figura 25 decimos que los 40 encuestados el 40% dijeron indiferente a la pregunta: ¿Cree que los comportamientos elásticos de suelos y rocas son correctos para la construcción del proyecto de nuestra comunidad? y el 7.50% dijeron totalmente de acuerdo.

4.3.2 Variable dependiente: Puente peatonal

Tabla 29.

Pregunta 19: ¿El puente peatonal es la mejor opción en la comunidad?

		pregunta19			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	8	20,0	20,0	20,0
	desacuerdo	2	5,0	5,0	25,0
	de acuerdo	17	42,5	42,5	67,5
	Totalmente de acuerdo	13	32,5	32,5	100,0
Total		40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

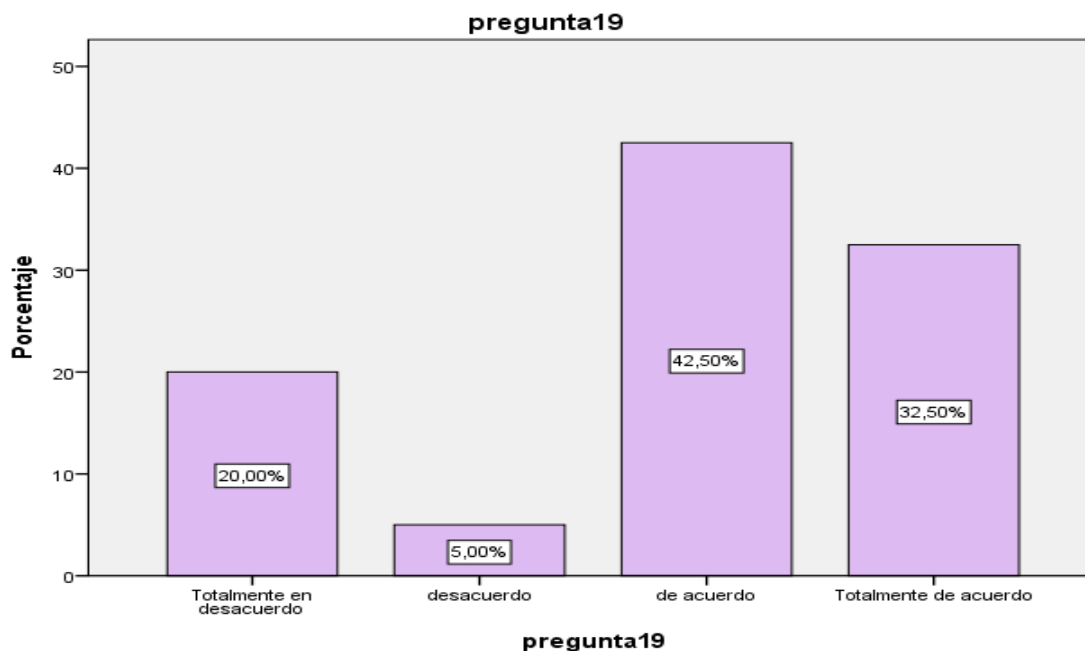


Figura 26: Pregunta 19
Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

De la tabla 29 y la figura 26 decimos que los 40 encuestados el 42.50% dijeron de acuerdo a la pregunta: ¿El puente peatonal es la mejor opción en la comunidad? y el 5% dijeron desacuerdo.

Tabla 30.

Pregunta 20: ¿La construcción de un puente es necesaria para la comunidad?

pregunta20					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	2	5,0	5,0	5,0
	desacuerdo	2	5,0	5,0	10,0
	indiferente	2	5,0	5,0	15,0
	de acuerdo	13	32,5	32,5	47,5
	Totalmente de acuerdo	21	52,5	52,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

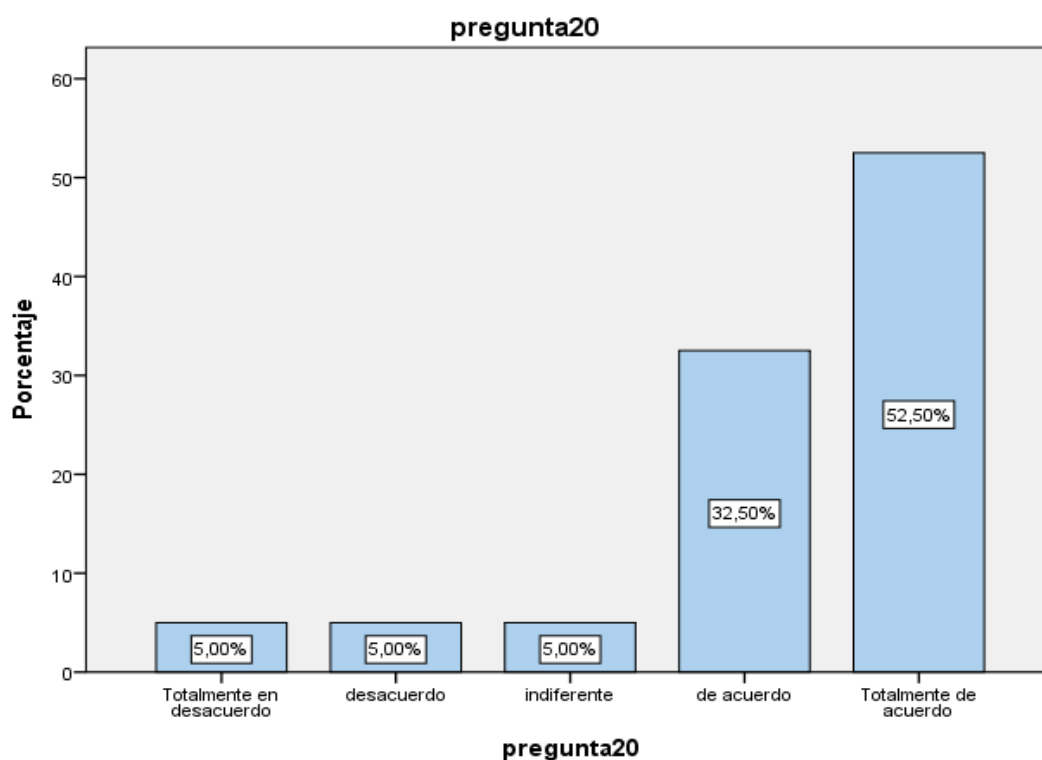


Figura 27: Pregunta 20

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

De la tabla 30 y la figura 27 decimos que los 40 encuestados el 52.50% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta: ¿La construcción de un puente es necesaria para la comunidad? y el 5% dijeron desacuerdo.

Tabla 31.

Pregunta 21: ¿Está conforme con la utilización de los métodos de análisis en la ejecución del puente en la comunidad?

		pregunta21			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	2	5,0	5,0	5,0
	desacuerdo	4	10,0	10,0	15,0
	indiferente	4	10,0	10,0	25,0
	de acuerdo	12	30,0	30,0	55,0
	Totalmente de acuerdo	18	45,0	45,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

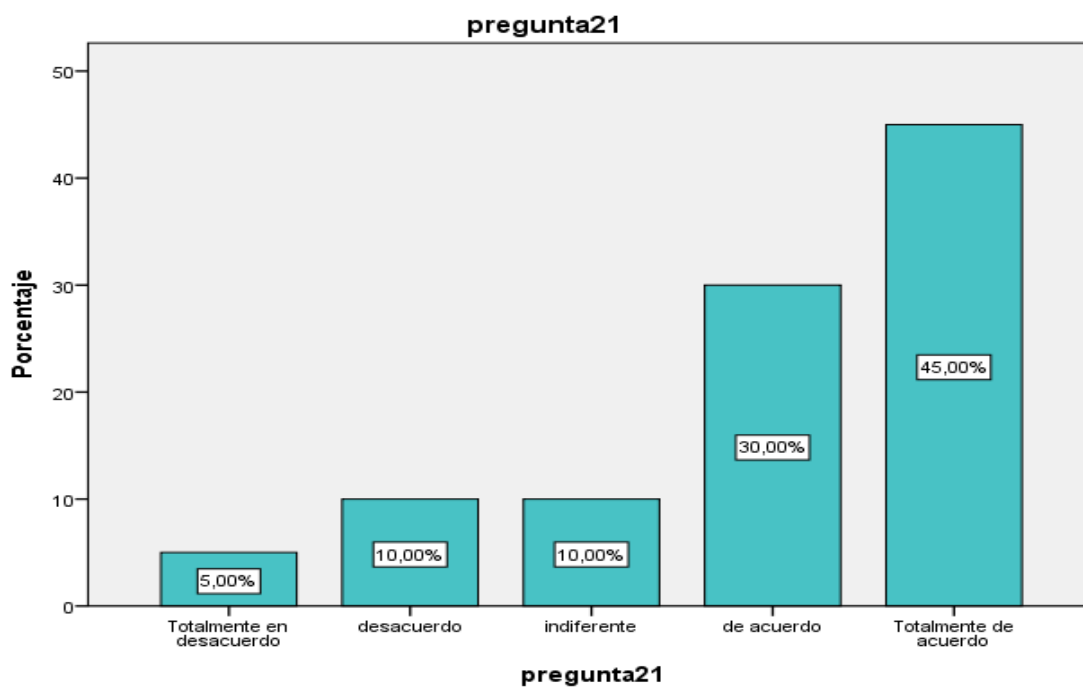


Figura 28: Pregunta 21

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

De la tabla 31 y la figura 28 decimos que los 40 encuestados el 45% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta: ¿Está conforme con la utilización de los métodos de análisis en la ejecución del puente en la comunidad? y el 5% dijeron totalmente en desacuerdo.

Tabla 32.

Pregunta 22: ¿Está conforme con infraestructura empleada para la ejecución del puente en la comunidad?

		pregunta22			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	5	12,5	12,5	12,5
	desacuerdo	3	7,5	7,5	20,0
	indiferente	8	20,0	20,0	40,0
	de acuerdo	9	22,5	22,5	62,5
	Totalmente de acuerdo	15	37,5	37,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

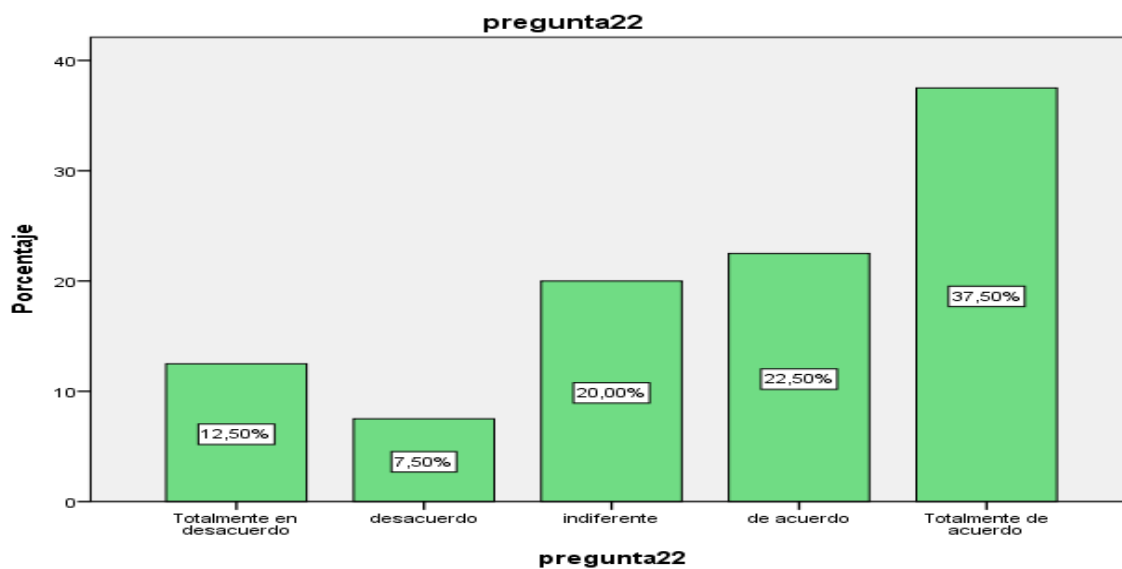


Figura 29: Pregunta 22

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

De la tabla 32 y la figura 29 decimos que los 40 encuestados el 37.50% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta: ¿Está conforme con infraestructura empleada para la ejecución del puente en la comunidad? y el 7.50% dijeron desacuerdo.

Tabla 33.

Pregunta 23: ¿Usted está de acuerdo con la utilización de materiales utilizados en la construcción del puente?

pregunta23					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	3	7,5	7,5	7,5
	desacuerdo	7	17,5	17,5	25,0
	indiferente	12	30,0	30,0	55,0
	de acuerdo	8	20,0	20,0	75,0
	Totalmente de acuerdo	10	25,0	25,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

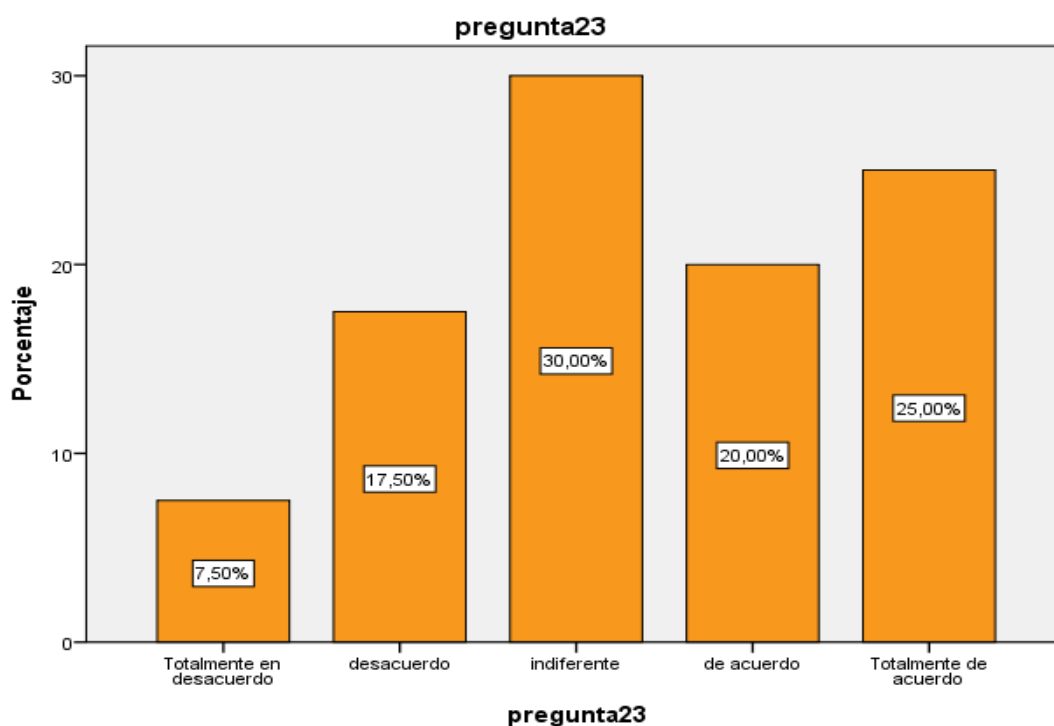


Figura 30: Pregunta 23

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

De la tabla 33 y la figura 30 decimos que los 40 encuestados el 30% dijeron indiferente a la pregunta: ¿Usted está de acuerdo con la utilización de materiales utilizados en la construcción del puente? y el 7.50% dijeron totalmente en desacuerdo.

Tabla 34.

Pregunta 24: ¿Usted aprueba la utilización de materiales de estribos para la construcción de puente peatonal en su comunidad?

pregunta24					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	3	7,5	7,5	7,5
	desacuerdo	1	2,5	2,5	10,0
	indiferente	6	15,0	15,0	25,0
	de acuerdo	12	30,0	30,0	55,0
	Totalmente de acuerdo	18	45,0	45,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

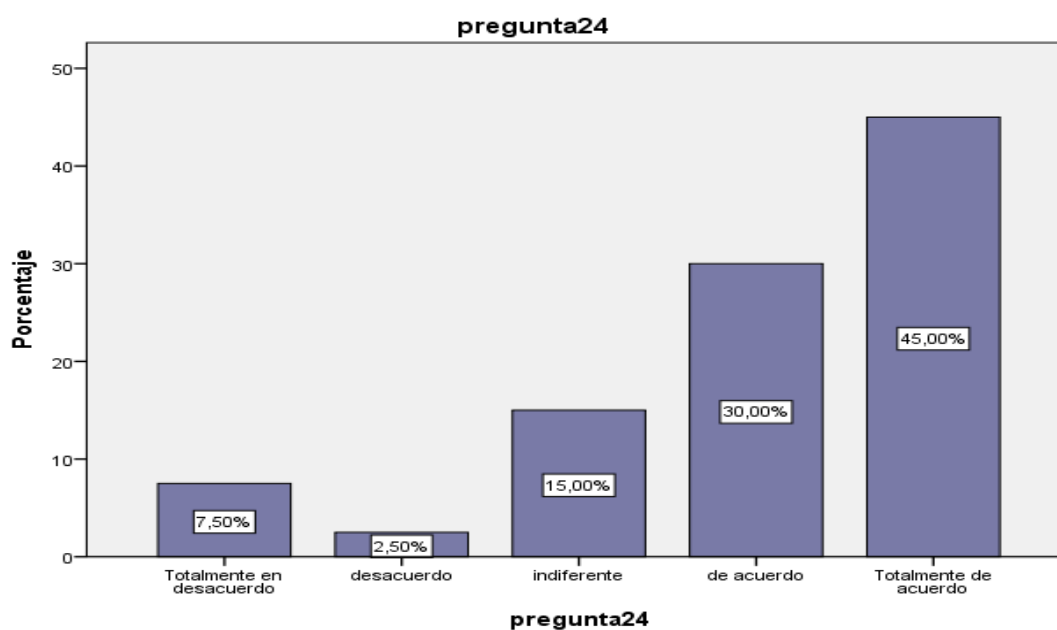


Figura 31: Pregunta 24

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

De la tabla 34 y la figura 31 decimos que los 40 encuestados el 45% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta: ¿Usted aprueba la utilización de materiales de estribos para la construcción de puente peatonal en su comunidad? y el 2.50% dijeron desacuerdo.

Tabla 35.

Pregunta 25: ¿Los materiales para las pilas y estribos son lo necesario para la construcción del puente?

		pregunta25			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	2	5,0	5,0	5,0
	desacuerdo	1	2,5	2,5	7,5
	indiferente	1	2,5	2,5	10,0
	de acuerdo	14	35,0	35,0	45,0
	Totalmente de acuerdo	22	55,0	55,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

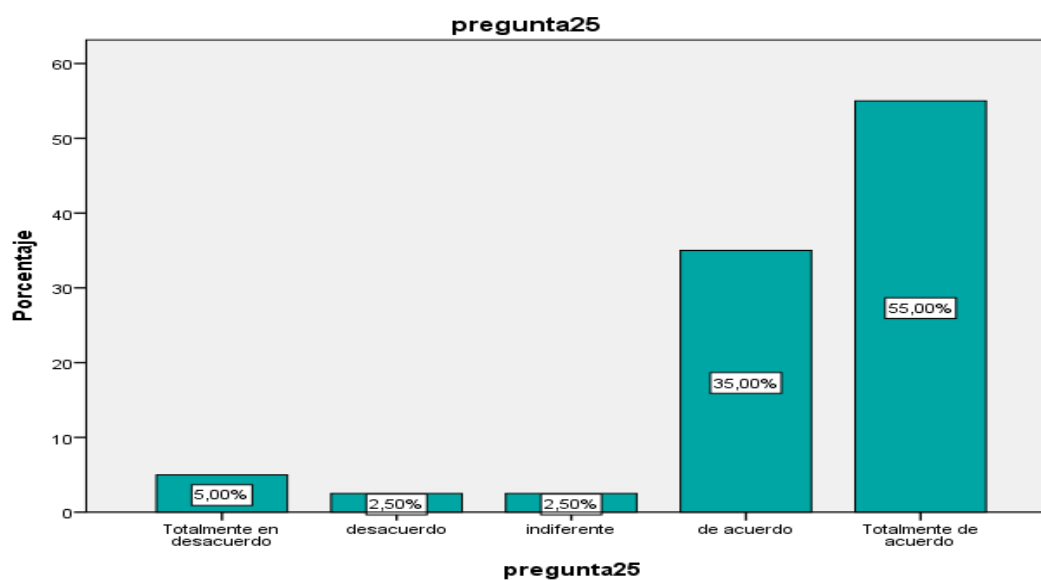


Figura 32: Pregunta 25

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

De la tabla 35 y la figura 32 decimos que los 40 encuestados el 55% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta: ¿Los materiales para las pilas y estribos son lo necesario para la construcción del puente? y el 2.50% dijeron desacuerdo.

Tabla 36.

Pregunta 26: ¿Está de acuerdo que es necesario la utilización de muros de ala para dar mayor resistencia al puente?

pregunta26					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	4	10,0	10,0	10,0
	desacuerdo	2	5,0	5,0	15,0
	indiferente	5	12,5	12,5	27,5
	de acuerdo	17	42,5	42,5	70,0
	Totalmente de acuerdo	12	30,0	30,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

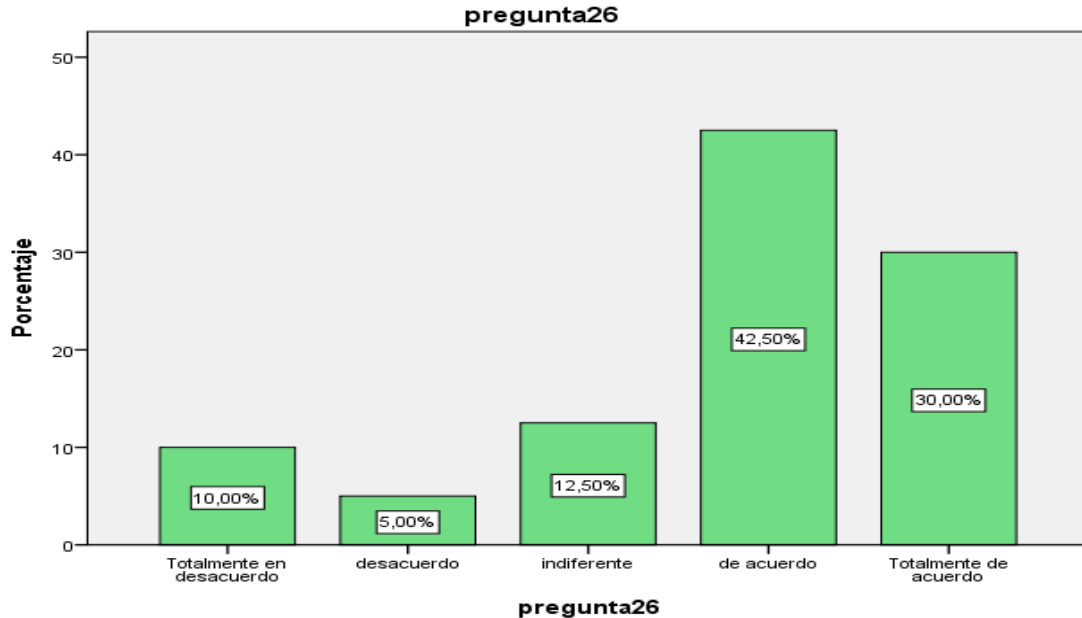


Figura 33: Pregunta 26

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

De la tabla 36 y la figura 33 decimos que los 40 encuestados el 42.50% dijeron de acuerdo a la pregunta: ¿Está de acuerdo que es necesario la utilización de muros de ala para dar mayor resistencia al puente? y el 5% dijeron desacuerdo.

Tabla 37.

Pregunta 27: ¿El puente peatonal es la mejor opción para que comunidad solucione sus problemas de comunicación?

		pregunta27			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	8	20,0	20,0	20,0
	desacuerdo	5	12,5	12,5	32,5
	indiferente	1	2,5	2,5	35,0
	de acuerdo	11	27,5	27,5	62,5
	Totalmente de acuerdo	15	37,5	37,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

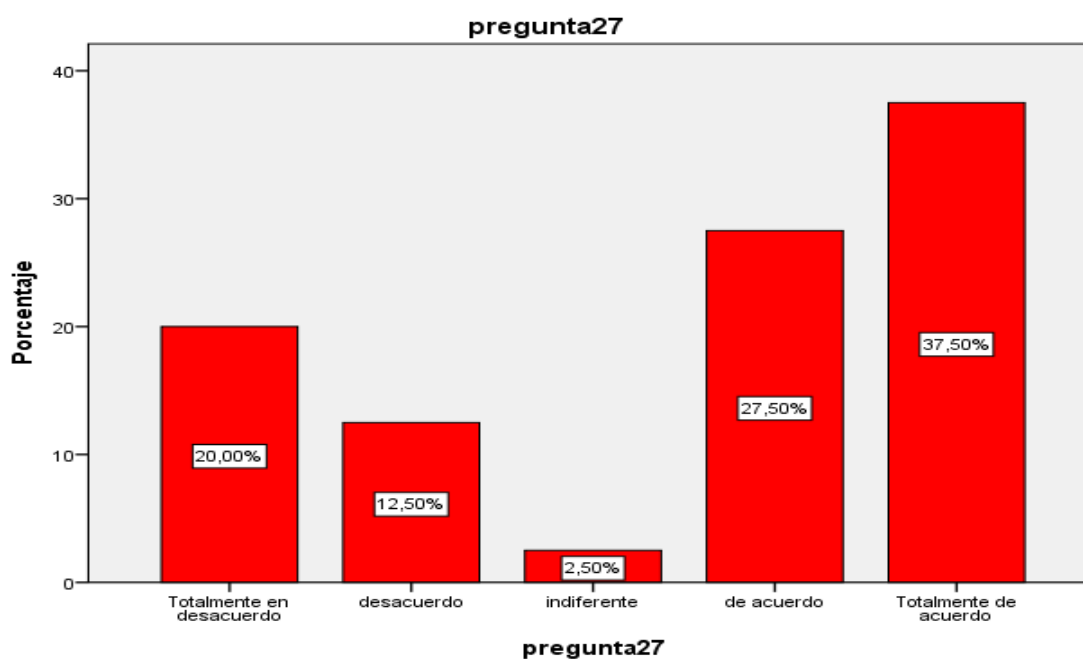


Figura 34: Pregunta 27

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

De la tabla 37 y la figura 34 decimos que los 40 encuestados el 37.50% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta: ¿El puente peatonal es la mejor opción para que comunidad solucione sus problemas de comunicación? y el 2.50% dijeron indiferente.

Tabla 38.

Pregunta 28: ¿Los datos geométricos es la mejor opción para que comunidad para la construcción del puente peatonal?

pregunta28					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	6	15,0	15,0	15,0
	desacuerdo	6	15,0	15,0	30,0
	indiferente	2	5,0	5,0	35,0
	de acuerdo	10	25,0	25,0	60,0
	Totalmente de acuerdo	16	40,0	40,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

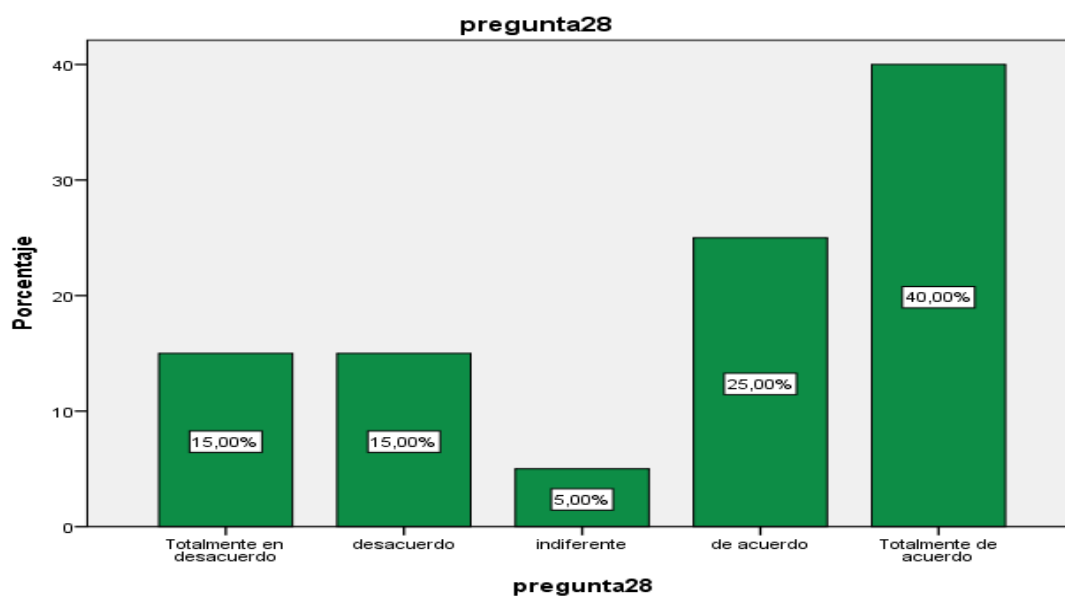


Figura 35: Pregunta 28

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

De la tabla 38 y la figura 35 decimos que los 40 encuestados el 40% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta: ¿Los datos geométricos es la mejor opción para que comunidad para la construcción del puente peatonal? y el 5% dijeron indiferente.

Tabla 39.

Pregunta 29: ¿Los datos de las cargas vivas es la mejor opción para que comunidad para la construcción del puente peatonal?

pregunta29					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	4	10,0	10,0	10,0
	desacuerdo	4	10,0	10,0	20,0
	indiferente	5	12,5	12,5	32,5
	de acuerdo	10	25,0	25,0	57,5
	Totalmente de acuerdo	17	42,5	42,5	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

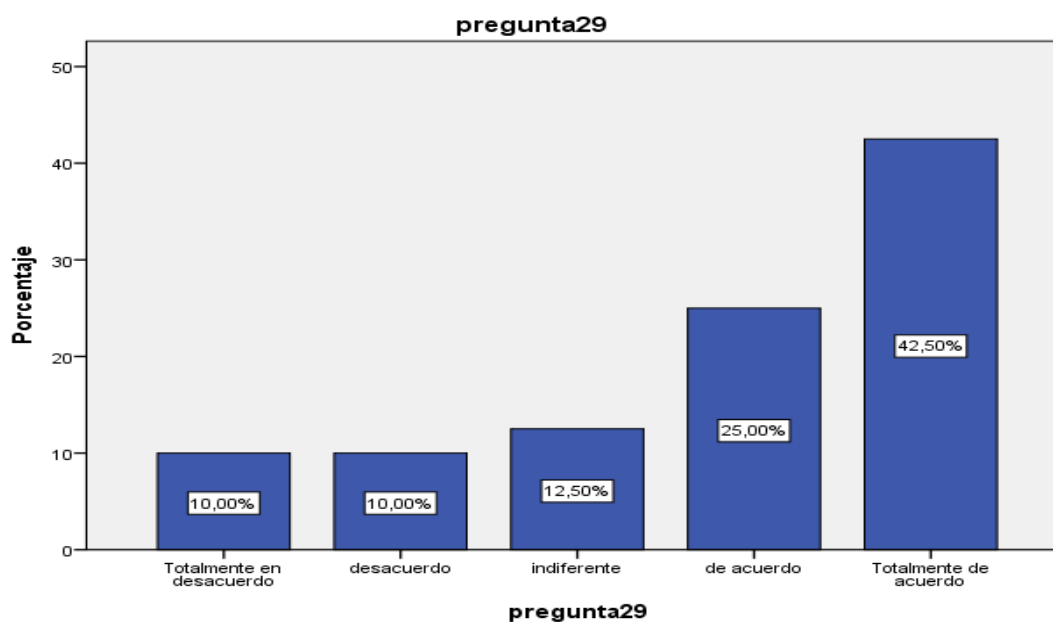


Figura 36: Pregunta 29
Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

De la tabla 39 y la figura 36 decimos que los 40 encuestados el 42.50% dijeron totalmente de acuerdo a la pregunta: ¿Los datos de las cargas vivas es la mejor opción para que comunidad para la construcción del puente peatonal? y el 10% dijeron desacuerdo.

Tabla 40.

Pregunta 30: ¿Cree usted que realizando un estudio de geometría en el puente estará preparado para soportar algún movimiento telúrico?

pregunta30					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	3	7,5	7,5	7,5
	desacuerdo	3	7,5	7,5	15,0
	de acuerdo	24	60,0	60,0	75,0
	Totalmente de acuerdo	10	25,0	25,0	100,0
	Total	40	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia de autor

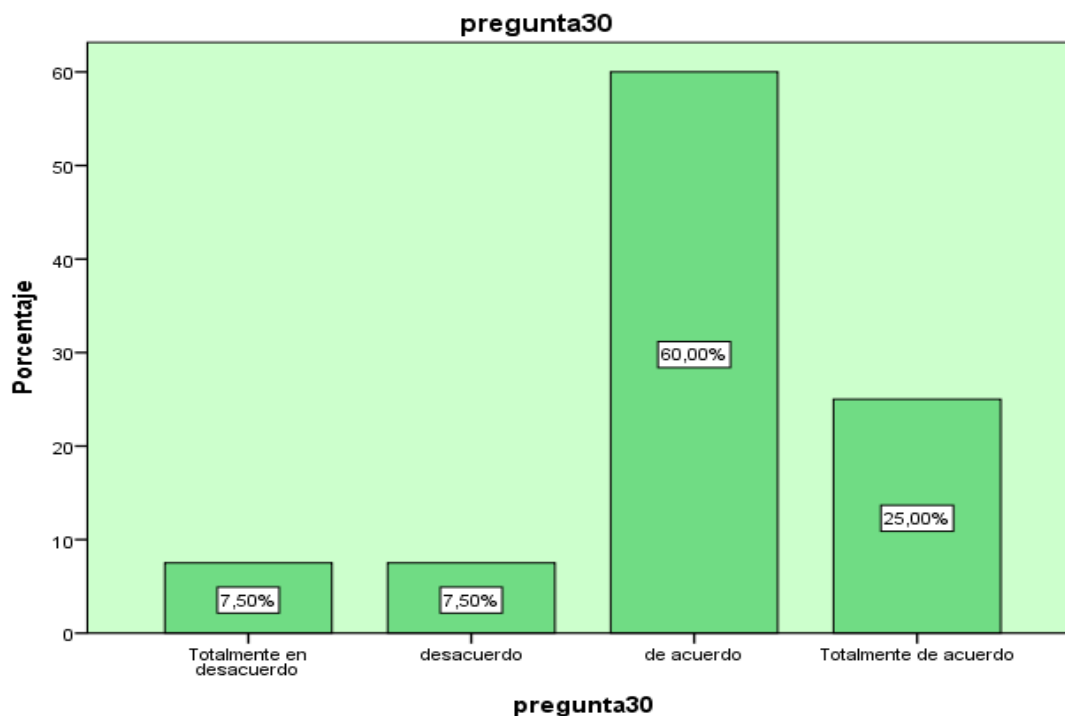


Figura 37: Pregunta 30

Fuente: Elaboración propia de autor

INTERPRETACION

De la tabla 40 y la figura 37 decimos que los 40 encuestados el 60% dijeron de acuerdo a la pregunta: ¿Cree usted que realizando un estudio de geometría en el puente estará preparado para soportar algún movimiento telúrico? y el 7.50% dijeron desacuerdo.

V. DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación nos hemos planteado como problema general ¿De qué manera el estudio geotécnico influye en la construcción de un puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima 2021? Y planteamos como Hipótesis principal la siguiente: “El estudio geotécnico si influye significativamente en la construcción de un puente peatón sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021”.

Del análisis de los resultados obtenidos, así como de las teorías analizadas nos llevan a colegir que dicha Hipótesis se confirma, y ello es así, por los siguientes argumentos:

Respecto a la primera variable y segunda variable, referida como estudio geotécnico y puente peatonal, observamos que los resultados son:

Concluimos que la variable independiente estudio geotécnico y la variable dependiente puente peatonal. Se puede concluir que, El estudio geotécnico si influye significativamente en la construcción de un puente peatón sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021.a un nivel de significancia del 5% bilateral, Finalmente Se Observa que hay una marcada relación entre las variables estudio geotécnico y el puente peatonal del 78.5%.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene: CARRILLO LEMA, DIANA MARLENE (2016) cuyo título es: “DISEÑO DEL PUENTE PEATONAL DE LA AV. LAS AGUAS, EN EL SOFTWARE SAP 2000 Y EL ANÁLISIS DE LA SÚPER ESTRUCTURA”. Quien señala que “El puente peatonal estructural, será resistente según los resultados de nuestro análisis con el software SAP2000, se concluye que su deformación mínima del puente peatonal de 45 metros bajo el estado de cargas críticas se mantiene dentro del valor permitida por las normas. El acero es uno de los materiales más, efectivo para realizar una obra rápida y resistente.”

También encontramos estos resultados guardan relación en la tesis de CCASO PALMA, NOEL (2017) en su trabajo titulado: " EVALUACIÓN ANALÍTICA

DE VIBRACIONES EN PUENTES PEATONALES DEBIDO A CARGA PEATONAL, CASO PUENTES DE LA PANAMERICANA NORTE KM19+000- KM25+500 LIMA”. Nos señala que “La solución al problema de vibración vertical del puente peatonal independencia que está en el km 19+869 del panamericano norte, es colocar o instalar una columna intermedia de 60x60 cm. Con una altura de $h=5.10$ m. para rigidizar la losa o pasarela (figura 3.41); y lo que se busca es que la frecuencia sea mayor a 3.0 Hz en la vibración vertical sin carga peatonal según (AASHTO, 1994, p. 9). Po lo tanto se hizo un modelamiento proponiendo dicha solución al problema de vibración vertical para evitar la molestia o temor a los usuarios.”.

Todos estos estudios hallados son acordes con lo que en este estudio hallamos y planteamos en la tesis.

VI. CONCLUSIONES

PRIMERA: Se puede concluir, Los diseños de excavaciones y de cimentaciones si influye significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021. a un nivel de significancia del 5% bilateral. Finalmente se observa que hay una relación entre el diseño de excavaciones y de cimentaciones y el puente peatonal en un 81,20%.

SEGUNDA: Se puede concluir, que El estudio de mecánica del suelo si influye significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021. A un nivel de significancia del 5% bilateral. Finalmente se observa que hay una marcada relación entre la mecánica del suelo y el puente peatonal en un 79.30%.

TERCERA: Se puede concluir, que La Realización de la compactación de suelos si influye significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021. a un nivel de significancia del 5% bilateral. Finalmente se observa que hay una marcada relación entre las compactaciones de los suelos y el puente peatonal en un 85.60%.

CUARTO: Se puede concluir, que El estudio de la resistencia y deformación si influye significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el Malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y El Agustino – Lima, 2021. A un nivel de significancia del 5% bilateral. Finalmente se observa que hay una marcada relación entre la resistencia y deformación y el puente peatonal en un 82.40%.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios de vibración ambiental y forzada, con el objetivo de obtener de manera precisa las propiedades y respuestas dinámicas de los mismos; ya que de éstas dependerá el diseño adecuado ante las vibraciones.

Se recomienda a través de la supervisión, cumplir estrictamente con el espesor de diseño de la estructura de pavimento propuesto, así como el valor de resistencia a la compresión del concreto y las dimensiones de los elementos complementarios al diseño del puente peatonal, para así garantizar la calidad y la seguridad durante el periodo de diseño.

Al hacer la excavación de los estribos de entrada y de salida se recomienda poner formaleta en los cuatro laterales verticales y poner breizas de madera entre los mismos para evitar que haya derrumbamiento de los lados hacia abajo.

Establecer medidas de supervisión y control de todas las fases de ejecución de los proyectos tanto del puente peatonal como de la construcción de carretera, debido a la ubicación en áreas propensas a peligros naturales para lograr niveles aceptables de mitigación y riesgo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aashto. (2014). *Diseño de puentes*. madrid: Aashto.
- Andrade, S., Chaparro, V., Martínez, E., & Pérez, F. (2020). EVALUACIÓN DE PUENTES PEATONALES DE LA CIUDAD DE CHIHUAHUA, MÉXICO.: *planeo*, 25-39. Obtenido de http://revistaplaneo.cl/wp-content/uploads/Art%C3%ADculo_Sergio-Andrade-et-al.pdf
- Arteaga, I., García, D., Guzmán, C., & Mayorga, J. (2017). EL ESPACIO PÚBLICO DE LOS PUENTES PEATONALES: LECCIONES DEL BRT DE BOGOTÁ. *Urbano*, 104-114. doi:0717-3997
- Aulestia, D. (2014). *GEOTÉCNIA Y CIMENTACIONES*. valencia: MIDUVI.
- Braja, D. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. México: Cengage Learning. doi:978-1-111-57675-2
- Cárdenas, D., Escudero, J., Quizhpi, S., & Amaya, M. (2014). Propuesta de diseño estructural para buses de carrocería interprovincial. *ingenius*, 14-25. doi:1390-650X.
- Carrasco, S. (2007). *Metodología de la investigacion científica*. lima: san marcos. doi:978-9972-38-344-1
- Cennamo, C., & Di Fiore, M. (2013). Análisis estructural, sísmico y geotécnico de la iglesia de Sant' Agostino en L'aquila (Italia). *Revista ingeniería de construcción*, 14-52. doi:0718-5073
- Coronado, O. (2020). ESTABILIZACIÓN DE SUELOS GRANULARES NO COHESIVOS DE LAMBAYEQUE APLICANDO BACTERIAS CALCIFICANTES. *Uss*, 78-98. Obtenido de 10.26495/tzh.v12i1.1250
- Del Cid, A., Méndez, R., & Sandoval, F. (2011). *Investigación. Fundamentos y metodología*. MEXICO: PEARSON EDUCACIÓN. doi:978-607-442-705-9

- El peruano. (21 de 02 de 2021). <https://elperuano.pe>. Obtenido de <https://elperuano.pe/noticia/114815-construccion-de-14-puentes-que-uniran-la-libertad-con-cajamarca-muestra-avance-de-56>
- Espinoza, G., Mareike, P., Otterpohl, R., Paredes, J., Zambrano, R., & Gonzáles, L. (2015). EVALUACIÓN DE LAS INFILTRACIONES AL SISTEMA DE DRENAJE MEDIANTE ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES EN AGUA RESIDUAL. CASO DE ESTUDIO EN TEPIC, MÉXICO. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 89-98. doi:0188-4999
- Gallardo, R., Guerrero, T., & Macgregor, A. (2013). Investigación Geotécnica para la estabilización de las laderas del Barrio San Fermín, municipio de Ocaña, departamento de Norte de Santander (Colombia). *Revista Inge Cu*, 66-74.
- García, A., Pozos, A., Hong, H., & Gómez, R. (2012). Estimación del peligro sísmico debido a sismos interplaca e inslab y sus implicaciones en el diseño sísmico. *Ingeniería sísmica*, 25-36. doi:0185-092X
- Gaviria, C., Gómez, D., & Thomson, P. (2009). EVALUACIÓN DE LA INTEGRIDAD DE CIMENTACIONES PROFUNDAS: ANÁLISIS Y VERIFICACIÓN IN SITU. *Dyna*, 23-33. doi: 0012-7353
- González de Vallejo, L., Ferrer, M., Ortuño, L., & Oteo, C. (2002). *INGENIERIA GEOLOGICA*. madrid: PEARSON EDUCACIÓN. doi:84-205-3104-9
- Hernández, I. (14 de 2 de 2018). <http://www.trcimplan.gob.mx>. Obtenido de <http://www.trcimplan.gob.mx/blog/puentes-peatonales.html>
- Jimenez, J., & De justo, J. (2010). *Geotecnicas y cimientos*. madrid: rueda. doi:84-7207-008-5
- Leal, J., Gallegos, G., & Rojas, E. (2013). Estimación de esfuerzos efectivos a partir del parámetro c de Bishop en una arena limosa. *Ingenieria*, 139-151. doi: 1405-7743
- Martíne, Q. (s.f.).

- Mtc. (2016). *manual de puentes*. lima: MTC.
- Niño, V. (2011). *metodología de la investigación*. bogota: ediciones de la U. doi:978-958-8675-94-7
- Noriega, F. (5 de 10 de 2018). <https://www.finesoftware.es>. Obtenido de <https://www.finesoftware.es/ayuda-en-linea/geo5/es/alas-del-muro-01/>
- Orellana, D., & Sánchez, C. (2006). TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN ENTORNOS VIRTUALES MÁS USADAS EN LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA. *Revista de Investigación Educativa*, 205-222. doi:0212-4068
- Orler, J. (2010). El uso de encuestas en Sociología Jurídica. Los sondeos de opinión sobre la Administración de Justicia: posibilidad de un estudio Cross-Country en Argentina y España. *Revista Derecho y Ciencias Sociales*, 215-229. doi: 1852-297
- Ortega, J., Rodríguez, J., & Hernández, H. (2017). Importancia de la seguridad de los trabajadores en el cumplimiento de procesos, procedimientos y funciones. *Universidad Libre Seccional Cúcuta*, 155-176. doi: 2215-8944
- Pérez, J., & Trujillo, O. (2016). Diseño de una máquina para cortar y doblar estribos en serie para columnas de hormigón armado. *INGENIUS*, 14-25. Obtenido de 10.17163/ings.n16.2016.01
- Quinde, P., & Reinoso, E. (2016). Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la Ciudad de Cuenca. *Ingeniería sísmica*, 45-86. doi:0185-092X
- Rodrigo, J. (2017). Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible. *Ambiente y Desarrollo*, 57-72. doi:0121-7607
- Rodríguez, J. (25 de 1 de 2020). <http://mtlgeotecniasac.com>. Obtenido de <http://mtlgeotecniasac.com/blog/que-es-la-mecanica-de-suelos>
- Rodríguez, p. (2 de 10 de 2020). <https://civilgeeks.com>. Obtenido de <https://civilgeeks.com/2011/02/05/libro-de-mecanica-de-suelos/>

Terzaghi, P. (25 de 1 de 2020). <https://civilmas.net>. Obtenido de <https://civilmas.net/mecanica-de-suelos-2/>

Torres, E. (2013). *Diseño de puentes*. ecuador: universidad abya. doi:978-9978-10-125-4

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS PRINCIPAL	VARIABLES E INDICADORES	DISEÑO METODOLOGICO
¿De qué manera el estudio geotécnico influye en la construcción de un puente peatonal sobre el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – Lima, 2021?	Realizar un estudio geotécnico que influya en la construcción de un puente peatón sobre el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – Lima, 2021	El estudio geotécnico si influye significativamente en la construcción de un puente peatón sobre el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – Lima, 2021	<p>Variable Independiente:</p> <p>ESTUDIO GEOTECNICO</p> <p>Según (Gonzalez, Mercedes, Ortuño, & Oteo, 2002) nos dice: "La ingeniería geológica es la ciencia aplicada al estudio y solución de los problemas de la ingeniería y del medio ambiente producidos como consecuencia de la interacción entre las actividades humanas y el medio geológico".</p> <p>Variable Dependiente:</p> <p>PUENTE PEATONAL</p> <p>Según (ARTEAGA, GARCÍA, GUZMÁN, & MAYORGA, 2017) define que, "Los puentes peatonales forman parte de la infraestructura que busca seguridad para los desplazamientos a pie, manteniendo, a la vez, el predominio de la velocidad rodada. Aunque se entienden, desde la ingeniería, como elementos de seguridad vial".</p>	<p>Tipo de Investigación</p> <p>Descriptiva:</p> <p>Mejía (2017) "La investigación correlacional es un tipo de investigación no experimental en la que los investigadores miden dos variables v establecen una relación estadística</p> <p>Método de Investigación</p> <p>Enfoque cuantitativo:</p> <p>(Niño, 2011) nos dice: "la investigación cuantitativa tiene que ver con la "cantidad" y, por tanto, su medio principal es la medición y el cálculo. En general, busca medir variables con referencia a magnitudes. Tradicionalmente se ha venido aplicando con éxito en investigaciones de tipo experimental, descriptivo, explicativo y exploratorio, aunque no exclusivamente".</p> <p>Diseño de Investigación</p> <p>no Experimental:</p> <p>Método de la investigación</p> <p>(Hernández, 2014) Nos dice: "Estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos."</p> <p>Área de estudio:</p> <p>LOS DISTRITOS DE SAN JUAN DE LURIGANCHO Y EL AGUSTINO – LIMA, 2021</p> <p>Población y muestra</p> <p>Población:</p> <p>LOS DISTRITOS DE SAN JUAN DE LURIGANCHO Y EL AGUSTINO</p> <p>Muestra (Probabilístico y No probabilístico):</p> <p>40 HOGARES DE LOS DISTRITOS DE SAN JUAN DE LURIGANCHO Y EL AGUSTINO</p> <p>Instrumentos:</p> <p>Encuesta</p> <p>Entrevista</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS		
1) ¿De qué manera los diseños de excavaciones y de cimentaciones influirá en la construcción del puente peatonal sobre el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – Lima, 2021?	1) Realizar los diseños de excavaciones y de cimentaciones que influya en la construcción del puente peatonal sobre el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – Lima, 2021	1) Los diseños de excavaciones y de cimentaciones si influye significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – Lima, 2021.		
2) ¿De qué manera la mecánica del suelo influirá en la construcción del puente peatonal sobre el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – Lima, 2021?	2) Realizar un estudio de mecánica del suelo que influya en la construcción del puente peatonal sobre el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – Lima, 2021	2) El estudio de mecánica del suelo si influye significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – Lima, 2021.		
3) ¿De qué manera la compactación de suelos influirá en la construcción del puente peatonal sobre el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – Lima, 2021?	3) Realizar una compactación de suelos que influya en la construcción del puente peatonal sobre el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – Lima, 2021	3) La Realización de la compactación de suelos si influye significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – Lima, 2021.		
4) ¿De qué manera la resistencia y deformación influirá en la construcción del puente peatonal sobre el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – Lima, 2021?	4) Realizar un estudio de la resistencia y deformación que influya en la construcción del puente peatonal sobre el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – Lima, 2021	4) El estudio de la resistencia y deformación si influye significativamente en la construcción del puente peatonal sobre el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – Lima, 2021.		

ANEXO 02: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION	INSTRUMENTO
VARIABLES INDEPENDIENTE	I.1 DISEÑO DE EXCAVACIONES Y DE CIMENTACIONES	SUELOS NO COHESIVOS O GRANULARES Y SUELOS COHESIVOS	¿Está conforme usted con los estudios de los suelos no cohesivos o granulares y suelos cohesivos que se utilizan para la creación Del puente peatonal en el malecón checa, limite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – lima, 2021?	LIKERT
		CONDICIONES DRENADAS Y ESFUERZOS EFECTIVOS	¿Cree que las condiciones drenadas y esfuerzos efectivos son correctas para la construcción del puente?	LIKERT
		CONDICIONES NO DRENADAS Y ESFUERZOS TOTALES	¿Está conforme usted que se lleve primero un estudio preliminar para empezar con la construcción del puente?	LIKERT
		FACTORES DE SEGURIDAD	¿Está conforme que un ingeniero geotecnia debe consignar todo lo relativo a los factores de seguridad para dar inicio a la construcción del proyecto?	LIKERT
	I.2 MECANICA DEL SUELO	CLASIFICACIÓN DE SUELOS	¿El estudio topográfico es la mejor opción para el estudio del puente?	LIKERT
		FILTRACIONES Y REDES DE FLUJO	¿Usted cree necesario realizar un estudio de las filtraciones y redes de flujo para garantizar la correcta estabilidad del puente peatonal en la comunidad?	LIKERT
		TENSIONES EFECTIVAS	¿El estudio geológico es un estudio necesario para el proyecto?	LIKERT
		CARACTERISTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS SEDIMENTOS	¿Usted cree que el diseño geotécnico es la correcta para el estudio de suelo en la construcción del puente?	LIKERT
	I.3 COMPACTACIÓN DE SUELOS	RESISTENCIA AL CORTE	¿Usted está de acuerdo con la investigación de la resistencia al corte realizada en la comunidad?	LIKERT
		PRUEBA PROCTOR ESTÁNDAR	¿Se pueden hacer estudios de suelo en construcciones ya existentes para tomarlos como ejemplo para nuestro proyecto?	LIKERT
		PRUEBA PROCTOR MODIFICADA	¿Es lo mismo un Estudio de suelo que un Estudio geotécnico?	LIKERT
		LAS PROPIEDADES COHESIVAS DEL SUELO	¿Está conforme usted con los gastos que se utilizan para el estudio de las propiedades cohesivas del suelo?	LIKERT
	I.4 RESISTENCIA Y DEFORMACION	COMPACTACIÓN EN CAMPO	¿Usted cree que es necesario el estudio de suelo para la construcción del puente?	
		CRITERIO DE ROTURA DE COULOMB	¿Está conforme que un ingeniero geotecnia debe consignar todo lo relativo a las criterio de rotura de coulomb para dar inicio a la construcción del proyecto?	LIKERT
		LAS TENSIÓN ES OCTAÉDRICAS	¿Se pueden hacer estudios de las tensión es octaédricas para la creación del puente peatonal ya existentes para tomarlos como ejemplo para nuestro proyecto?	LIKERT
		ENSAYOS DE CORTE DIRECTO	¿Está conforme con infraestructura empleada para la ejecución del proyecto de la comunidad?	LIKERT
VARIABLES DEPENDIENTE	D.1 ESTUDIO SÍSMICO	FRICCIÓN EN LAS PLACAS	¿Está conforme usted con las implementaciones de cimentación para el puente peatonal?	LIKERT
		COMPORTAMIENTO ELÁSTICO DE SUELOS Y ROCAS	¿Cree que los comportamientos elásticos de suelos y rocas son correctos para la construcción del proyecto de nuestra comunidad?	
		REQUERIMIENTO DE LOS ESTUDIOS	¿El puente peatonal es la mejor opción en la comunidad?	LIKERT
		ESTUDIO DE PELIGRO SISMICO	¿La construcción de un puente es necesaria para la comunidad?	LIKERT
	D.2 COMPONENTES DE PUENTE	MÉTODOS DE ANÁLISIS	¿Está conforme con la utilización de los métodos de análisis en la ejecución del puente en la comunidad?	LIKERT
		ESTUDIOS DE TRÁFICO	¿Está conforme con infraestructura empleada para la ejecución del puente en la comunidad?	LIKERT
		ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS	¿Usted está de acuerdo con la utilización de materiales utilizados en la construcción del puente?	LIKERT
		ESTRIBOS	¿Usted aprueba la utilización de materiales de estribos para la construcción de puente peatonal en su comunidad?	LIKERT
		VIGAS	¿Los materiales para las pilas y estribos son lo necesario para la construcción del puente?	LIKERT
		MUROS DE ALA	¿Está de acuerdo que es necesario la utilización de muros de ala para dar mayor resistencia al puente?	LIKERT
D.3 DATOS DE LAS CONDICIONES FUNCIONALES	SISTEMA DE DRENAJE	¿El puente peatonal es la mejor opción para que comunidad solucione sus problemas de comunicación?	LIKERT	
	DATOS GEOMÉTRICOS	¿Los datos geométricos es la mejor opción para que comunidad para la construcción del puente peatonal?	LIKERT	
	DATOS DE LAS CARGAS VIVAS	¿Los datos de las cargas vivas es la mejor opción para que comunidad para la construcción del puente peatonal?	LIKERT	
	DATOS SOCIO ECONÓMICOS. GEOMETRIA.	¿Cree usted que realizando un estudio de geometría en el puente estará preparado para soportar algún movimiento telúrico?	LIKERT	

ENCUESTA

ANEXO 03: INSTRUMENTO

ENCUESTA SOBRE EL ESTUDIO GEOTECNICO

“ESTUDIO GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DE UN PUENTE PEATONAL SOBRE EL MALECÓN CHECA, LÍMITE ENTRE LOS DISTRITOS DE SAN JUAN DE LURIGANCHO Y EL AGUSTINO – LIMA, 2021”

OBJETIVO: El cuestionario tiene por finalidad recabar información importante para el estudio de “ESTUDIO GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DE UN PUENTE PEATONAL SOBRE EL MALECÓN CHECA, LÍMITE ENTRE LOS DISTRITOS DE SAN JUAN DE LURIGANCHO Y EL AGUSTINO – LIMA, 2021”. Al respecto se le solicita a usted, que con relación a las preguntas que a continuación se le presentan, se sirva responder en vista que será de mucha importancia para la investigación que se viene llevando a cabo.

INSTRUCCIONES: Leer detenidamente cada una de las preguntas y macar con una X la alternativa que usted considere conveniente. Se le recomienda responder con la mayor veracidad posible, el presente instrumento respeta la confidencialidad del encuestado siendo este de carácter anónimo.

TOTALMENTE EN DESACUERDO	DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO
1	2	3	4	5

Nº	Dimensiones / ítems	ITEMS				
		1	2	3	4	5
	Dimensión 1: DISEÑO DE EXCAVACIONES Y DE CIMENTACIONES					
1	¿Está conforme usted con los estudios de los suelos no cohesivos o granulares y suelos cohesivos que se utilizan para la creación Del puente peatonal en el malecón checa, límite entre los distritos de san juan de Lurigancho y el agustino – lima, 2021?					
2	¿Cree que las condiciones drenadas y esfuerzos efectivos son correctas para la construcción del puente?					
3	¿Está conforme usted que se lleve primero un estudio preliminar para empezar con la construcción del puente?					
4	¿Está conforme que un ingeniero geotecnia debe consignar todo lo relativo a los factores de seguridad para dar inicio a la construcción del proyecto?					
	Dimensión 2: MECANICA DEL SUELO	1	2	3	4	5
5	¿El estudio topográfico es la mejor opción para el estudio del puente?					
6	¿Usted cree necesario realizar un estudio de las filtraciones y redes de flujo para garantizar la correcta estabilidad del puente peatonal en la comunidad?					
7	¿El estudio geológico es un estudio necesario para el proyecto?					

8	¿Usted cree que el diseño geotécnico es la correcta para el estudio de suelo en la construcción del puente?					
9	¿Usted está de acuerdo con la investigación de la resistencia al corte realizada en la comunidad?					
	Dimensión 3: COMPACTACIÓN DE SUELOS	1	2	3	4	5
10	¿Se pueden hacer estudios de suelo en construcciones ya existentes para tomarlos como ejemplo para nuestro proyecto?					
11	¿Es lo mismo un Estudio de suelo que un Estudio geotécnico?					
12	¿Está conforme usted con los gastos que se utilizan para el estudio de las propiedades cohesivas del suelo?					
13	¿Usted cree que es necesario el estudio de suelo para la construcción del puente?					
	Dimensión 4: RESISTENCIA Y DEFORMACION	1	2	3	4	5
14	¿Está conforme que un ingeniero geotecnia debe consignar todo lo relativo a las criterio de rotura de coulomb para dar inicio a la construcción del proyecto?					
15	¿Se pueden hacer estudios de las tensión es octaédricas para la creación del puente peatonal ya existentes para tomarlos como ejemplo para nuestro proyecto?					
16	¿Está conforme con infraestructura empleada para la ejecución del proyecto de la comunidad?					
17	¿Está conforme usted con las implementaciones de cimentación para el puente peatonal?					
18	¿Cree que los comportamientos elásticos de suelos y rocas son correctos para la construcción del proyecto de nuestra comunidad?					

Muchas gracias.

ENCUESTA SOBRE EL PUENTE PEATONAL

“ESTUDIO GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DE UN PUENTE PEATONAL SOBRE EL MALECÓN CHECA, LÍMITE ENTRE LOS DISTRITOS DE SAN JUAN DE LURIGANCHO Y EL AGUSTINO – LIMA, 2021”

OBJETIVO: El cuestionario tiene por finalidad recabar información importante para el estudio de “ESTUDIO GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DE UN PUENTE PEATONAL SOBRE EL MALECÓN CHECA, LÍMITE ENTRE LOS DISTRITOS DE SAN JUAN DE LURIGANCHO Y EL AGUSTINO – LIMA, 2021”. Al respecto se le solicita a usted, que con relación a las preguntas que a continuación se le presentan, se sirva responder en vista que será de mucha importancia para la investigación que se viene llevando a cabo.

INSTRUCCIONES: Leer detenidamente cada una de las preguntas y macar con una X la alternativa que usted considere conveniente. Se le recomienda responder con la mayor veracidad posible, el presente instrumento respeta la confidencialidad del encuestado siendo este de carácter anónimo.

TOTALMENTE EN DESACUERDO	DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO
1	2	3	4	5

Nº	Dimensiones / ítems	ITEMS				
		1	2	3	4	5
	Dimensión 1: ESTUDIO SÍSMICO					
19	¿El puente peatonal es la mejor opción en la comunidad?					
20	¿La construcción de un puente es necesaria para la comunidad?					
21	¿Está conforme con la utilización de los métodos de análisis en la ejecución del puente en la comunidad?					
22	¿Está conforme con infraestructura empleada para la ejecución del puente en la comunidad?					
23	¿Usted está de acuerdo con la utilización de materiales utilizados en la construcción del puente?					
	Dimensión 2: COMPONENTES DE PUENTE	1	2	3	4	5
24	¿Usted aprueba la utilización de materiales de estribos para la construcción de puente peatonal en su comunidad?					
25	¿Los materiales para las pilas y estribos son lo necesario para la construcción del puente?					
26	¿Está de acuerdo que es necesario la utilización de muros de ala para dar mayor resistencia al puente?					
27	¿El puente peatonal es la mejor opción para que comunidad solucione sus problemas de comunicación?					
	Dimensión 3: DATOS DE LAS CONDICIONES FUNCIONALES	1	2	3	4	5
28	¿Los datos geométricos es la mejor opción para que comunidad para la construcción del puente peatonal?					
29	¿Los datos de las cargas vivas es la mejor opción para que comunidad para la construcción del puente peatonal?					
30	¿Cree usted que realizando un estudio de geometría en el puente estará preparado para soportar algún movimiento telúrico?					

ANEXO 04: VALIDACION DE INSTRUMENTO

Observaciones (precisar si hay suficiencia): **SI HAY SUFICIENCIA**

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg:

MG. EDMUNDO JOSE BARRANTES RIOS

Especialidad del validador: **ASESOR TEMATICO**

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Validador

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI EXISTE SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg:

MG. CHRITIAN OVALLE PAULINO

Especialidad del validador : ASESOR METODOLOGO

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Validador

ANEXO 05: MATRIZ DE DATOS

N°	VARIABLE INDEPENDIENTE: DISEÑO GEOTECNICO																		VARIABLE DEPENDIENTE: PUENTE PEATONAL														
	DIMENSION 1: DISEÑO DE EXCAVACIONES Y DE CIMENTACIONES				DIMENSION 2: MECANICA DEL SUELO					DIMENSION 3: COMPACTACIÓN DE SUELOS				DIMENSION 4-RESISTENCIA Y DEFORMACION					DIMENSION 1: ESTUDIO SÍSMICO					DIMENSION 2: COMPONENTES DE PUENTE					DIMENSION 3: DATOS DE LAS CONDICIONES FUNCIONALES				
	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13	p14	p15	p16	p17	p18	p19	p20	p21	p22	p23	p24	p25	p26	p27	p28	p29	p30			
1	1	1	4	3	1	1	4	2	5	5	5	2	5	1	5	5	5	4	1	4	4	4	2	1	4	4	1	2	4	4			
2	5	3	3	3	5	3	3	5	5	5	4	4	1	5	2	5	5	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4			
3	5	3	4	5	5	3	3	5	5	5	5	3	5	2	5	5	5	4	4	4	1	3	2	4	4	4	1	4	4	4			
4	5	5	4	3	5	5	3	2	5	5	4	5	3	5	5	5	5	2	5	1	4	2	4	1	4	4	4	2	4	4			
5	5	3	1	3	5	1	3	1	5	5	5	3	5	1	5	5	5	4	1	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	2			
6	5	4	2	5	5	3	3	4	5	5	5	5	3	5	5	5	5	4	5	1	1	3	2	4	4	4	4	4	4	4			
7	5	5	4	5	3	5	4	4	5	5	4	3	4	4	5	5	5	2	2	5	4	2	4	5	4	5	4	4	4	2			
8	1	3	2	5	5	4	3	4	3	5	3	5	5	5	1	5	5	4	1	4	2	2	2	1	4	4	1	2	2	4			
9	4	4	4	5	5	1	3	4	5	1	5	3	5	5	5	4	4	2	2	5	4	3	2	4	1	4	4	4	4	4			
10	4	4	4	5	3	4	4	4	5	1	5	3	4	4	1	5	5	4	1	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4			
11	5	5	4	5	4	5	4	2	2	1	2	5	5	2	5	4	4	2	1	4	2	4	4	4	4	5	4	4	4	2			
12	4	4	4	5	4	4	4	4	3	4	5	4	4	5	5	1	5	5	5	5	4	3	2	2	2	2	1	2	2	4			
13	4	2	4	5	4	2	4	4	5	1	5	4	3	5	5	1	4	2	1	5	2	5	2	5	4	4	5	5	5	4			
14	4	4	5	4	4	5	4	5	5	3	4	4	5	4	2	5	5	5	1	5	3	4	3	4	3	1	3	3	3	4			
15	2	4	4	4	2	5	5	4	3	4	5	5	3	5	5	1	4	4	5	5	2	4	5	5	5	4	5	1	5	4			
16	5	5	4	1	4	4	5	4	5	2	3	5	5	3	5	3	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	1	2	5	4			
17	4	5	5	3	4	5	2	1	4	4	5	4	4	4	5	5	4	4	5	4	4	5	5	5	5	1	5	5	5	4			
18	4	4	4	1	2	5	4	5	3	2	3	4	1	3	5	5	4	1	5	5	3	3	3	5	5	4	5	5	5	1			
19	5	5	4	4	2	5	2	5	2	5	5	5	5	2	4	5	4	4	4	5	4	5	5	4	5	5	1	1	5	1			
20	4	5	5	3	4	5	5	1	5	2	3	1	4	5	5	3	4	1	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5			
21	4	5	3	1	4	2	2	5	3	5	5	4	5	3	4	5	4	4	5	4	5	3	3	4	5	5	5	5	5	4			
22	1	4	4	4	3	5	5	3	5	2	5	2	5	2	3	3	2	5	1	5	5	4	1	5	5	4	5	5	5	4			
23	4	5	3	4	3	2	2	5	3	5	2	5	5	3	3	5	3	1	4	5	5	3	5	4	5	1	1	1	5	5			
24	2	4	5	4	5	5	5	5	4	2	5	2	4	2	3	3	4	3	5	4	3	5	1	5	5	5	5	1	1	1			
25	5	5	1	5	4	2	2	5	1	4	2	5	5	1	3	4	4	3	5	4	4	4	5	5	5	4	4	1	1	5			
26	3	2	1	5	2	5	5	1	3	5	5	5	5	5	3	4	5	1	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	1	5			
27	5	5	1	4	2	5	2	3	4	5	2	5	5	2	3	4	4	3	5	4	3	1	1	4	5	5	4	5	1	5			
28	4	4	2	5	4	5	5	5	1	5	5	5	2	5	3	4	1	3	4	5	5	5	5	5	1	4	5	5	5	5			
29	4	2	5	4	2	2	5	5	3	5	2	5	5	5	4	2	3	3	5	4	5	3	5	4	5	4	4	3	3	5			
30	3	2	5	5	4	5	4	3	1	5	5	1	5	5	3	2	1	3	4	2	5	1	3	5	5	5	2	5	3	4			
31	3	2	5	4	4	5	1	3	3	4	5	1	2	2	4	2	4	3	4	2	5	5	4	3	4	4	2	4	3	5			
32	3	4	5	5	4	5	4	5	1	5	1	1	5	5	3	2	1	3	4	5	5	5	3	3	5	5	4	5	3	4			
33	3	2	5	4	4	5	1	3	3	3	5	1	2	2	3	4	4	3	4	3	5	1	4	3	4	3	2	4	5	5			
34	2	4	2	4	4	5	4	3	1	4	1	1	5	5	4	2	4	3	4	5	5	5	3	3	5	5	2	5	2	4			
35	3	4	5	4	4	5	4	3	3	3	5	1	5	5	3	4	4	3	4	3	5	5	3	3	5	3	5	4	5	5			
36	2	5	5	4	4	5	1	3	1	4	1	1	2	5	4	4	1	3	4	5	5	1	3	5	5	3	2	5	5	4			
37	2	4	1	4	4	5	4	1	3	3	5	1	5	5	3	2	4	3	4	5	5	5	3	5	5	3	5	5	2	4			
38	2	5	5	4	4	5	4	3	1	4	5	1	2	5	4	4	4	3	4	5	5	1	3	3	5	3	5	5	5	4			
39	2	5	1	4	4	5	4	3	1	4	1	1	5	5	4	2	1	3	4	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	4			
40	2	5	5	4	4	5	1	3	1	4	5	1	5	5	4	4	4	3	4	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	4			

ANEXO 06: PROPUESTA DE VALOR

“ESTUDIO GEOTECNICO PARA LA CONSTRUCCION DE UN PUENTE PEATONAL SOBRE EL MALECÓN CHECA, LÍMITE ENTRE LOS DISTRITOS DE SAN JUAN DE LURIGANCHO Y EL AGUSTINO – LIMA, 2021”



LIMA – PERÚ
2021

1. INTRODUCCIÓN

Esta tesis presenta la “REVISIÓN Y ANÁLISIS CRÍTICO DE DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PUENTE PEATONAL SOLIDARIDAD” ubicado en el malecón Checa, límite entre los distritos de San Juan de Lurigancho y el Agustino sobre el río Rímac. La obra fue realizada por la Municipalidad de Lima – EMAPE en el 2021.



Ubicación, fuente Google Maps



Puente peatonal Solidaridad

El objetivo de este proyecto profesional consiste en recopilar información y conclusiones a través del estudio de una estructura existente que puedan servir de manera didáctica para proyectos similares. Adicionalmente, debido a los últimos acontecimientos ocurridos por el fenómeno del niño costero (2017) que trajo consigo el colapso de dicho puente, se incluirá algunos comentarios sobre las posibles deficiencias en el diseño y/o construcción.

El puente tiene una longitud de 65 metros de luz, es un puente atirantado que contempla dos tramos de 10.00 m y 55.00 m. Los elementos estructurales que serán sometidos a revisión son: torre, tablero (vigas de acero y concreto), estribos y cables.

El proyecto profesional consiste en revisar los cálculos estructurales de diseño realizados en el expediente técnico del puente y constatar que cumplan con los requerimientos técnicos para el diseño de puentes peatonales regidos por el manual de diseño de puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y códigos extranjeros (AASHTO) para obras civiles especiales.

Los recursos que se emplearán para realizar esta tesis consistirán en el estudio detallado del expediente técnico del puente peatonal para tener un conocimiento

amplio y claro del contexto de la obra y sus características estructurales.

Asimismo, se realizó dos visitas de campo, una primera visita (2015) para verificar que el puente actual cumpla con las características estructurales que presenta el expediente técnico y la segunda visita (2017) fue luego del colapso del puente debido a los desastres naturales ocasionados por el fenómeno del niño costero. Ambas visitas se registran en un reporte fotográfico.

Luego se procederá a realizar el modelamiento estructural del puente en el programa SAP2000, así como de cada uno de sus elementos estructurales según los planos del expediente técnico. Después se seguirá con la revisión del diseño de los elementos estructurales del puente.

El autor quiere con esta publicación satisfacer y aplicar los conocimientos técnicos adquiridos en la etapa de pregrado con el fin de obtener lineamientos para proyectos similares, vistas desde el campo de las estructuras.

2. Resumen del proyecto (PUENTE)

2.1 Esquema estructural del puente

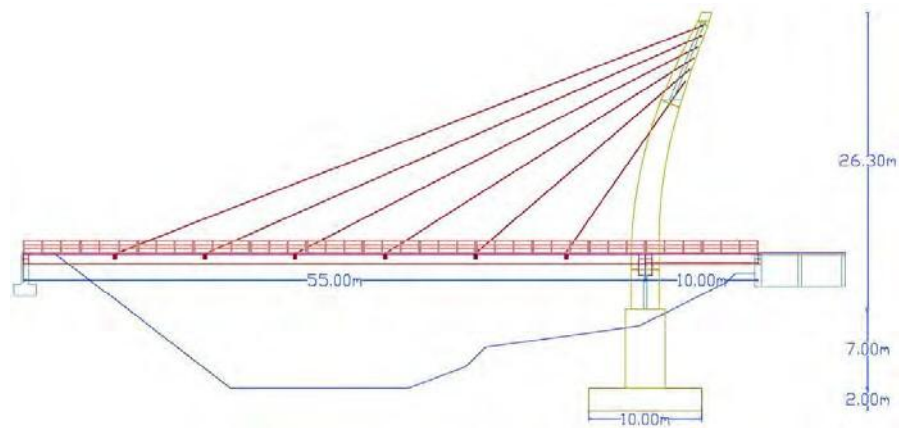
El puente peatonal Solidaridad es un puente atirantado de 65.00 metros de longitud compuesta por una viga cajón de acero de 55 metros de longitud, una viga cajón de concreto armado de 10 metros de longitud, una torre de concreto armado de 26.30 metros de altura y tirantes de acero de alta resistencia de 32 mm de diámetro. Tiene un ancho total de 4.80 m y un ancho entre barandas de 4.00 m.

El Expediente Técnico señala que el puente se apoya en tres zonas, el estribo izquierdo, la torre y el estribo derecho. El estribo derecho consiste en un cajón de concreto armado al que se le coloca material de relleno.

Por otro lado, los tirantes son pretensados y se anclan en la torre con el fin de sostener a las vigas longitudinales de acero y al tablero de concreto.

Las vigas longitudinales de acero se conectan mediante vigas diafragma; las cuales son vigas metálicas transversales que ayudan a rigidizar el tablero y se ubican en los puntos de anclaje de los tirantes de acero con el tablero.

En cuanto a la cimentación de la torre, consta de un pilar de 7 m de altura y una zapata de 10 m x 10 m x 2 m.



Esquema del puente peatonal

2.2 Materiales

Respecto a los materiales que se utilizaron para la construcción son básicamente concreto de resistencias $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para la zapata de torre, estribos, pilar de torre y elevación de estribos; $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ para el tablero y el concreto de resistencia $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ para las columnas y vigas de torre.

ESTRUCTURA RESISTENCIA $f'c$	
Zapata de torre y estribos	$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
Pilar de torre y elevación de estribos	$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$
Tablero	$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$
Columnas y vigas de torre	$f'c=350 \text{ kg/cm}^2$

Resistencias del concreto en los elementos estructurales

Para el reforzamiento de las estructuras se utilizó acero ordinario con un esfuerzo de fluencia $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ con corrugaciones según ASTM A – 305. Y un acero estructural con esfuerzo de fluencia $f_y=3515 \text{ kg/cm}^2$ y esfuerzo de rotura $f_u=4570 \text{ kg/cm}^2$ cuyas propiedades son descritas en el ASTM A – 572 grado 50 para barras de acero estructurales.

ESFUERZO DE FLUENCIA (f_y)	CORRUGACIONES
4200 Kg/cm ²	Según ASTM - 305

Especificaciones técnicas del acero ordinario

ESFUERZO DE FLUENCIA (f_y)	ESFUERZO DE ROTURA (f_u)
3515 Kg/cm ²	4570 Kg/cm ²

Especificaciones técnicas del acero estructural

Finalmente se empleará barras pretensadas, las cuales consisten en barras de acero Dywidag grado 160 o similares. Estas barras de pretensado son laminadas en caliente, templadas por el calor del proceso de laminación, expandidas y enfriadas, con una sección transversal circular.

2.3 Secciones típicas de la viga longitudinal

El puente posee tres secciones típicas a lo largo de su longitud total (ver plano E-05). En el tramo que comprende a la viga de acero longitudinal tiene dos secciones típicas. La sección B-B que corresponde a las zonas donde se ubican los puntos de anclaje de los tirantes; y la sección A-A que corresponde a las otras zonas. roscados con roscas especiales laminadas en frío. Las longitudes de barra se cortan en la acería según las especificaciones de cada proyecto individual.

Denominación		Barra roscada						Barra lisa	
		18 WR	26 WR	32 WR	36 WR	40 WR	47 WR	32 WS	36 WS
Diámetro nominal	d_s [mm]	17,5	26,5	32	36	40	47	32	36
Sección nominal	S_n [mm ²]	241	552	804	1018	1257	1735	804	1018
Peso nominal ¹	M [kg/m]	1,96	4,48	6,53	8,27	10,20	14,10	6,31	7,99
Paso de rosca	c [mm]	8	13	16	18	20	21	3,0	3,0
Carga característica de rotura	F_m [kN]	255	580	845	1070	1320	1820	845	1070
Carga máxima de pretensado ²	[kN]	204	464	676	856	1056	1457	676	856
$P_{m0,max} = S_n \times 0.8 \times f_{p,k}$									
Carga máxima de sobretesado ³	[kN]	219	499	722	912	1131	1566	722	912
$P_{0,max} = S_n \times 0.95 \times f_{p0,1k}$									

Ficha técnica para barras dywidag grado 160 (obtenidas del catálogo de Dywidag-Systems International)

Las especificaciones técnicas empleadas según el expediente técnico para el cable se muestran en la siguiente tabla.

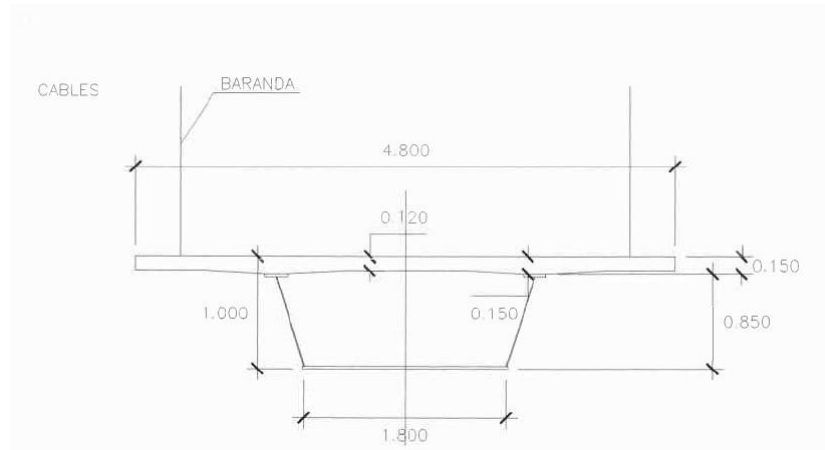
DIÁMETRO NOMINAL (mm)	ESFUERO ÚLTIMO FPU (MPA)	ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL APS (mm ²)	FUEZA ÚLTIMA Fpu Aps (KN)	FUERZA EFECTIVA DE TRABAJO 0.6fpu Aps (KN)
32	1100	804	885	531

Especificaciones técnicas de la barra de acero Dywidag grado 160

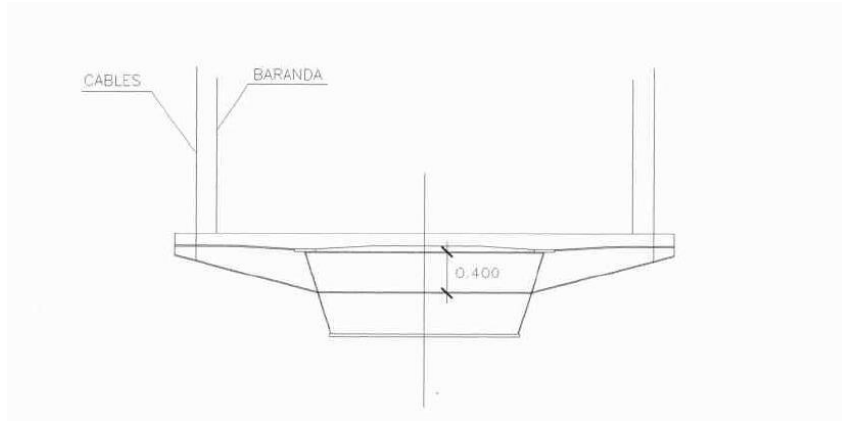
Las barras Dywidag vienen en dos presentaciones, barras roscadas y lisas. Éstas se pueden entregar en longitudes de hasta 18 m y se pueden cortar a longitudes específicas antes de ser transportadas en obra.

Las barras roscadas se encuentran disponibles en diámetros de 17.5, 26.5, 32, 36, 40, y 47 mm; las cuales disponen de costillas continuas laminadas en caliente y les confieren rosca a derechas a lo largo de toda la barra. La barra se puede cortar en cualquier punto.

Por otro lado, las barras lisas están disponibles en diámetros de 32 y 36 mm. Ambos extremos de la barra lisa, la cual es cortada según las longitudes especificadas en el proyecto, son:

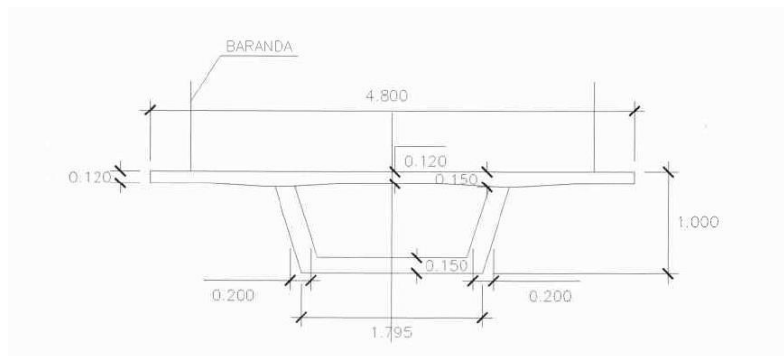


Sección típica A-A



Sección típica B-B de la viga cajón de acero

La sección típica para la viga cajón del tramo de 10.00 metros de luz es la que se muestra en la figura.

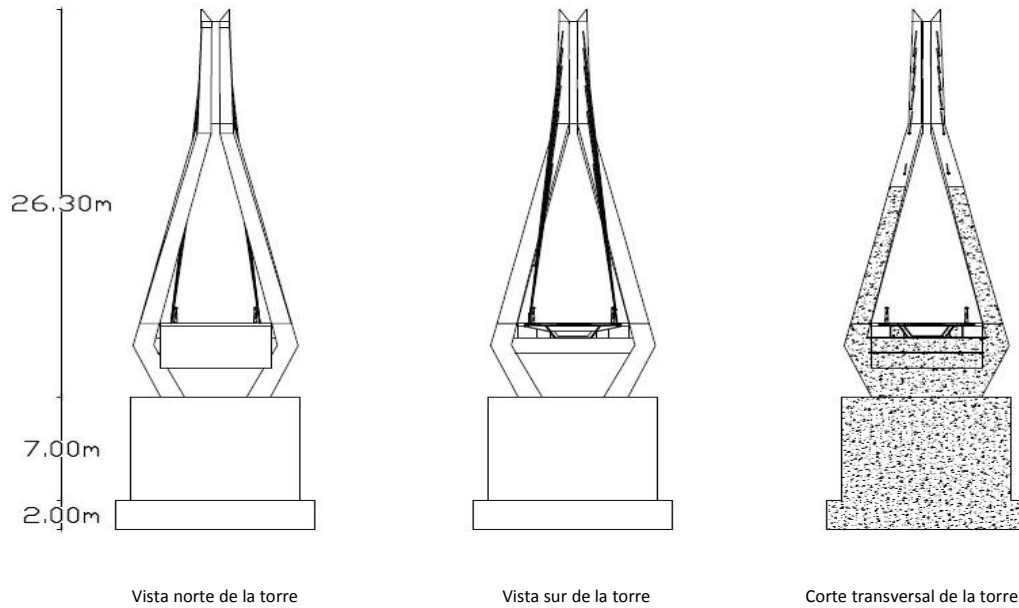


Sección típica C-C de la viga cajón de concreto

2.4 Elementos estructurales

2.4.1 Torre

El puente peatonal contempla una torre inclinada en forma de A. Está constituida por dos columnas inclinadas de peralte variable unidas entre sí en la parte superior mientras que en la parte inferior se unen por una viga transversal y una placa de concreto armado. La torre cubre una altura de 26.30 metros de longitud y una inclinación de 5.00 metros respecto a su eje longitudinal en la parte superior.

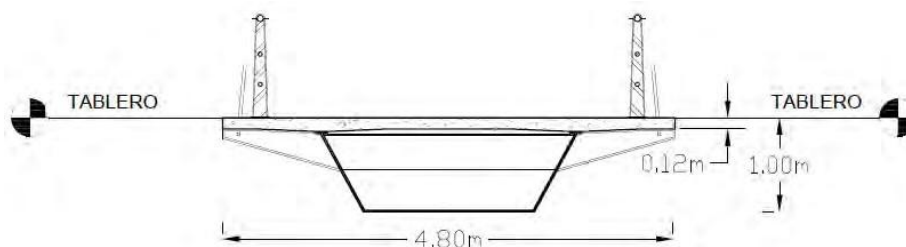


2.4.2 Cables

Los cables del puente peatonal están diseñados de acero de alta resistencia, los cuales trabajan pre esforzados $f_{pu} = 150$ ksi en un total de 12 cables, 6 de ellos aguas abajo y los otros 6 cables aguas arriba.

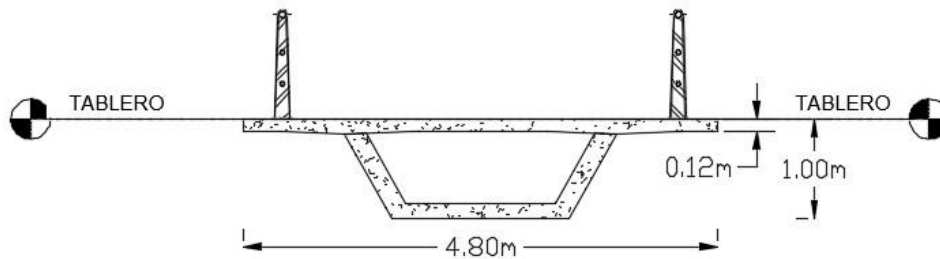
2.4.3 Tablero

El tablero del puente peatonal comprende dos tramos, el tramo principal de 55.00 m está compuesta por una viga de acero $f_y=50$ ksi de sección compuesta tipo cajón con una losa superior de concreto armado con un peralte total de 1.00 m. Además, transversalmente tiene vigas diafragma de sección I cuyo peralte varía desde 0.40 m a 0.10 m espaciados cada 8.00 m.



Sección compuesta de la viga cajón

El segundo tramo del tablero de 10.00 m está conformado por una viga cajón de concreto armado con un peralte de 1.00 m con dos nervios de 0.20 m de espesor, una losa inferior de 0.15 m de espesor y el tablero de espesor variable de 0.12 m a 0.15 m.



Sección de la viga cajón de concreto armado

Durante la visita de campo se pudo constatar que las dimensiones y características del tablero son las mismas que se detallan en el expediente técnico por lo que no se encontró diferencias relevantes en el campo.

El material que se utilizó para su construcción es el concreto reforzado, el concreto que se utilizó para su construcción es de resistencia $f'c=350$ kg/cm²; y el acero de refuerzo es un acero ordinario cuyo esfuerzo de fluencia es de $f_y=4200$ kg/cm².

Durante la visita de campo se pudo constatar que las dimensiones y características de la torre son las mismas que se detallan en el expediente técnico por lo que no se encontró diferencias

Los sistemas de anclajes están localizados en las vigas diafragma y en la parte superior de la torre. Estos cables se encuentran dentro de tubos de acero y son inyectados con grouting de cemento como doble protección contra la corrosión.

Durante la visita de campo se pudo constatar que las dimensiones y características de la torre son las mismas que se detallan en el expediente técnico por lo que no se encontró diferencias relevantes en el campo.

2.5 Cargas

Para el análisis del puente se han considerado las siguientes cargas:

Peso Propio (Dead Load)

Concreto: 2 400 Kg / m³

Acero Estructural: 7850 Kg / m³

Carga muerta (PM1)

Peso de la baranda y acabados: 100 Kg / m²

Sobrecarga (S/C)

La sobrecarga que se utilizó en el expediente técnico para el diseño fue de 500 Kg/m² haciendo mención que cumple con el reglamento peruano de puentes. Sin embargo, de acuerdo con el Manual de Diseño de Puentes del MTC 2003 especifica que la carga viva que se debe considerar para el diseño de puentes peatonales es de **510 Kg / m²**. Por tratarse de una verificación del diseño estructural se empleará la sobrecarga considerada por el expediente técnico para realizar el análisis.

2.4.3.7 CARGAS EN PUENTES PEATONALES

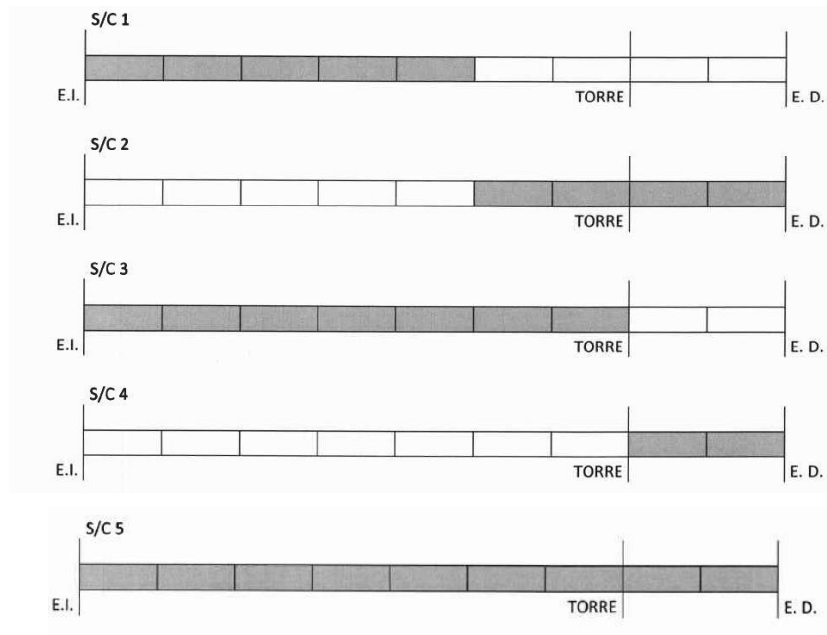
Los puentes para uso peatonal y para el tráfico de bicicletas deberán ser diseñados para una carga viva uniformemente repartida de 5 kN/m² (510kgf/m²).

El proyectista deberá evaluar el posible uso del puente peatonal por vehículos de emergencia o mantenimiento. Las cargas correspondientes a tales vehículos no requerirán incrementarse por efectos dinámicos.

Extracto del artículo 2.4.3.7 del Manual de Diseño de Puentes del MTC 2003

Coeficiente de respuesta sísmica elástica (C_{sn}). En cambio, para la magnitud sísmica vertical se consideró dos tercios de la aceleración horizontal

El coeficiente de aceleración sísmica elástica se obtiene según el periodo de la estructura correspondiente a cada modo de vibración; y está dado por la siguiente fórmula:



Estados de carga

Dónde: E.D (Estribo derecho) y E.I (Estribo izquierdo)

Pretensado de los cables (PRET2)

De acuerdo con el expediente técnico, los tirantes de acero se tensarán en tres etapas equivalentes a -50°C .

La fórmula que se aplicará es la siguiente:

$$P = \alpha \Delta T \cdot EA = 1.17 \times 10^{-5} \times 50^{\circ}\text{C} \times 21101000 \text{ Ton} \cdot 8.06 \text{ cm}^2 = 9.95 \text{ ton}$$

Se considerará 10 toneladas en cada etapa haciendo un total de 30 toneladas

Carga sísmica (SISMO)

Se ha considerado la aceleración del suelo en tres direcciones ortogonales. Dos direcciones horizontales X e Y, y una en la dirección vertical Z.

Según el Manual de Puentes del MTC 2003, la magnitud de la aceleración sísmica en las direcciones horizontales se halla como el producto de la aceleración de la gravedad por un para fines de diseño se ha considerado la alternancia de cargas. Con este procedimiento hallaremos la envolvente de momentos para cinco estados de carga. La alternancia de carga nos permitirá obtener los máximos y mínimos momentos flectores. Los cinco estados de carga

Son los que se muestran en la figura.

$$C_{sn} = 1.2AS/Tn^{2/3}$$

A: coeficiente de la aceleración del suelo donde se ubica el puente Según el mapa de distribuciones de isoaceleraciones del Perú (A=0.42)

S: Coeficiente de sitio de un suelo perfil tipo II (S=1.2)

Según el estudio geotécnico realizado para el expediente técnico, el estudio indica que el perfil del suelo es de Tipo I. Sin embargo, de manera conservadora se ha considerado un coeficiente de suelo tipo II.

El espectro de diseño sísmico según el Manual de Puentes del MTC 2003 se calculó de la siguiente manera:

Datos del estudio geológico:

Suelo: Material gravoso (GP) $qp = 6.0 \text{ Kg/cm}^2$

Perfil del suelo: Tipo I

Periodo predominante: $Tp = 0.4 \text{ s}$

Factor de suelo: $S = 1.2$

Cálculos:

$A = 0.42g$ □ Se obtiene del mapa de isoaceleraciones

$A > 0.29g$ □ La zona sísmica es de 4 (Ver tabla 2.4.3.11.5 Manual de Puentes MTC 2003)

Coeficiente de Aceleración	Zona Sísmica
$A \leq 0.09$	1
$0.09 < A \leq 0.19$	2
$0.19 < A \leq 0.29$	3
$0.29 < A$	4

Extracto del artículo 2.4.3.11.5 del Manual de Diseño de Puentes del MTC 2003

Espectro de Diseño Final en SAP 2000:

Coeficiente de sitio	Tipo de Perfil de Suelo			
	I	II	III	IV
S	1.0	1.2	1.5	2.0

Extracto del artículo 2.4.3.11.6 del Manual de Diseño de Puentes del MTC 2003

Coeficiente de Respuesta Sísmica Elástica:

$$C_{sn} = 1.2AS/T_n^{2/3} \leq 2.5A$$

Donde:

T_n : Periodo de vibración del “n-ésimo” modo (s)

A: Coeficiente de aceleración

S: Coeficiente de sitio

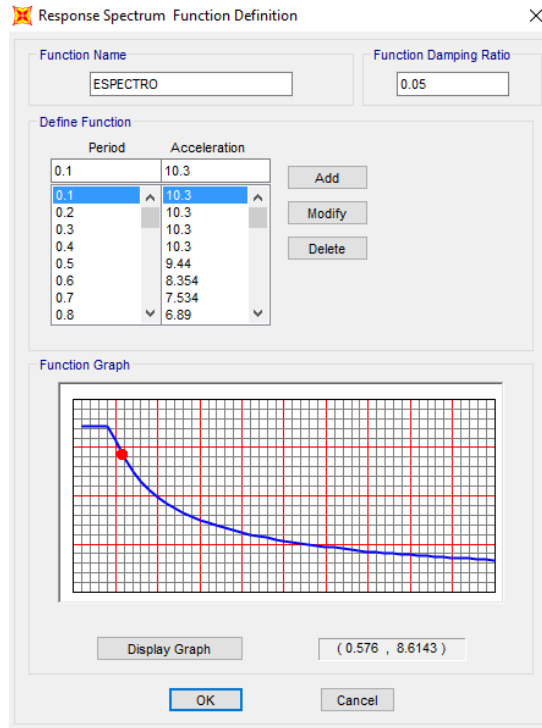
Espectro de Diseño para un perfil de suelo Tipo II:

T_n	$1.2AS/T_n^{2/3}$	C_{sn}
0	-	10.30
0.1	27.75	10.30
0.2	17.44	10.30
0.3	13.29	10.30
0.4	10.96	10.30
0.5	9.44	9.44
0.6	8.35	8.35
0.7	7.53	7.53
0.8	6.89	6.89
0.9	6.37	6.37
1.0	5.93	5.93

Tabulación de los valores de los coeficientes de respuesta sísmica

Coeficiente de sitio S:

Tipo de perfil del suelo: Tipo I (Sin embargo, se considerará Tipo II) S=1.2



Espectro de Respuesta Sísmico en SAP2000

Variación de temperatura en los cables (TEMP15)

Los cables de acero son sometidos a un cambio de temperatura de $\pm 15^{\circ}\text{C}$

2.6 Combinaciones de Carga

Las combinaciones de carga para cada estado límite y los factores de carga que utilizan son los que se muestran en las siguientes tablas.

TABLA 2.4.5.3 -1. Combinaciones de Carga y Factores de Carga.

Combinación de Cargas	DC DD DW EH EV ES	LL IM CE BR PL LS	WA	WS	WL	FR	TU CR SH	TG	SE	Usar solamente uno de los indicados en estas columnas en cada combinación				
										EQ	IC	CT	CV	
Estado Límite														
RESISTENCIA I	γ_p	1.75	1.00			1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}					
RESISTENCIA II	γ_p	1.35	1.00			1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}					
RESISTENCIA III	γ_p		1.00	1.40		1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}					
RESISTENCIA IV Solamente EH, EV, ES, DW, DC	γ_p 1.5		1.00			1.00	0.50/1.20							
RESISTENCIA V	γ_p	1.35	1.00	0.40	0.40	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}					
EVENTO EXTREMO I	γ_p	γ_{EQ}	1.00			1.00				1.00				
EVENTO EXTREMO II	γ_p	0.50	1.00			1.00					1.00	1.00	1.00	1.00
SERVICIO I	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}					
SERVICIO II	1.00	1.30	1.00			1.00	1.00/1.20							
SERVICIO III	1.00	0.80	1.00			1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}					
FATIGA - Solamente LL, IM y CE		0.75												

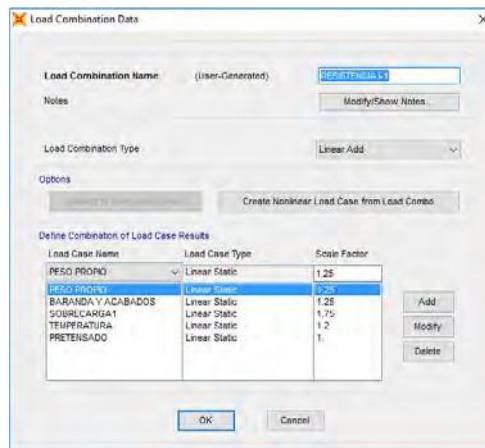
Extracto de la tabla 2.4.5.3-1 del Manual de Diseño de Puentes del MTC 2003

TABLA 2.4.5.3 -2. Factores de carga para Cargas Permanentes, γ_p

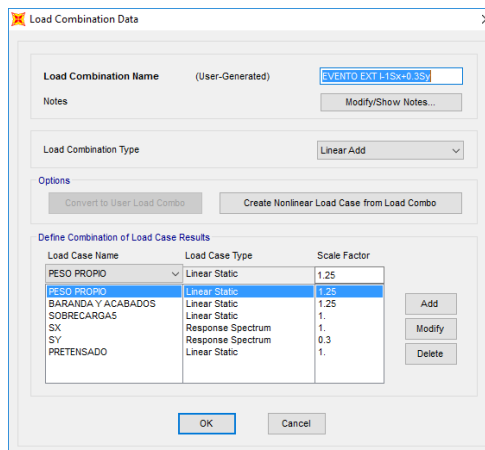
TIPO DE CARGA	FACTOR DE CARGA	
	Máximo	Mínimo
DC : Componentes y Auxiliares	1.25	0.90
DD : Fuerza de arrastre hacia abajo	1.80	0.45
DW : Superficies de Rodadura y Accesorios	1.50	0.65
EH : Presión horizontal de tierra * Activa * En reposo.	1.50	0.90
	1.35	0.90
EV : Presión vertical de tierra * Estabilidad global * Estructuras de Retención * Estructuras Rígidas Empotradas * Pórticos Rígidos * Estructuras Flexibles empotrados excepto alcantarillas metálicas * Alcantarillas Metálicas	1.35	N/A
	1.35	1.00
	1.30	0.90
	1.35	0.90
	1.95	0.90
	1.50	0.90
	1.50	0.75
ES : Carga superficial en el terreno	1.50	0.75

Extracto de la tabla 2.4.5.3-2 del Manual de Diseño de Puentes del MTC 2003

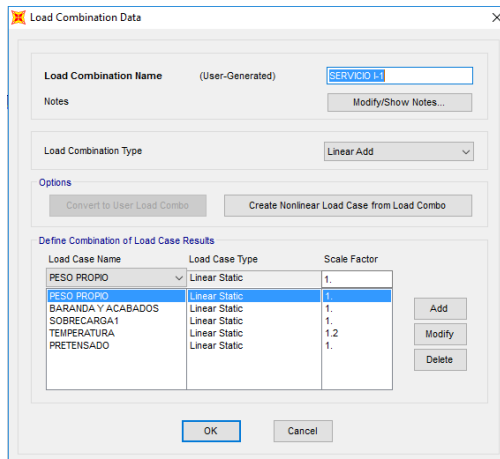
Las combinaciones para los estados límite de Resistencia I, Servicio I y Evento Extremo I de acuerdo con el Manual de Puentes del MTC 2003 que se consideraron para el análisis se muestran a continuación:



Combinación de carga Resistencia I



Combinación de carga Evento Extremo I



Combinación de carga Servicio I – Figura 2.6.5

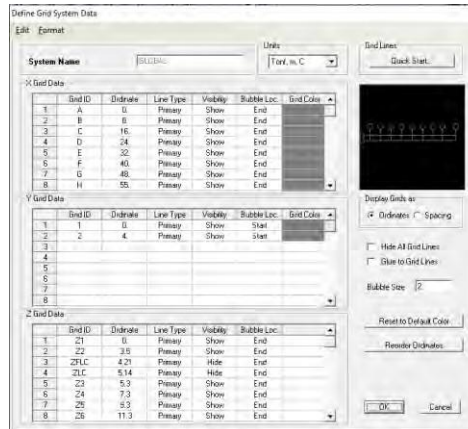
3. Modelamiento en SAP 2000 – Análisis estructural

3.1 Generalidades

El puente peatonal solidaridad es un puente tipo atirantado. Si bien es cierto existen diversos programas especializados para el análisis de estructuras de puentes que facilitan la elaboración del modelo, así como los códigos a emplearse, para este proyecto se utilizará el programa SAP2000 como herramienta para el modelamiento de la estructura, así como el análisis respectivo de cada uno de los elementos que lo componen.

Para empezar a representar el modelo, se utilizará como recurso los planos estructurales del expediente técnico del puente SOLIDARIDAD y así de tal manera ir armando nuestro modelo.

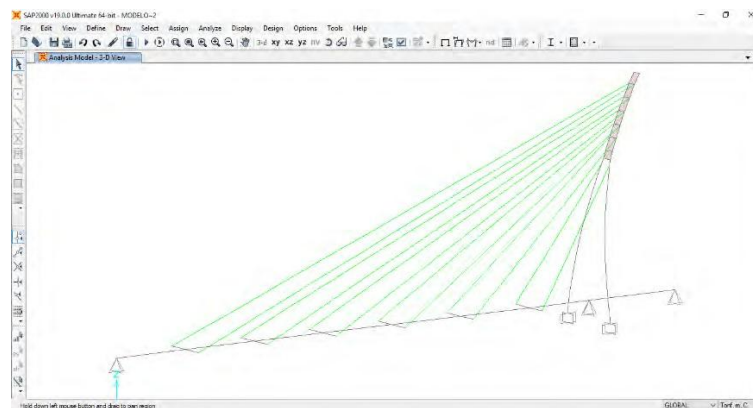
Se empezará por definir ejes que nos servirá de guía para trazar los elementos estructurales como elementos tipo línea o “frame” a los cuales luego le asignaremos el tipo de sección y el tipo de elemento ya sea tipo “frame” o tipo “shell” según lo especificado en el expediente.



Grid o malla del modelo del puente

Finalmente, se obtendrá un modelo del puente lo más idéntico (comportamiento representativo) posible al puente real, el cual se muestra en la siguiente figura.

Finalmente, se obtendrá un modelo del puente lo más idéntico (comportamiento representativo) posible al puente real, el cual se muestra en la siguiente figura.



Modelo estructural del puente peatonal SOLIDARIDAD

3.2 Torre

La torre se modeló en base a los planos del expediente técnico del puente, para ello fue necesario estudiar el expediente.

En primer lugar, definiremos las propiedades de los materiales, para el caso de la torre de concreto se utilizó un concreto de resistencia $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$.

Para poder definir la curvatura de la torre fue necesario interpretar las cotas

horizontales y verticales del plano de estructuras para luego mediante el uso del programa AutoCAD poder obtener los ángulos de curvatura de distintos tramos de la torre y así obtener un patrón de curvatura.

Propiedades del material para la torre

Del plano E-04 (ver Anexo plano E-04) se puede apreciar las elevaciones tanto frontal como lateral de la torre con sus respectivas dimensiones y cada uno de sus detalles. Sin embargo, se tuvo que tener cierto cuidado para dibujar la torre ya que los planos estructurales no brindan información acerca de la función que se usó para modelar la torre ya que ésta obedece a una función tipo curva.

Una vez que se obtuvo los ángulos de curvatura de la torre, se ingresó al SAP2000 las distancias horizontales perpendiculares al eje de la torre para que adopte la forma de curva que es la cual representa el puente actualmente.

La torre se modelo con 32 elementos tipo línea o tipo “frame” dándole a la curvatura una configuración lineal debido a que consta de la unión de varios tramos. Además, se usó 7 elementos tipo superficie o tipo “shell” en la parte superior de la torre ya que en los planos estructurales de la torre se observa que las columnas inclinadas en la parte superior se encuentran unidas por una especie de placas que han sido modeladas como elementos tipo “shell” por su configuración.

La torre del puente peatonal consta de dos columnas inclinadas de sección variable que se unen en la parte superior por unas placas. Para representar las columnas

de sección variable se tuvo que definir las propiedades de la sección en el programa.

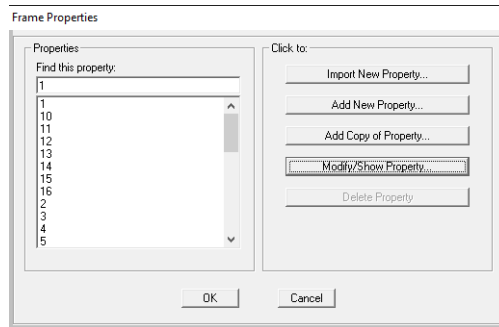
Para obtener las dimensiones de las secciones transversales fue necesario calcular el ángulo de inclinación que se obtuvo en pasos previos con el AutoCAD para luego en una hoja de cálculo hallar su proyección y obtener los valores reales de cada una de las secciones y definir las propiedades de las secciones en el SAP2000.

1	1.20 0	1.103	2.500	2.500
2	1.00 0	0.919	2.500	2.500
2s	1.00 0	0.981	2.500	2.500
3	0.96 4	0.945	2.500	2.500
4	0.92 3	0.905	2.485	2.481
5	0.88 2	0.865	2.440	2.427
6	0.84 2	0.826	2.365	2.340
7	0.80 1	0.786	2.260	2.218
8	0.76 1	0.746	2.125	2.065
9	0.72 0	0.706	1.960	1.881
10	0.70 0	0.686	1.862	1.774
10 s	0.70 0	0.700	1.862	1.774
11	0.67 9	0.679	1.789	1.695
12	0.64 3	0.643	1.653	1.550
13	0.60 7	0.607	1.508	1.397
14	0.57 1	0.571	1.349	1.234
15	0.53 6	0.536	1.178	1.062
16	0.50 0	0.500	1.000	0.888
17	0.49 3	0.493	0.858	0.752

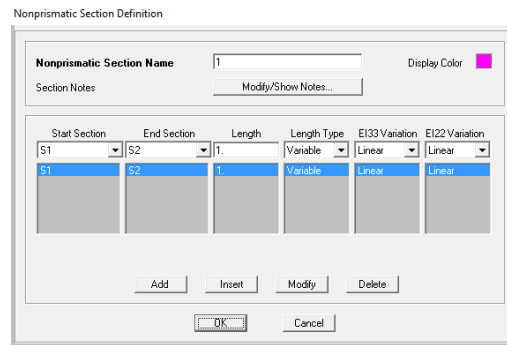
Cálculo de las secciones transversales

Se definieron un total de 16 elementos tipo "frame" los cuales varían linealmente en

17 secciones hasta llegar a la parte superior de la torre dándole la variación de sección que queremos representar tal y como lo especifica el expediente técnico y la obra en campo. Adicionalmente se definió un elemento tipo “frame” para la viga (V120x100) que une la parte inferior de las columnas dónde se apoyará el tablero.



Propiedades de los elementos tipo “frame” ingresados



Configuración para modelar las secciones variables de las columnas

Luego de haber culminado la configuración de los elementos tipo “frame”, se procedió a definir los elementos tipo “shell” los cuales se ingresaron teniendo en cuenta las consideraciones del plano E-04 (Ver Anexo plano E-04).

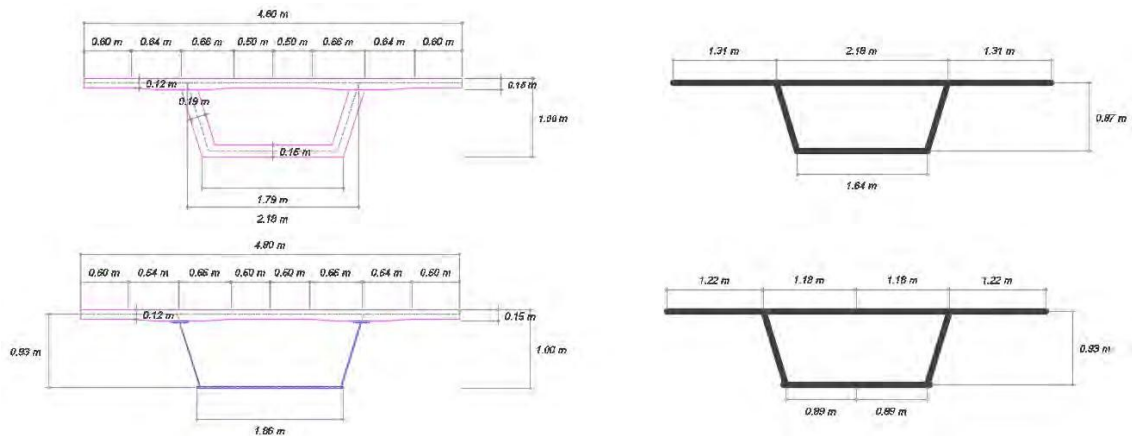
En total se emplearon 7 elementos tipo superficie o tipo “shell” para la torre, los cuales se utilizaron para unir la parte superior de las columnas de la torre.

3.3 Tablero

Para modelar el tablero, se utilizaron los planos E-05, E-06 y E-07 (Ver Anexo planos E-05, E-06, E-07) del expediente técnico.

Fue necesario dibujar las secciones transversales típicas con ayuda del AutoCAD. El tablero cuenta con dos secciones típicas mencionadas anteriormente, las cuales

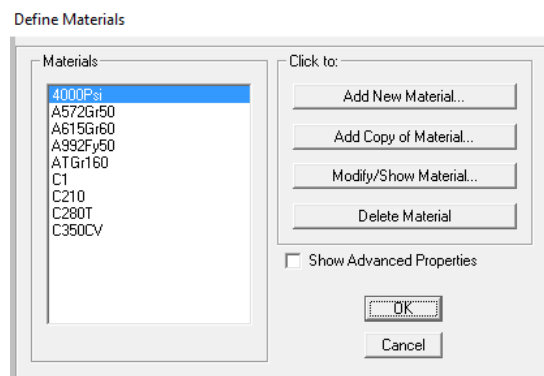
son para el tramo de 55 metros de luz con viga metálica y para el tramo de 10 metros de viga de concreto armado.



Esquema en AutoCAD de las secciones típicas del tablero

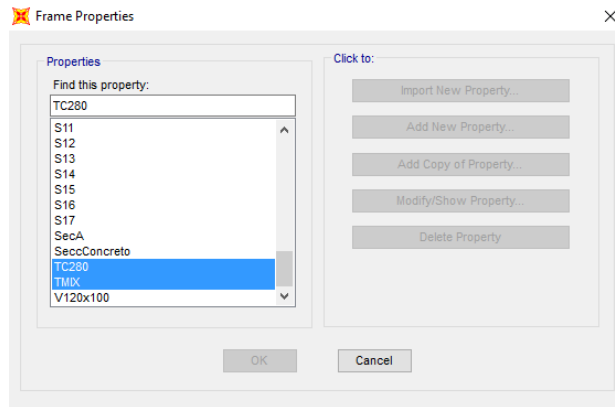
En primer lugar, se definió los materiales que se utilizarán para el tablero de concreto armado y para el acero de la viga metálica. Los materiales definidos son:

- A992Fy50: Acero de $f_y = 50 \text{ Ksi}$ para la viga de acero
- A615Gr60: Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
- C280T: Concreto de $f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$



Definición de los materiales del tablero

Luego de definir los materiales se procedió a definir los elementos tipo línea o tipo "frame". Los elementos tipo "frame" que se definieron para el tablero son:



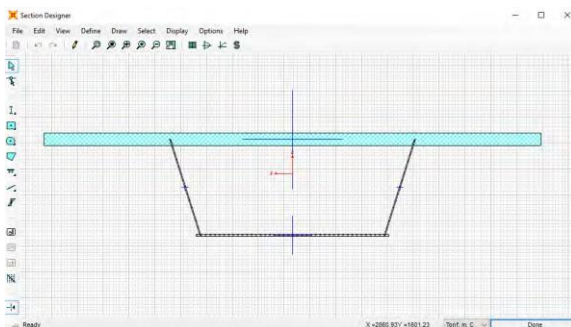
Elementos tipo “frame” para el tablero

- TC280: Tablero de concreto de resistencia 280 kg/cm^2
- TMIX: Tablero mixto de sección compuesta

Para modelar el elemento TC280 y TMIX se necesitó crear la sección transversal con el uso del Section Designer ya que la sección cajón de las vigas no se encuentra predeterminada en la biblioteca del SAP2000.

TMIX:

El elemento de sección compuesta tipo cajón se modeló con la opción Section Designer la cual permite dibujar la geometría de la sección y además añadir las propiedades de los materiales independientemente.

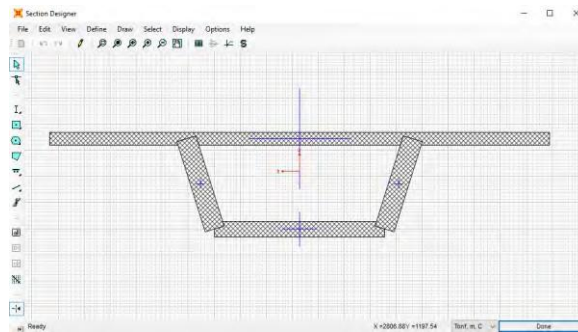


Sección transversal del tablero mixto

TC280:

El elemento tipo cajón de concreto armado se modeló con la opción Section

Designer la cual permite dibujar la geometría de la sección y además añadir las propiedades de los materiales independientemente.

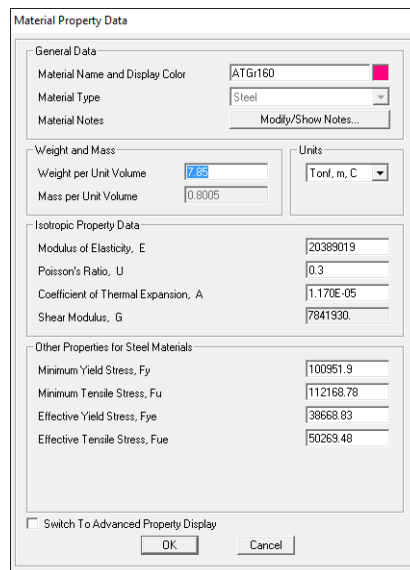


Sección transversal del tablero de concreto armado

En total se emplearon 20 elementos tipo “frame” para modelar el tablero de sección compuesta y el tramo de solo concreto armado.

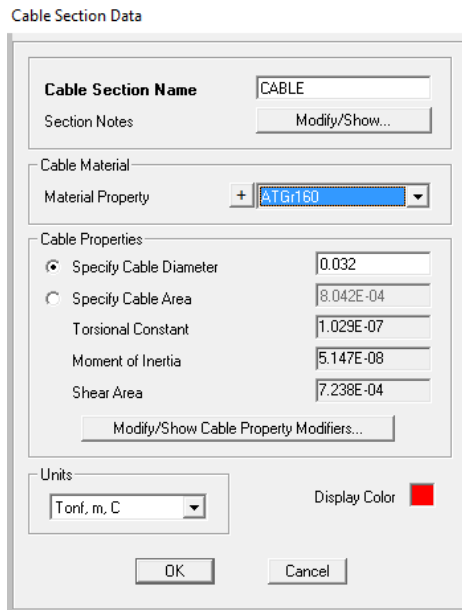
3.4 Cables

Para modelar los cables se definió primero el material según lo especificado en el expediente técnico. En este caso se utilizó un acero de alta resistencia ATGr160.



Propiedades del acero para los cables del puente

Luego se procedió a definir los tirantes como elementos tipo cable en el SAP2000 de la siguiente manera.

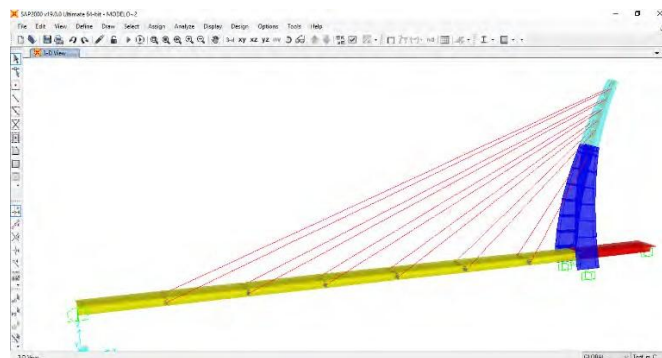


Propiedades del cable

3.5 Puente peatonal SOLIDARIDAD

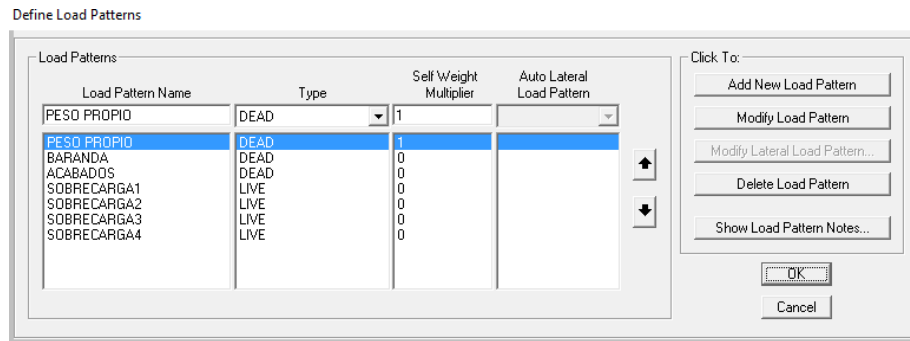
Tras culminar el modelamiento de cada uno de los elementos estructurales que componen el puente peatonal se asignó las condiciones de contorno del puente.

Para ello se modeló el estribo izquierdo del puente como un apoyo móvil, mientras que para la cimentación de la torre y para el estribo derecho se modeló como un empotramiento perfecto.



Modelo final del puente peatonal SOLIDARIDAD – Figura 3.5.1

A continuación, se definió los patrones de cargas los cuales servirán para correr el análisis en nuestro modelo.



Definición de los patrones de carga

Luego de asignar las cargas respectivas al modelo, las cuales se mencionaron en el capítulo anterior, se procedió a correr un análisis lineal tridimensional y elástico para todos los estados de carga a excepción del sismo.

Para el caso del sismo se realizó un análisis modal – espectral teniendo en cuenta los parámetros establecidos en la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

En el análisis modal – espectral se consideró dos componentes horizontales en la dirección X y en la dirección Y; y una componente vertical en la dirección Z del sistema global de coordenadas establecidas en el programa SAP2000.

Las componentes direccionales que se definieron en el modelo estructural del puente en el programa SAP2000 son los siguientes:

- Dirección en X: Dirección longitudinal del puente peatonal
- Dirección en Y: Dirección transversal del puente peatonal
- Dirección en Z: Dirección vertical del puente peatonal

4. Revisión del diseño estructural

La filosofía de diseño según AASHTO LRFD implica que todos los elementos y conexiones deben ser diseñados para satisfacer la siguiente ecuación:

Dónde:

$$\sum \eta_i \cdot \gamma_i \cdot Q_i \leq R_r = \phi \cdot R_n$$

- η_i modificador de carga
- γ_i factor de carga para el caso de carga i
- Q_i efecto de las fuerzas para el caso de carga i
- Rr Resistencia última
- Rn Resistencia nominal
- ϕ Factor de reducción de resistencia

La ecuación precedente debe cumplirse para los siguientes estados límites:

- Estado límite de Resistencia I
- Estado límite de Evento Extremo I
- Estado límite de Servicio I

4.1 Superestructura

4.1.1 Revisión del diseño de los cables

Para realizar el análisis del comportamiento de los cables será necesario correr el programa SAP2000 para el modelo tridimensional del puente Solidaridad.

Una vez que se ejecuta el análisis en el programa podemos obtener los resultados de los esfuerzos y fuerzas de tracción que experimenta cada uno de los cables. Los tirantes de acero se han denominado como: Cable 1, Cable 2, Cable 3, Cable 4, Cable 5 y Cable 6; los cuales van desde el más largo (Cable 1) hasta el más corto (Cable 6).

Los resultados obtenidos han sido tabulados y se muestran en la siguiente tabla.

Cable 1	16.9548	12.9603	16.9548	13.1294	81.6064	-51.7457
Cable 2	20.5495	15.8491	18.1852	14.4039	84.7486	-48.0133
Cable 3	23.2057	17.449	18.6059	14.8153	87.0878	-45.7759
Cable 4	23.5557	17.4501	17.8721	14.228	87.5257	-45.6994
Cable 5	21.2932	15.7614	16.2467	12.9109	85.5893	-47.8028
Cable 6	19.5229	14.8871	17.2513	13.6147	84.1518	-49.4087

Envolvente de fuerzas axiales en los cables

De acuerdo con los resultados mostrados en la tabla anterior podemos concluir lo siguiente:

Según las especificaciones técnicas del cable de alta resistencia la fuerza admisible de trabajo es de 54.1 ton.

Comentario: Podemos observar que las fuerzas axiales máximas para cada estado límite de diseño se encuentran debajo de la fuerza admisible de trabajo, excepto la fuerza por Evento Extremo I.

Según las especificaciones técnicas del cable de alta resistencia la carga última resistente para el cable de $\varnothing 1 \frac{1}{4}$ " es de $P_u = 90.8$ ton

Comentario: Las máximas fuerzas axiales para cada uno de los estados límite de diseño no superan la carga última de rotura del cable.

El máximo esfuerzo en servicio que resisten los cables es equivalente al 20.5% fu.
El máximo esfuerzo que resisten los cables en resistencia última es 96% fu.

4.1.2 Revisión de la Viga Cajón de Sección Compuesta y Concreto Armado

Presentación de los diagramas de momentos flectores y fuerzas cortantes Peso propio (ton):



Diagrama de Momentos Flectores

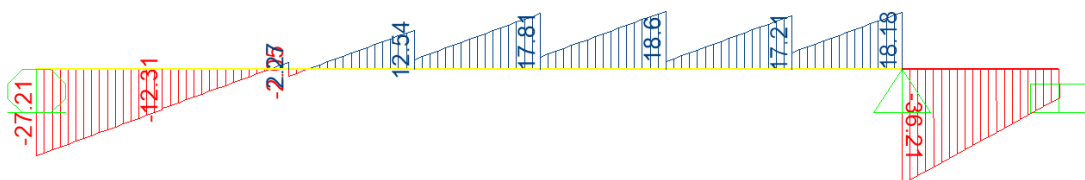


Diagrama de Fuerzas Cortantes

Barandas y acabados (ton):

Diagrama de Momentos Flectores

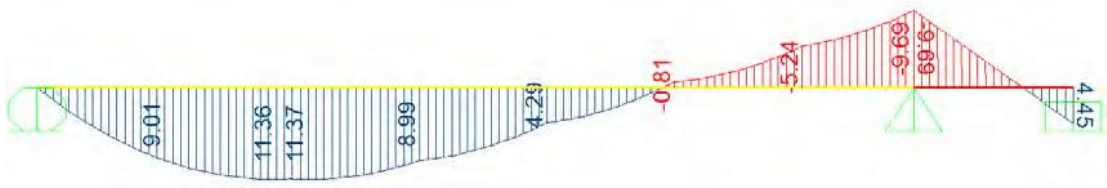


Diagrama de Fuerzas Cortantes

Sobrecarga 1 (ton):

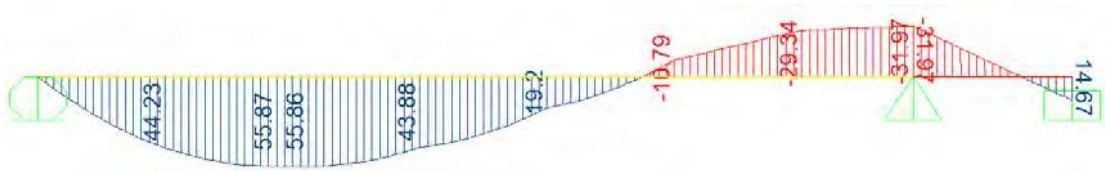


Diagrama de Momentos Flectores

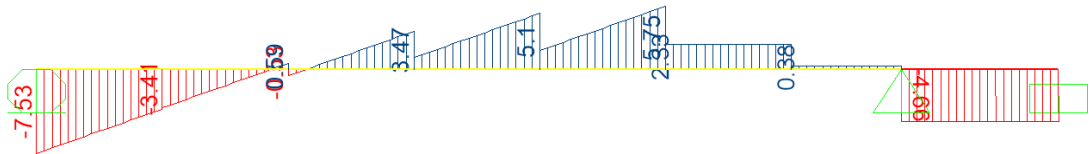


Diagrama de Fuerzas Cortantes

Sobrecarga 2 (ton):

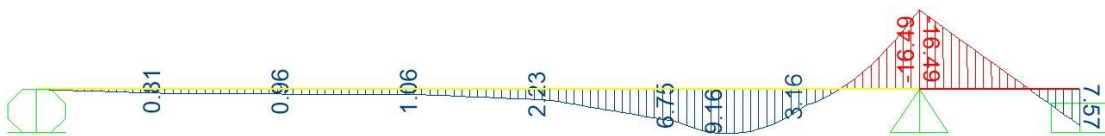


Diagrama de Momentos Flectores

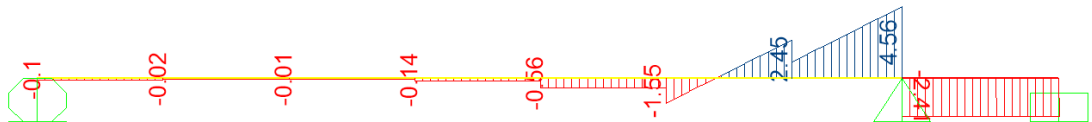
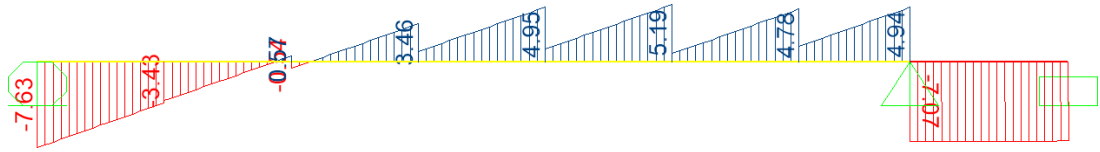


Diagrama de Fuerzas Cortantes



Sobrecarga 3 (ton):

Diagrama de Momentos Flectores



Sobrecarga 4 (ton):

Diagrama de Momentos Flectores



Diagrama de Fuerzas Cortante

Sobrecarga 5 (ton):



Diagrama de Momentos Flectores

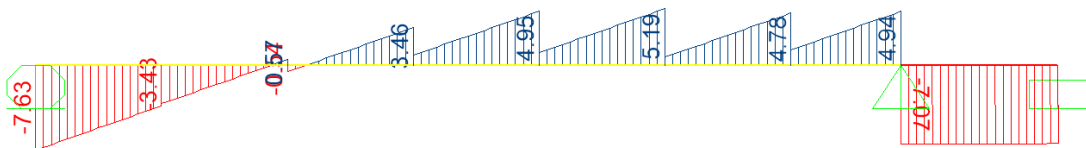


Diagrama de Fuerzas Cortantes

Pretensado (ton):

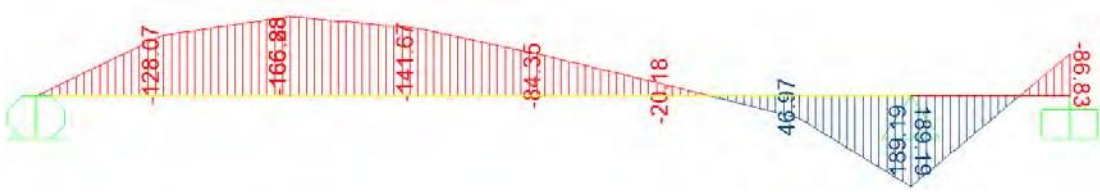


Diagrama de Momentos Flectores

Temperatura (ton):

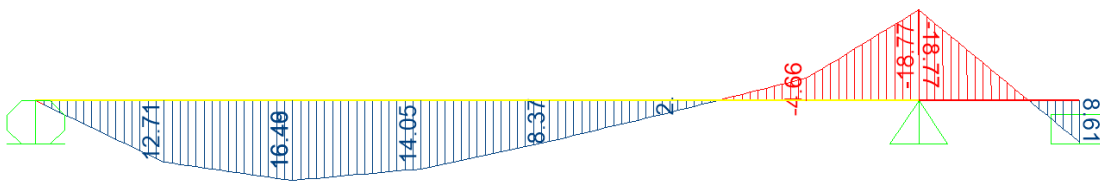


Diagrama de Momentos Flectores

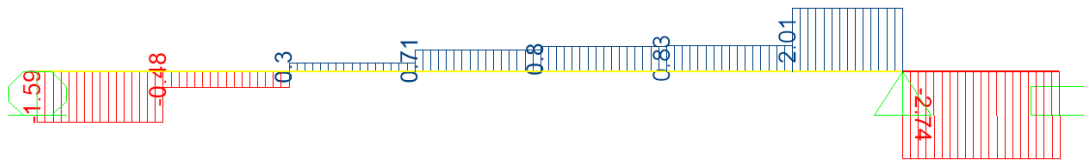


Diagrama de Fuerzas Cortantes

Sismo en X (Sx) (ton):

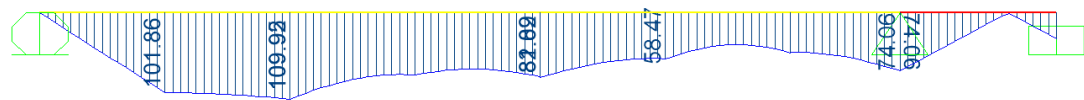


Diagrama de Momentos Flectores

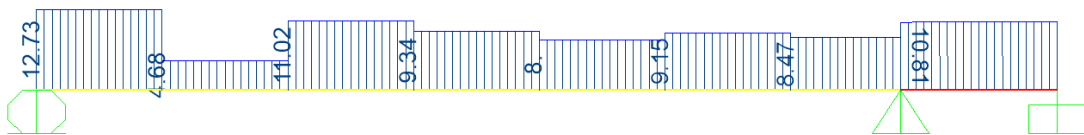


Diagrama de Fuerzas Cortantes

Sismo en Y (Sy) (ton):

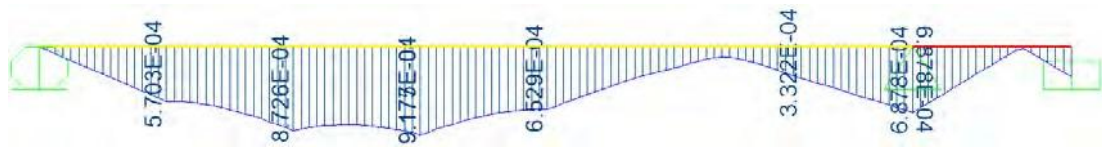


Diagrama de Momentos Flectores

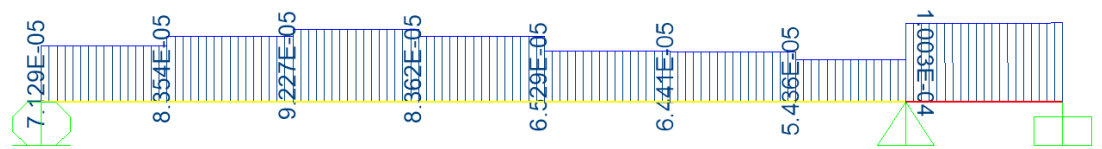


Diagrama de Fuerzas Cortantes

4.1.3 EVALUACIÓN DE LA VIGA CAJÓN DE SECCIÓN COMPUESTA

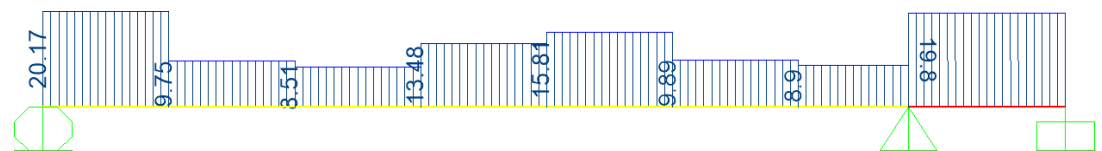


Diagrama de Fuerzas Cortantes

La importancia de la evaluación estructural de las vigas cajón de sección compuesta y de concreto armado radica en que el puente tuvo una falla local en la conexión del tramo de sección compuesta con el tramo de concreto armado, esta sección se localiza a la altura de la torre y según el reporte fotográfico y las grabaciones que pudimos observar durante el colapso del puente, éste tuvo una falla localizada en esta unión. Sin embargo, según el estudio del Expediente Técnico, los dos tramos de las vigas fueron concebidas como una estructura continua, por lo que no debió fallar en esa zona de manera intempestiva.

Por otro lado, en el Expediente Técnico el modelo matemático del puente para el análisis estructural y posteriormente su diseño se consideró que éste se encuentra apoyado en dos estribos y cimentado en su torre, eso quiere decir que se contempla reacciones en los extremos del tablero los cuales soportan a la estructura.

Luego del colapso, salieron en los medios de comunicación muchas opiniones acerca de que el tablero debió ser sostenido por los cables y no colapsar, pero esto solo sería cierto si en el Expediente Técnico se hubiera considerado un modelo que

prescindiera de la reacción del estribo izquierdo que fue el que se llevó el río debido a la socavación del terreno y a la falta de elementos de protección ribereña. Por lo tanto, podemos plantear como una hipótesis que la falla fue local en la unión de la viga de acero con la viga de concreto a la altura de la torre. Para comprobar esta hipótesis, se analizará de manera muy general las fuerzas y momentos flectores actuantes considerando un modelo matemático en SAP 2000 prescindiendo del estribo izquierdo, se evaluará cuanto es el incremento de las fuerzas y momentos flectores para concluir si efectivamente las resistencias de las secciones en tal zona cumplen con los requisitos de diseño.

Para realizar el análisis de las vigas, primero se evaluará el modelo matemático original concebido en el Expediente Técnico y luego se comentará los resultados considerando un modelo estructural sin considerar el apoyo izquierdo.

Sismo en Z (Sz) (ton):

Para la evaluación de la viga cajón de sección compuesta utilizaremos las envolventes de momentos flectores y fuerzas cortantes de los estados límites de diseño: Resistencia I y Evento Extremo I.

Resistencia I:

Datos del análisis estructural obtenido del SAP2000:

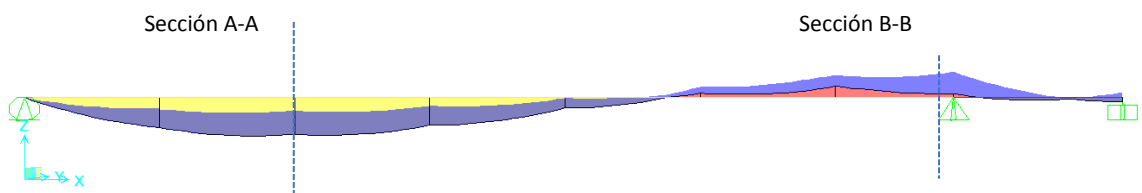


Diagrama de Momentos Flectores de la Envolvente

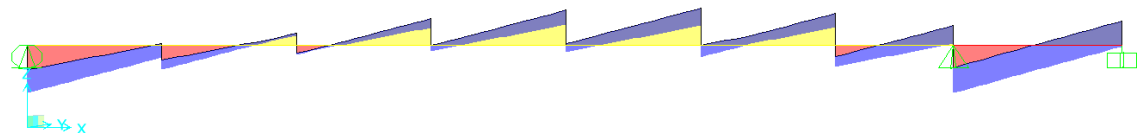


Diagrama de Fuerzas Cortantes de la Envolvente

A continuación, se muestran tabulados los momentos flectores y fuerzas cortantes actuantes. Se analizarán las secciones críticas a lo largo de la viga de sección compuesta, por esa razón se tomará dos secciones, la sección A - A (momento máximo positivo en X=16 m) y B - B (momento máximo negativo en X= 55 m).

X (m)	Momentos Flectores (M3) (ton-m)	Fuerzas Cortantes (V2) (ton)
0.00	0.00	-35.17
8.00	176.92	-17.89
16.00	215.91	9.43
24.00	161.92	19.97
32.00	60.75	26.11
40.00	-62.66	27.55
48.00	-135.47	23.69
55.00	-152.29	14.72

Valores de Momentos Flectores y Fuerzas Cortantes obtenidos del SAP2000

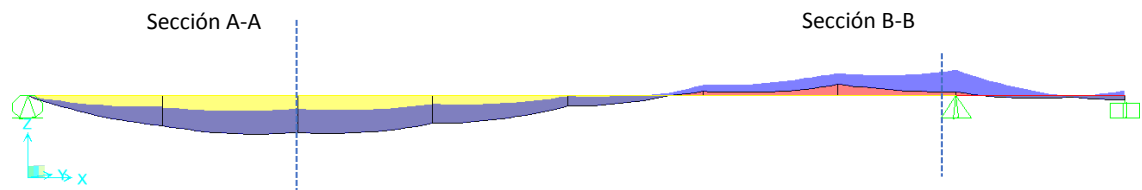


Diagrama de Momentos Flectores

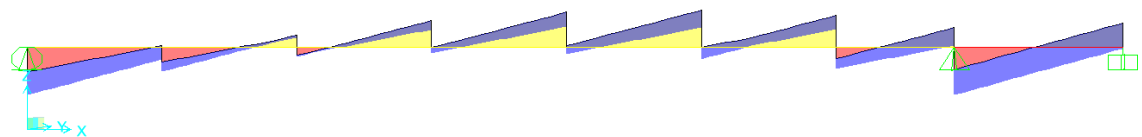


Diagrama de Fuerzas Cortantes

A continuación, se muestran tabulados los momentos flectores y fuerzas cortantes actuantes. Se analizarán las secciones críticas a lo largo de la viga de sección compuesta, por esa razón se tomará dos secciones, la sección A - A (momento máximo positivo en X=16 m) y B - B (momento máximo negativo en X= 55 m).

0.00	0.00	-51.53
8.00	319.36	-28.31
16.00	406.78	-99.28
24.00	325.10	30.57
32.00	145.65	37.58
40.00	-118.76	27.92
48.00	-227.33	17.86
55.00	-251.38	64.54

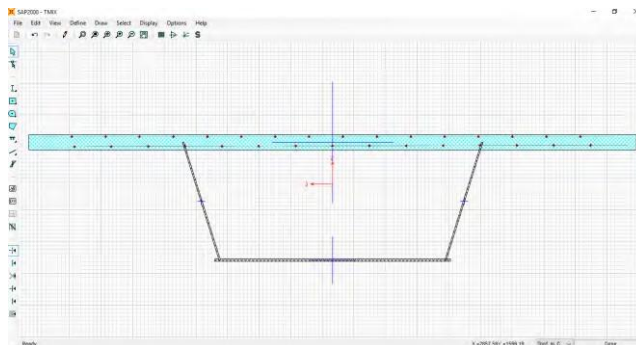
Valores de Momentos Flectores y Fuerzas Cortantes obtenidos del SAP2000

Dimensiones:

Tablero: 4.80 m x 0.12 m Refuerzo:

capa 1: 16 Ø 1/2"

capa 2: 15 Ø 1/2"



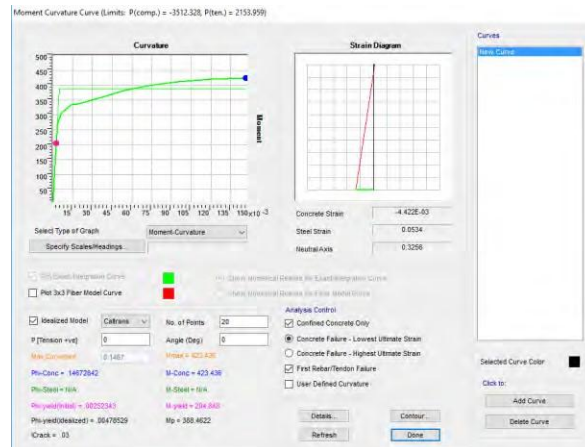
Sección A-A de la viga compuesta en SAP2000

El método de análisis de la capacidad de la sección por resistencia se determinó obteniendo la gráfica de Momento – Curvatura de la sección a través del programa SAP2000, el cual nos brinda la información acerca de los valores de los momentos de fluencia y de rotura de la sección.

Para obtener la gráfica Momento – Curvatura se tuvo que ingresar la sección compuesta a la herramienta Section Designer, la cual nos permite obtener la gráfica

en mención.

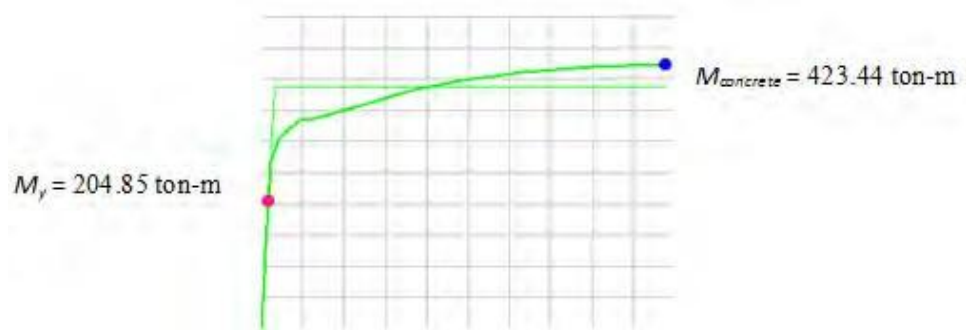
A continuación, se muestra la gráfica Momento - Curvatura que se obtiene utilizando la herramienta Section Designer.



Gráfica de Momento – Curvatura obtenida del SAP2000

El momento nominal resistente en $x = 16$ m:

Ángulo del Momento = 0



Gráfica de Momento – Curvatura obtenida del SAP2000

Resultados del método por integración exacta del SAP2000:

$$\phi_{y(Initial)} = 2.523E-03$$

$$M_y = 204.8479 \text{ ton} - m$$

$$\phi_{y(Idealized)} = 4.785E-03 \quad M_p = 388.4622 \text{ ton} - m \quad \theta_{crack} = 0.0303 \text{ m}^4$$

$$\phi_{concrete} = 0.1467$$

$$M_{concrete} = 423.4363 \text{ ton} - m$$

$$\phi_{steel} = N/A$$

$$M_{steel} = N/A$$

Interpretación de Resultados:

Del gráfico se obtiene que el momento nominal de la sección A-A es $M_n = 423.44 \text{ ton} - m$. Entonces el momento nominal resistente de la sección resulta:

$$\begin{aligned}\phi M_n &= 0.9 \times 423.44 \text{ ton} - m \\ &= 381.10 \text{ ton} - m \quad \phi M_n = \\ &\quad \mathbf{381.10 \text{ ton} - m}\end{aligned}$$

De los resultados obtenidos por el programa podemos concluir lo siguiente: Máximo momento actuante ($x= 16 \text{ m}$):

$$\mathbf{M_u = 215.91 \text{ ton} - m}$$

Momento – Curvatura (M - ϕ) – Ton, m

Carga Axial = 0 ton

$$\phi M_n = \mathbf{381.10 \text{ ton} - m}$$

Por lo que:

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$381.10 \text{ ton} - m \geq 215.91 \text{ ton} - m$$

Se concluye que la sección analizada satisface los requerimientos mínimos de diseño establecidos en la normatividad.

El procedimiento de análisis para la Sección A-A que corresponde al estado límite de Resistencia I se repetirá de igual forma para el análisis de la Sección B-B (Resistencia I) y para el estado límite de Evento Extremo (Secciones C-C y D-D) por lo que a continuación se resumirá en una tabla para un mejor estudio de los resultados.

			215.91	381.10	165.19	43.35%
			152.29	383.53	231.24	60.29%
			406.78	381.10	-25.68	-6.74%
			251.38	383.53	132.15	34.46%

Tabla resumen Mu vs ϕM_n de la Sección Compuesta

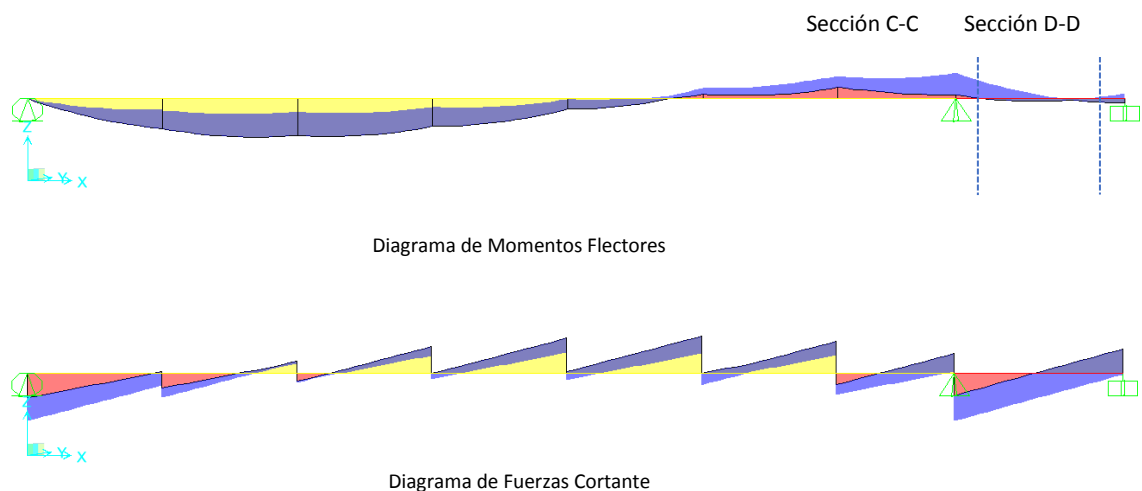
De los resultados obtenidos mostrados en la tabla, se puede observar que para la Sección A-A correspondiente al estado límite de Evento Extremo I, la resistencia suministrada no es suficiente, existe una diferencia de 6.74% de déficit con respecto al momento flector actuante. Por lo que se sugiere reforzar dicha sección.

4.1.4 EVALUACIÓN DE LA VIGA CAJÓN DE CONCRETO ARMADO

Para la evaluación de la viga cajón de sección compuesta utilizaremos las envolventes de momentos flectores y fuerzas cortantes de los estados límites de diseño: Resistencia I y Evento Extremo I.

Resistencia I:

Datos del análisis estructural obtenido del SAP2000:



55.0 0	-152.89	-35.08
57.5 0	-75.20	-26.58
60.0 0	-19.37	-18.08
62.5 0	15.22	-9.59
65.0 0	-31.03	17.86

Valores de Momentos Flectores y Fuerzas Cortantes obtenidos del SAP2000

Evento Extremo I:

Datos del análisis estructural obtenido del SAP2000:

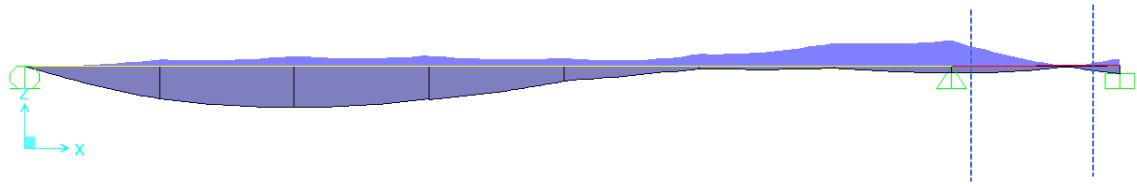


Diagrama de Momentos Flectores

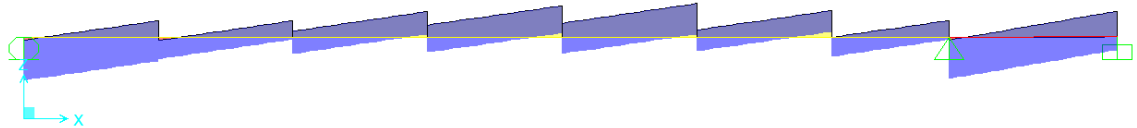
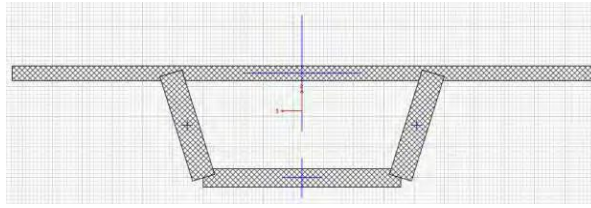


Diagrama de Fuerzas Cortantes

X (m)	Momentos Flectores (M3) (ton)	Fuerzas Cortantes (V2) (ton)
55.0 0	-251.38	-49.54
57.5 0	-138.16	-41.04
60.0 0	-46.18	-32.54
62.5 0	24.55	-24.04
65.0 0	74.04	30.55

Valores de Momentos Flectores y Fuerzas Cortantes obtenidos del SAP2000

Análisis de la Sección C-C para el estado límite de Resistencia I: Sección de la Viga de Concreto Armado:



Sección Transversal de la Viga de Concreto Armado en SAP2000

Para el análisis de la viga cajón de concreto armado se utilizó el programa CSI COL. Debido a la complejidad de la geometría de la viga cajón, dicha sección se analizará como una sección en I.

Sección C -C:

A continuación, se muestra la sección en I con el refuerzo colocado según el expediente técnico del puente.

Dimensiones:

$$bf1 = 4.80 \text{ m } bf2 = 1.80 \text{ m}$$

$$tw = 0.40 \text{ m}$$

$$h = 1.00 \text{ m}$$

$$tf1 = 0.12 \text{ m } tf2 = 0.15 \text{ m}$$

Refuerzo:

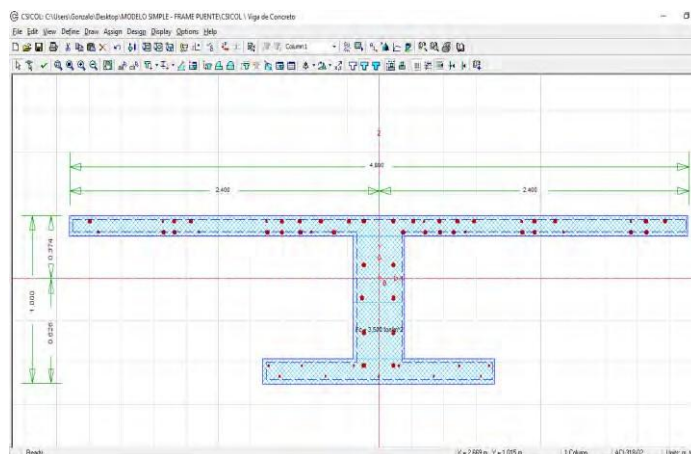
Ala superior: capa1: 13Ø1" + 5Ø1/2"

capa 2: 10Ø1" + 5Ø1/2"

Alma: 8Ø1"

Ala inferior: capa 1: 6Ø3/8"

capa 2: 5Ø3/8"



Sección C-C de la viga de concreto armado en SAP2000

Para obtener el momento resistente de la sección utilizaremos la herramienta para generar de momentos nominales resistentes en ambas direcciones X e Y que se muestra a continuación.

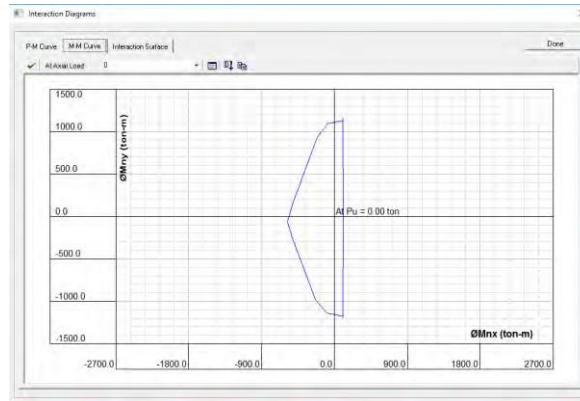


Diagrama de Interacción de la Sección C-C en SAP2000

1	118.705	-27.112
2	109.762	-1,207.52
3	103.161	-1,187.20
4	98.708	-1,185.29
5	92.458	-1,193.64
6	82.931	-1,191.36
7	65.846	-1,190.39
8	27.226	-1,187.34
9	-17.459	-1,177.39
10	-100.755	-1,164.07
11	-245.301	-1,013.12
12	-526.949	-284.135
13	-604.357	-63.239
14	-518.716	193.238
15	-223.691	963.456
16	-81.238	1,127.31
17	2.987	1,136.01
18	43.331	1,144.64
19	74.994	1,148.24

20	88.878	1,148.78
21	96.514	1,150.17
22	101.823	1,147.42
23	105.48	1,150.82
24	110.869	1,176.73
25	118.705	-27.112

Valores de M_x y M_y del Diagrama de Interacción de la sección C-C

De los valores de la gráfica ($P_n = 0$) se puede obtener el momento nominal resistente M_{nx} para cuando $M_{ny} = 0$. Entonces escogemos dos puntos para interpolar y hallar cuanto es M_{nx} .

Escogemos los puntos 13 y 14:

$$-63.239 \rightarrow -604.357$$

$$0 \rightarrow M_{nx}$$

$$193.238 \rightarrow -518.716$$

Interpolando:

$$\rightarrow 583.24 + 0.33M_{ny} = M_{nx}$$

Para $M_{ny} = 0$

$$\mathbf{M_{nx} = -583.24 \text{ ton} - m}$$

De tal modo podemos concluir que el diseño de la sección C-C satisface los requerimientos de diseño establecidos según los códigos y normativas del RNE E0.60.

$$\mathbf{M_{actuante} \leq M_{resistente}}$$

$$\mathbf{M_u \leq \phi M_n}$$

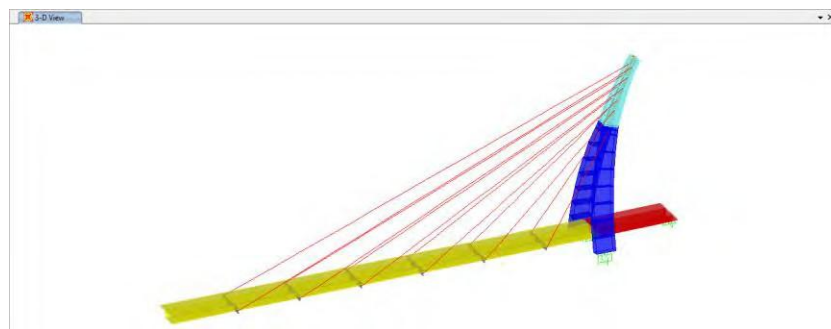
$$\mathbf{-152.89 \text{ ton} - m \leq -583.24 \text{ ton} - m}$$

El procedimiento de análisis para la Sección C-C que corresponde al estado límite de Resistencia I se repetirá de igual forma para el análisis de la Sección D-D (Resistencia I) y para el estado límite de Evento Extremo (Secciones C-C y D-D)

por lo que a continuación se resumirá en una tabla para un mejor estudio de los resultados.

			-152.89	-583.24	-430.35	73.79%
		Sección D-D	-31.03	-465.58	-434.55	93.34%
			-251.38	-583.24	-331.86	56.90%
		Sección D-D	-74.04	-465.58	-391.54	84.10%

Tabla resumen Mu vs \emptyset Mn de la Sección de Concreto Armado



Modelo Matemático Alternativo del Puesto en SAP2000

Diagramas de Momento Flector (Peso Propio, Resistencia I y Evento Extremo I)

Moment 3-3 Diagram (ENVOLVENTE RESISTENCIA I)

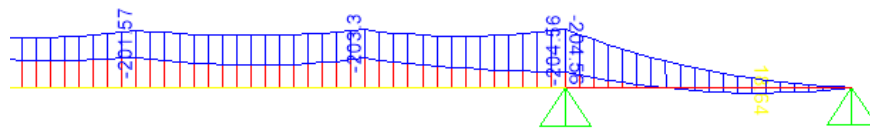
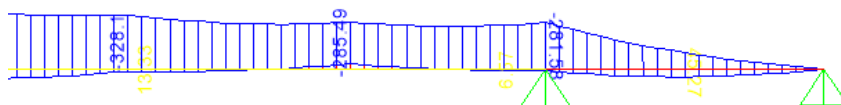


Diagrama de Momentos Flectores

Moment 3-3 Diagram (ENVOLVENTE EVENTO EXTREMO I)



Modelo Matemático alterno (sin considerar el apoyo izquierdo)

De forma complementaria, se elabora un modelo alterno del puente Solidaridad sin considerar el apoyo izquierdo con el fin de evaluar el incremento de los momentos flectores con respecto al modelo concebido originalmente.

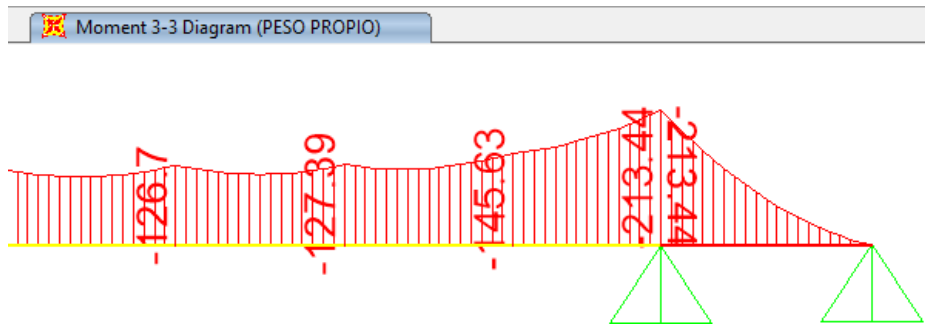


Diagrama de Momentos Flectores

Comparando los valores de los momentos flectores de este modelo con respecto al modelo original concebido en el Expediente Técnico podemos concluir en lo siguiente:

Peso Propio:

Es importante este análisis dado que el colapso del puente sucedió cuando el puente no tenía una sobrecarga.

El momento resistente nominal en $x = 55 \text{ m}$ es de $\phi Mn = 383.53 \text{ ton} - \text{m}$ y el momento actuante sin considerar el apoyo izquierdo es de $Mu = 213.44 \text{ ton}$ por lo que $Mu \leq$

ϕMn entonces podemos concluir que la sección si resiste ante el momento flector actuante.

Resistencia I:

El incremento con respecto al modelo con el apoyo izquierdo fue de:

$$\Delta = \left[\frac{204.56 \text{ ton-m} - 152.29 \text{ ton-m}}{152.29 \text{ ton-m}} \times 100\% \right] = 34.32\% \quad |$$

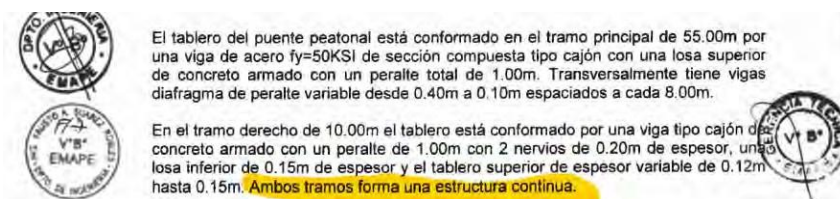
El momento resistente nominal en $x = 55 \text{ m}$ es de $\phi M_n = 383.53 \text{ ton} - \text{m}$ y el momento actuante es $M_u = 204.56 \text{ ton}$ por lo que $M_u \leq \phi M_n$ entonces podemos concluir que la sección si resiste ante el momento flector actuante.

$$\Delta = \left[\frac{281.58 \text{ ton-m} - 251.38 \text{ ton-m}}{251.38 \text{ ton-m}} \times 100\% \right] = 12.01\%$$

El momento resistente nominal en $x = 55 \text{ m}$ es de $\phi M_n = 383.53 \text{ ton} - \text{m}$ y el momento actuante es $M_u = 281.58 \text{ ton}$ por lo que $M_u \leq \phi M_n$ entonces podemos concluir que la sección si resiste ante el momento flector actuante.

Del análisis anterior podemos concluir que efectivamente la sección de la viga metálica cumple con los requisitos de resistencia ante la posibilidad de considerar el modelo matemático del puente sin el estribo izquierdo. Sin embargo, esto no sucedió así, el puente falló localmente en dicha conexión por lo que nos lleva a plantearnos que a lo mejor la conexión no fue supervisada y/o ejecutada adecuadamente en la obra.

Estudiando el Expediente Técnico, éste señala que las vigas fueron concebidas para que trabajen como una estructura continua y además también señala que la viga de concreto tiene un traslape de 5 m dentro de la viga cajón de acero.



Extracto del Expediente Técnico del Puente Solidaridad

Sistema de Soporte Temporal de Estructura Metálica

El sistema estructural del puente es una sección compuesta, por lo que antes del lanzamiento de la viga metálica se construirán dos torres o pilares temporales de montaje, incluyendo sus cimentaciones, las cuales se quedaran hasta concluir la construcción del tablero de concreto y después de hacer el tensado de los cables.

Construcción de Viga de Concreto y del Tablero

Luego del lanzamiento de la Viga Metálica, se procederá a la construcción de la viga de concreto armado de 15 de luz, en la margen derecha. Y posteriormente la construcción del tablero de concreto en todo lo largo del puente.

Sin embargo, según el reporte fotográfico (Foto 44 y 45 del Anexo) no se observó que se haya considerado los 5 m de traslape de la viga de concreto.

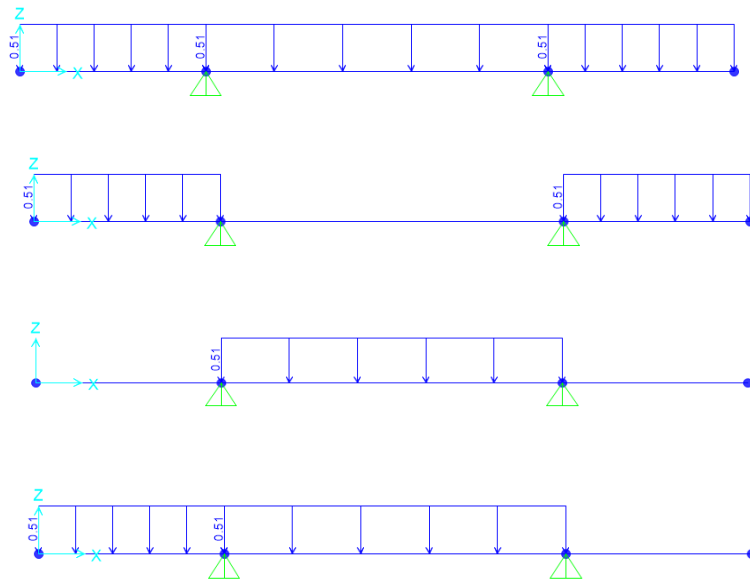
4.1.5 Sección Transversal del Tablero

Para poder analizar el comportamiento de la sección transversal del tablero de concreto armado se ha realizado un modelo unidimensional de la sección en el programa SAP2000 considerando las propiedades de los materiales y de sección que se mencionan en el expediente técnico.



Modelo idealizado del tablero de concreto armado

En el modelo unidimensional se consideró las alternancias de carga viva que se muestran a continuación:



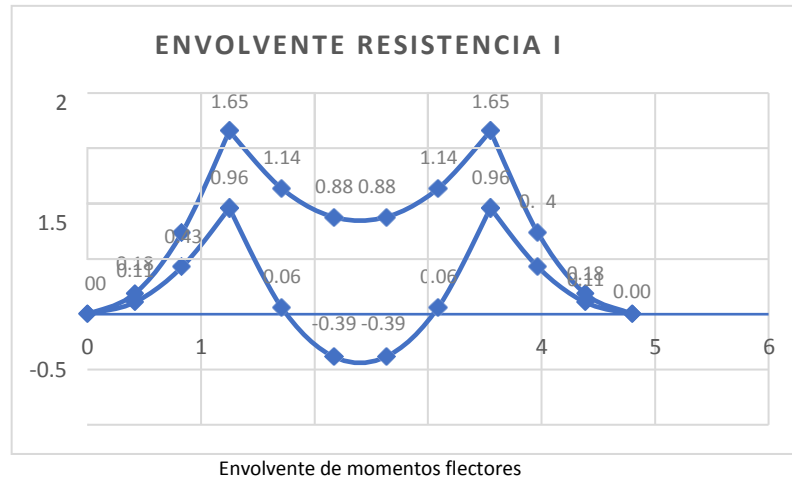
Estados de carga sobre el tablero idealizado

Revisión por Resistencia I-1

Una vez finalizado el modelo simplificado (modelo unidimensional) del tablero de concreto armado procedemos a ejecutar el programa SAP2000 para la obtención

de resultados.

Revisión por Flexión



Cálculo del acero mínimo

Datos:

$$d = 9 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo del acero de temperatura y retracción

Aplicando la fórmula:

$$A_{st} = 0.0018 * b * h$$

Datos:

$$b = 100 \text{ cm } h = 12 \text{ cm}$$

$$A_{st} = 0.0018 * 100 * 12 = 2.16 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Cálculo del acero de refuerzo

Datos:

$$M_u = -1.65 \text{ ton} - \text{m}$$

$$d = 9 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

Aplicando la fórmula:

$$a = d^2 - \sqrt{\frac{d^2 - 2M_u * 10^5}{\phi * 0.85 * f'c * b}} \quad ; \quad a = 0.9 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u * 10^5}{\phi * F_y * (d - \frac{a}{2})} \quad ; \quad A_s = 5.11 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Finalmente,

- Colocar 3/8"@25 + 3/8"@25

Datos:

$$M_u = 0.39 \text{ ton} - \text{m}$$

$$d = 9 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

Aplicando la fórmula:

$$a = d^2 - \sqrt{\frac{d^2 - 2M_u * 10^5}{\phi * 0.85 * f'c * b}} \quad ; \quad a = 0.205 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_u * 10^5}{\phi * F_y * (d - \frac{a}{2})} \quad ; \quad A_s = 1.16 \text{ cm}^2/\text{m}$$

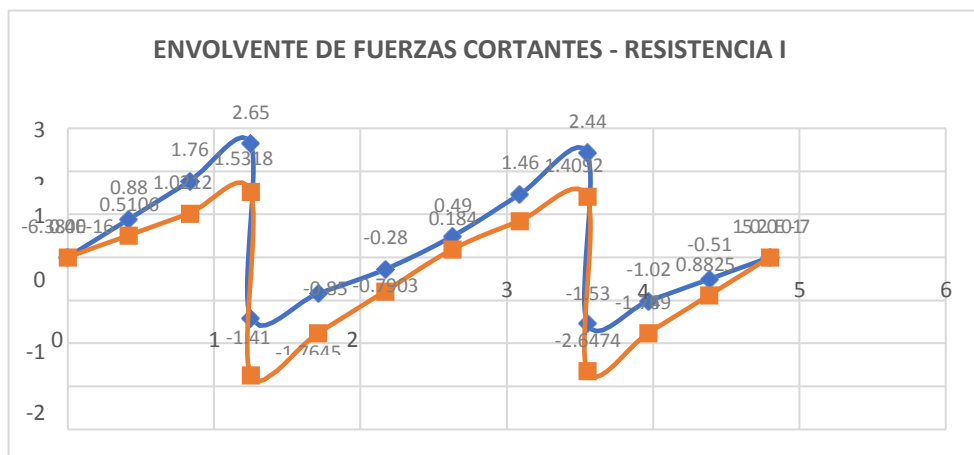
Dado que el acero de refuerzo hallado es menor al acero mínimo, se considerará el refuerzo mínimo es decir $A_s = 2.51 \text{ cm}^2/\text{m}$

Finalmente,

- Colocar 3/8" @25

Revisión por Cortante

Luego de ejecutar el análisis en el programa SAP2000 se obtuvo una serie de resultados que han sido tabulados en una hoja de cálculo para luego elaborar la gráfica de la envolvente de fuerzas cortantes.



Envolvente de fuerzas cortantes

Ahora, procederemos a calcular la capacidad de resistencia al corte del concreto para compararlo con las fuerzas cortantes actuantes y ver que efectivamente no necesita ningún refuerzo por corte.

Cálculo de ϕV_c

Datos:

$$\phi = 0.85$$

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$bw = 100 \text{ cm}$$

$$d = 9 \text{ cm}$$

$$V_{umax} = 2.65 \text{ ton}$$

Aplicando la fórmula:

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{280} * 100 * 9 = 6784.48 \text{ kg}$$

$$\phi V_c = 6.78 \text{ ton}$$

Finalmente, podemos constatar que la capacidad de resistencia del concreto al corte es superior a la fuerza cortante máxima actuante.

$$\phi V_c = 6.78 \text{ ton} > V_u$$

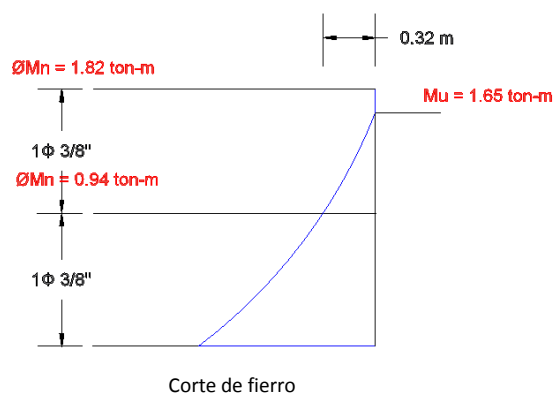
Por lo tanto, la sección transversal del tablero no necesita refuerzo por fuerza cortante.

Corte de fierro

De acuerdo con los requerimientos de nuestra envolvente de momentos flectores, el corte de fierro se realizó para el bastón negativo de $\phi 3/8"$. Por otro lado, se colocó acero de refuerzo corrido para momentos positivos y negativos. El corte de fierro para el bastón de $\phi 3/8"$ se realiza a partir del punto teórico de corte, el punto teórico de corte es el punto de inflexión en el diagrama de momento flector.

A partir del punto teórico de corte, el acero debe extenderse más allá de dicho punto una distancia no menor que d , $12db$ ni $l_n/16$.

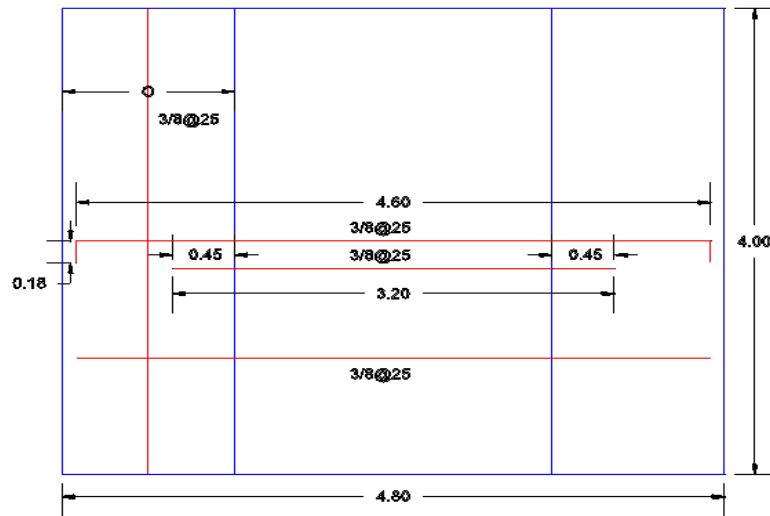
A continuación, se presenta una gráfica que ilustra el procedimiento para el corte de fierro a partir del punto teórico.



Esquema en planta

Finalmente, se presenta el esquema en planta de la colocación de los refuerzos en

el tablero del puente peatonal Solidaridad.



Esquema en planta del tablero de concreto armado

4.1.6 Revisión de la torre de concreto armado

Descripción

De acuerdo con el expediente técnico, la torre de concreto armado se divide en tres elementos:

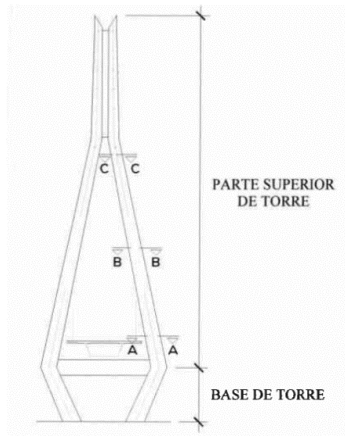
- Base
- Parte superior
- Viga de unión

A continuación, se procederá a verificar el diseño estructural de cada uno de estos elementos que componen la torre.

Parte superior:

La parte superior de la torre está compuesta por dos columnas inclinadas de sección variable unidas por una viga de unión en su parte inferior y mediante una pequeña placa en la parte superior.

Para el análisis del diseño estructural, se tomará como referencia tres secciones transversales de la columna, las secciones se ubican en la parte superior, media e inferior de la columna.



Secciones de análisis para la torre de concreto armado

Procedimiento de análisis

Para empezar con el análisis de las secciones de las columnas, es necesario contar con los planos estructurales de la torre, allí se detallan los elementos que componen la torre y las secciones de las columnas, que en nuestro caso son las secciones A-A, B-B y C-C. En cada una de ellas se verificará el diseño por flexocompresión y cortante para las columnas; y flexión para la viga de unión.

4.1.7 Verificación del diseño por flexocompresión

Sección A-A:

Para verificar si la sección A-A cumple con los requisitos de diseño por flexocompresión es necesario construir su diagrama de interacción.

Es así como se obtiene los puntos para graficar el diagrama de interacción de la sección A-A, utilizando como herramienta de análisis el programa SAP2000.

Puntos	$\varnothing P_n$ (ton)	$\varnothing M_n$ (ton-m)
1	5,101.60	0.16
2	5,101.60	963.35
3	4,793.60	1,513.82
4	4,103.40	1,941.99
5	3,360.70	2,254.21
6	2,538.90	2,475.11
7	1,888.60	2,445.97

8	1,266.30	2,205.77
9	621.42	1,792.15
10	-165.75	1,447.85
11	-1,470.62	-0.22

Puntos del diagrama de interacción de la sección

Luego podemos exportar los datos a una hoja de cálculo para tabularlos y graficarlos. El diagrama de interacción de la sección A-A se muestra a continuación.

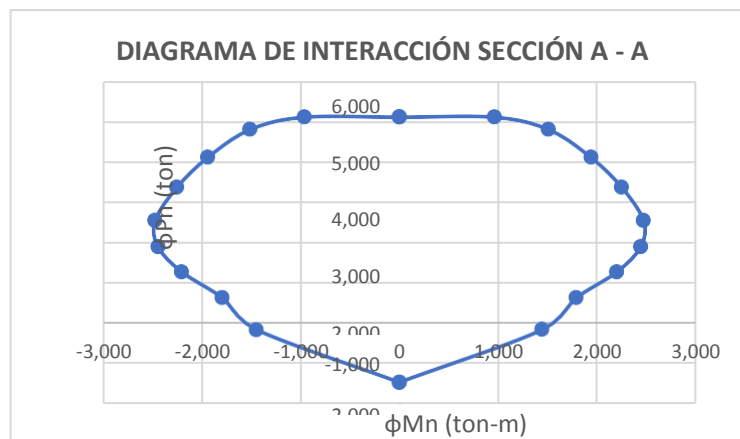


Diagrama de interacción de la sección

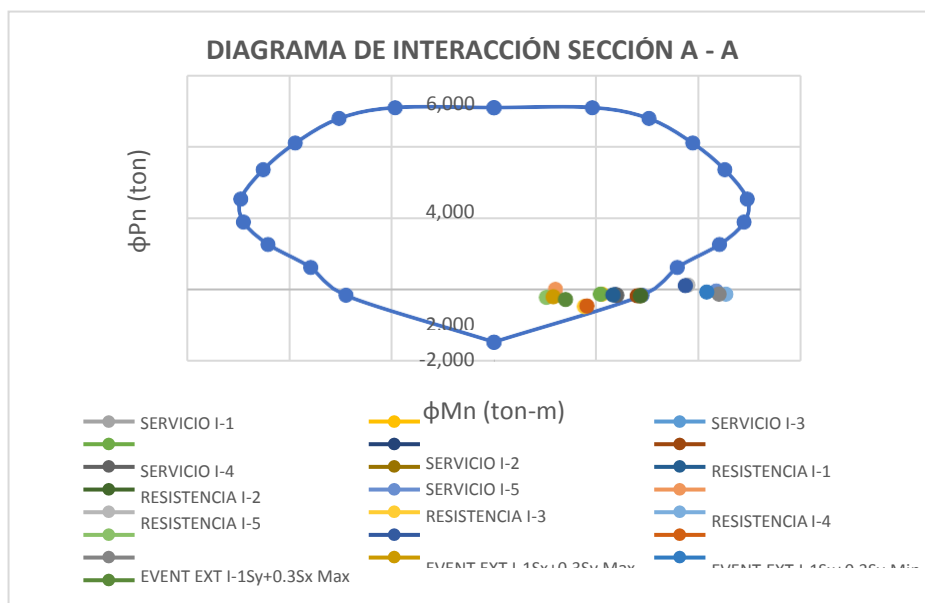
Ahora que contamos con el diagrama de interacción de la sección A-A, éste nos permitirá verificar si el diseño de dicha sección cumple con los requisitos de diseño. Con el uso del programa SAP2000 como herramienta de análisis, obtendremos las fuerzas para cada estado límite de diseño.

SERVICIO I-1	-141.11	1,171.50
SERVICIO I-2	-136.39	1,057.43
SERVICIO I-3	-142.56	1,189.61
SERVICIO I-4	-134.94	1,039.32
SERVICIO I-5	-142.56	1,189.61
RESISTENCIA I-1	-175.38	1,399.46
RESISTENCIA I-2	-167.12	1,199.83
RESISTENCIA I-3	-177.92	1,431.14
RESISTENCIA I-4	-	1,168.14

	164.59	
RESISTENCIA I-5	-177.92	1,431.14
EVENTO EXT I-1Sx+0.3Sy	-46.88	2,174.81
EVENTO EXT I-1Sx+0.3Sy	-301.95	603.68
EVENTO EXT I-1Sy+0.3Sx	119.46	1,896.56
EVENTO EXT I-1Sy+0.3Sx	-468.28	881.93
EVENTO EXT I-1Sx+0.30Sz	-123.90	2,265.17
EVENTO EXT I-1Sx+0.30Sz	224.93	513.32
EVENTO EXT I-1Sy+0.30Sz	113.72	1,867.67
EVENTO EXT I-1Sy+0.30Sz	-462.55	910.82
EVENTO EXT I-1Sz+0.30Sx	-137.28	2,197.77
EVENTO EXT I-1Sz+0.30Sx	211.55	580.72
EVENTO EXT I-1Sz+0.30Sy	-65.99	2,078.52
EVENTO EXT I-1Sz+0.30Sy	282.84	699.97

Fuerzas axiales y momentos flectores correspondientes a cada estado límite de diseño

Estos puntos representan las fuerzas axiales y momentos flectores para los tres estados límite de diseño. A continuación, se verifica con el diagrama de interacción tales puntos.



Verificación del diseño de la sección con el diagrama de interacción

Conclusión:

Podemos observar que hay puntos que se ubican dentro y fuera del diagrama de interacción.

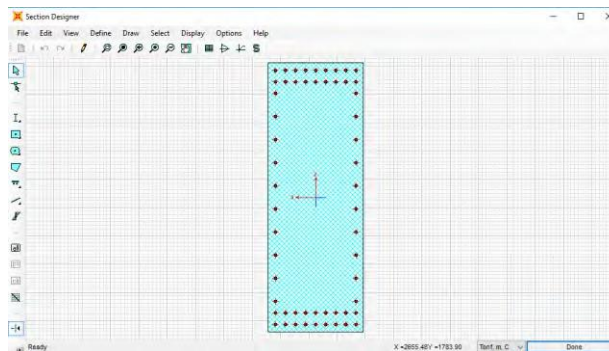
Los puntos que se ubican dentro del diagrama de interacción cumplen con los requisitos de diseño. Por otro lado, los puntos que se encuentra fuera del diagrama de interacción no cumplen con los requisitos de diseño, los que se encuentran fuera de este diagrama son los puntos que corresponden al estado límite de Evento Extremo I.

Sección B-B:

Para verificar si la sección B-B cumple con los requisitos de diseño por flexocompresión es necesario construir su diagrama de interacción.

Luego de contar con la geometría de la sección, la ingresamos al SAP2000 para que el programa analice la sección y obtenga el diagrama de interacción.

A continuación, se muestra la sección B-B con los refuerzos de $\phi 1''$ (según Plano E-04) en la opción Section Designer:



Sección importada al programa SAP2000

Utilizando la opción Show Interaction Surface se obtiene los valores que nos permitirá dibujar el diagrama de interacción, en nuestro caso utilizaremos los valores P y M3.

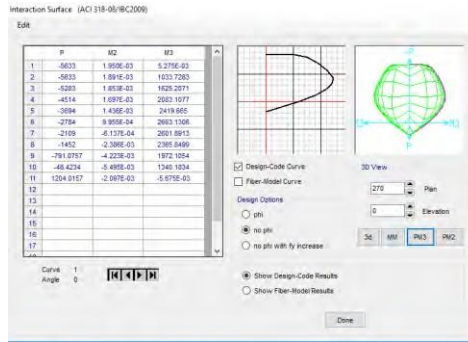


Diagrama de interacción utilizando la herramienta **Section Designer** del SAP2000

Punto s	ϕP_n (ton)	ϕM_n (ton-m)
1	3,943.10	0.00
2	3,943.10	723.61
3	3,698.10	1,137.64
4	3,159.80	1,458.18
5	2,585.80	1,693.77
6	1,948.80	1,864.19
7	1,476.30	1,821.32
8	1,016.40	1,656.09
9	553.75	1,380.47
10	33.90	938.13
11	-1,083.61	-0.01

Puntos del diagrama de interacción de la sección

Luego podemos exportar estos datos a una hoja de cálculo para tabularlos y graficarlos. El diagrama de interacción de la sección B-B se muestra a continuación.

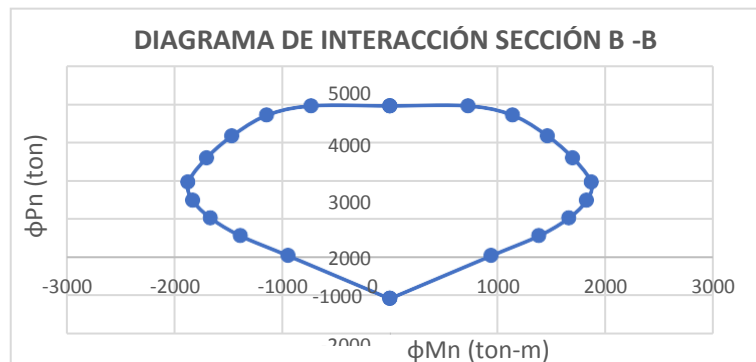


Diagrama de interacción de la sección

Ahora que contamos con el diagrama de interacción de la sección B-B de la parte inferior de la columna de la torre, éste nos permite verificar si el diseño de la

columna considerado en el expediente cumple con los estados límite de diseño según el manual de puentes.

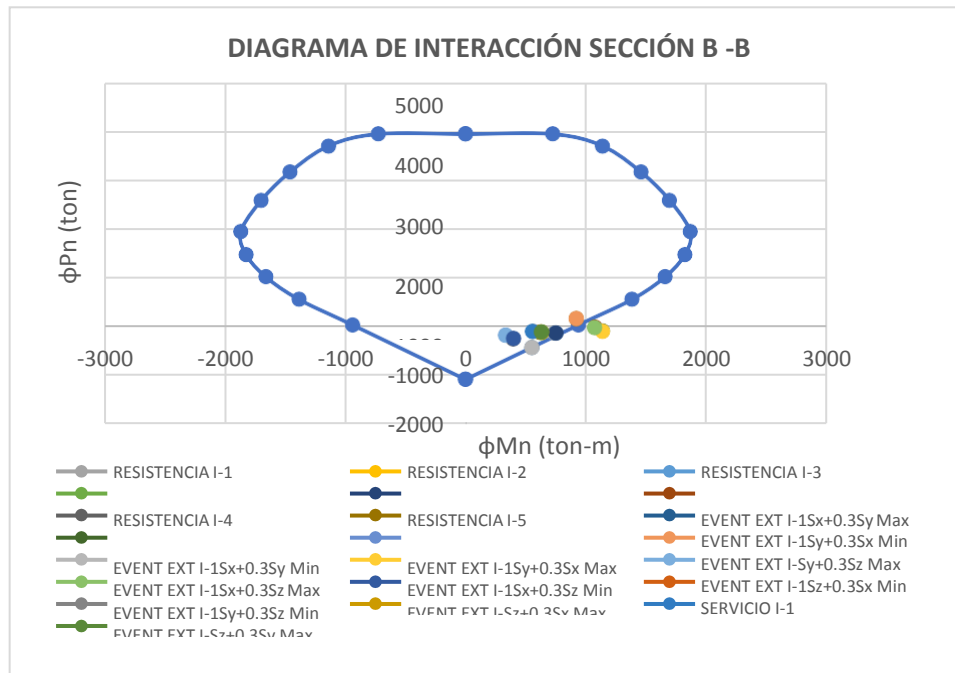
Con el uso del programa SAP2000 como herramienta de análisis, obtendremos las fuerzas para cada estado límite de diseño.

SERVICIO I-1	- 110.60	622.92
SERVICIO I-2	- 104.80	561.43
SERVICIO I-3	- 112.25	631.18
SERVICIO I-4	- 103.15	553.18
SERVICIO I-5	- 112.25	631.18
ESISTENCIA I-1	- 136.76	737.62
RESISTENCIA I-2	- 126.61	630.02
RESISTENCIA I-3	- 139.64	752.07
RESISTENCIA I-4	- 123.72	615.57
RESISTENCIA I-5	- 139.64	752.07
EVENTO EXT I-1Sx+0.3Sy	-11.81	1,072.62
EVENTO EXT I-1Sx+0.3Sy	- 259.46	396.58
EVENTO EXT I-1Sy+0.3Sx	160.9 2	919.13
EVENTO EXT I-1Sy+0.3Sx	- 432.19	550.07
EVENTO EXT I- 1Sx+0.30Sz	-88.86	1,137.54
EVENTO EXT I- 1Sx+0.30Sz	- 182.42	331.66
EVENTO EXT I- 1Sy+0.30Sz	157.9 0	918.27
EVENTO EXT I- 1Sy+0.30Sz	- 429.18	550.93
EVENTO EXT I- 1Sz+0.30Sx	-95.90	1,135.53
EVENTO EXT I- 1Sz+0.30Sx	- 175.38	333.67
EVENTO EXT I- 1Sz+0.30Sy	-21.87	1,069.75
EVENTO EXT I- 1Sz+0.30Sy	- 249.40	399.45

Fuerzas axiales y momentos flectores correspondientes a cada estado límite de diseño

Estos puntos representan las fuerzas axiales y momentos flectores para los tres estados límite de diseño. A continuación, se verifica con el diagrama de interacción

tales puntos.



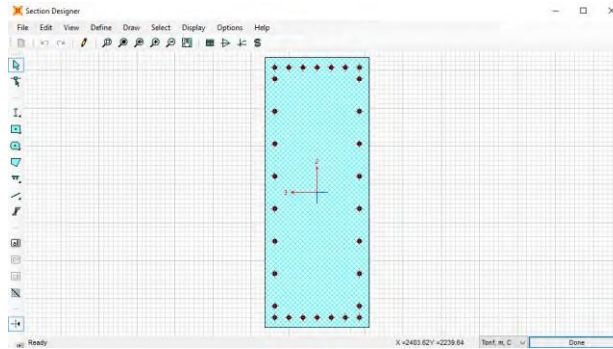
Los puntos que se ubican dentro del diagrama de interacción cumplen con los requisitos de diseño. Por otro lado, los puntos que se encuentran fuera del diagrama de interacción no cumplen con los requisitos de diseño, los que se encuentran fuera de este diagrama son algunos de los puntos que corresponden al estado límite de Evento Extremo I.

Sección C-C:

Para verificar si la sección C-C cumple con los requisitos de diseño por flexocompresión es necesario construir su diagrama de interacción.

Luego de contar con la geometría de la sección, la ingresamos al SAP2000 para que el programa analice la sección y obtenga el diagrama de interacción.

A continuación, se muestra la sección C-C con los refuerzos de $\phi 1''$ (según Plano E-04) en la opción Section Designer.



Sección importada al programa SAP2000

Es así como se obtiene los puntos para graficar el diagrama de interacción de la sección C-C utilizando como herramienta de análisis al SAP2000.

Utilizando la opción Show Interaction Surface se obtiene los valores que nos permitirá dibujar el diagrama de interacción, en nuestro caso utilizaremos los valores P y M3.

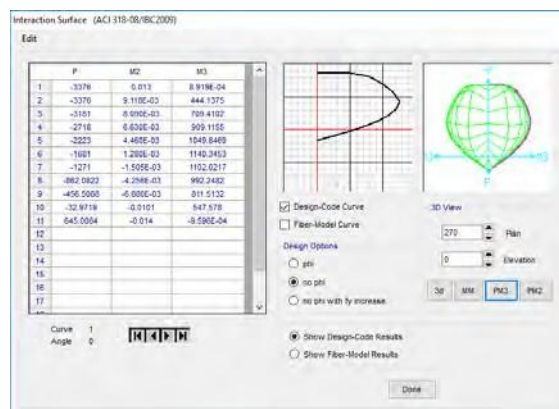


Diagrama de interacción utilizando la herramienta Section Designer del SAP2000

Puntos	ϕP_n (ton)	ϕM_n (ton-m)
1	2,363.20	0.00
2	2,363.20	310.90
3	2,226.70	496.59
4	1,902.60	636.38
5	1,556.10	734.89
6	1,176.70	798.24

7	889.70	771.42
8	603.46	694.57
9	319.56	568.06
10	23.08	383.30
11	-580.51	-0.00

Puntos del diagrama de interacción de la sección

Luego podemos exportar estos datos a una hoja de cálculo para tabularlos y graficarlos. El diagrama de interacción de la sección C-C se muestra a continuación.

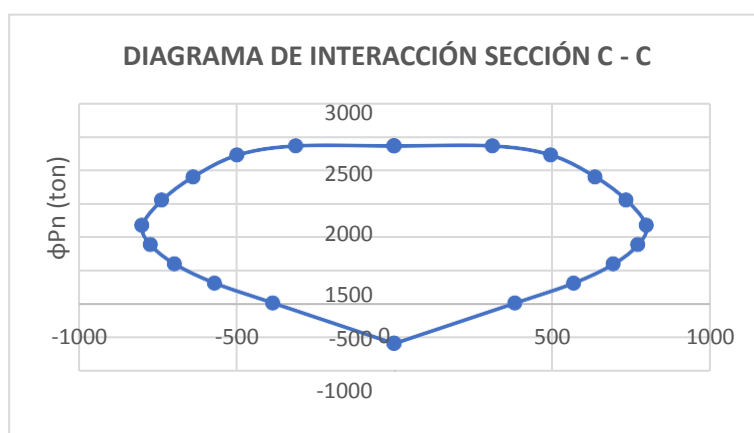


Diagrama de interacción de la sección

Ahora que contamos con el diagrama de interacción de la sección C-C de la parte inferior de la columna de la torre, éste nos permite verificar si el diseño de la columna considerado en el expediente cumple con los estados límite de diseño según el manual de puentes.

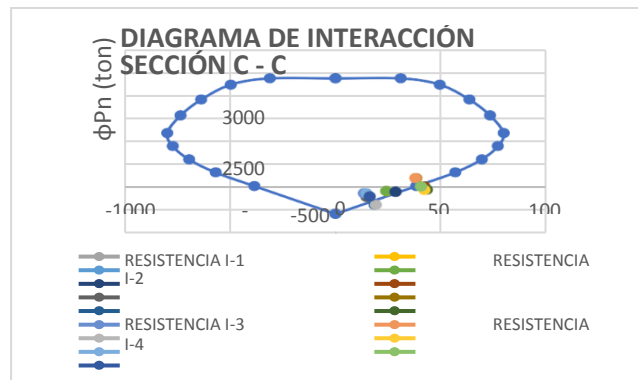
Con el uso del programa SAP2000 como herramienta de análisis, obtendremos las fuerzas para cada estado límite de diseño.

SERVICIO I-1	-77.87	244.50
SERVICIO I-2	-71.67	221.89
SERVICIO I-3	-78.84	246.08
SERVICIO I-4	-70.70	220.30
SERVICIO I-5	-78.84	246.08
RESISTENCIA I-1	-96.47	283.48
RESISTENCIA I-2	-85.61	243.92

RESISTENCIA I-3	-98.16	286.26
RESISTENCIA I-4	-83.92	241.15
RESISTENCIA I-5	-98.16	286.26
EVENTO EXT I-1Sx+0.3Sy	20.14	423.03
EVENTO EXT I-1Sx+0.3Sy	-209.07	147.83
EVENTO EXT I-1Sy+0.3Sx	194.52	384.15
EVENTO EXT I-1Sy+0.3Sx	-383.45	186.70
EVENTO EXT I-1Sx+0.30Sz	-55.88	434.71
EVENTO EXT I-1Sx+0.30Sz	-133.04	136.15
EVENTO EXT I-1Sy+0.30Sz	193.24	379.16
EVENTO EXT I-1Sy+0.30Sz	-382.16	191.69
EVENTO EXT I-1Sz+0.30Sx	-58.88	423.06
EVENTO EXT I-1Sz+0.30Sx	-130.04	147.80
EVENTO EXT I-1Sz+0.30Sy	15.85	406.40
EVENTO EXT I-1Sz+0.30Sy	-204.78	164.46

Fuerzas axiales y momentos flectores correspondientes a cada estado límite de diseño

Estos puntos representan las fuerzas axiales y momentos flectores para los tres estados límite de diseño. A continuación, se verifica con el diagrama de interacción tales puntos.



Verificación del diseño de la sección con el diagrama de interacción

Interacción. Los puntos que se ubican dentro del diagrama de interacción cumplen con los requisitos de diseño. Por otro lado, los puntos que se encuentra fuera del diagrama de interacción no cumplen con los requisitos de diseño, los que se encuentran fuera de este diagrama son algunos de los puntos que corresponden al estado límite de Evento Extremo I.

Shear Force 2-2 Diagram (RESISTENCIA I-5)

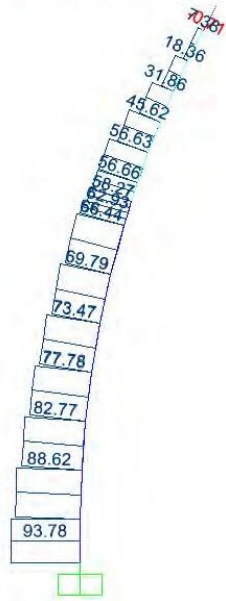


Diagrama de Fuerzas Cortantes

Shear Force 2-2 Diagram (EVENTO EXT I-15x+0.35y)

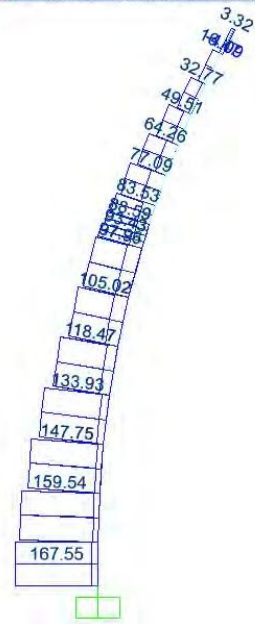


Diagrama de Fuerzas Cortantes

Shear Force 2-2 Diagram (EVENTO EXT I-15y+0.35x)

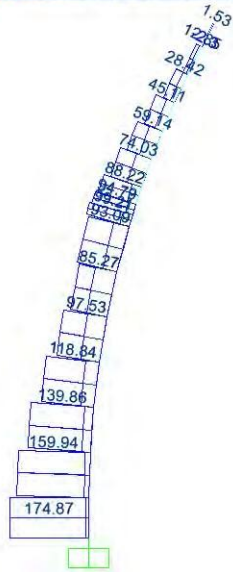


Diagrama de Fuerzas Cortantes

Shear Force 2-2 Diagram (EVENTO EXT I-15x+0.305z)

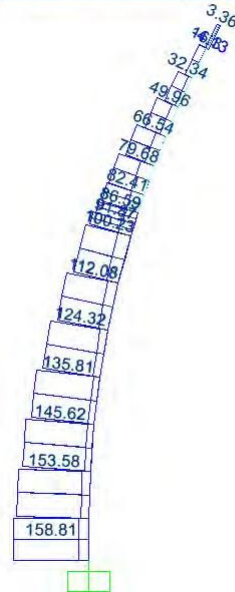


Diagrama de Fuerzas Cortantes

Evento Ext I – $S_y+0.3S_z$

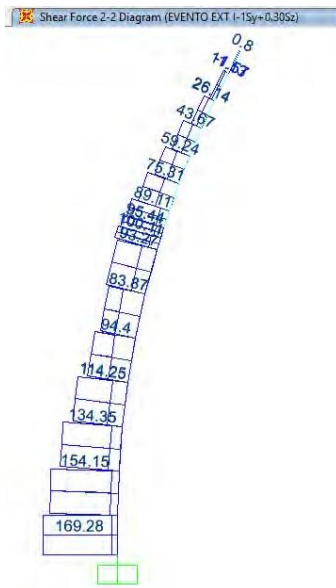


Diagrama de Fuerzas Cortantes

Evento Ext I – $S_z +0.3S_x$

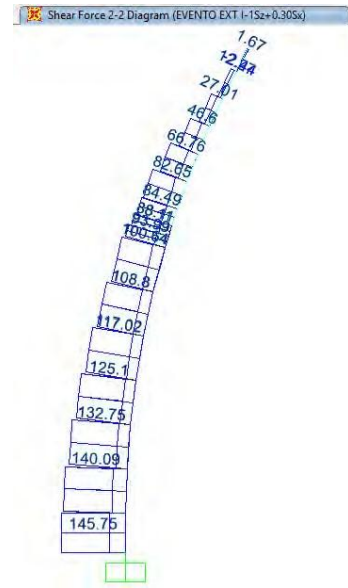


Diagrama de Fuerzas Cortantes

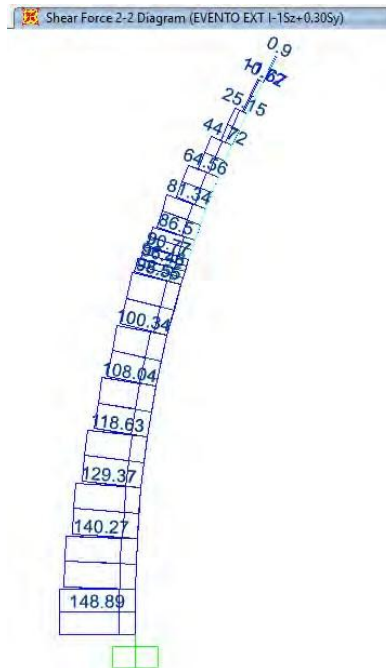


Diagrama de Fuerzas Cortantes

Sección A-A

Para la verificación del diseño por corte seguiremos lo establecido en la Norma E0.60.

Datos:

$$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 246 \text{ cm}$$

$$Nu = 172\,670 \text{ kgf}$$

$$Ag = 25\,000 \text{ cm}^2$$

Reemplazando los datos en la ecuación:

$$Vc = 0.53 \sqrt{350} \left(1 + \frac{172\,670}{140 \cdot 25\,000}\right) \cdot 100 \cdot 246 = 255\,952.20 \text{ kgf}$$

$$\phi Vc = 0.85 \cdot 255.95$$

$$= 217.56 \text{ ton } \phi Vc =$$

217.56 ton

Fuerzas cortantes últimas por Resistencia I y Evento extremo I

A continuación, se muestra una tabla con los resultados de las fuerzas cortantes para cada estado límite, la sección A-A está contenida en el elemento "frame" 2 y las fuerzas cortantes que actúan son las que se indican con el sombreado.

SECCIÓN A-A	X (m)	RESISTENCIA I-1			RESISTENCIA I-2	RESISTENCIA I-3	RESISTENCIA I-4	RESISTENCIA I-5	SX+0.3SZ	SX+0.3SY	SY+0.3SZ	SY+0.3SX	SZ+0.3SX	SZ+0.3SY
		V2 (ton)	V2 (ton)	V2 (ton)	V2 (ton)	V2 (ton)	V2 (ton)	V2 (ton)	V2 (ton)	V2 (ton)	V2 (ton)	V2 (ton)	V2 (ton)	V2 (ton)
	-	91.47	79.40	93.78	77.08	93.78	158.81	167.55	169.28	174.87	145.75	148.89		
	0.92	91.47	79.40	93.78	77.08	93.78	158.81	167.55	169.28	174.87	145.75	148.89		
	1.84	91.47	79.40	93.78	77.08	93.78	158.81	167.55	169.28	174.87	145.75	148.89		

Fuerzas Cortantes en la sección A-A para cada estado límite

De la tabla anterior podemos concluir que las fuerzas cortantes máximas se producen para los estados límites de Resistencia I - 3 y 5 y Evento Extremo I-1Sy+0.3Sx.

Las fuerzas V_u máx serán:

Por Resistencia I: V_u máx = 93.78 ton Por Evento extremo I: V_u máx = 174.87 ton

Comparación de $\emptyset V_c$ con V_u máx Por Resistencia I:

V_u máx = 93.78 ton

$\emptyset V_c$ = 217.56 ton Por Evento extremo I: V_u máx = 174.87 ton $\emptyset V_c$ = 217.56 ton

$$S_{máx} = Avfy/0.2\sqrt{f'c} bw = 5 * 1.29 * 4200/0.2\sqrt{350} * 70 = 103.43 \text{ cm}$$

$$S_{máx} = Avfy/3.5bw = 5 * 1.29 * 4200/3.5 * 70 = 110.57 \text{ cm}$$

Sin embargo, no es posible colocar estribos mínimos en esta región porque según se indica en el manual de diseño de puentes del MTC 2003, el refuerzo transversal en las regiones extremas superior e inferior de columnas y pilares guardan ciertas disposiciones. A continuación, se muestra un extracto del manual de puentes.

2.12.5 Refuerzo transversal y de corte en columnas.

La fuerza de corte factorada V_u en cada eje principal de cada columna será como se especifica en 2.12.1.c.

La cantidad de refuerzo transversal no será menor que el especificado en el artículo 2.9.1.3.10.2.

Las siguientes disposiciones se aplican a las regiones extremas superior e inferior de la columna y los pilares:

- *En las regiones extremas, V_c será tomado como 0.00 a menos que la fuerza axial de compresión factorada excede de $0.10 F_c A_g$ en cuyo caso V_c será como se especifica en el artículo 2.9.1.3.10.2.b.*
- *La región extrema será asumida que se extiende del borde inferior de las vigas o vigas cabezal en la parte superior de las columnas, o la parte superior de las cimentaciones en la parte inferior de las columnas, una distancia tomada como la más grande de:*
 - *la máxima dimensión de la sección transversal de la columna,*
 - *1/6 de la altura de la columna, ó*
 - *450 mm, y*
- *La región extrema en la parte superior del pilar será tomado como el especificado para columnas. En la parte inferior del pilar la región extrema será considerada que se extiende desde 3 veces el diámetro del pilar debajo del punto calculado de momento máximo a un diámetro del pilar, pero no menor que 450 mm, encima de la línea de tierra.*

Extracto del artículo 2.12.5 del Manual de Diseño de Puentes del MTC 2003

Siguiendo las pautas del manual, la sección A-A se ubica en la parte extrema inferior de la columna por lo que debería cumplir con las disposiciones mencionadas.

Calculamos el espaciamiento del refuerzo transversal:

2.12.7 Espaciamiento del Refuerzo transversal de confinamiento

El refuerzo transversal para confinamiento deberá ser:

- Provisto en la parte superior e inferior de la columna en una longitud no menor que la mayor dimensión de la sección transversal de la columna, un sexto de la altura libre de la columna ó 450 mm
- Extendida en las conexiones superior e inferior
- Provista en la parte superior de los pilares en la misma longitud especificada para columnas.
- Provista dentro de los pilares en una longitud que se extiende en 3 veces la máxima dimensión de la sección transversal por debajo del punto de fijación de momento a una distancia no menor que la máxima dimensión de la sección transversal o 450 mm, por encima de la línea de tierra, y
- Espaciadas no más de un cuarto de la dimensión mínima del elemento, 6 veces el diámetro del refuerzo longitudinal ó 150 mm centro a centro.

Extracto del artículo 2.12.7 del Manual de Diseño de Puentes del MTC 2003 – Figura 4.1.3.2.18

El espaciamiento del refuerzo transversal de confinamiento debe cubrir una longitud no menor que la mayor de las tres dimensiones que se muestran a continuación:

$$l > h = 250 \text{ cm}; \quad \frac{1}{6} (15.12); 450 \text{ mm}$$

Entonces, la longitud de confinamiento debe ser mayor 2.50 m medida desde el extremo superior de la columna hacia el otro extremo. Según los planos estructurales de la torre del EE.TT, la longitud de confinamiento en esa región es de 2.50 m, por lo que corresponde a los requerimientos técnicos mínimos sugeridos por el Manual de Puentes del MTC 2003.

2.12.9 Refuerzo transversal por confinamiento en articulaciones plásticas.

Los núcleos de las columnas y pilares serán confinados por refuerzos transversales en las regiones esperadas de articulaciones plásticas. El refuerzo transversal por confinamiento tendrá un esfuerzo de fluencia no mayor que aquel del refuerzo longitudinal y el espaciamiento deberá ser tomado como se especifica en el Art. 2.12.7.

Para una columna rectangular, el área de sección transversal bruta, A_s , del refuerzo de estribo rectangular no será menor que alguno

$$A_{sh} = 0.30s h_c \frac{f_c}{f_y} \left[\frac{A_c}{A_g} - 1 \right] \dots \dots \dots (5.10.11.4.1d - 3)$$

ó

$$A_{sh} = 0.12s h_c \frac{f_c}{f_y} \left(0.5 + \frac{1.25P_u}{A_g f_c} \right) \dots \dots \dots (5.10.11.4.1d - 4)$$

El criterio especificado en la ecuación 2 será aplicable a la ecuación 4, donde:

- s = espaciamiento vertical de estribos sin exceder los 100 mm
- A_c = área del núcleo de la columna (mm^2)
- A_g = área total de la columna (mm^2)
- A_{sh} = área total del refuerzo incluyendo estribos transversales suplementarios teniendo un espaciamiento vertical de "s" y atravesando una sección como una dimensión de núcleo (mm^2)
- f_y = esfuerzo de fluencia del estribo refuerzo en espiral (MPa)
- h_c = dimensión del núcleo de una columna con estribos en la dirección considerada (mm)
- P_u = carga axial factorada (N)

Hallamos el refuerzo transversal de confinamiento:

Datos:

$$s = 100 \text{ mm } h_c = 1820 \text{ mm}$$

$$f'_c = 35 \text{ MPa}$$

$$f'_y = 420 \text{ MPa}$$

$$A_g = 1'302,000 \text{ mm}^2$$

$$A_c = 1'201,200 \text{ mm}^2$$

$$P_u = 102.98 \text{ ton}$$

$$A_{sh} = 0.30 s h_c \left[\frac{f'_c}{f'_y} - 1 \right] = 0.30 * 100 * 1820 \left[\frac{35}{420} - 1 \right] = 382.64 \text{ mm}^2 = 3.83 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh} = 0.12 s h_c \frac{f'_c}{f'_y} \left[0.5 - \frac{1.25 P_u}{A_g f'_c} \right] = 0.12 * 100 * 1820 * \frac{35}{420} \left[0.5 - \frac{1.25 * 1009888.82}{1302000 * 35} \right] = 859.58 \text{ cm}^2 = 8.60 \text{ cm}^2$$

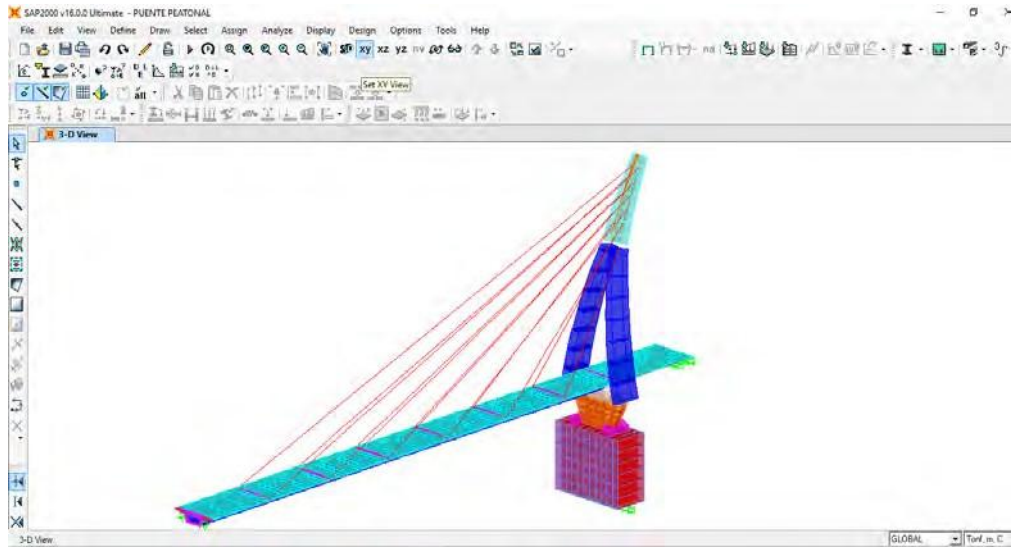
El área total del refuerzo incluyendo estribos transversales suplementarios no debe ser menor de 8.60 cm².

4.2 Subestructura

4.2.1 Revisión del diseño de estribos y cimentación de la Torre

En este capítulo revisaremos el diseño del estribo izquierdo, del estribo derecho y cimentación de la torre del puente peatonal. Para el diseño de los estribos y cimentación de la torre se considerará la geometría establecida en el expediente técnico del proyecto.

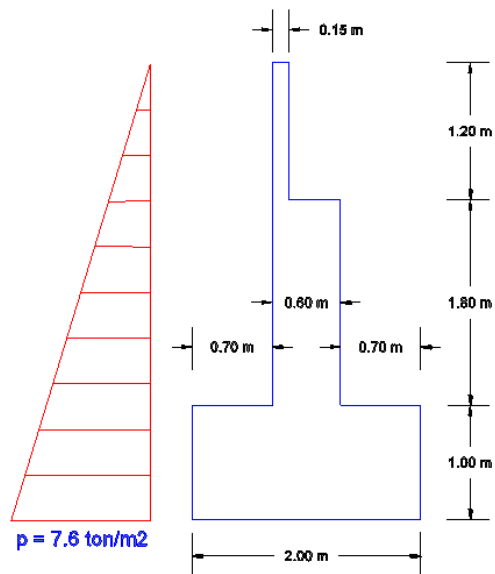
Por otro lado, para el análisis de la subestructura se trabajará con otro modelo tridimensional en SAP 2000 donde se considera el pilar de la torre y la zapata de cimentación. Del modelo mencionado obtendremos las reacciones finales en los apoyos, las cuales se utilizarán para realizar las verificaciones por deslizamiento y volteo en cada una de las estructuras de apoyo.



Modelo matemático del puente con cimentación en la torre

4.2.2 Revisión del Estribo Izquierdo

La geometría del estribo izquierdo se muestra a continuación:



Esquema geométrico del estribo izquierdo

- Las reacciones en los apoyos:

Apoyo 1	
Solicitaciones	Rz
Peso propio	14.87
Barandas y acabados	4.02
S/C máx	20.12
Pretensado	-7.11
Temperatura	±0
Sismo	±28.61
Fuerza Resultante	31.9 ton

Apoyo 2	
Solicitaciones	Rz
Peso propio	14.87
Barandas y acabados	4.02
S/C máx	20.12
Pretensado	-7.11
Temperatura	±0
Sismo	±28.61
Fuerza Resultante	31.9 ton

Reacciones en los apoyos móviles (estribo izquierdo) del modelo geométrico

Luego, de los resultados obtenidos para los apoyos se obtiene la fuerza actuante en el estribo izquierdo debido a la injerencia de la superestructura.

La fuerza total actuante en el estribo debido a la superestructura del puente es:

$$Rz = 2 \times 31.9 = 63.80 \text{ ton}$$

$$Rz = 63.80 \text{ ton}$$

donde, Rz : Reacción vertical en el estribo debido a la superestructura

Empuje de terreno

Para calcular las fuerzas de empuje en el estribo utilizaremos el método de Rankine.

Empuje activo:

Datos del suelo:

$$\phi = 30^\circ$$

$$\gamma = 1.90 \text{ ton/m}^3$$

$$H = 4 \text{ m}$$

$$Ka = \tan^2 \left[45 - \frac{\phi}{2} \right] = \tan^2 \left[45 - \frac{30}{2} \right] = 0.33$$

La presión del terreno al nivel de la cimentación del estribo se halla mediante la siguiente ecuación:

$$p = \gamma H$$

Reemplazando los datos del terreno:

$$p = 1.90 \text{ ton/m}^3 \times 4 \text{ m} = 7.60 \text{ ton/m}^2$$

Fuerza del empuje activo:

$$Ea = 0.5 p H (5.30) Ka$$

Reemplazando valores:

$$Ea = 0.5 \times 7.60 \times 4 \times 5.30 \times 0.33 = 26.58 \text{ ton}$$

Peso del estribo y del relleno

Peso del estribo:

El estribo se ha dividido en tres secciones y luego calcular su peso por separado.

$$W1 = 2.4 \times 2.0 \times 1.0 = 4.80 \text{ ton}$$

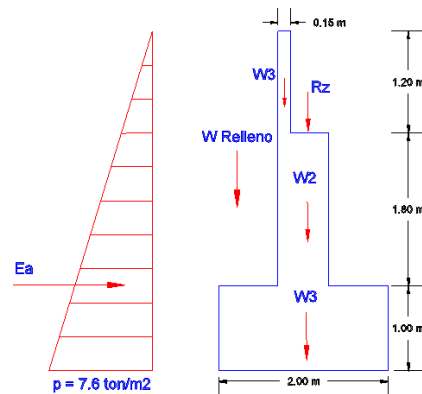
$$W2 = 2.4 \times 0.60 \times 1.8 = 2.59 \text{ ton}$$

$$W3 = 2.4 \times 0.15 \times 1.20 = 0.43 \text{ ton}$$

Peso del relleno:

$$W_{relleno} = 1.90 \times 0.70 \times 3.00 = 3.99 \text{ ton}$$

Verificación por deslizamiento



Representación de las fuerzas actuantes en el estribo izquierdo

Para la verificación del estribo por volteo, el factor de seguridad debe ser mayor o igual a 1.5. Es decir, el momento resistente deberá ser mayor o igual a 1.5 veces el momento actuante en el estribo.

$W1 = 2.4 \times 2.0 \times 1.0 \times 5.30 = 25.44 \text{ ton}$	$x1 = 1.00 \text{ m}$	$M1 = 25.44 \text{ ton} - \text{m}$
$W2 = 2.4 \times 0.60 \times 1.8 \times 5.30 = 13.74 \text{ ton}$	$x2 = 1.00 \text{ m}$	$M2 = 13.74 \text{ ton} - \text{m}$
$W3 = 2.4 \times 0.15 \times 1.20 \times 5.30 = 2.29 \text{ ton}$	$x3 = 1.08 \text{ m}$	$M3 = 2.47 \text{ ton} - \text{m}$
$W_{relleno} = 1.90 \times 0.70 \times 3.0 \times 5.3 = 21.15 \text{ ton}$	$x_{relleno} = 1.65 \text{ m}$	$M_{relleno} = 34.90 \text{ ton} - \text{m}$
$Rz = 63.80$	$xz = 0.925 \text{ m}$	$Mz = 59.02 \text{ ton} - \text{m}$
		$M_{resistente} = 135.57 \text{ ton} - \text{m}$

El momento actuante es producido por la fuerza del empuje activo del terreno sobre el estribo.

$Ea = 26.58 \text{ ton}$	$y = 1.33 \text{ m}$	$M_{actuante} = 35.35 \text{ ton} - \text{m}$
--------------------------	----------------------	---

El factor de seguridad es:

$$FSv = \frac{M_{resistente}}{M_{actuante}}$$

$$FSv = \frac{135.57}{35.35} = 3.84 \geq 1.5 \text{ cumple}$$

La verificación por deslizamiento consiste en que la fuerza resistente del estribo, es decir la fuerza por fricción del contacto del estribo con el suelo tiene que ser mayor a la fuerza de empuje activo del terreno sobre la subestructura.

El factor de seguridad que se requiere para la verificación es de 1.5.

Escogeremos un factor de $\tan\delta = 0.58$ representativo de un suelo granular sin finos para calcular la fuerza de fricción en el estribo.

La fuerza resistente es:

$$F_{resistente} = (W1 + W2 + W3 + W_{relleno} + R_z)\tan\delta$$

Reemplazando valores:

$$F_{resistente} = (25.44 + 13.74 + 2.29 + 21.15 + 63.80)0.58 = 73.32 \text{ ton}$$

La fuerza actuante es el empuje activo:

$$F_{actuante} = E_a = 26.58 \text{ ton}$$

Por lo tanto, nuestro factor de seguridad es:

$$FSd = \frac{F_{resistente}}{F_{actuante}}$$

$$FSd = \frac{73.3}{26.3} = 2.76 \geq 1.5 \text{ cumple}$$

- **Verificación de Presiones en el terreno:**

Se verificará que las presiones máximas y mínimas en la base del apoyo derecho no excedan las presiones permisibles.

a) Ubicación de la resultante en la base. (Momentos respecto a B)

$$x = \frac{\Sigma M_{resistentes} - \Sigma M_{actuantes}}{\Sigma F_{Verticales}} = \frac{135.57 - 35.35}{126.42} = 0.79 \text{ m}$$

$$e = \frac{2}{2} - x = \frac{2}{2} - 0.79 = 0.21 \text{ m}$$

b) Presiones máximas y mínimas en la base del apoyo derecho

$$q_{\text{máx}} = \frac{\Sigma FV}{A_{base}} \left(1 + \frac{6e}{B}\right) = \frac{126.42}{10.60} \left(1 + \frac{6(0.21)}{2}\right) = 19.44 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \equiv 1.94 \text{ kg/cm}^2$$

Análisis por la teoría de Mononobe – Okabe (Empuje sísmico de tierra)

La teoría de Mononobe – Okabe es una extensión de la teoría de deslizamientos de Coulomb para el cálculo de los empujes de tierra considerando el incremento por efectos del sismo. La importancia del cálculo mediante esta teoría radica en que el puente se encuentra situado en una zona sísmica.

Cálculo del Empuje Activo:

$$E_{AE} = \frac{1}{2} \gamma H^2 (1 - k_v) K_{AE} \quad (\text{A.11.1.1.1-1 AASHTO})$$

Donde el coeficiente sísmico K_{AE} de presión activa es:

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \theta - \beta)}{\cos \theta \cos^2 \beta \cos(\delta + \beta + \theta)} \times \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \theta - i)}{\cos(\delta + \beta + \theta) \cos(i - \beta)}} \right]^2 \quad (\text{A.11.1.1.1-2 AASHTO})$$

Extracto del artículo 8.1 del Manual de Diseño de Puentes del MTC 2003

$$K_h = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot \dots}{R} = \frac{0.42 \times 1.5 \times 2.5 \times 1.20}{7.5} = 0.252$$

Se considera $K_v = 0$ (considerando que el empuje actúa a $H/3$ desde el nivel inferior del estribo según el Manual de Puentes del MTC 2003 pp. 230).

- θ = $\text{Arc tan}(K_h / (1 - k_v))$ (grados)
- δ = Angulo de fricción entre el suelo y el estribo (grados)
- K_h = Coeficiente de aceleración horizontal (adimensional)
- k_v = Coeficiente de aceleración vertical (adimensional)
- i = Angulo de inclinación de la superficie del relleno (grados)
- β = Inclinación del muro respecto de la vertical (sentido negativo como se ilustra) (grados)

$$\delta = 0.5 \times 30^\circ = 15^\circ$$

$$i = 0$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(30^\circ - 14.14^\circ - 0^\circ)}{\cos 14.14^\circ \cos^2 0^\circ \cos(15^\circ + 0 + 14.14^\circ)} \times \left[1 + \frac{\sin(30^\circ + 15^\circ) \sin(30^\circ - 14.14^\circ - 0^\circ)}{\cos(15^\circ + 0^\circ + 14.14^\circ) \cos(0^\circ - 0^\circ)} \right]^{-2} = 0.505$$

$$E_{AE} = 0.5 \times 1.90 \times 4^2 (1 - 0) \times 0.505 = 7.68 \frac{\text{ton}}{\text{m}} \times 5.30 \text{ m} = 40.68 \text{ ton}$$

El empuje de tierras incluyendo el efecto sísmico es:

$$E_{AE} = 40.68 \text{ ton}$$

El empuje de tierras según la teoría de Rankine (sin efecto del sismo):

$$E_a = 26.58 \text{ ton}$$

Por lo tanto, el empuje de tierras sólo por efecto del sismo será la diferencia:

$$\Delta E = E_{AE} - E_a = 40.68 \text{ ton} - 26.58 \text{ ton} = 14.10 \text{ ton}$$

El empuje por efecto del sismo actúa aproximadamente a la mitad de la altura del estribo:

$$M_{sismo} = 0.5 \times 4 \text{ m} \times 14.10 \text{ ton} = 28.2 \text{ ton} - \text{m}$$

Fuerza Inercial del Estribo:

El cálculo de la fuerza inercial es igual al peso del estribo multiplicado por el coeficiente horizontal sísmico. Este actúa en el centro de gravedad del estribo.

$W1 = 2.4 \times 2.0 \times 1.0 \times 5.30 \times 0.252 = 6.41 \text{ ton}$	$x1 = 1.00 \text{ m}$	$M1 = 6.41 \text{ ton} - \text{m}$
$W2 = 2.4 \times 0.60 \times 1.8 \times 5.30 \times 0.252 = 3.46 \text{ ton}$	$x2 = 1.00 \text{ m}$	$M2 = 3.46 \text{ ton} - \text{m}$
$W3 = 2.4 \times 0.15 \times 1.20 \times 5.30 \times 0.252 = 0.58 \text{ ton}$	$x3 = 1.08 \text{ m}$	$M3 = 0.63 \text{ ton} - \text{m}$
$F_{inercial} = 10.45 \text{ ton}$		$M_{inercial} = 10.50 \text{ ton} - \text{m}$

La fuerza inercial que ejerce la superestructura del puente se puede considerar como un 15% del peso del puente actuando al nivel de la cajuela del estribo.

$$F_{superestructura} = 0.15 \times \text{Peso del Puente} = 0.15 \times (2 \times 63.80) = 19.14 \text{ ton}$$

Fuerzas desestabilizadoras:

Descripción	Fuerza	Brazo	Momento
Empuje del terreno (Rankine)	26.58 ton	1.33 m	35.35 ton-m
Empuje por el sismo (ΔE)	14.10 ton	2.00 m	28.20 ton-m
Fza inercial del estribo	10.45 ton	1.12 m	11.70 ton-m
Fza inercial de la superestructura	19.14 ton	2.80 m	53.59 ton-m
	Empuje total = 70.27 ton		Momento volteo = 128.84 ton-m

Fuerzas estabilizadoras:

Descripción	Fuerza	Brazo	Momento
Peso del estribo	41.47 ton	1.00 m	41.47 ton-m
Reacción del puente en el estribo	63.80 ton	0.925 m	59.02 ton-m
Peso del relleno	21.15 ton	1.65 m	34.90 ton-m
	$\Sigma F_v = 126.42$ ton		Momento estabilizador = 135.39 ton-m

Factor de seguridad por volteo:

$$F_{sv} = \frac{\text{Momento estabilizador}}{\text{Momento volteo}} = \frac{135.39 \text{ ton} - \text{m}}{128.84 \text{ ton} - \text{m}} = 1.05 < 1.5 \text{ No cumple}$$

Presiones sobre el terreno:

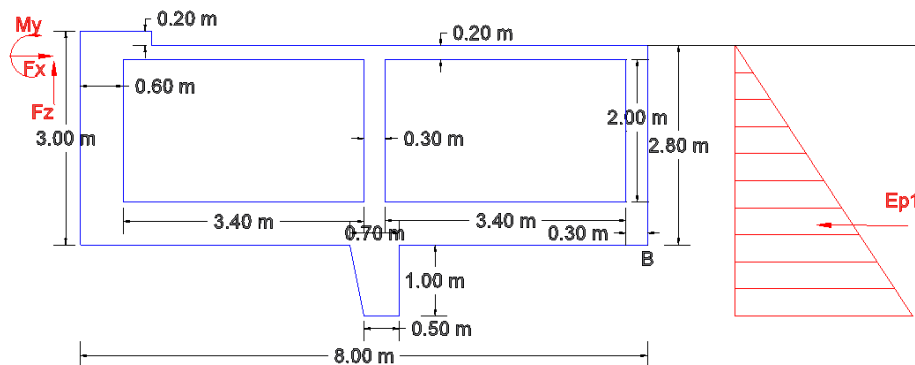
$$x = \frac{M_{estabilizador} - M_{volteo}}{\Sigma F_v} = \frac{135.39 - 128.84}{126.42} = 0.05 \text{ m}$$

$$e = \frac{B}{2} - x = \frac{2}{2} - 0.05 = 0.95 \text{ m}$$

$$q_{\max} = \frac{\Sigma FV}{A_{base}} \left(1 + \frac{6e}{B}\right) = \frac{126.42}{10.60} \left(1 + \frac{6(0.95)}{2}\right) = 45.92 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \equiv 4.59 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{\min} = \frac{\Sigma FV}{A_{base}} \left(1 - \frac{6e}{B}\right) = \frac{126.42}{10.60} \left(1 - \frac{6(0.95)}{2}\right) = -22.06 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \equiv -2.21 \text{ kg/cm}^2$$

4.2.3 Revisión del estribo derecho Esquema general del estribo derecho



Esquema geométrico del estribo derecho (macizo de concreto)

Cálculo del peso del estribo derecho:

1. Primero calcularemos el volumen del macizo de concreto como si todo fuera de concreto
2. Luego se calculará el volumen de los rellenos
3. Terminado el paso 2, se procederá a calcular el volumen de concreto del macizo efectuando la diferencia del paso 1 con el paso 2
4. Finalmente podemos obtener el peso del estribo derecho y el punto de aplicación de dicha fuerza

$$V_{total} = V1 + V2 = 126.56 \text{ m}^3$$

Centroide:

$$x = \frac{x1.V1 + x2.V2}{V_{total}} = \frac{0.50 \times 1.12 + 4.00 \times 125.44}{126.56} = 3.97 \text{ m}$$

Volumen de los Rellenos:

$$V_{relleno1} = 3.40 \times 2.00 \times 5.00 = 34.00 \text{ m}^3 \quad x1 = 2.30 \text{ m}$$

$$V_{relleno2} = 3.40 \times 2.00 \times 5.00 = 34.00 \text{ m}^3 \quad x2 = 6.00 \text{ m}$$

$$V_{total} = 34.00 + 34.00 = 68.00 \text{ m}^3$$

Centroide:

$$x = \frac{x1.V1 + x2.V2}{V_{total}} = \frac{2.30 \times 34.00 + 6.00 \times 34.00}{68.00} = 4.15 \text{ m}$$

Volumen del Estribo:

$$V_{concreto \ estribo} = 126.56 - 68.00 = 58.56 \text{ m}^3$$

Volumen del Estribo:

$$V_{concreto \ estribo} = 126.56 - 68.00 = 58.56 \text{ m}^3$$

Centroide:

$$x = \frac{x1.V1 - x2.V2}{V_{total}} = \frac{3.97 \times 126.56 - 4.15 \times 68.00}{58.56} = 3.76 \text{ m}$$

Volumen de la Llave:

$$V_{llave} = \left(\frac{0.50 + 0.70}{2} \right) \times 1.00 \times 5.60 = 3.36 \text{ m}^3$$

Calculo del peso del estribo:

$$W_{concreto} = 2.4 \times 58.60 = 140.54 \text{ ton} \quad x1 = 3.76 \text{ m}$$

$$W_{relleno} = 1.8 \times 68.00 = 122.40 \text{ ton} \quad x2 = 4.15 \text{ m}$$

$$W_{llave} = 2.4 \times 3.36 = 8.06 \text{ ton}$$

$$W_{estribo \ derecho} = W_{concreto} + W_{relleno} + W_{llave}$$

$$x = \frac{x1 \cdot W1 - x2 \cdot W2}{Wtotal} = \frac{3.76 \times 140.54 + 4.15 \times 122.40 + 8.06 \times 4.15}{271.00} = 3.95 \text{ m}$$

Análisis de la estabilidad del estribo:

Cálculo del empuje pasivo por el método de Rankine:

$$Kp = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{38^\circ}{2} \right) = 4.20$$

$$Ep = 0.50 \times 7.22 \times 3.80 \times 5.60 \times 4.20 = 322.65 \text{ ton}$$

1) . Seguridad al Volteo:

Verificamos que el volcamiento del estribo derecho respecto al punto B.

Fuerzas actuantes	Fuerzas (ton)	Brazo (m)	Momento Actuante (ton-m)
Reacción del puente (Fx)	216.50	2.50	541.25
Reacción del puente (Fz)	36.63	8.00	293.04
Momento del puente (My)			105.06
			Ma = 939.35 ton-m

Fuerzas resistentes	Fuerzas (ton)	Brazo (m)	Momento Resistente (ton-m)
Peso del estribo (Westribo)	271.00	4.05	1 097.55
Empuje pasivo	322.65	0.27	86.94
			Mr = 1 184.49 ton-m

Calculamos el FS de volteo:

$$FSv = \frac{Mresistente}{Mactuante}$$

$$FSv = \frac{Mresistente}{Mactuante} = \frac{1\ 184.49}{939.35} = 1.26$$

$$FSv = 1.26 < 1.5$$

- Se concluye que el FS está por debajo de 1.5, factor recomendado para el análisis de estabilidad de volteo.

2) Seguridad al deslizamiento:

Σ Fuerzas Verticales	Fuerzas (ton)
Peso del estribo (Westribo)	271.00
Reacción del puente (Fz)	-36.63
	$\Sigma = 234.37$
Empuje pasivo	Fuerzas (ton)
Ep1	322.65

Las fuerzas resistentes se multiplican por un factor que toma en cuenta la fricción de la base del estribo en interacción con el tipo de suelo. El factor para un suelo granular sin finos es de $\tan\delta = 0.78$.

Por lo tanto:

$$Fuerza\ resistente = \Sigma Fuerzas\ verticales \times \tan\delta + Ep1$$

$$Fuerza\ resistente = 234.37 \times 0.78 + 322.65 = 505.46\ ton$$

$$Fuerza\ resistente = 505.46\ ton$$

La fuerza actuante es la reacción de compresión que ejerce el puente al estribo derecho.

$$Fuerza\ actuante = Fx\ (Reacción\ del\ puente)$$

$$Fuerza\ actuante = 216.50\ ton$$

Finalmente, el FS de deslizamiento es:

$$FSd = \frac{Fresistente}{Factuante} = \frac{534.03}{216.50} = 2.47 > 1.5$$

3. Presiones en el terreno:

Se verificará que las presiones máximas y mínimas en la base del apoyo derecho no excedan las presiones permisibles.

c) Ubicación de la resultante en la base. (Momentos respecto a B)

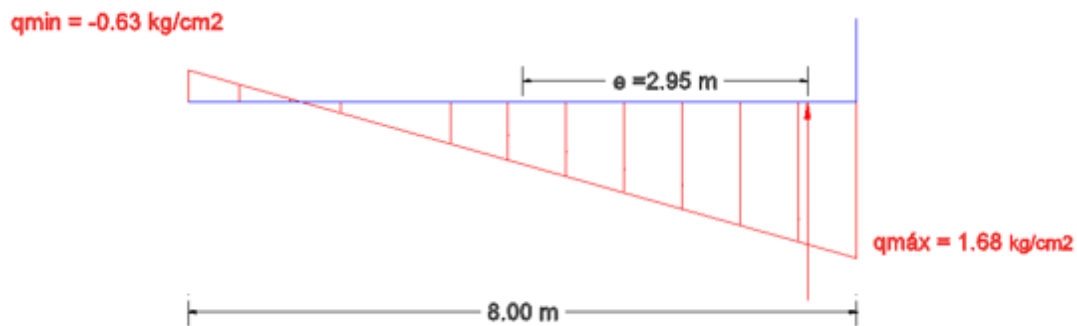
$$x = \frac{\Sigma Mresistentes - \Sigma Mactuantes}{\Sigma FVerticales} = \frac{1\ 184.49 - 939.35}{234.37} = 1.05\ m$$

$$e = \frac{B}{2} - x = \frac{8}{2} - 1.05 = 2.95\ m$$

d) Presiones máximas y mínimas en la base del apoyo derecho

$$q_{\max} = \frac{\Sigma FV}{A_{\text{base}}} \left(1 + \frac{6e}{B}\right) = \frac{234.37}{44.80} \left(1 + \frac{6(2.95)}{8}\right) = 16.81 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \equiv 1.68 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{\min} = \frac{\Sigma FV}{A_{\text{base}}} \left(1 - \frac{6e}{B}\right) = \frac{234.37}{44.80} \left(1 - \frac{6(2.95)}{8}\right) = -6.34 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \equiv -0.63 \text{ kg/cm}^2$$



4.2.4 Revisión de la cimentación de la torre

Descripción:

La cimentación de la torre consta de un pilar de concreto armado de dimensiones 7.00 x 3.50 x 8.50 m, que se apoya sobre una zapata de dimensiones 10.00 x 10.00 x 2.00 m.

La metodología para la revisión es calcular las presiones ejercidas al suelo, las cuales no deberán superar la capacidad portante máxima del terreno.

Para hallar las presiones que se ejercen en el suelo, se procederá a calcular la resultante de fuerzas que actúan sobre la zapata y su punto de aplicación, para ello se calculará previamente el peso del pilar, el suelo encima de la zapata, las fuerzas que transmite la torre y peso de la misma zapata.

Según el expediente técnico la capacidad portante del terreno bajo el nivel de cimentación de la torre es superior a 6.0 kg/cm².

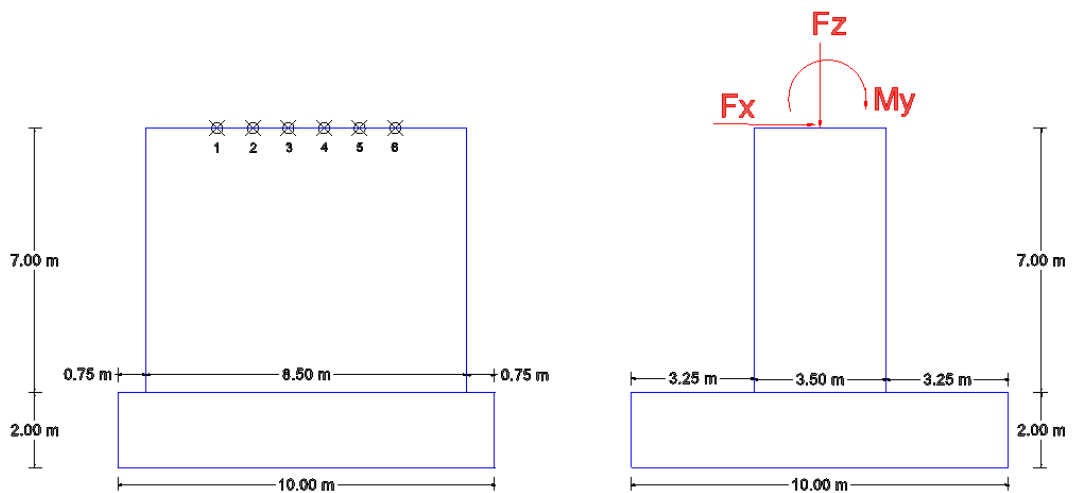
Cálculos:

Las reacciones que ejerce la torre sobre el pilar se obtienen del programa SAP2000, los datos se muestran en la siguiente tabla.

REACCIONES DE LA TORRE SOBRE EL PILAR						
	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Peso propio	66.092	0	396.198	0	1060.65	0
Barandas y acabados	16.066	0	28.298	0	302.358	0
S/C 1	69.32	0	84.834	0	1328.934	0
S/C 2	26.294	0.00E+00	82.436	0.00E+00	455.918	0.00E+00
S/C 3	80.698	0.00E+00	131.468	0.00E+00	1518.44	0.00E+00
S/C 4	-0.3749	0.00E+00	10.026	0.00E+00	-6.652	0.00E+00
S/C 5	8.03E+01	0.00E+00	141.494	0.00E+00	1.51E+03	0.00E+00
S/C MÁX	80.698	0	141.494	0	1518.44	0
S/C MÍN	-0.3749	0	10.026	0	-6.652	0
PRET2	5.40E+01	0.00E+00	-3.952	0.00E+00	1170.064	0.00E+00
SISMO	1.39E+02	4.76E+02	1768.80	4.83E+02	1.65E+03	3.00E+02

Reacciones de la torre sobre el pilar de concreto armado

Finalmente, las reacciones sobre el pilar se representan en la siguiente gráfica.



Reacciones que ejerce la torre sobre el pilar de concreto

Peso de la cimentación:

a) Peso propio del Pilar:

$$V_p = 7.00 \times 8.50 \times 3.50 = 208.25 \text{ m}^3$$

$$W_p = 2.40 \times 208.25 = 499.80 \text{ ton}$$

b) Peso del relleno (h=4.00 m):

$$V_r = (4.00 \times 10.00 \times 10.00) - (4.00 \times 8.50 \times 3.50) = 281.00 \text{ m}^3$$

$$W_r = 1.80 \times 281.00 = 505.80 \text{ ton}$$

Peso de la zapata:

$$V_z = 10.00 \times 10.00 \times 2.00 = 200.00 \text{ m}^3$$

$$W_z = 2.30 \times 200.00 = 460.00 \text{ ton}$$

Peso total:

$$W_t = W_p + W_r + W_z$$

$$W_t = 499.80 + 505.80 + 460.00 = 1465.60 \text{ ton}$$

Dado que la cimentación de la torre es una zapata aislada, se verificará las presiones ejercidas sobre el terreno de cimentación.

Consideraremos los siguientes valores:

$$P = W_t + F_z$$

$$M = M_y + F_x \times H$$

Donde,

P: Peso total

W_t: Peso total del pilar, zapata y terreno sobre la zapata F_z: Carga vertical de la superestructura

B: Ancho de la base

Calculando:

$$P = 562.04 + 1465.60 = 2027.64 \text{ ton}$$

$$M = 216.876 \times 9 + 4051.512 = 6003.40 \text{ ton} - \text{m}$$

$$e = \frac{6003.40}{2027.64} = 2.96 \text{ m}$$

$$\frac{B}{6} = \frac{10}{6} = 1.67$$

Dado que $2.96 > 1.67 (e > \frac{B}{6})$, se producirá una presión parcial sobre el terreno.

La carga "P" está ubicada fuera del tercio central de la base de la zapata.

$$q_{max} = \frac{4P}{3B(B - 2e)} = \frac{4(2027.64)}{3(10)(10 - 2(2.96))} = 66.26 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{m\acute{a}x} = 6.63 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q_{min} = 0 \text{ Kg/cm}^2$$

La resultante de la zona de compresiones se encuentra:

$$a = \frac{A}{2} - e = \frac{10}{2} - 2.96 = 2.04 \text{ m (desde el punto Q)}$$

El punto "O" está ubicado a 3a del punto Q.

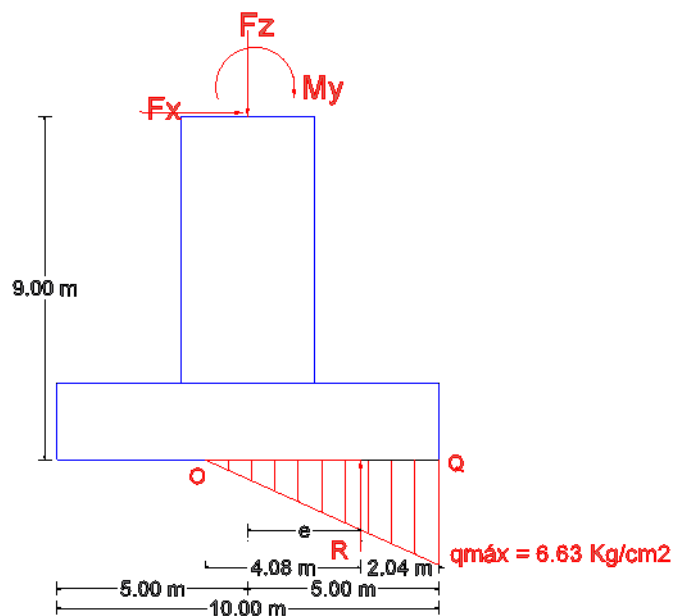


Diagrama de presiones sobre el terreno

Finalmente, podemos verificar que la presión máxima sobre el terreno de cimentación de la torre es 6.63 Kg/cm², según el estudio geotécnico del expediente técnico, la capacidad portante del suelo donde fue cimentada la base de la torre es superior a 6.0 Kg/cm². Por lo que el suelo puede resistir las cargas provenientes de la superestructura.

5. Conclusiones y Comentarios

- 1) Durante la visita que se realizó el año 2015, se pudo constatar que el puente se encontraba sobre un terreno que prácticamente era relleno, se observó que había restos de basura en las laderas del río Rímac. En términos generales el terreno se componía de material suelto que a simple vista llamaba la atención de no ser un buen suelo.

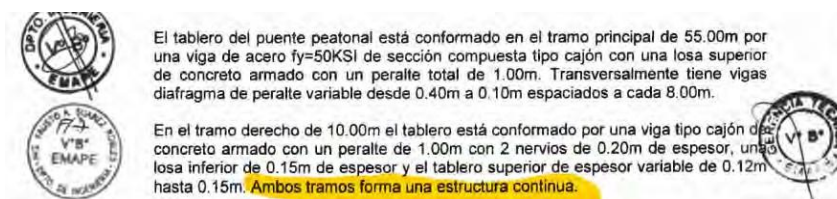


Suelo donde se apoya el estribo izquierdo

- 2) Finalizada la revisión del expediente técnico y luego del colapso del puente a razón de los desastres naturales acontecidos, nos planteamos el por qué la concepción de un puente atirantado en dicha zona. La característica de un puente atirantado radica en que sirve de solución para abarcar luces medianas a grandes, sin embargo, muchos señalan que el puente no debía caerse, que el tablero debía mantenerse horizontal por los cables que sostenían a este. Para que esta afirmación sea válida, el expediente debía haber considerado un modelo matemático sin la consideración del apoyo izquierdo, es decir que el tablero se encuentre suspendido por los cables de alta resistencia, pero ese no es el caso. El puente fue concebido como un modelo matemático con un apoyo izquierdo, un apoyo derecho (macizo de concreto) y un pilar central en la torre. A pesar de que el puente no haya sido concebido de tal forma, los cables debieron evitar la caída del tablero de forma repentina. Es allí donde nos cuestionamos acerca de la funcionalidad de los cables, si bien es cierto los

cables no se rompieron es probable que no haya habido una supervisión adecuada durante el pretensado. Es falso la afirmación de que los cables nunca funcionaron o que estuviesen de “adorno”. Los cables sí se encontraban trabajando y eso se puede constatar por el tamaño de la luz del tablero, una luz de 55 metros de longitud para un peralte de 1m no puede sostenerse sin que hubiese apoyos intermedios o algún mecanismo que lo mantenga en suspensión, en este caso dicho mecanismo fueron los cables de alta resistencia que nacen de la cúspide de la torre.

- 3) Por otro lado, se pudo concluir que la falla que trajo consigo el colapso del puente, fue la falla local en la conexión de la viga de acero con la viga de concreto. Según el Expediente Técnico ambos tramos fueron concebidos para que trabajen como un elemento estructural continuo, hecho que no fue así y que se evidencian en las figuras mostradas a continuación.



Extracto del Expediente Técnico del Puente Solidaridad



Falla local en la unión de las vigas de concreto y acero

Además, el Expediente Técnico señala que el traslape en la transición de la viga de acero a la viga de concreto es de 5 m; y evidentemente se puede verificar que no fue construido considerando el traslape indicado por el tipo de falla ocurrido.

Sistema de Soporte Temporal de Estructura Metálica

El sistema estructural del puente es una sección compuesta, por lo que antes del lanzamiento de la viga metálica se construirán dos torres o pilares temporales de montaje, incluyendo sus cimentaciones, las cuales se quedarán hasta concluir la construcción del tablero de concreto y después de hacer el tensado de los cables.

Construcción de Viga de Concreto y del Tablero

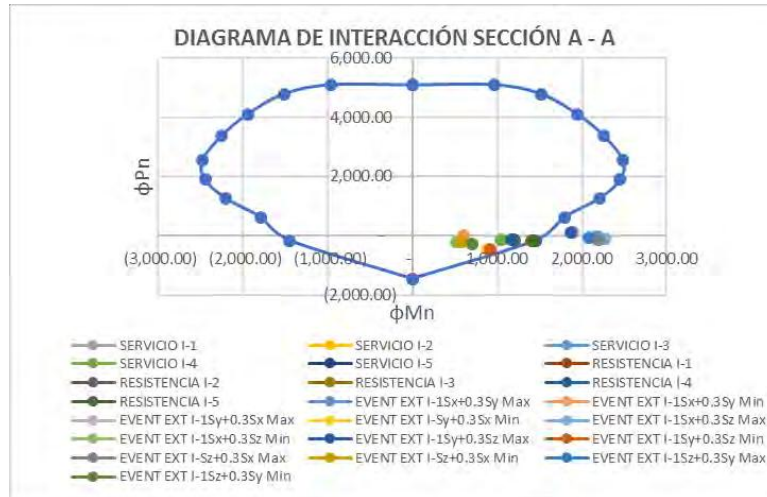
Luego del lanzamiento de la Viga Metálica, se procederá a la construcción de la viga de concreto armado de 15 de luz, en la margen derecha. Y posteriormente la construcción del tablero de concreto en todo lo largo del puente.

Extracto del Expediente Técnico del Puente Solidaridad

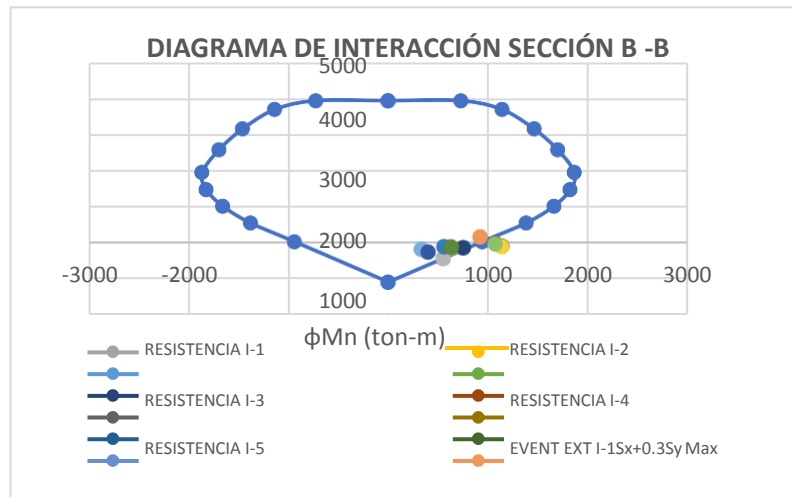
- 4) Los proyectos de puentes que se ejecuten sobre ríos deben tener una defensa ribereña o muros de encauzamiento, finalizada la revisión del expediente no se encontró un diseño de muros de encauzamiento para proteger los estribos del puente, sólo se encontró un esquema del enrocado que debía colocarse en obra.

Durante la visita de campo en el año 2017, después del colapso del puente, no se observó el enrocado que se señalaba en el expediente técnico, y si hubiese estado es probable que la fuerza del río Rímac lo haya removido. El muro de encauzamiento es un elemento estructural que pudo haber mitigado la fuerza de las aguas del río y así haber evitado el socavamiento del terreno.

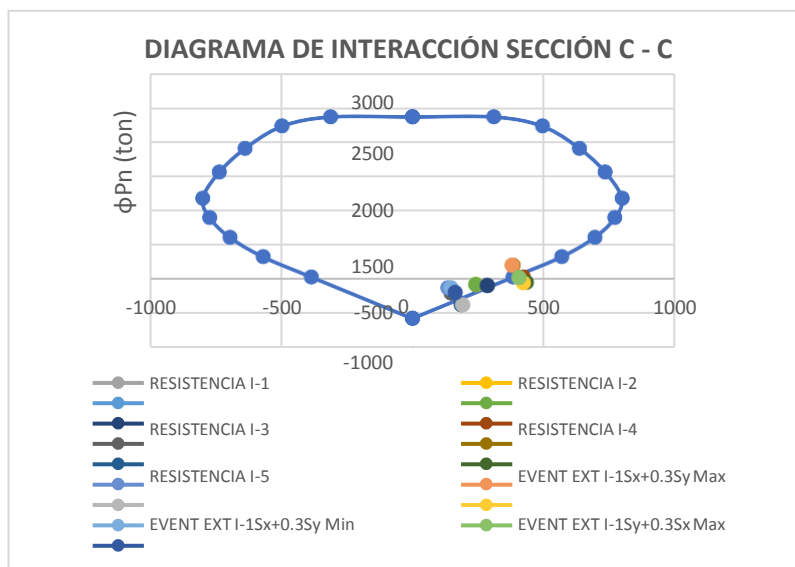
- 5) Por otro lado, en la segunda inspección de campo, se recogió el testimonio de vecinos que sostenían que el terreno donde había sido construido el puente era prácticamente relleno sanitario que durante los años 80 la Municipalidad de uno de los distritos limítrofes había depositado en la ribera del río para ganar terreno. El testimonio de los vecinos fue importante para corroborar lo que se observó en la primera visita de campo y que también se puede percibir en el reporte fotográfico.
- 6) De la evaluación del diseño estructural de los elementos, hemos obtenido que en las secciones A-A, B-B y C-C de la torre las fuerzas por Evento Extremo I superan a las fuerzas resistentes de las secciones por un margen mínimo. Sin embargo, cabe recalcar que para las fuerzas de Resistencia I si cumplen los diseños de los elementos.



Verificación del diseño de la sección con el diagrama de interacción



Verificación del diseño de la sección con el diagrama de interacción



Verificación del diseño de la sección con el diagrama de interacción

Por otro lado, en el análisis de la resistencia de los cables, las fuerzas axiales para cada estado límite no superan el esfuerzo admisible (54.1 ton), a excepción del estado límite de Evento Extremo I. Sin embargo, las fuerzas últimas se encuentran por debajo de la fuerza última de rotura (90.8 ton).

DISEÑO DE LOS CABLES DE ACERO DE ALTA RESISTENCIA						
Descripción	RESISTENCIA I		SERVICIO I		EVENTO EXTREMO I	
	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN
Cable 1	16.9548	12.9603	16.9548	13.1294	81.6064	-51.7457
Cable 2	20.5495	15.8491	18.1852	14.4039	84.7486	-48.0133
Cable 3	23.2057	17.449	18.6059	14.8153	87.0878	-45.7759
Cable 4	23.5557	17.4501	17.8721	14.228	87.5257	-45.6994
Cable 5	21.2932	15.7614	16.2467	12.9109	85.5893	-47.8028
Cable 6	19.5229	14.8871	17.2513	13.6147	84.1518	-49.4087
ENVOLVENTE	23.56 ton	-	18.61 ton	-	87.53 ton	-

Envolvente de fuerzas axiales en los cables

Finalmente, en la evaluación de la viga de acero se obtuvo que por Evento Extremo I la viga metálica en la sección B-B donde se apoya en la torre no satisface los requerimientos de diseño ($\phi Mn < Mu$). Es allí donde se ubicó la falla local luego de que ocurriera el desastre natural.