

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Análisis comparativo del diseño estructural y
económico de un puente viga losa con otro puente
viga post tensada en el Río Sañumayo de la
Comunidad de Checani Pucara del distrito de
Coporaque, provincia de Espinar, departamento
Cusco**

Damjer Rey Quispe Chancayauri
Ovidio Sencia Choquenaira

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Arequipa, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTO

De manera principal, quiero agradecer a nuestro creador Dios, por cuidarme y guiarme todo este tiempo, protegiendo a mí y a mi familia.

Agradecer a la Universidad Continental y en especial a la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, de la cual me siento muy orgulloso de haber pertenecido y con la cual tengo el deber y el compromiso de mejorar el prestigio de nuestra Institución.

Agradecer a los catedráticos Ingenieros por guiarnos y compartir sus conocimientos y experiencia con nosotros sus alumnos.

Agradecer a mi familia por su apoyo incondicional.

Ovidio Sencia Choquenaira.

DEDICADO

A mi querida esposa Reyna M. Quispe Merma, a mis hijas Germayoni Camila y Mariapaz, por todo el apoyo incondicional que me brindaron en esta etapa de mi vida y a quienes espero retribuir toda la vida.

Ovidio Sencia Choquenaira.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a nuestra Institución Universidad Continental, por darme una educación con la cual he fortalecido los conocimientos adquiridos que me permitieron concluir el presente trabajo de Investigación. A mis queridos padres, por su apoyo incondicional durante todo este tiempo. A mis compañeros de clase, por su apoyo. Y por último quiero agradecer a los docentes que compartieron sus conocimientos y experiencias conmigo, durante el tiempo de estudio en esta querida Institución.

Damjer Rey Quispe Chancayauri.

DEDICADO

A mi madre querida, Andrea por ser un ejemplo de perseverancia y lucha ante las adversidades que se nos presenta en la vida, amor a la familia que ella constituyó y su dedicación con las responsabilidades y labores del día a día, acciones que influyeron en mi formación académica y personal, que permitieron armarme de fuerza y valor en el trabajo. A mi padre, Manuel por sus consejos y apoyo en todo este tiempo. A toda mi familia quienes con su apoyo moral me incentivaron a concluir esta hermosa carrera.

Damjer Rey Quispe Chancayauri.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICADO.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICADO.....	v
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	2
1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	2
1.1.1 Antecedente regional	2
1.1.2 Antecedente nacional.....	3
1.1.3 Antecedente internacional.....	4
1.2 BASES TEÓRICAS.....	4
1.2.1 Puente	4
1.2.2 Clasificación de Puentes.....	5
1.2.3 Partes o elementos de un puente.....	10
1.2.4 Materiales	12
1.2.5 Cargas para puentes.....	14
1.2.6 Factores de carga y combinaciones.....	19
1.2.7 Predimensionamiento.....	22
1.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	23
CAPÍTULO II METODOLOGÍA.....	24
2.1 MÉTODO, Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	24
2.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	24
2.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	24
2.3.1 Problema general.....	24
2.3.2 Problemas específicos	25
2.4 OBJETIVOS.....	25
2.4.1 Objetivo general.....	25
2.4.2 Objetivos específicos	25
2.5 HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES.....	26

2.5.1	Hipótesis general	26
2.5.2	Hipótesis específica	26
2.6	DESCRIPCIÓN DE VARIABLES.....	27
2.6.1	Variables independientes	27
2.6.2	Variables dependientes.....	27
2.7	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	27
2.7.1	Población	27
2.7.2	Muestra.....	27
2.7.3	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
CAPÍTULO III RESULTADOS		30
3.1	GENERALIDADES.....	30
3.2	ESTUDIOS DE INGENIERÍA	32
3.2.1	Estudio geotécnico.....	32
3.2.2	Estudio topográfico	33
3.2.3	Estudio hidrológico e hidráulico.....	33
3.3	DISEÑO DE PUENTE VIGA LOSA	34
3.3.1	Diseño de superestructura	34
3.3.2	Diseño de subestructura	56
3.3.3	Análisis económico del puente viga losa	65
3.4	DISEÑO DE PUENTE VIGA POST TENSADO.....	66
3.4.1	Diseño de superestructura	66
3.4.2	Diseño de subestructura	87
3.4.3	Análisis económico del puente viga losa.....	97
3.5	ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL Y ECONÓMICO	97
3.5.1	Superestructura.....	97
3.5.2	Subestructura.....	99
3.5.3	Económico	100
CAPÍTULO IV DISCUSIÓN		101
4.1	Discusión de Resultados.....	101
CONCLUSIONES		103
RECOMENDACIONES.....		104
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		105
ANEXOS.....		107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Factor de presencia múltiple.....	16
Tabla 2.	Factor de presencia múltiple.....	16
Tabla 3.	Presiones básicas (P-B), para VB = 160 Km/h.....	17
Tabla 4.	Valores de las constantes V0 y Z0.....	18
Tabla 5.	Resumen datos de estudio de suelos - ITM GLOBAL INGENIERÍA Y SERVICIOS.....	32
Tabla 6.	Coordenadas Punto Inicial y Final	33
Tabla 7.	Peso propio por regiones.....	58
Tabla 8.	Presión vertical por regiones.	58
Tabla 9.	Resumen de cargas verticales.....	60
Tabla 10.	Resumen de cargas horizontales.....	61
Tabla 11.	Estados límites y combinaciones de cargas.	61
Tabla 12.	Cargas verticales Cv.....	62
Tabla 13.	Momento estabilizador por cargas verticales Mvu.	62
Tabla 14.	Cargas horizontales Hu.	63
Tabla 15.	Momento de cargas horizontales Mhu.	63
Tabla 16.	Chequeo por volteo	64
Tabla 17.	Chequeo por deslizamiento.	64
Tabla 18.	Chequeo por esfuerzos.	65
Tabla 19.	Resumen construcción presupuesto puente viga losa L=32m.	65
Tabla 20.	Peso propio por regiones.....	89
Tabla 21.	Presión vertical por regiones.	90
Tabla 22.	Resumen de cargas verticales.....	91
Tabla 23.	Resumen de cargas horizontales.....	92
Tabla 24.	Estados límites y combinaciones de cargas	93
Tabla 25.	Cargas verticales Cv.....	93
Tabla 26.	Momento estabilizador por cargas verticales Mvu.	94
Tabla 27.	Cargas horizontales Hu.	94
Tabla 28.	Momento de cargas horizontales Mhu.	95
Tabla 29.	Chequeo por volteo.	95
Tabla 30.	Chequeo por deslizamiento.	96
Tabla 31.	Chequeo por esfuerzos.	96
Tabla 32.	Resumen construcción presupuesto puente viga post tensado L=32m.....	97

Tabla 33. Comparación de resultados de losa o tablero.....	98
Tabla 34. Comparación de resultados de la viga.	98
Tabla 35. Comparación de volumen de concreto de estribos.	100
Tabla 36. Comparación económica.	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Puente Coltamayo – Coporaque – Espinar – Cusco.....	5
Figura 2.	Puente tipo viga Kasillo – Coporaque – Espinar – Cusco.	6
Figura 3.	Puente tipo arco Storms River - Sudáfrica.....	7
Figura 4.	Puente suspendido Huayllumayo – Coporaque – Espinar – Cusco.	7
Figura 5.	Puente curvo Mariscal Cáceres - Jauja - Junín.	8
Figura 6.	Puentes de paso superior en la Av. Venezuela - Arequipa.	8
Figura 7.	Sección transversal de un puente.	11
Figura 8.	Imagen de un estribo de concreto armado.	12
Figura 9.	Propiedades o características del torón.....	13
Figura 10.	Viga pretensada.	13
Figura 11.	Viga postensada.....	14
Figura 12.	Pesos específicos de materiales.	14
Figura 13.	Camión de diseño.	15
Figura 14.	Tándem de diseño.....	15
Figura 15.	Espectro de Respuesta de Diseño.	19
Figura 16.	Combinaciones de Carga y Factores de Carga.	22
Figura 17.	Peraltes mínimos de la superestructura de.....	23
Figura 18.	Ubicación del Distrito de Coporaque.	31
Figura 19.	Ubicación del puente en río Sañumayo.	31
Figura 20.	Imagen de la estratigrafía de la calicata C-4.....	32
Figura 21.	Imagen de la estratigrafía de la calicata C-3.....	33
Figura 22.	Corte transversal puente viga losa.	34
Figura 23.	Imagen donde se define el eje del puente viga losa L=32 m.	39
Figura 24.	Imagen donde se define el carril de diseño.	39
Figura 25.	Imágenes donde se define concreto y acero refuerzo.	40
Figura 26.	Imagen donde se define la sección del puente viga losa.	40
Figura 27.	Imagen donde se define la viga diafragma.	41
Figura 28.	Definimos el camión de diseño.....	41
Figura 29.	Definimos tándem de diseño.	42
Figura 30.	Imagen donde se define las cargas que actúan en el puente viga losa.	42
Figura 31.	Imagen donde se define la carga sísmica según la NTE E.030 2014.	43
Figura 32.	Imagen de la carga distribuida por barandas.....	43
Figura 33.	Imagen de la carga distribuida de las veredas.....	44

Figura 34.	Imagen de la carga distribuida del asfalto (DW).	44
Figura 35.	Imagen de la carga de peatón sobre las veredas.	44
Figura 36.	Imagen de la carga por frenado.	45
Figura 37.	Imagen de carga de viento vertical.	45
Figura 38.	Imagen de las cargas de viento barlovento y sotavento.	45
Figura 39.	Imagen de los casos de cargas.	46
Figura 40.	Imagen donde se define las combinaciones de carga.	46
Figura 41.	Imagen del puente viga losa L=32 m analizado.	47
Figura 42.	Imagen deflexión máxima combinación Resistencia V.	47
Figura 43.	Momento máximo M(+) de la viga izquierda 1,922.02 tonf*m.	48
Figura 44.	Distribución acero refuerzo viga 2.70 m x 1.00 m.	49
Figura 45.	Distribución de acero refuerzo #8 longitudinal y acero refuerzo #6.	50
Figura 46.	Diseño por flexión.	50
Figura 47.	Diseño por corte.	51
Figura 48.	Momento máximo M11 para diseño de acero refuerzo longitudinal M (+) = 4.718 tonf*m.	51
Figura 49.	Momento máximo M22 para diseño de acero refuerzo transversal M (+) = 4.599 tonf*m.	53
Figura 50.	Distribución acero refuerzo de la losa o tablero 0.2 m x 5.60 m.	53
Figura 51.	Momento máximo M11 para diseño de acero refuerzo transversal M (+) = 5.738 tonf*m.	54
Figura 52.	Momento máximo M22 para diseño de acero refuerzo transversal M (+) = 0.628 tonf*m.	55
Figura 53.	Distribución acero refuerzo viga 2.50 m x 0.50 m.	55
Figura 54.	Dimensiones según predimensionamiento.	56
Figura 55.	Regiones del estribo.	57
Figura 56.	Corte transversal puente viga post tensada.	66
Figura 57.	Imagen donde se define el eje del puente viga post tensada L=32 m.	70
Figura 58.	Imagen donde se define el carril de diseño.	71
Figura 59.	Imágenes donde se define concreto, acero refuerzo y acero de preesfuerzo.	71
Figura 60.	Imagen donde se define la sección del puente viga post tensado.	72
Figura 61.	Imagen donde se define la viga diafragma.	72
Figura 62.	Definimos el camión de diseño.	73
Figura 63.	Definimos tándem de diseño.	73

Figura 64.	Características del tendón.....	74
Figura 65.	Configuración o distribución de los tendones.	74
Figura 66.	Imagen donde se define las cargas que actúan en el puente viga post tensado.	75
Figura 67.	Imagen donde se define la carga sísmica según la NTE E.030 2014.	75
Figura 68.	Imagen de la carga distribuida por barandas.....	76
Figura 69.	Imagen de la carga distribuida de las veredas.....	76
Figura 70.	Imagen de la carga distribuida del asfalto (DW).	76
Figura 71.	Imagen de la carga de peatón sobre las veredas.	77
Figura 72.	Imagen de la carga por frenado.....	77
Figura 73.	Imagen de carga de viento vertical.....	77
Figura 74.	Imagen de las cargas de viento barlovento y sotavento.	78
Figura 75.	Imagen de los casos de cargas.....	78
Figura 76.	Imagen donde se define las combinaciones de carga.	79
Figura 77.	Imagen del puente viga post tensado L=32 m analizado.	79
Figura 78.	Imagen deflexión máxima combinación Resistencia V, Def = 0.022 m.	80
Figura 79.	Momento máximo M(+) y M(-) de la viga izquierda 396.81 tonf*m.....	80
Figura 80.	Distribución acero refuerzo viga 1.20 m x 0.60 m.....	82
Figura 81.	Distribución de acero refuerzo #8 longitudinal y acero refuerzo #6.....	82
Figura 82.	Diseño por flexión.....	83
Figura 83.	Diseño por corte.....	83
Figura 84.	Momento máximo M11 para diseño de acero refuerzo longitudinal M (+) = 5.289 tonf*m.....	84
Figura 85.	Momento máximo M22 para diseño de acero refuerzo transversal M (+) = 4.870 tonf*m.....	85
Figura 86.	Distribución acero refuerzo de la losa o tablero 0.2 m x 5.60 m.....	86
Figura 87.	Momento máximo M11 para diseño de acero refuerzo transversal M (+) = 9.855 tonf*m.....	86
Figura 88.	Momento máximo M22 para diseño de acero refuerzo transversal M (+) = 1.97 tonf*m.....	87
Figura 89.	Distribución acero refuerzo viga 1.00 m x 0.50 m.....	87
Figura 90.	Dimensiones según predimensionamiento.	88
Figura 91.	Regiones del estribo.....	89
Figura 92.	Impacto visual de la superestructura.	99
Figura 93.	Comparación de estribos.....	99

Figura 94.	Momento máximo generado por carga muerta.	109
Figura 95.	Momento máximo generado por superficie de rodadura.	110
Figura 96.	Momento máximo generado por carga peatonal.	111
Figura 97.	Distribución de cargas camión de diseño HL-93.	111
Figura 98.	Distribución de cargas tándem de diseño HL-93.	112
Figura 99.	Distribución de carga de carril HL-93.	112
Figura 100.	Momento máximo generado por carga vehicular.	113
Figura 101.	Momento máximo generado por MuRI.	114
Figura 102.	Diagrama Magnel.	117
Figura 103.	Valores de e y $1/P_i$ en el Diagrama de Magnel.	119
Figura 104.	Desplazamiento generado por el post tensado.	120

RESUMEN

La elaboración del presente Trabajo de Investigación “Análisis comparativo del diseño estructural y económico de un puente viga losa con otro puente viga post tensada en el Río Sañumayo de la Comunidad de Checani Pucara del distrito de Coporaque, provincia de Espinar, departamento Cusco”, tiene como objetivo realizar el análisis comparativo del diseño estructural y económico de un puente viga losa con otro puente viga post tensado en el río Sañumayo de la comunidad de Checani Pucara del Distrito de Coporaque, Provincia de Espinar, Departamento Cusco.

El presente trabajo de investigación es del tipo tecnológico, porque se cumplió en realizar el análisis comparativo del diseño estructural del puente viga losa, con un puente viga post tensado de una longitud de 32 m., para ello se realizó el diseño estructural de la superestructura y de la subestructura, cuyos resultados indican que el puente viga post tensado tiene mejor comportamiento, y con los datos obtenidos en cada una de ellas se elaboró la hoja de metrados correspondiente para el cálculo del presupuesto, tanto del puente viga losa y del puente viga post tensado.

Culminado el diseño estructural del puente viga losa y puente viga post tensado de una longitud de 32 m., se determinaron las características de la superestructura y subestructura de ambos tipos de puente; el puente viga losa tiene las siguientes características principales: Longitud = 32 m., espesor losa o tablero = 0.20 m., base de la viga = 1.00 m., altura de la viga = 2.70 m., y el costo de la construcción del puente viga losa es de S/ 735,196.07; y el puente viga post tensado tiene las siguientes características principales: Longitud = 32 m., espesor losa o tablero = 0.20 m., base de la viga = 0.60 m., altura de la viga = 1.20 m., y el costo de la construcción del puente viga losa es de S/ 668,971.89.

En el Capítulo I, se desarrolla el marco teórico, donde se menciona los antecedentes, seguidamente las bases teóricas o conceptos teóricos, que nos sirven para el diseño estructural de superestructura y subestructura de ambos tipos de puentes.

En el Capítulo II, se describe la metodología utilizada para la elaboración del presente trabajo de investigación, como también las técnicas o instrumentos de recolección de datos.

En el Capítulo III, se realiza el diseño estructural del puente viga losa y puente viga post tensado, tanto de la superestructura y la subestructura de ambos tipos de puente, haciendo el uso del modelamiento con el software CSI BRIDGE, y con los resultados del diseño estructural se elaboró el costo de construcción.

En el Capítulo IV, se realiza algunas comparaciones sobre las características con las que se desarrollaron las tesis mencionadas en la parte de los antecedentes.

Comparando los resultados del diseño estructural, se concluye lo siguiente: el puente viga losa tiene mayores dimensiones en la viga (base de la viga = 1.00 m, altura de la viga = 2.70 m), el puente viga losa tiene un mayor costo de construcción y excede en S/ 66,224.18 al costo del puente viga post tensado, y el puente viga losa genera mayor impacto visual negativo por sus dimensiones (ver Figura 90).

Palabras clave: diseño, superestructura, subestructura, impacto.

ABSTRACT

The elaboration of this research work "Comparative analysis of the structural and economic design of a slay beam bridge with another post-tensioned beam bridge on the Sañumayo River in the Community of Checani Pucara in the district of Coporaque, province of Espinar, department of Cusco", aims to carry out a comparative analysis of the structural and economic design of a slab girder bridge with another post-tensioned girder bridge on the Sañumayo River in the Community of Checani Pucara in the District of Coporaque, Province of Espinar, Department of Cusco.

The present research work is of the technological type, because it was carried out the comparative analysis of the structural design of the slab girder bridge with a post-tensioned girder bridge of a length of 32 m, for which the structural design of the superstructure and substructure was elaborated or carried out, the results of which indicate that the post-tensioned girder bridge has better performance, and with the data obtained in each one of them, the corresponding metrics sheet was elaborated for the calculation of the budget, both for the slab girder bridge and the post-tensioned girder bridge.

Once the structural design of the 32 m long slab girder bridge and post-tensioned girder bridge was completed, the characteristics of the superstructure and substructure of both types of bridge were determined; the slab girder bridge has the following main characteristics: Length = 32 m, slab or deck thickness = 0.20 m, girder base = 1.00 m, girder height = 2.70 m, and the construction cost of the slab girder bridge is S/ 735,196.07; and the post-tensioned girder bridge has the following main characteristics: length = 32 m, slab thickness = 0.20 m, girder base = 0.60 m, girder height = 1.20 m, and the construction cost of the slab girder bridge is S/ 668,971.89.

In Chapter I, the theoretical framework is developed, where the background is mentioned first, followed by the theoretical bases or theoretical concepts that are useful for the structural design of the superstructure and substructure of both types of bridges.

In Chapter II describes the methodology used for the elaboration of this research work, as well as the data collection techniques or instruments.

In Chapter III, the structural design of the slab girder bridge and post-tensioned girder bridge, both the superstructure and the substructure of both types of bridges, is carried out using the modeling with the CSI BRIDGE software, and with the results of the structural design, the construction cost was elaborated.

In Chapter IV, some comparisons are made on the characteristics with which the theses mentioned in the background were developed.

Comparing the results of the structural design, the following is concluded: the slab girder bridge has larger dimensions in the girder (girder base = 1.00 m, girder height = 2.70 m), the slab girder bridge has a higher construction cost and exceeds the cost of the post-tensioned girder bridge by S/ 66,224.18, and the slab girder bridge generates a greater negative visual impact due to its dimensions (see Figure 90).

Key words: design, superstructure, substructure, impact.

INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo de Investigación titulado “Análisis comparativo del diseño estructural y económico de un puente viga losa con otro puente viga post tensada en el Río Sañumayo de la Comunidad de Checani Pucara del Distrito de Coporaque, Provincia de Espinar, Departamento Cusco” tiene como finalidad, realizar el análisis comparativo del puente viga losa con un puente viga post tensado, tanto en el diseño estructural y el costo de construcción.

Nuestro país cuenta con un Manual de Puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones, el cual fue aprobado con Resolución Directoral N° 09-2016-MTC/14 el 15 de marzo del 2016, el manual en mención se encuentra basado en la normativa AASHTO LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS SEVENTH EDITION 2014.

Para realizar el análisis comparativo del puente viga losa con un puente viga post tensado, primeramente, en el marco teórico se menciona los antecedentes, las bases teóricas o conceptos teóricos que nos sirven para el diseño estructural de superestructura y subestructura de ambos tipos de puentes.

El diseño estructural del puente viga losa y puente viga post tensado de la superestructura, se inicia con el predimensionamiento, teniendo las consideraciones del Manual de puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones. El modelamiento de la superestructura de ambos puentes (puente viga losa y puente viga post tensada) se realiza con el software CSI BRIDGE, en el cual se considera para el diseño estructural las cargas de frenado, cargas de viento y cargas sísmicas.

La subestructura para ambos tipos de puentes se consideran estribos de concreto, cuyas dimensiones y cargas para el diseño estructural también se encuentran basados en el Manual de puentes.

Comparando los resultados se puede concluir que el puente viga losa, tiene un mayor costo de construcción y también genera mayor impacto visual negativo por sus dimensiones.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

1.1.1 Antecedente regional

Huallpa (2015), en la tesis titulada “Elaboración de ábacos para el diseño de puentes tipo losa y viga losa, de concreto armado, basados en la metodología AASHTO-LRFD”, tiene como objetivo la elaboración de ábacos, para el diseño por flexión de las estructuras principales de puentes tipo losa y viga losa de concreto armado, bajo la acción de cargas gravitacionales; para la sección transversal con mayor momento, basadas en la metodología AASHTO LRFD. Para ello el Tesista mediante un arreglo adecuado de las distintas variables y/o parámetros que involucran el diseño de la superestructura de este tipo de puentes, elaboró el conjunto de ábacos para el diseño de algunos elementos específicos, que nos permiten obtener valores tolerables muy cercanos a los reales, que para fines de diseño son aceptables. El tesista finalmente muestra ejemplos de aplicación de los ábacos elaborados para el diseño y verificación de los puentes tratados, así como la comprobación del diseño de las vigas de un puente analizado mediante el programa SAP 2000.

Ttito (2015), “Análisis y diseño del intercambio vial curvo presforzado de la Av. Evitamiento del proyecto mejoramiento de la carretera Variante de Uchumayo”, La tesis tiene como objetivo elaborar el análisis y diseño de un puente curvo presforzado en la Av. Evitamiento de la Variante Uchumayo, basado en la metodología AASHTO LRFD. Para ello realizó el diseño estructural de la superestructura y subestructura del puente curvo, posteriormente se realizó el análisis de costo y presupuesto. se concluye que para el puente de concreto postensado obtuvo esfuerzos de tracción y compresión de 72.84 kgf/cm² y -15.17 kgf/cm² respectivamente, menores a los esfuerzos límite especificados por la AASHTO LRFD 2010, y finalmente recomienda la metodología propuesta para el

análisis de elementos curvos puede ser usada satisfactoriamente en el análisis de vigas curvas y puentes curvos.

1.1.2 Antecedente nacional.

Sueldo y Olórtiga (2017), “Diseño estructural de un puente de vigas postensadas que cruza el Río Rímac en Zárate”, la tesis tiene como objetivo realizar el diseño estructural de la superestructura y subestructura de un puente de vigas postensadas de 75.5 metros de luz entre ejes de pilares, el puente estará ubicado en la urbanización Zárate que forma parte del distrito de San Juan de Lurigancho, en la ciudad de Lima y cruzará el río Rímac; para ello, se desarrolló el diseño de la superestructura, la cual consiste en barreras de tráfico, vigas longitudinales postensadas y vigas diafragma; también evaluó la respuesta sísmica del puente mediante un análisis multimodal y un espectro de diseño; asimismo, se presentó el diseño de los dispositivos de apoyo tipo elastómero y de la subestructura del puente, la cual consiste en pilares de concreto armado y la cimentación, que será de tipo cajón. concluyen que se pudo realizar satisfactoriamente el diseño del puente de 75.50 m. de luz a ejes de pilares, se logró diseñar el tramo central apoyado sobre los tramos extremos, tal como se esperaba, los esfuerzos actuantes en las vigas extremas son muy altos, debido a que están recibiendo las cargas del tramo central.

Rodriguez (2019), “Diseño de un puente tipo losa y un puente viga losa hasta 20m. de luz, en el Distrito de Chilca”. La tesis tiene como objetivo elaborar el diseño de un puente tipo losa y un puente viga losa de 12 metros de luz, específicamente el diseño del tablero, vigas de ser el caso, y los estribos configurados con muros de gravedad, y para el análisis y diseño de ambos puentes se emplea el método de la AASTHO – LRFD (American Association of State Highway Transportation Officials) - (Load, Resisten, Factor, Design); para ello se realizó el diseño del puente losa, que inicia con el predimensionamiento de los elementos de la superestructura (tablero), luego se realizó los cálculos de las cargas dinámicas para obtener los momentos últimos o de diseño, a continuación, se desarrolló el cálculo del refuerzo de acero y con el mismo criterio se procedió a realizar los cálculos para el puente tipo viga losa. El Manual de diseño de puentes del MTC no presenta procedimiento detallado de cálculo; por lo tanto, se logró realizar el procedimiento de diseño de un puente losa y viga losa que conecta los barrios botadero 1 y botadero 2 en el Distrito de Chilca, de manera detallada y didáctica; siendo viable y generando una guía de diseño para estudiantes y/o profesionales.

1.1.3 Antecedente internacional.

Weisser (2018), en la tesis “Cálculo de un puente de hormigón postensado construido en avance en voladizo”, tiene como objetivo de realizar el análisis, cálculo y dimensionamiento de un viaducto, para el paso vehicular en carretera, el puente es de hormigón postensado, construido mediante avance en voladizo, la superestructura consta de un tablero de sección cajón de almas inclinadas y canto variable con un ancho a nivel de calzada de 26.50 metros, siendo un elemento continuo en sus 615 metros de longitud; para ello, se basó en la norma AASHTO LRFD 2014, normativa vigente de origen estadounidense, la cual trata sobre las consideraciones que se debe tener en el análisis, cálculo, acciones y combinaciones para verificaciones y dimensionamiento de la estructura. se concluye que el dimensionamiento del puente se ocupó 16.800 m³ de hormigón en el tablero y en las pilas se ocuparon 6.500 m³ del mismo material, con respecto a este material base, las cuantías de armadura activa en el tablero es de 71 kg/m³. En las pilas se empleó 115 kg/m³ de armadura pasiva longitudinal, y junto con ello se dimensionó también los elementos de protección del puente.

1.2 BASES TEÓRICAS

1.2.1 Puente

Es una obra de infraestructura vial que se utiliza para atravesar o cruzar un accidente geográfico, que es principalmente un río, y en algunos casos se utiliza como soporte para paso de tuberías y otros materiales de conducción lineales.

También se define “Un puente es una obra que se construye para salvar un obstáculo dando así continuidad a una vía. Suele sustentar un camino, una carretera o una vía férrea”. (Rodríguez, 2017).



Figura 1. Puente Coltamayo – Coporaque – Espinar – Cusco.

1.2.2 Clasificación de Puentes

Se describe las clasificaciones de mayor relevancia.

1.2.2.1 Según su naturaleza

Los puentes según su naturaleza pueden ser:

- Puentes para carretera.
- Puentes para ferrocarril.
- Puentes para trenes eléctricos de pasajeros.
- Puentes para acueductos.
- Puentes para peatones.
- Y los puentes para aviones que existen en los aeropuertos.

1.2.2.2 Según el material

Los puentes según su material pueden ser:

- Puentes de piedra.
- Puentes de madera.
- Puentes de sogas.
- Puentes de hierro.
- Puentes de acero.
- Puentes de concreto armado.
- Puentes de concreto preesforzado.

- Y últimamente puentes de materiales compuestos (fibras de vidrio, fibras de carbón, etc.).

1.2.2.3 Según el sistema estructural

Los puentes según el sistema estructural se clasifican en tres categorías:

A. Puentes tipo viga

Los puentes tipo viga pueden ser de tramos:

- Tramos simplemente apoyados.
- Tramos isostáticos tipo gerber o cantiléver.
- Tramos hiperestáticos o continuos.

Cabe mencionar que los puentes tipo losa también se consideran dentro de los puentes tipo viga.



Figura 2. Puente tipo viga Kasillo – Coporaque – Espinar – Cusco.

B. Puentes en arco

Los puentes en arco pueden tener diversas formas:

- De tablero superior.
- De tablero intermedio.
- De tablero inferior.
- De tímpano ligero.
- De tímpano relleno o tipo bóveda.



Figura 3. Puente tipo arco StormsRiver - Sudáfrica.

C. Puentes suspendidos.

Los puentes suspendidos pueden ser:

- Puentes colgantes.
- Puentes atirantados.
- Puentes combinados (colgante – atirantado).



Figura 4. Puente suspendido Huayllumayo – Coporaque – Espinar – Cusco.

1.2.2.4 Según su forma geométrica de planta

Los puentes según su forma geométrica de planta pueden ser:

- Puentes rectos.
- Puentes esviados o curvos.



Figura 5. Puentes curvo Mariscal Cáceres - Jauja - Junín.

1.2.2.5 Según su posición respecto a la vía considerada

Los puentes según su posición pueden ser:

- Puentes de pasos superiores.
- Puentes de pasos inferiores.



Figura 6. Puentes de paso superior en la Av. Venezuela - Arequipa.

1.2.2.6 Según el tiempo de vida

Los puentes según su posición pueden ser:

- Puentes definitivos.-Puentes que son construidos para un tiempo de servicio de 75 años.
- Puentes temporales.-Puentes que son construidos para un tiempo limitado, no mayor a 5 años.

1.2.2.7 Según su importancia operativa

Los puentes según su importancia operativa pueden ser:

- Puentes importantes.
- Puentes típicos.
- Puentes relativamente menos importantes.

1.2.2.8 Según su diseño sísmico

Los puentes según su importancia operativa pueden ser:

- Puentes críticos.-Puentes que deben estar abiertos para vehículos de emergencia o para fines de seguridad y/o defensa inmediatamente después del sismo de diseño, con un periodo de retorno de 2500 años.
- Puentes esenciales.-Puentes que deben estar abiertos para vehículos de emergencia o para fines de seguridad y/o defensa inmediatamente después del sismo de diseño, con un periodo de retorno de 1000 años.

1.2.2.9 Según el sistema de construcción

Los puentes según el sistema de construcción:

- Puentes segmentales.
- Puentes lanzados.
- Puentes sobre obra falsa.
- Puentes prefabricados.

1.2.2.10 Según la demanda de tránsito y clase de la carretera

Los puentes según su demanda y clase pueden ser:

- Puentes para autopistas de primera clase.
- Puentes para autopistas de segunda Clase.
- Puentes para carreteras de primera Clase.
- Puentes para carreteras de segunda Clase.

- Puentes para carreteras de tercera clase.
- Puentes para trochas carrozables.

1.2.3 Partes o elementos de un puente

Se tiene como partes o elementos de un puente, la superestructura y la subestructura.

1.2.3.1 Superestructura

La superestructura de un puente está conformada por la losa o tablero y la estructura portante.

A. Losa o tablero

Es un elemento estructural del puente, que se encarga de soportar las cargas del vehículo de diseño de manera directa, estas también pueden tener una superficie rodamiento que la mayoría de casos es el asfalto.

B. Estructura portante

Es un elemento estructural del puente, que tiene la finalidad de soportar a la losa o tablero, la estructura portante también cumple la función principal de transmitir las cargas que provienen de la losa o tablero.

C. Elementos o accesorios auxiliares

Se llaman elementos auxiliares a los elementos o accesorios del puente, que se encargan de brindar funcionalidad y seguridad a los vehículos y peatones.

- Veredas.
- Ciclovías.
- Elementos de protección como barreras y barandas.
- Elementos de drenaje.

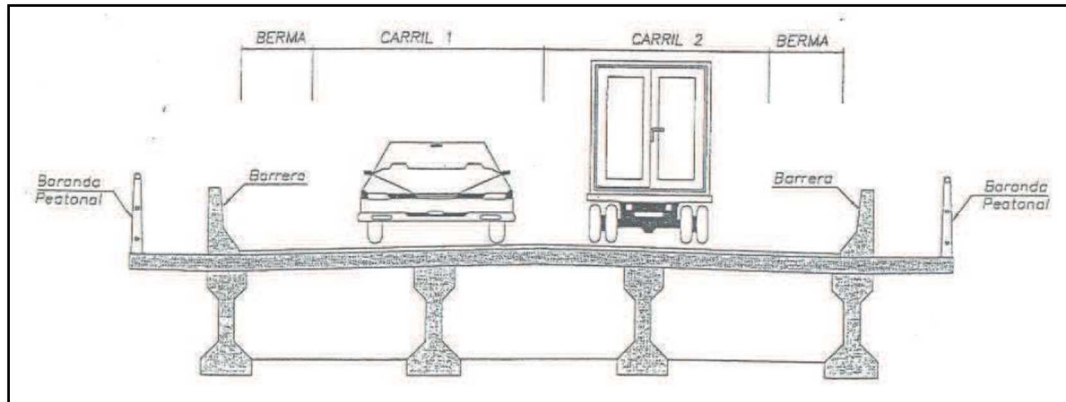


Figura 7. Sección transversal de un puente.

1.2.3.2 Subestructura

La subestructura de un puente, tiene como elementos principales a los pilares, estribos, cimentación, se encargan de soportar las cargas provenientes de la superestructura.

A. Pilares

Es un elemento estructural de la subestructura, tienen la función de apoyo y generalmente se encuentran ubicados en la parte intermedia de un puente, también se encargan de conducir los esfuerzos de la superestructura a la cimentación.

B. Estribo

Es un elemento estructural de la subestructura, tienen la función de apoyo y se encuentran ubicados en los extremos del puente, al igual que los pilares también se encargan de conducir los esfuerzos de la superestructura a la cimentación.

C. Cimentación

Es un elemento estructural de la subestructura, tienen la función transmitir todos los esfuerzos al suelo y se encuentran bajo el terreno o suelo.

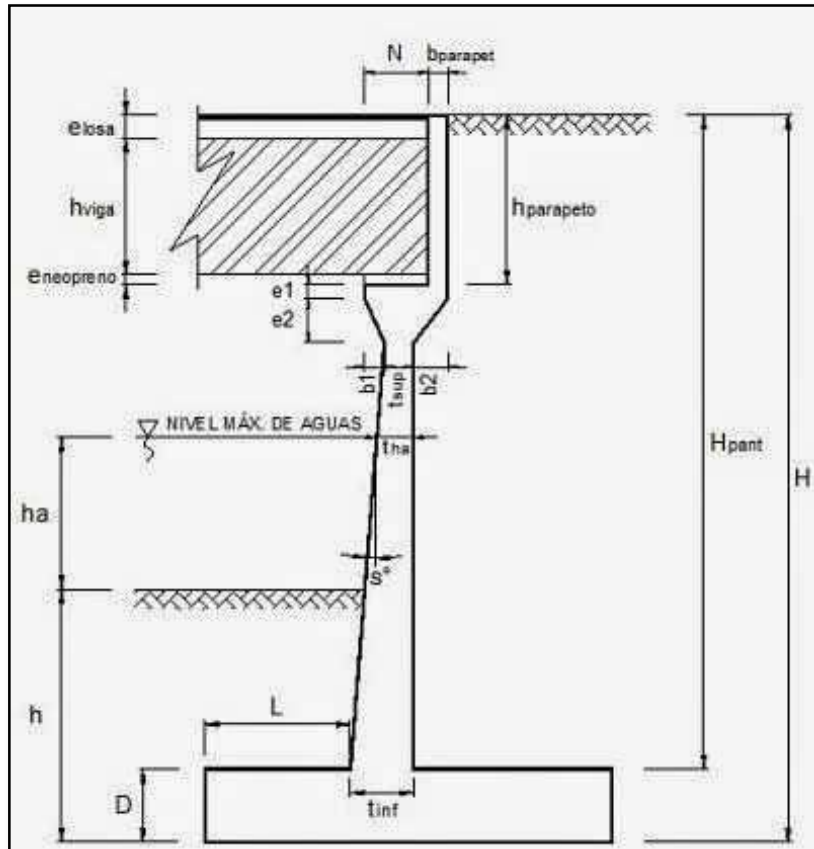


Figura 8. Imagen de un estribo de concreto armado.

1.2.4 Materiales

1.2.4.1 Concreto

Mezcla de elementos como cemento, agregado fino, agregado grueso, agua y aditivos; y que deben cumplir lo establecido en la Norma Técnica Peruana E-060 (NTP).

El peso específico del concreto armado a utilizar para el diseño de puentes, es de 2500 kgf/m³, según el Manual de puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC).

1.2.4.2 Acero

A. Acero refuerzo

Conjunto de elementos en forma de armadura, que pueden estar constituidos de alambres, barras u otros; que tienen como finalidad aumentar la ductilidad, resistencia; así como también, resistir los esfuerzos de tensión, torsión, cortante y restringir los agrietamientos.

El acero de refuerzo más usado en la construcción es de grado 40 y 60 psi (2800 y 4200 kg/cm²).

B. Acero preesfuerzo - Torones

Los torones pueden usarse en forma pretensada o postensada, consiste en agrupar 7 alambres de forma individual, en la cual 6 de ellos son enrollados helicoidalmente sobre el alambre principal central; y deben cumplir las siguientes características especificadas en Manual de puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC).

Material	Grado o Tipo	Diámetro en (in)	Resistencia a la Tracción f_{pu} en (ksi)	Resistencia a la fluencia f_{py} en (ksi)
Toron (Strand)	250 ksi (17600 kg/cm ²)	1/4 a 0.6	250 ksi (17600 kg/cm ²)	85% de f_{pu} , excepto 90% de f_{pu} para torones de baja relajación
	270 ksi (19000 kg/cm ²)	3/8 a 0.6	270 ksi (19000 kg/cm ²)	
Barra	Tipo 1, Liso	3/4 a 1-3/8	150 ksi (10560 kg/cm ²)	85% de f_{pu}
	Tipo 2, Corrugado	5/8 a 1-3/8	150 ksi (10560 kg/cm ²)	80% de f_{pu}

Figura 9. Propiedades o características del torón.

1.2.4.3 Métodos de preesfuerzo

A. Pre tensado

El pre tensado es un método de preesfuerzo en el cual el acero de preesfuerzo o tendones se tensan antes del vaciado de concreto.

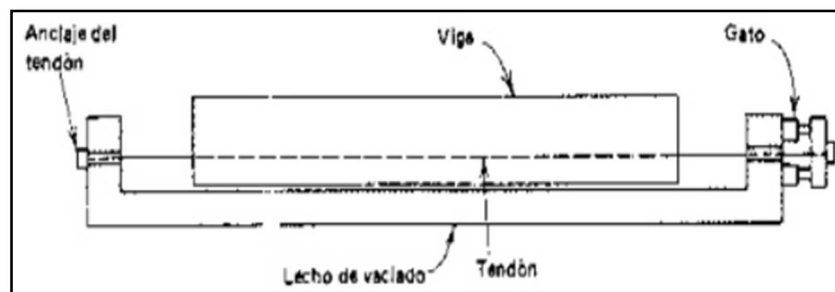


Figura 10. Viga pretensada.

B. Post tensado

El post tensado en comparación con el pre tensado, es un método de preesfuerzo en el cual el acero de preesfuerzo o tendones se tensan posterior al vaciado del concreto y se anclan al concreto.

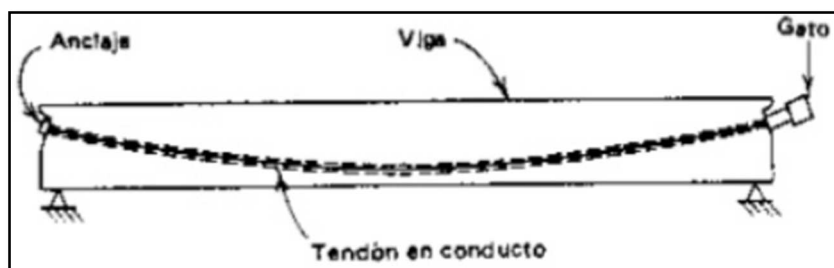


Figura 11. Viga postensada.

1.2.5 Cargas para puentes

1.2.5.1 Cargas permanentes

Se considera cargas permanentes:

- DC : Carga muerta de elementos estructurales y no estructurales.
- DW : Carga muerta de la superficie de rodadura.

Según el manual de puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC), recomienda utilizar los siguientes pesos específicos, para el diseño de puentes.

MATERIAL	(kN/m ³)	(kgf/m ³)
Agua dulce	9,8	(1000)
Agua salada	10,0	(1020)
Acero	76,9	(7850)
Aluminio	27,4	(2800)
Arena, tierra o grava sueltas, arcilla	15,7	(1600)
Arena, tierra o grava compactas	18,9	(1900)
Asfalto, Macadam	22,0	(2200)
Concreto ligero	17,4	(1740)
Concreto normal	23,5	(2400)
Concreto Armado	25,0	(2500)
Hierro forjado	70,6	(7200)
Balasto	22,0	(2250)
Madera	10,0	(1020)
Mampostería de piedra	26,6	(2700)
Rieles y accesorios (por metro lineal de vía férrea)	3 kN/m	300kgf/m

Figura 12. Pesos específicos de materiales.

Nota: Tomado de «Manual de puentes», por Ministerio de transportes y comunicaciones. 2016, p. 56.

1.2.5.2 Sobrecargas vivas

Se considera sobrecargas vivas:

- LL : Sobrecarga vehicular.

- PL : Sobrecarga peatonal.

A. Sobrecarga vehicular (LL)

El manual de puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones indica que se debe considerar para el diseño de puentes al camión HL-93.

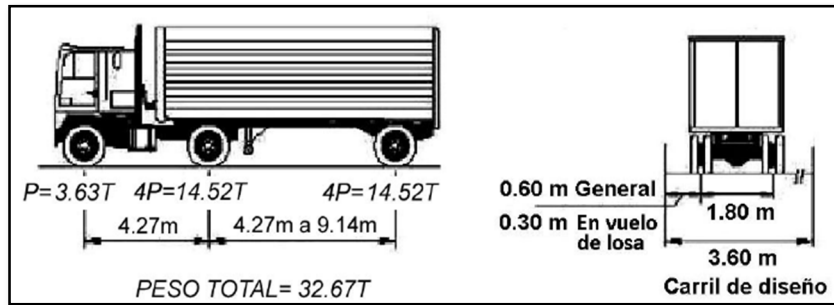


Figura 13. Camión de diseño.

Nota: Tomado de «Manual de puentes», por Rodríguez. 2017, p. II-2.

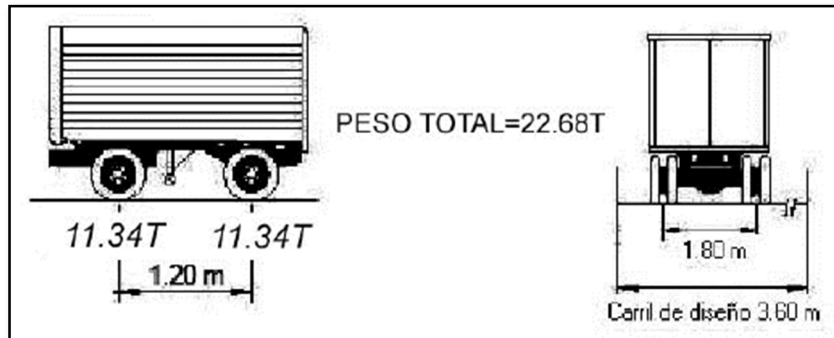


Figura 14. Tándem de diseño.

Nota: Tomado de «Manual de puentes», por Rodríguez. 2017, p. II-2.

Presencia múltiple de sobrecarga, la solicitación extrema correspondiente a sobrecarga, se deberá considerar un una de las posibles combinaciones de número de carriles cargados, multiplicando por un factor de presencia múltiple correspondiente, para tomar en cuenta la probabilidad de que los carriles estén ocupados simultáneamente por la totalidad de la sobrecarga de diseño HL93; según la Tabla 1.

Tabla 1.

Factor de presencia múltiple.

Número de carriles cargados	Factor de presencia múltiple, m
1	1.20
2	1.00
3	0.85
>3	0.65

Nota: Tomado de Manual de Puentes, MTC, 2016, p. 61.

Incremento de carga dinámica (IM), el factor que se aplica a la carga estática deberá ser $(1 + IM/100)$; además, el incremento por carga dinámica no se aplicará a las cargas peatonales ni a la carga del carril de diseño.

Tabla 2.

Factor de presencia múltiple.

Componente	Porcentaje (IM)
Elementos de unión en el tablero (para todos los estados límite)	75%
Para otros elementos	15%
· Estados límite de fatiga y fractura	
· Otros estados límite	33%

Nota: Tomado de Manual de Puentes, MTC, 2016, p. 64.

1.2.5.3 Fuerza de frenado

Según el Manual de puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones se considera al valor mayor de las siguientes condiciones:

- 25 por ciento de los pesos por eje del camión o tándem de diseño.
- 5 por ciento del camión o tándem de diseño más la carga de carril.

1.2.5.4 Carga sobre veredas

Según el Manual de puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones, se considera al valor 367 kg/m² como sobrecarga en toda las veredas o aceras mayores a 0.60 m de ancho.

1.2.5.5 Carga sobre barandas

Según el Manual de puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones, la altura de las barandas debe tener una altura mínima de 1060 mm., para puentes peatonales, y para ciclovías la altura mínima es de 1400 m.

La sobrecarga de diseño para las barandas para peatones se deberá tomar como $w = 0.050 \text{ klf}$ (0,73 N/mm), tanto transversal como verticalmente, actuando en forma simultánea.

1.2.5.6 Carga de viento (WS)

Según el Manual de puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones, se considera lo siguiente:

$$P_D = P_B \left(\frac{V_{DZ}^2}{25600} \right)$$

Donde:

VDZ = Velocidad de viento de diseño (km/h).

PB = Presión básica del viento según tabla 3.

PD = Presión de viento (mpa)

Tabla 3.

Presiones básicas (P-B), para VB = 160 Km/h.

Componente Estructural	Presión por Barlovento		Presión por Sotavento	
Reticulados, Columnas y Arcos	0.050 ksf	0,0024 mpa	0.025 ksf	0.0012 mpa
Vigas	0.050 ksf	0,0024 mpa	NA	NA
Superficies de pisos largos	0.040 ksf	0,0019 mpa	NA	NA

Nota: Tomado de Manual de Puentes, MTC, 2016, p. 74.

$$V_{DZ} = 2.5V_o \left(\frac{V_{10}}{V_B} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_o} \right)$$

Donde:

VDZ = Velocidad de viento de diseño.

V0 = Velocidad friccional, ver tabla 4.

V10 = Velocidad viento según mapa eólico de la zona.

VB = Velocidad base de viento 160 km/h.

Z = Altura de la estructura.

Z₀ = Longitud de fricción que trae el viento aguas arriba, ver tabla 4.

Tabla 4.

Valores de las constantes V₀ y Z₀.

Condición	Terreno abierto		Área Suburbana		Área urbana	
V ₀	8.20 mph	13.2 km/h	10.9 mph	17.6 km/h	12.00 mph	19.3 Km/h
Z ₀	0.23 ft	70 mm	3.28 ft	1000 mm	8.20 ft	2500 mm

Nota: Tomado de Manual de Puentes, MTC, 2016, p. 73.

- Fuerza de viento horizontal (Fuerza Barlovento)

$$F_{barlovento} = P_D(h)$$

Donde:

h = Peralte de la viga (m)

- Fuerza de viento horizontal (Fuerza Sotavento)

$$F_{sotavento} = F_{barlovento}/2$$

- Fuerza de viento vertical (F_{vv})

$$F_{vv} = 0.098(A)$$

Donde:

0.098 = Valor según norma AASHTO LRFD 3.8.2 (ton/m²)

A = Ancho del tablero (m).

1.2.5.7 Efecto sísmico (EQ)

Las cargas sísmicas se deberán tomar como solicitaciones horizontales determinadas de acuerdo con la Norma Técnica Peruana (NTP) E030 – 2014, para el diseño del espectro de respuesta.

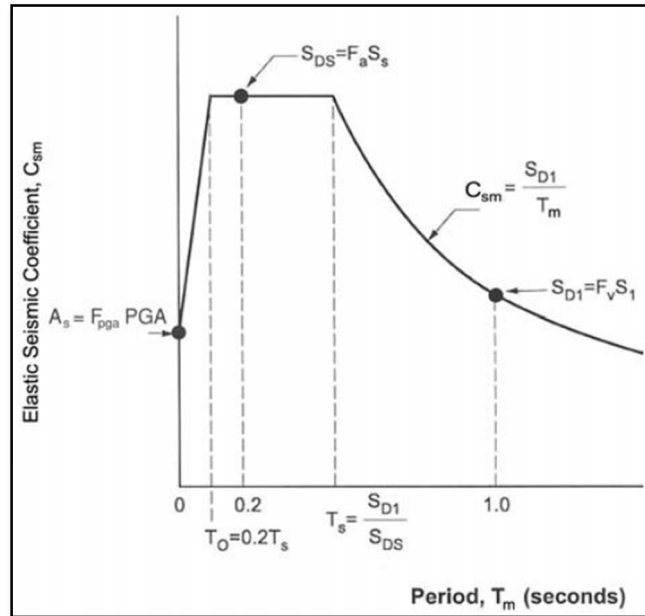


Figura 15. Espectro de Respuesta de Diseño.

Nota: Tomado de «Manual de puentes», por Rodríguez. 2017, p. II-12.

1.2.5.8 Empuje de suelo

Las cargas de empuje de suelo, son considerados principalmente en el caso de los estribos de puentes; para lo cual se debe tener en consideración lo siguiente:

- EH: Empuje horizontal del suelo.
- ES: sobrecarga de suelo.
- LS: sobrecarga viva.
- DD: fricción negativa.

1.2.6 Factores de carga y combinaciones

1.2.6.1 Cargas y denominación

Según el Manual de puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones se debe tener en consideración las siguientes cargas y fuerzas permanentes, transitorias y su denominación:

- Cargas Permanentes:
 - CR = Solicitaciones de fuerza debido a la fluencia lenta del concreto (Creep).
 - DD = de arrastre hacia abajo.
 - DC = Carga muerta de Componentes estructurales y no estructurales.
 - DW = Carga muerta de la superficie de rodadura y dispositivos auxiliares.
 - EH = Empuje horizontal del terreno.

EL = Tensiones residuales acumuladas resultantes del proceso constructivo.

ES = Sobrecarga del terreno.

EV = Presión vertical del peso propio del suelo de relleno.

PS = Fuerzas secundarias debidas al postensado.

SH = Solicitaciones debido a las contracciones diferenciales del concreto.

- Cargas Transitorias:

BL = carga de explosión.

BR = fuerza de frenado vehicular.

CE = fuerza centrífuga vehicular.

CT = fuerza de choque vehicular.

CV = fuerza de choque de barcos.

EQ = sismo.

FR = fricción.

IC = carga de hielo.

IM = Incremento de la carga viva por efectos dinámicos.

LL = carga viva vehicular.

LS = carga viva superficial.

PL = carga viva de peatones.

SE = Solicitaciones por asentamiento.

TG = Solicitaciones por gradiente de temperatura.

TU = Solicitaciones por temperatura uniforme.

WA = carga de agua y presión del flujo.

WL = efecto de viento sobre la carga viva.

WS = efecto de viento sobre la estructura.

1.2.6.2 Combinaciones de carga

Según el Manual de puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones se debe tener en consideración las combinaciones de carga:

- RESISTENCIA I: Combinación básica de cargas relacionada con el uso vehicular normal, sin considerar el viento.
- RESISTENCIA II: Combinación de cargas relacionada al uso del puente mediante vehículos de diseño especiales especificados por el propietario y/o vehículos que permiten la evaluación, sin considerar el viento.
- RESISTENCIA III: Combinación de cargas relacionada al puente expuesto al viento con una velocidad mayor que 90 km/h.

- RESISTENCIA IV: Combinación de cargas relacionada a relaciones muy altas de las solicitaciones de las cargas muertas a las cargas vivas.
- RESISTENCIA V: Combinación de cargas relacionada al uso vehicular normal del puente considerando el viento a una velocidad de 90 km/h.
- EVENTO EXTREMO I: Combinación de cargas incluyendo sismo. El factor de carga para carga viva gEQ será determinado sobre la base de un proyecto específico.
- EVENTO EXTREMO II: Combinación de cargas que incluye la carga de hielo, colisión de vehículos y barcos, flujos comprobados, y ciertos eventos hidráulicos con carga viva reducida diferente a la que forma parte de la carga de colisión de vehículos, CT Los casos de flujos comprobados no serán combinados con BL, CV, CT, o IC.
- SERVICIO I: Combinación de cargas relacionada al uso operativo normal del puente con viento a 90 km/hr y con todas las cargas en su valor nominal (sin factorizar). También está relacionada al control de la deflexión en estructuras metálicas enterradas, revestimiento de túneles y tubos termoplásticos, así como controlar el ancho de las grietas en estructuras de concreto armado, y para análisis transversal relacionado a la tensión en vigas de concreto fabricadas por segmentos. Esta combinación de cargas también se debería utilizar para investigar la estabilidad de los taludes.
- SERVICIO II: Combinación de cargas considerado para controlar la fluencia de las estructuras de acero y el deslizamiento de las conexiones críticas, debidos a la carga viva vehicular.
- SERVICIO III: Combinación de cargas relacionada solamente a la fuerza de tensión en estructuras de concreto pretensado, con el objetivo de controlar las grietas y la tensión principal en el alma de las vigas de concreto fabricadas por segmentos.
- SERVICIO IV: Combinación de cargas relacionada exclusivamente a la tensión en las columnas de concreto pretensado con el propósito de controlar las grietas.
- FATIGA I: Combinación de carga de fatiga y fractura relacionada a la vida de fatiga infinita por la carga inducida.
- FATIGA II: Combinación de carga de fatiga y fractura relacionada a la vida de fatiga finita por la carga inducida.

1.2.6.3 Factores de carga.

Según el Manual de puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones se debe tener en consideración los siguientes factores y combinaciones de carga:

Combinación de Cargas Estado Limite	DC ES DD EL DW PS EH CR EV SH	LL IM CE BR PL LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	EQ	BL	IC	CT	CV
RESISTENCIA I A menos que se especifique lo contrario	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	γ_p	-	1.00	--	--	1.00	0.50/1.20							
RESISTENCIA V	γ_P	1.35	1.00	0.40	1.00	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	1.00	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}					
SERVICIO IV	1.00		1.00	0.70		1.00	1.00/1.20		1.00					
FATIGA I Solamente LL, IM y CE		1.50												
FATIGA I II- Solamente LL, IM y CE		0.75												

Figura 16. Combinaciones de Carga y Factores de Carga.

Nota: Tomado de «Manual de puentes», por MTC. 2016, p. 101.

1.2.7 Predimensionamiento

Según el Manual de puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones, se debe tener en consideración lo siguiente, para pre dimensionar los peraltes mínimos y tradicionales de la superestructura.

Superestructura		Profundidad mínima (incluyendo el tablero) <i>Si se utilizan elementos de profundidad variable, estos valores se pueden ajustar para considerar los cambios de rigidez relativa de las secciones de momento positivo y negativo</i>			
Material	Tipo	Tramos Simples		Tramos Continuos	
Concreto reforzado	Losa con armadura principal paralela al tráfico	$\frac{1.2(S + 10)}{30}$ En (ft)	$\frac{1.2(S + 3000)}{30}$ En (mm)	$\frac{S+10}{30} \geq 0.54 \text{ ft}$	$\frac{S+3000}{30} \geq 165 \text{ mm}$
	Vigas T	0.070L		0.065L	
	Vigas Cajon	0.060L		0.055L	
	Vigas de estructuras peatonales	0.035L		0.033L	
Concreto pretensado	Losas	0.030L $\geq 6.5 \text{ in (165mm)}$		0.027 $\geq 6.5 \text{ in (165mm)}$	
	Vigas cajón coladas en sitio	0.045L		0.040L	
	Vigas doble T prefabricadas	0.045L		0.040L	
	Vigas de estructuras peatonales	0.033L		0.030L	
	Vigas cajón adyacentes	0.030L		0.025L	
Acero	Profundidad total de viga doble T compuesta compuesta	0.040L		0.032L	
	Profundidad de la porción de sección doble T de la viga doble T compuesta	0.033L		0.027L	
	Reticulados	0.100L		0.100L	

Figura 17. Peraltes mínimos de la superestructura de.

Nota: Tomado de «Manual de puentes», por MTC. 2016, p. 308.

1.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- AASHTO: Abreviatura que significa, American Association of State Highway and Transportation Officials.
- LRFD: Abreviatura que significa, Load and Resistance Factor Design.
- Esviajado: Oblicuidad que presenta el eje del puente, respecto al frente de la obra de qué forma parte.
- Trocha carrozable: Término que hace presente a un camino por el cual transitan vehículos.
- Portante: Es el elemento estructural que porta, lleva o transmite las cargas de un elemento estructural a otro elemento estructural.
- Ciclovía: Es un camino o vía, el cual está destinado netamente para el tránsito de bicicletas.
- Torón: Es un cable de acero utilizado como método de preesfuerzo, que está conformado por una cantidad de alambres distribuidos de forma helicoidal.
- HL - 93: Modelo de camión de diseño, utilizado para el diseño de puentes según el Manual de puentes del MTC.
- NTP: Abreviatura que significa, Norma Técnica Peruana.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 MÉTODO, Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

En la elaboración de la presente tesis, se utilizó el método investigación del tipo tecnológico, que el autor Llamas (2020) describe o define: “La investigación tecnológica sirve en esencia para la búsqueda de soluciones a problemas del ámbito tecnológico que den respuesta a un problema concreto”.

El presente trabajo de investigación, se encuentra dentro del marco descriptivo, que el autor Misahuaman (2011) describe: “El nivel descriptivo sirve para identificar los factores que están participando en el comportamiento del producto o proceso que se está abordando” y en el marco comparativo, en vista que se realizó la comparación de los resultados obtenidos del diseño estructural, en el puente viga losa con los resultados obtenidos en el puente viga post tensado.

2.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación o tesis, es del tipo no experimental que el autor Kerlinger (2002, p 420) señala: “En la investigación no experimental no es posible manipular las variables o asignar aleatoriamente a los participantes o tratamientos”; debido a que, el presente trabajo de investigación o tesis principalmente trabaja con la definición de conceptos, variables y en el diseño estructural del puente.

2.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

2.3.1 Problema general

- a) ¿Qué diferencias se encontrarán al realizar el análisis comparativo del diseño estructural y económico de la súper estructura de un puente viga losa con otro

puente viga post tensada en el río Sañumayo de la comunidad de Checani Pucara del Distrito de Coporaque, Provincia de Espinar, Departamento Cusco?

2.3.2 Problemas específicos

- a) ¿Qué criterios se deberán tomar en cuenta para elaborar el diseño estructural y económico de la superestructura del puente viga losa en el río Sañumayo de la comunidad de Checani Pucara del Distrito de Coporaque?
- b) ¿Qué criterios se deberán tomar en cuenta para elaborar el diseño estructural y económico de la súper estructura del puente post tensando en el río Sañumayo de la comunidad de Checani Pucara del Distrito de Coporaque?
- c) ¿Qué diferencias se encontrarán al comparar los resultados del diseño estructural de la súper estructura, obtenidos en el puente viga losa con los resultados obtenidos en el puente viga post tensado?
- d) ¿Qué diferencias se encontrarán al comparar los resultados del análisis económico de la súper estructura, obtenidos en el puente viga losa con los resultados obtenidos en el puente viga post tensado?
- e) ¿Qué impacto visual generará la viga en el puente viga losa, en relación con el puente viga post tensado?

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 Objetivo general

- a) Realizar el análisis comparativo del diseño estructural y económico de la súper estructura, de un puente viga losa con otro puente viga post tensado en el río Sañumayo de la comunidad de Checani Pucara del Distrito de Coporaque, Provincia de Espinar, Departamento Cusco.

2.4.2 Objetivos específicos

- a) Elaborar el diseño estructural y económico de la súper estructura del puente viga losa en el río Sañumayo de la comunidad de Checani Pucara del Distrito de Coporaque.
- b) Elaborar el diseño estructural y económico de la súper estructura del puente post tensando en el río Sañumayo de la comunidad de Checani Pucara del Distrito de Coporaque.

- c) Comparar los resultados del diseño estructural de la súper estructura, obtenidos en el puente viga losa con los resultados obtenidos en el puente viga post tensado.
- d) Comparar los resultados del análisis económico de la súper estructura, obtenidos en el puente viga losa con los resultados obtenidos en el puente viga post tensado
- e) Determinar el impacto visual que genera la viga en el puente viga losa, en relación con el puente viga post tensado.

2.5 HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

2.5.1 Hipótesis general

- a) El análisis comparativo del diseño estructural y económico de la súper estructura del puente viga losa con otro puente viga post tensado en el río Sañumayo de la comunidad de Checani Pucara del Distrito de Coporaque, Provincia de Espinar, Departamento Cusco, nos podrán brindar información de los criterios para el diseño estructural de cada una de las propuestas o alternativas y diferencia en las dimensiones de la viga del puente, así como también diferencias en el análisis económico.

2.5.2 Hipótesis específica

- a) La elaboración del diseño estructural y económico de la súper estructura del puente viga losa en el río Sañumayo de la comunidad de Checani Pucara del Distrito de Coporaque, nos permitiría determinar las dimensiones del puente y posteriormente el costo de la misma.
- b) La elaboración del diseño estructural y económico de la súper estructura del puente post tensando en el río Sañumayo de la comunidad de Checani Pucara del Distrito de Coporaque, nos permitiría determinar las dimensiones del puente y posteriormente el costo de la misma.
- c) Comparando los resultados del diseño estructural de la súper estructura, obtenidos en el puente viga losa con los resultados obtenidos en el puente viga post tensado, las vigas del puente viga losa podrían tener mayores dimensiones.
- d) Comparando los resultados del análisis económico de la súper estructura, obtenidos en el puente viga losa con los resultados obtenidos en el puente viga post tensado, el puente viga post tensado tendría mayor costo.

- e) Teniendo en consideración las dimensiones de la viga no tendría un buen impacto visual el puente viga losa.

2.6 DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

2.6.1 Variables independientes

- Análisis comparativo del diseño estructural y económico de un puente viga losa con otro puente viga post tensado.

2.6.2 Variables dependientes

- Diseño estructural del puente viga losa.
- Diseño estructural del puente viga post tensado.

2.7 POBLACIÓN Y MUESTRA

2.7.1 Población

La población estará conformada por toda la población de la comunidad de Checani Pucara, el Sector Paris Pucara, y Comunidades aledañas del Distrito de Coporaque, Provincia de Espinar, Departamento Cusco.

2.7.2 Muestra

La muestra será del tipo dirigida intencionada, no probabilístico, debido a que el objetivo del presente trabajo de investigación, es la elaboración del diseño estructural del puente viga losa y del puente post tensado, para su posterior análisis económico.

2.7.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de investigación son las siguientes:

A. Estudio topográfico

El estudio topográfico para el presente trabajo de investigación, es de mucha importancia, ya que tiene como objetivos:

- Realizar los trabajos de campo que permitan elaborar los planos topográficos.
- Proporcionar información de base para los estudios de hidrología e hidráulica, geología, geotecnia, así como de ecología y sus efectos en el medio ambiente.

- Posibilitar la definición precisa de la ubicación y las dimensiones de los elementos estructurales.
- Establecer puntos de referencia para el replanteo durante la construcción.

En el presente trabajo de investigación se realizó el levantamiento topográfico y con los datos se elaboró las curvas de nivel en coordenadas UTM WGS84 de la zona de estudio, para así establecer corte en perfil del terreno donde construirá el puente.

B. Estudio geotécnico

El estudio geotécnico para el diseño de puentes es muy importante, ya que nos permite obtener las características geotécnicas del suelo como, por ejemplo: la estratigrafía, la identificación y las propiedades físicas y mecánicas de los suelos para el diseño de cimentaciones de los estribos.

Para el presente trabajo de investigación se tomará los datos del estudio geotécnico elaborado por el consultor ITM GLOBAL INGENIERÍA Y SERVICIOS, dichos estudios se realizaron en la zona donde se tiene proyectado la construcción del puente Paris Pucara en el río Sañumayo.

C. Estudio hidrológico

El estudio hidrológico tiene como objetivos establecer las características hidrológicas de los regímenes de avenidas máximas, extraordinarias y los factores hidráulicos, que conllevan a una real apreciación del comportamiento hidráulico del río Sañumayo, y que además nos permitió definir los requisitos mínimos del puente y su ubicación óptima en función de los niveles de seguridad o riesgos permitidos o aceptables para las características particulares de la estructura.

Para el presente trabajo de investigación se tomará la información estudio hidrológico elaborado también por el consultor Máximo Nina Lupaca, el estudio hidrológico se realizó en el río Sañumayo donde se tiene proyectado la construcción del puente Paris Pucara.

D. Diseño estructural del puente

Para el cálculo del diseño estructural del puente, se utilizó como normatividad el Manual de puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones aprobado con Resolución Directoral N° 09-2016-MTC/14 de fecha 15 de marzo del 2016, Manual que en la actualidad se encuentra vigente en nuestro país y está basado en la normativa internacional AASHTO – LRFD 2014.

Para ello utilizamos el CSI BRIDGE v23, que es un software completamente independiente que nos permitirá el modelado, análisis y dimensionamiento de estructuras de puentes en un único modelo; tanto para el puente viga losa y el para el puente post tensado.

E. Análisis y comparación de resultados

Al culminar el diseño estructural del puente viga losa y el diseño estructural del puente viga post tensada, se realizará el análisis y comparación de los resultados obtenidos de ambos puentes en dos aspectos importantes como son: el diseño estructural y el análisis económico; para posteriormente elegir la alternativa más apropiada de infraestructura de cruce vehicular y peatonal en el río Sañumayo, de la Comunidad Checani Pucara del Distrito de Coporaque, Provincia de Espinar, Departamento Cusco.

CAPÍTULO III

RESULTADOS

3.1 GENERALIDADES

El Distrito de Coporaque pertenece a la Provincia de Espinar y esta a su vez al Departamento de Cusco, se encuentra ubicado al Nor - Oeste de la capital de la Provincia de Espinar, a una distancia de 12 km. aproximadamente; para acceder a la capital del Distrito de Coporaque se da por una vía asfaltada bicapa. El distrito de Coporaque limita por el Norte con las Provincias de Chumbivilcas y Canas, por el Sur con la Provincia de Caylloma (Departamento de Arequipa), por el Oeste con el Distrito de Suykutambo; y por el Este, con el distrito de Espinar y Pichigua.

El puente, se encuentra localizado en la cuenca media del río Sañumayo, en el Sector Paris Pucara a una altura de 4007 msnm, y que pertenece a la comunidad campesina de Checani Pucara. Cuya ubicación geográfica exacta se encuentra:

- Longitud Oeste : 71°35'39.60"O
- Latitud Sur : 14°52'26.46"S
- Altitud : 4,007 m.s.n.m.

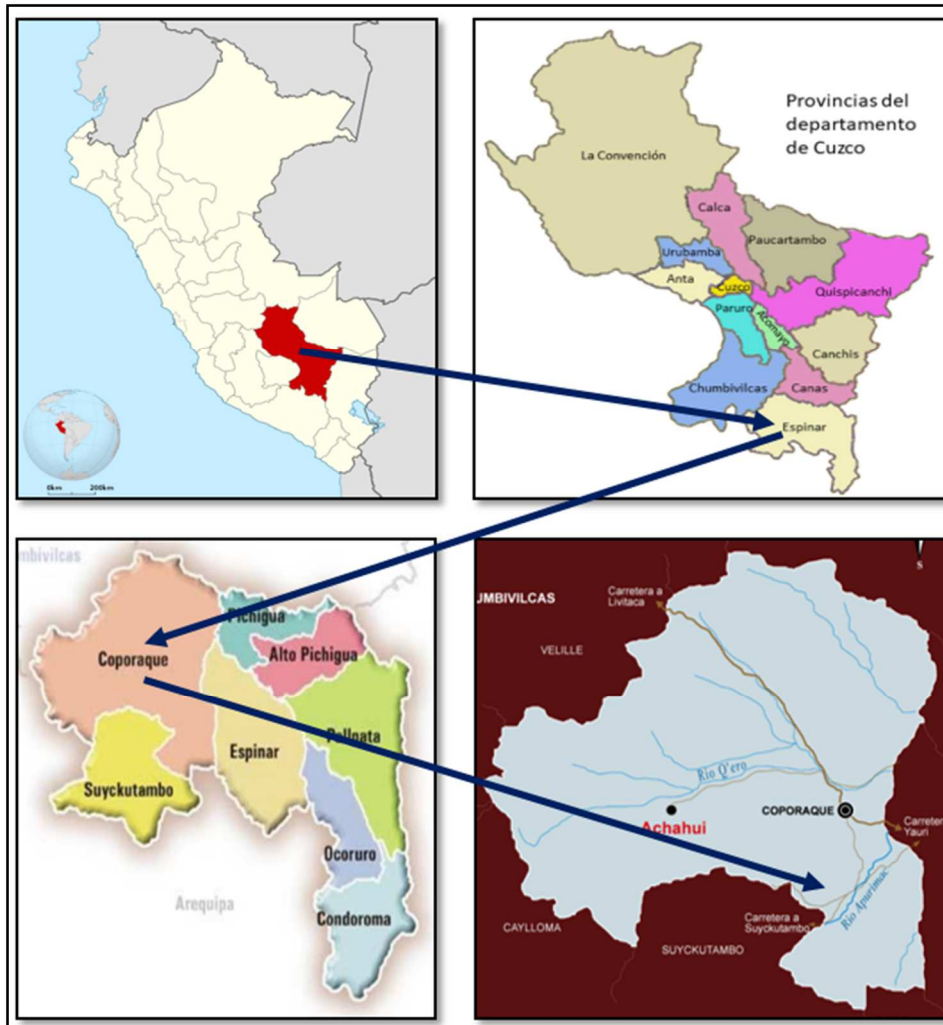


Figura 18.Ubicación del Distrito de Coporaque.
Nota: Elaboración propia.

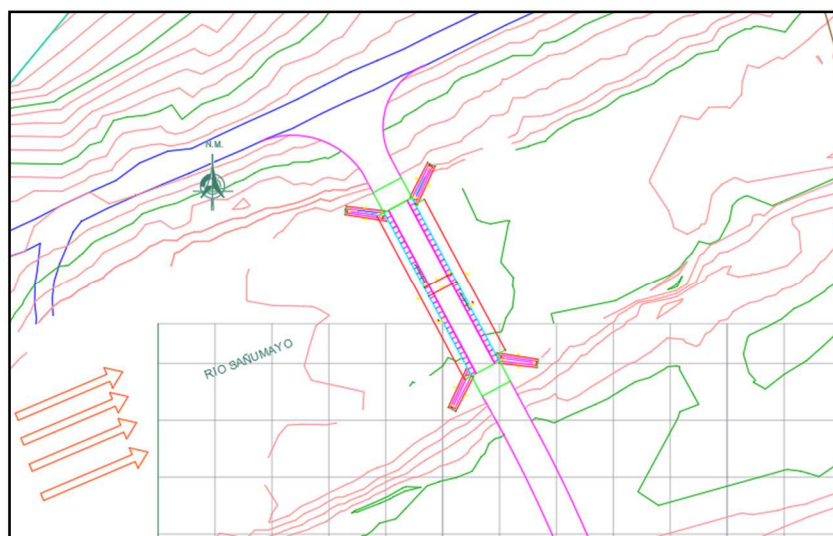


Figura 19.Ubicación del puente en río Sañumayo.
Nota: Elaboración propia.

3.2 ESTUDIOS DE INGENIERÍA

3.2.1 Estudio geotécnico

En el presente estudio se toma los datos obtenidos en el Estudio de Suelos elaborado por el consultor ITM GLOBAL INGENIERÍA Y SERVICIOS, dichos estudios se realizaron en la zona donde se tiene proyectado la construcción del puente Paris Pucara en el río Sañumayo, el cual se resume en la tabla 5 – ítem C-3 y C-4.

Tabla 5.

Resumen datos de estudio de suelos - ITM GLOBAL INGENIERÍA Y SERVICIOS

Código	Ángulo de Fricción $\phi(^{\circ})$	Cohesión C (kg/cm ²)	Peso específico (ton/m ³)	Qadm (kg/cm ²)	Beta $\beta (^{\circ})$
C-3 Estribo derecho	36.19	0	2.03	3.61	0
C-4 Estribo izquierdo	35.62	0	2.06	3.35	0

Nota: Tomado de informe geotécnico, ITM GLOBAL INGENIERÍA Y SERVICIOS, 2019, p. 43.

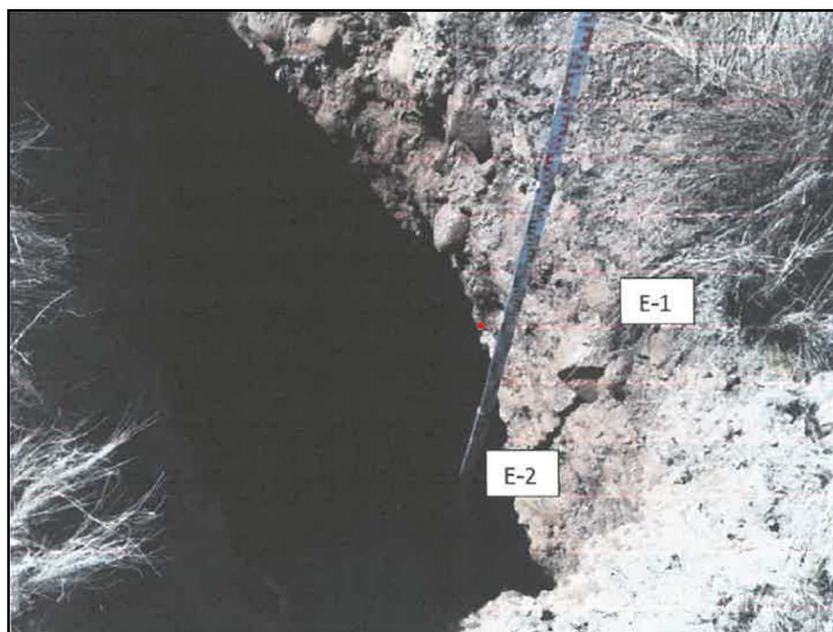


Figura 20. Imagen de la estratigrafía de la calicata C-4.

Nota: Tomado de informe geotécnico, ITM GLOBAL INGENIERÍA Y SERVICIOS, 2019, p. 19.



Figura 21. Imagen de la estratigrafía de la calicata C-3.
Nota: Tomado de informe geotécnico, ITM GLOBAL INGENIERÍA Y SERVICIOS, 2019, p. 17.

3.2.2 Estudio topográfico

En el presente estudio se realizó el levantamiento topográfico, en donde se ubicó las coordenadas exactas del área de estudio y las cuales se encuentran definidos en coordenadas UTM – WGS84; también se determina que la longitud del puente a construir es de una luz de 32 m.

Tabla 6.

Coordenadas Punto Inicial y Final

	Punto Inicial		Punto Final
Norte:	8'354,006	Norte:	8'353,959
Este:	220,820	Este:	220,845

Nota: Los valores de Norte y Este tienen como unidad metros, y se encuentran en coordenadas UTM-WGS84.

3.2.3 Estudio hidrológico e hidráulico.

En el presente trabajo de investigación, se considera los resultados obtenidos en el estudio hidrológico e hidráulico elaborado por el consultor Máximo Nina Lupaca, dichos estudios se realizaron en la ubicación o zona donde se tiene proyectado la construcción

del puente Paris Pucara en el río Sañumayo, cuyos parámetros principales se muestran a continuación.

- El caudal máximo para un periodo de retorno (T_r) de 100 años es de $Q = 68.461 \text{ m}^3/\text{s}$.
- El NAM calculado en el perfil longitudinal (sección) del puente Paris Pucara es 4041.08 msnm, esto asociado a un periodo de retorno de 100 años.
- La velocidad máxima calculada y representativa en la sección del puente Paris Pucara es de 2.19 m/s.
- Ancho estable del río recomendado es 30 m.
- El estribo derecho e izquierdo debería cimentarse mínimamente sobre la cota 4,037.48 msnm.

3.3 DISEÑO DE PUENTE VIGA LOSA

3.3.1 Diseño de superestructura

Para el diseño de la superestructura (ancho y gálibo del puente) se toma los resultados del estudio hidrológico mencionados en el ítem 3.2.3.

A. Predimensionamiento

Para el predimensionamiento utilizaremos la normativa peruana, que como mencionamos en el capítulo II, es el Manual de puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones.

a) Consideraciones para el diseño.

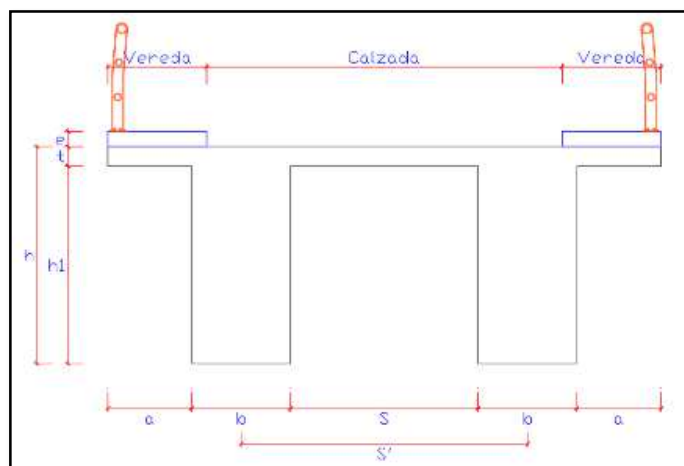


Figura 22. Corte transversal puente viga losa.

- N° Carriles = 1.00
- Vereda (v) = 1.00 m.
- Calzada (c) = 3.60 m.
- Altura vereda (e) = 0.15 m.
- Luz Puente (L) = 32.00 m.
- S' Asumido = 2.90 m.

b) Ancho de la viga (b).

Según Continuous Concrete Bridge, Portland Cement Association, el ancho de la viga se define:

$$b = 0.0157(\sqrt{S'})L$$

$$b = 0.0157(\sqrt{2.90}) * 32 \text{ m}$$

$$b = 0.86 \text{ m} \cong 1.00 \text{ m}$$

Entonces:

$$a = 0.85 \text{ m} ;$$

$$S = 1.90 \text{ m} = 1,900 \text{ mm}$$

c) Peralte de la viga (h).

Según figura 17 del presente trabajo de investigación.

$$h = 0.07L$$

$$h = 0.07 * 32 \text{ m}$$

$$h = 2.24 \text{ m} \cong 2.90 \text{ m (Asumimos por la longitud del puente)}$$

d) Espesor de la losa (t).

Según figura 17 del presente trabajo de investigación.

$$t = \frac{1.2(S + 3000)}{30}$$

$$t = \frac{1.2 * (1,900 + 3000)}{30}$$

$$t = 196 \text{ mm} = 0.19 \text{ m} \cong 0.20 \text{ m}$$

B. Cargas para el diseño del puente viga losa.

Para la elaboración de la presente tesis, se tiene en consideración las siguientes cargas según el Manual de puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones.

a) Cargas por asfalto (DW).

Para el presente diseño se toma en consideración el espesor del asfalto en la losa o tablero de:

$$\text{Espesor Asfalto} = 0.05 \text{ m}$$

Según la figura 12 Cargas Muertas

$$\gamma_{\text{asfalto}} = 2.20 \text{ tonf/m}^3$$

$$DW = 2.20 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3} * 0.05 \text{ m}$$

$$DW = 0.11 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

b) Carga por vereda (Cvereda).

Para el presente diseño se define el espesor de la vereda de:

$$\text{Altura vereda (e)} = 0.15 \text{ m}$$

Según la figura 12. Cargas Muertas

$$\gamma_{\text{concreto armado}} = 2.50 \text{ tonf/m}^3$$

$$C_{\text{vereda}} = 2.50 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3} * 0.15 \text{ m}$$

$$C_{\text{vereda}} = 0.38 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

c) Sobre carga peatonal (PL).

Según Manual de Puentes MTC - 2.4.3.6.1 Cargas Peatonales.

$$PL = 0.37 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

d) Sobre carga barandas (Cbaranda).

Según Manual de Puentes MTC - 2.1.4.3.4.2 Barandas.

$$C_{\text{bar}} = 0.15 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

e) Cargas de frenado (BR).

Según Manual de Puentes MTC - 2.4.3.5 Fuerzas de Frenado BR.

$$BR = F (N^{\circ} Carriles) F_{pm}$$

F obtener el valor mayor de las siguientes afirmaciones.

$$F = 0.25(3.5 + 14.50 + 14.50) = 8.125$$

$$F = 0.25(11 + 11) = 5.50$$

$$F = 0.05(3.5 + 14.50 + 14.50 + 0.97 * 32) = 3.17$$

$$F = 0.05(11 + 11 + 0.97 * 32) = 1.241$$

Entonces:

$$F = 8.125$$

Según tabla 1. Factor de presencia múltiple (Fpm) se tiene el valor:

$$F_{pm} = 1.20 \text{ para un solo carril}$$

$$BR = 8.125 \times 1 \times 1.20$$

$$\mathbf{BR = 9.75 tonf}$$

f) Cargas de viento (WS).

Según el ítem 1.2.5.6 Carga de viento (WS), se considera lo siguiente.

$$V_{DZ} = 2.5V_o \left(\frac{V_{10}}{V_B} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_o} \right)$$

Donde según Tabla 4. Valores de las constantes V0 y Z0.

- VB = 160.00 km/h Según 2.4.3.10.1.1 Generalidades - MTC
- V10 = 90.00 km/h Según Mapa Eólico de la zona
- Z = 6,140.00 mm Según plano puente
- V0 = 13.20 km/h
- Z0 = 70.00 mm

$$V_{DZ} = 2.5 * 13.20 * \left(\frac{90.00}{160.00} \right) \ln \left(\frac{6,140.00}{70.00} \right)$$

$$V_{DZ} = \mathbf{83.05 \frac{km}{h}}$$

$$P_D = P_B \left(\frac{V_{DZ}^2}{25600} \right)$$

Donde según Tabla 3. Presiones básicas (P-B), para VB = 160 Km/h.

$$PB = 0.0024 \text{ mpa}$$

$$P_D = 0.0024 * \left(\frac{83.05^2}{25600} \right)$$

$$P_D = 0.00065 \text{ mpa} = 65.94 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

- Fuerza de viento horizontal (Fuerza barlovento).

$$F_{\text{barlovento}} = P_D(h)$$

Donde:

h = Peralte de la viga (m)

$$F_{\text{barlovento}} = 65.94 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 2.70 \text{ m}$$

$$F_{\text{barlovento}} = 178.04 \frac{\text{kgf}}{\text{m}} = 0.18 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

- Fuerza de viento horizontal (Fuerza sotavento).

$$F_{\text{sotavento}} = \frac{F_{\text{barlovento}}}{2}$$

$$F_{\text{sotavento}} = \frac{0.18 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}}{2}$$

$$F_{\text{sotavento}} = 0.09 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

- Fuerza de viento vertical (F_{vv}).

$$F_{vv} = 0.098(A)$$

Donde:

A (Ancho de la sección del puente) = 5.60 m

$$F_{vv} = 0.098 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 5.60 \text{ m}$$

$$F_{vv} = 0.55 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

C. Modelamiento de puente viga losa.

Para el modelamiento del puente viga losa de una L=32 m, utilizamos el software CSI BRIDGE v23, como se puede apreciar en las siguientes figuras.

- Definimos el eje del puente.

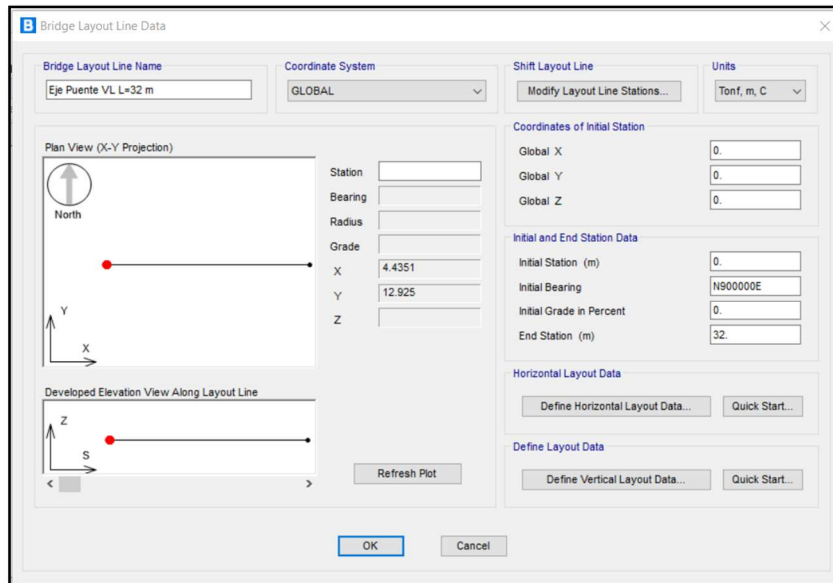


Figura 23. Imagen donde se define el eje del puente viga losa L=32 m.

- Definimos el carril de diseño.

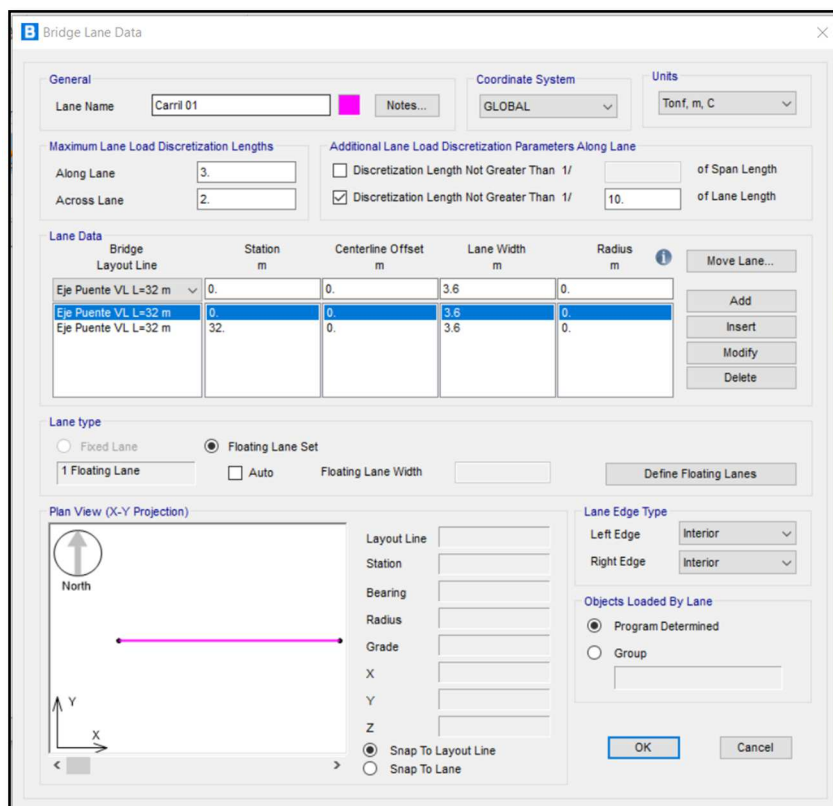


Figura 24. Imagen donde se define el carril de diseño.

- Definimos materiales.

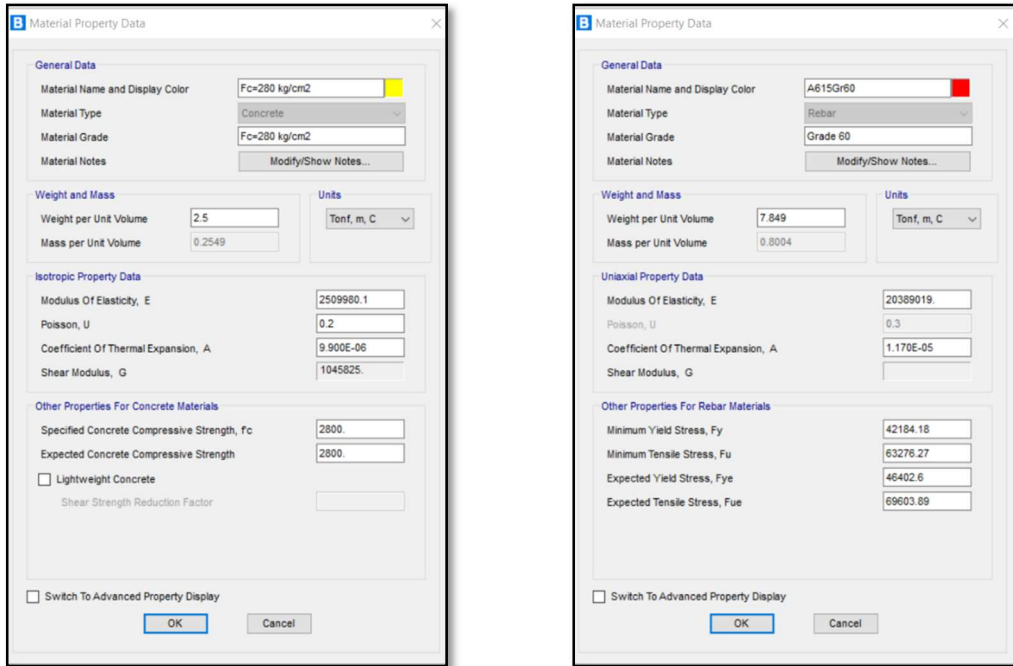


Figura 25. Imágenes donde se define concreto y acero refuerzo.

- Definimos sección del puente.

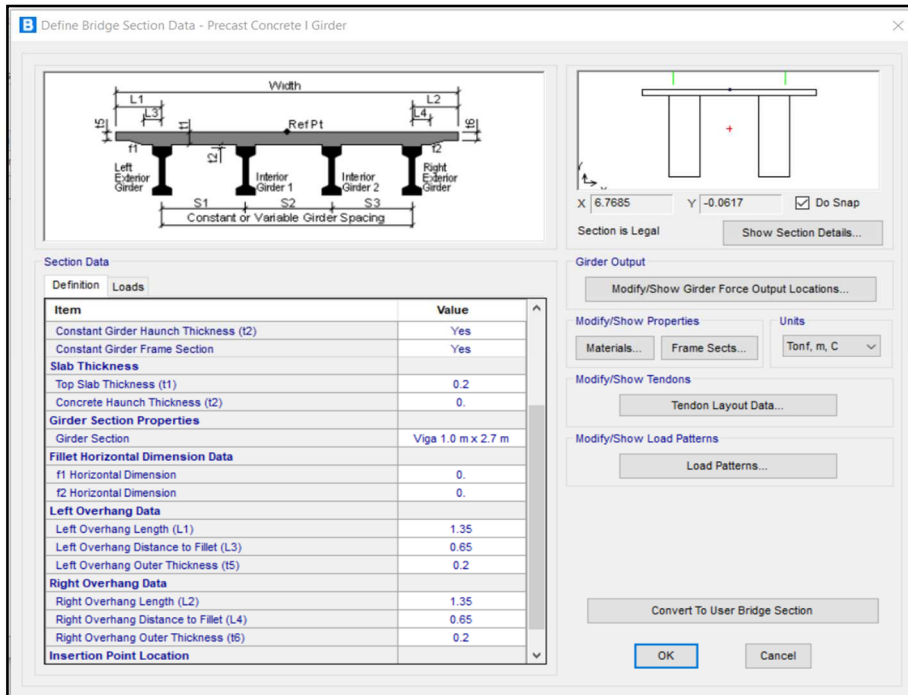


Figura 26. Imagen donde se define la sección del puente viga losa.

- Definimos dimensiones de la viga diafragma.

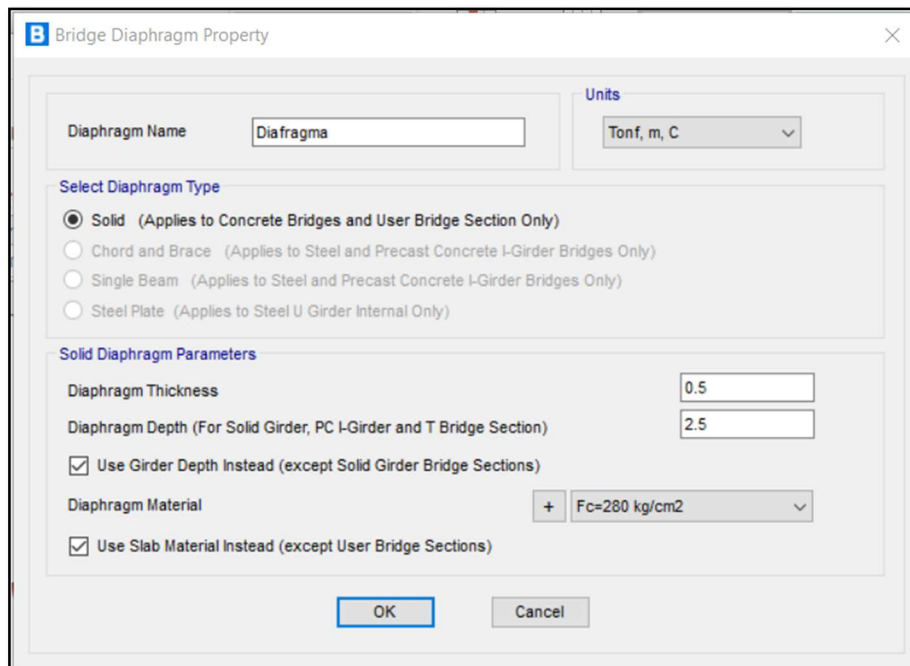


Figura 27. Imagen donde se define la viga diafragma.

- Definimos vehículo de diseño.

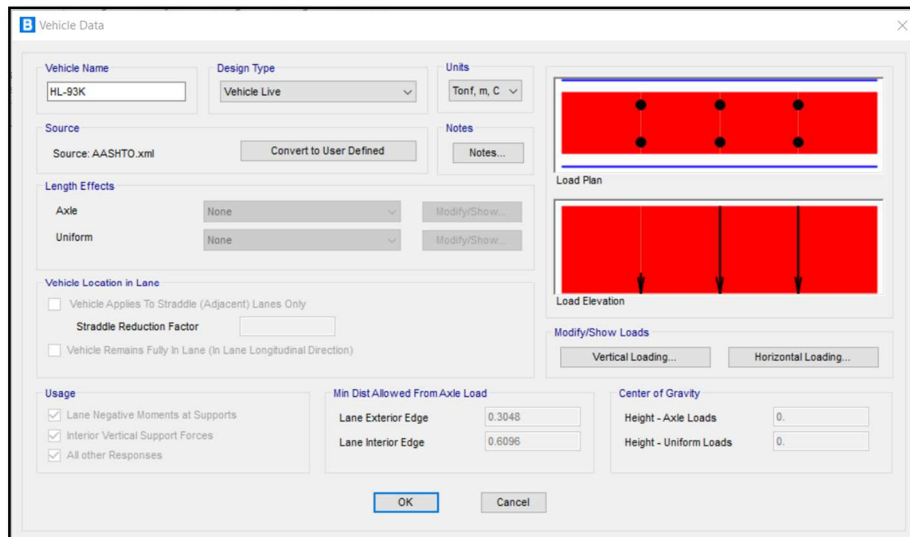


Figura 28. Definimos el camión de diseño.

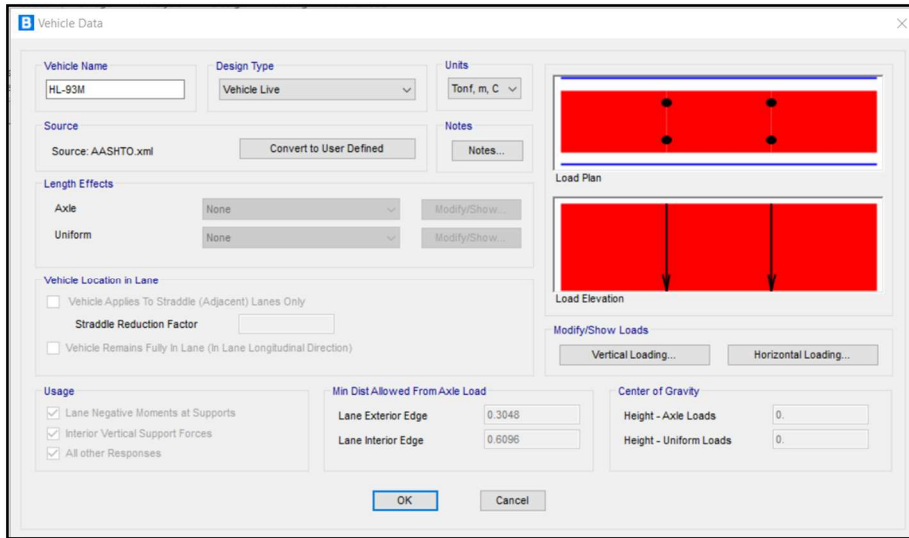


Figura 29. Definimos tándem de diseño.

- Definimos cargas.

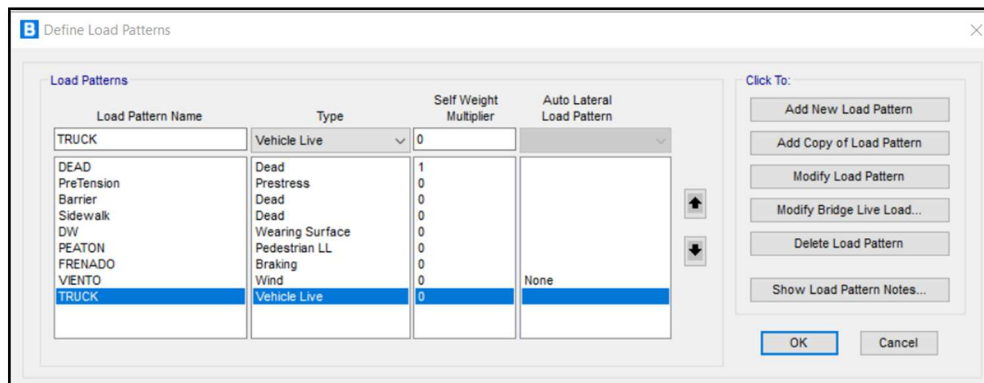


Figura 30. Imagen donde se define las cargas que actúan en el puente viga losa.

- Definimos la carga sísmica.

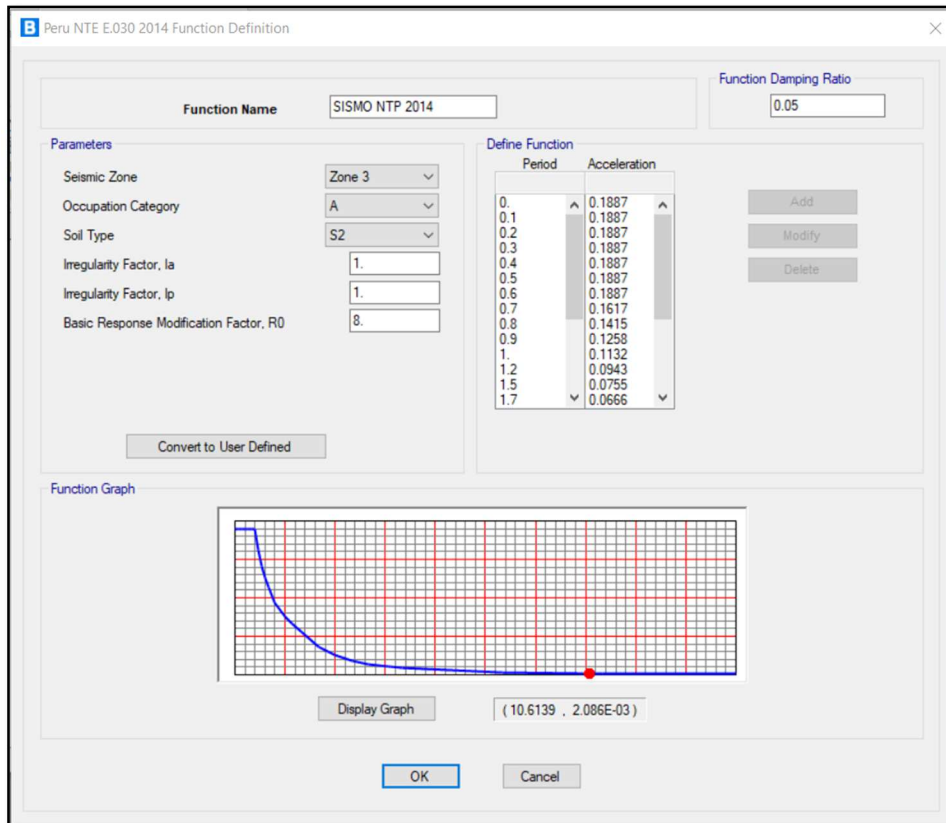


Figura 31. Imagen donde se define la carga sísmica según la NTE E.030 2014.

- Cargas distribuidas.

Se define las cargas mencionadas en el ítem 3.3.1.2 Cargas para el diseño del puente viga losa.

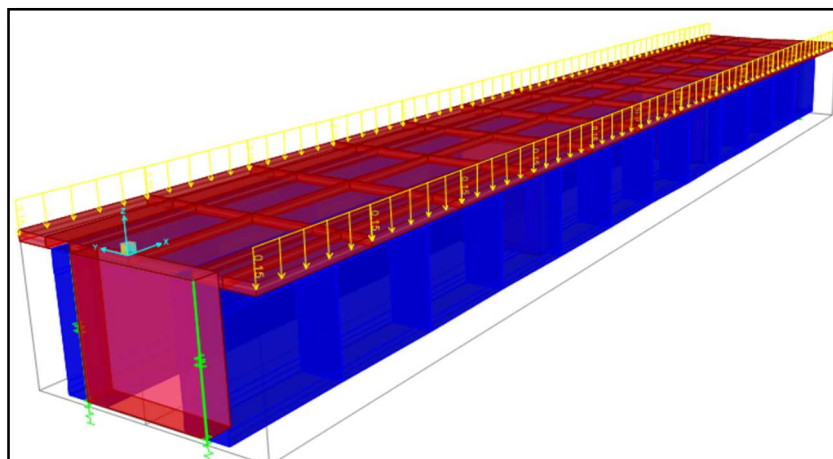


Figura 32. Imagen de la carga distribuida por barandas.

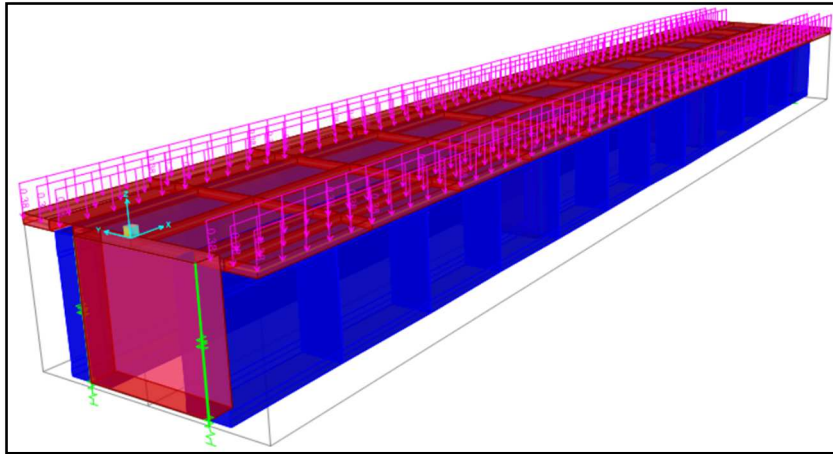


Figura 33. Imagen de la carga distribuida de las veredas.

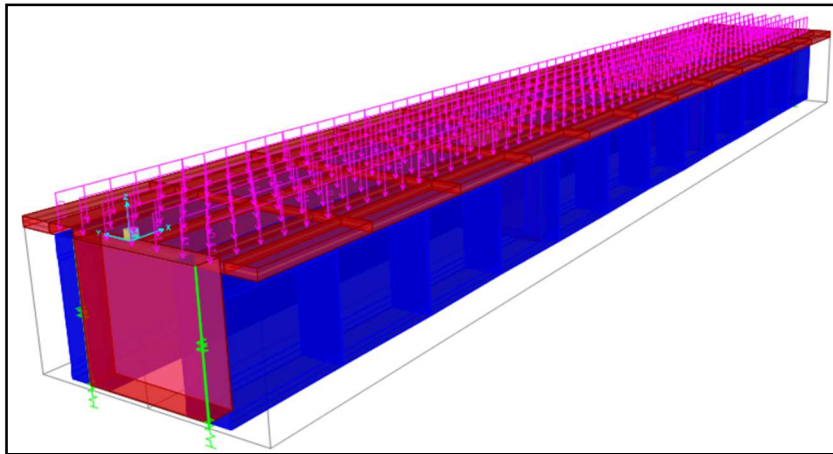


Figura 34. Imagen de la carga distribuida del asfalto (DW).

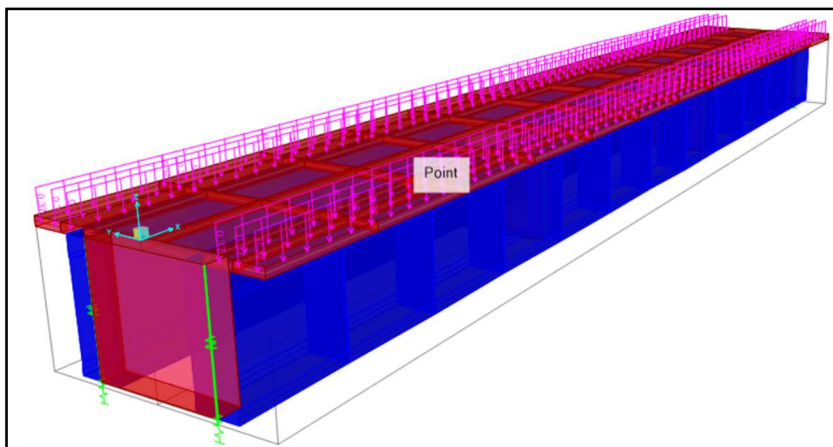


Figura 35. Imagen de la carga de peatón sobre las veredas.

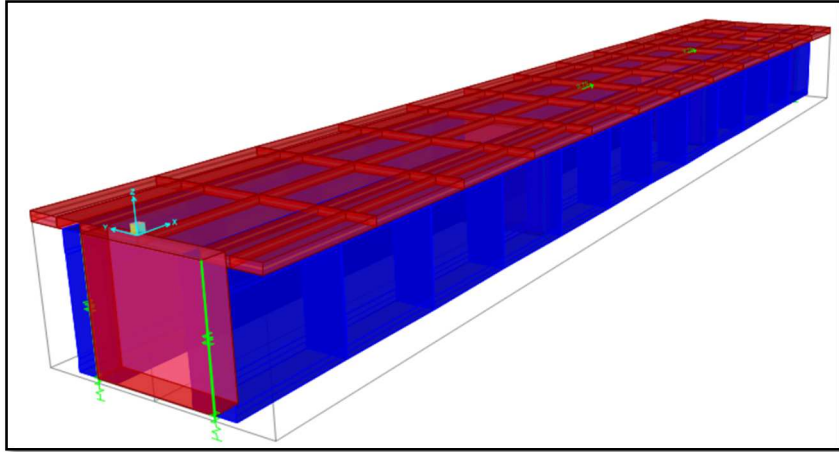


Figura 36. Imagen de la carga por frenado.

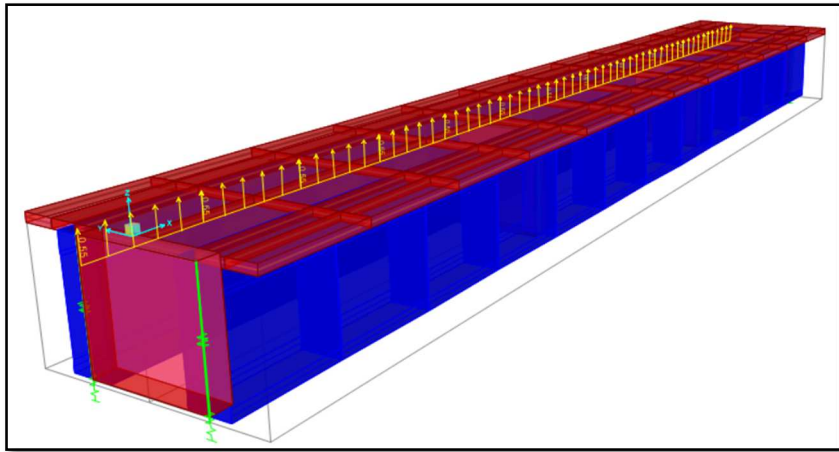


Figura 37. Imagen de carga de viento vertical.

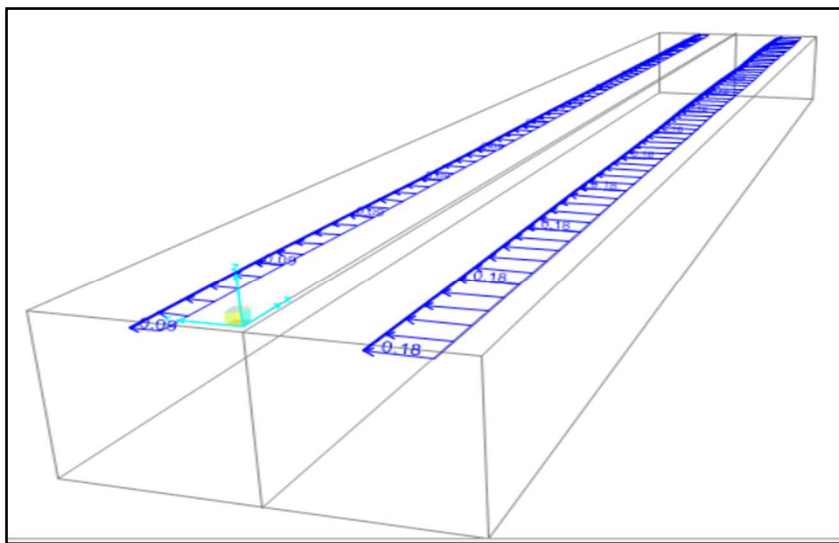


Figura 38. Imagen de las cargas de viento barlovento y sotavento.

- Definimos casos de cargas.

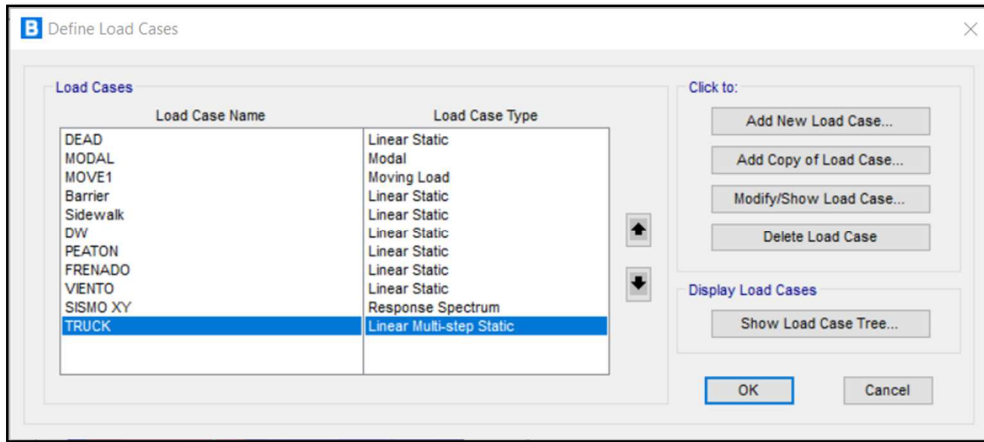


Figura 39. Imagen de los casos de cargas.

- Definimos combinaciones de cargas.

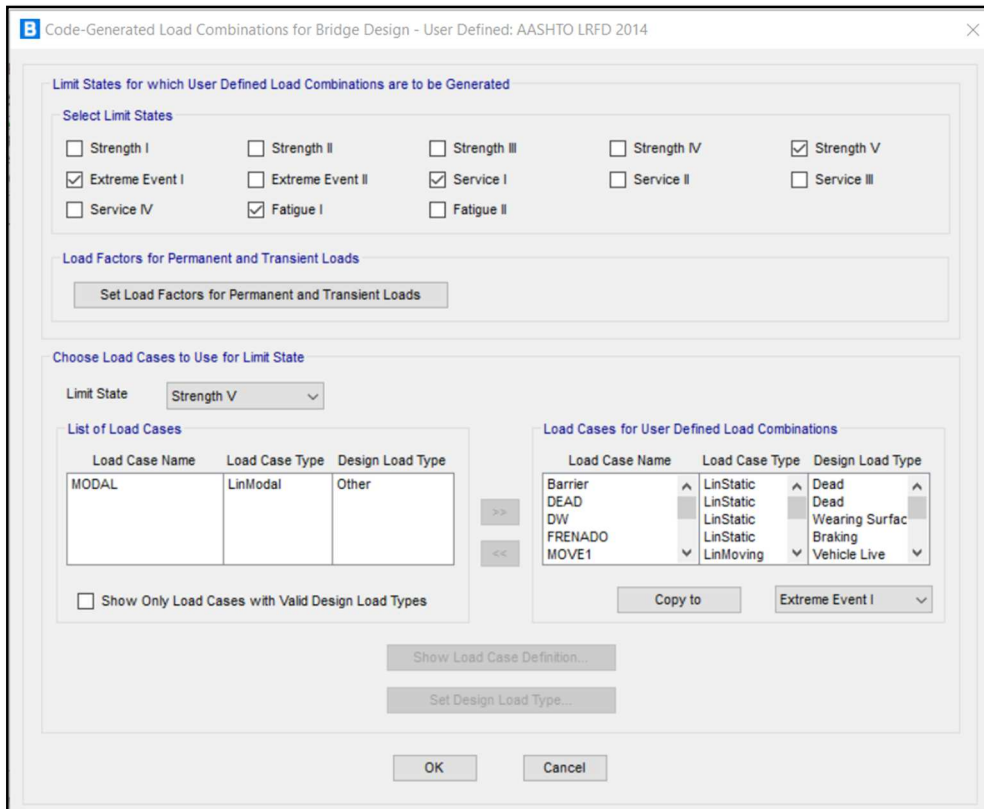


Figura 40. Imagen donde se define las combinaciones de carga.

- Resultados del análisis CSI BRIDGE.

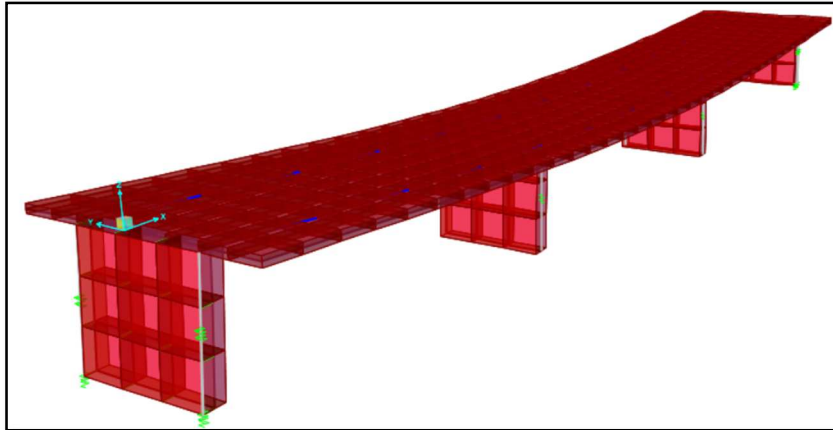


Figura 41. Imagen del puente viga losa L=32 m analizado.

El Manual de puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones indica que se debe considerar como límite de deflexión para cargas vehiculares y peatonales lo siguiente:

$$Def = L/1000$$

$$Def = 32 \text{ m}/1000 = 0.032 \text{ m}$$

Según los resultados del análisis muestran una deflexión máxima de 0.032 m, se encuentra de los límites (ver Figura 42).

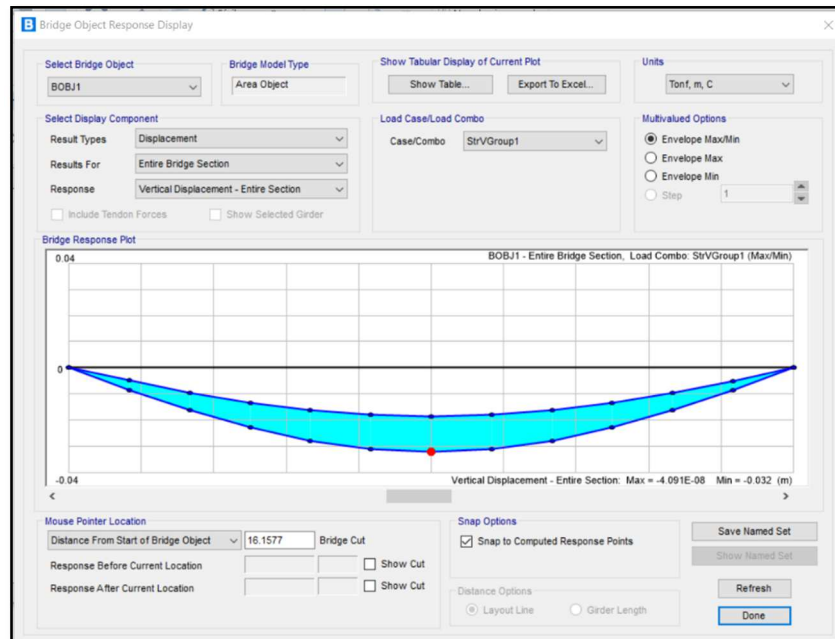


Figura 42. Imagen deflexión máxima combinación Resistencia V.

NOTA: La verificación y comparación de los resultados obtenidos del software CSI bridge se muestran en ANEXO I, del presente trabajo de investigación.

D. Diseño de acero refuerzo.

- Diseño de acero de refuerzo positivo y negativo, de la viga izquierda y viga derecha del puente viga losa.

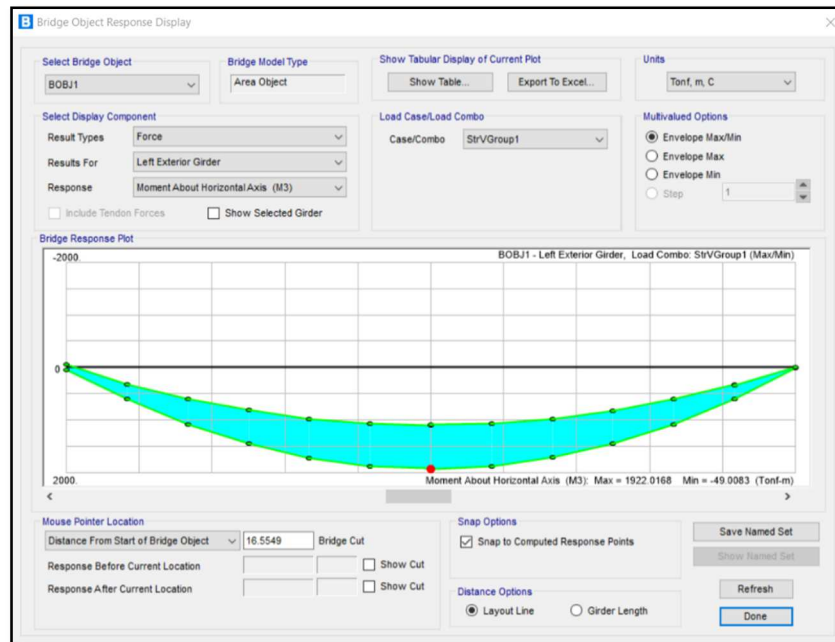


Figura 43. Momento máximo M(+) de la viga izquierda 1,922.02 tonf*m.

- $b = 100 \text{ cm}$
- $h = 270 \text{ cm}$
- Peralte (d) = 263 cm
- $M (+) = 1,922.02 \text{ tonf}\cdot\text{m} = 192'202,000.00 \text{ kgf}\cdot\text{cm}$
- $M (-) = 0.00 \text{ kgf}\cdot\text{m}$
- $F'y = 4,200 \text{ kgf}/\text{cm}^2$
- $F'c = 280 \text{ kgf}/\text{cm}^2$

$$a = \frac{d}{5} = \frac{263 \text{ cm}}{5} = 52.60 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M(+)}{0.9 * f'y * \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{192'202,000.00}{0.9 * 4,200 * \left(263 - \frac{52.60}{2}\right)} = 214.82 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{As * f'y}{0.85 * f'c * b} = \frac{214.82 * 4,200}{0.85 * 280 * 100} = 37.91 \text{ cm}$$

$$As = \frac{M(+)}{0.9 * f'y * \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{192'202,000.00}{0.9 * 4,200 * \left(263 - \frac{37.91}{2}\right)} = 208.35 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{As * f'y}{0.85 * f'c * b} = \frac{208.35 * 4,200}{0.85 * 280 * 100} = 36.77 \text{ cm}$$

$$As = \frac{M(+)}{0.9 * f'y * \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{192'202,000.00}{0.9 * 4,200 * \left(263 - \frac{36.77}{2}\right)} = 207.87 \text{ cm}^2$$

As diseño = 207.87 cm²

$$As \text{ min} = \frac{0.22 * \sqrt{f'c}}{f'y} * b * d = \frac{0.22 * \sqrt{280 * 0.0981}}{4,200 * 0.0981} * 100 * 263$$

As min = 73.60 cm²

Utilizamos As diseño = 207.87 cm²

Acero #8 = Acero 1" ⇒ Área acero Ø 1" = 5.07 cm²

42 varillas de acero refuerzo #8 o Ø 1" = 212.81 cm² en forma longitudinal.

128 varillas de acero refuerzo #6 o Ø 3/4" en forma transversal.

Comprobamos en el software CSI BRIDGE si las 42 varillas de acero cumplen por flexión y corte.

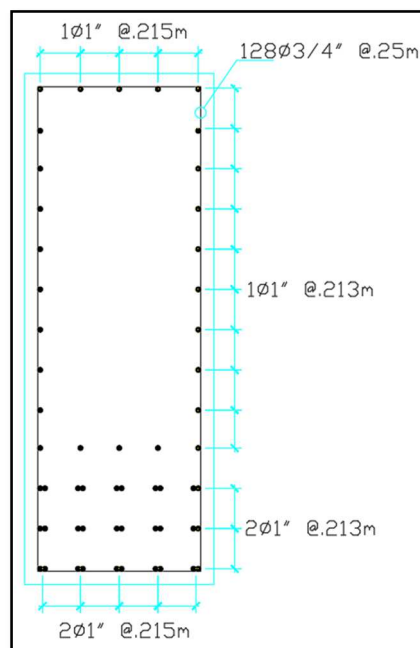


Figura 44. Distribución acero refuerzo viga 2.70 m x 1.00 m.

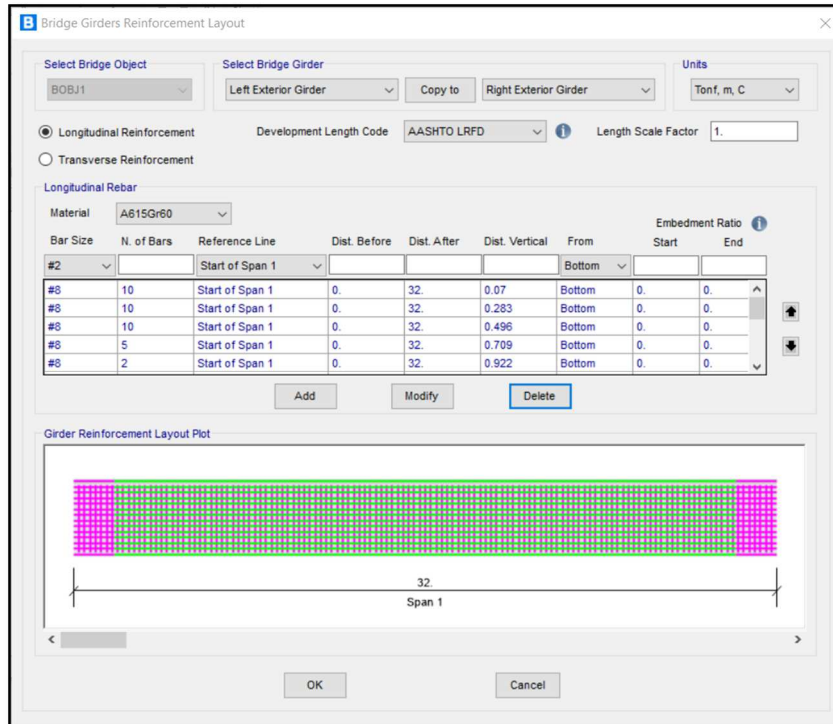


Figura 45. Distribución de acero refuerzo #8 longitudinal y acero refuerzo #6.

Configurado la distribución acero en el software, se obtiene que el acero distribuido se encuentra de manera correcta y se encuentra dentro de los límites del diseño por flexión y corte (ver Figura 46. y Figura 47)

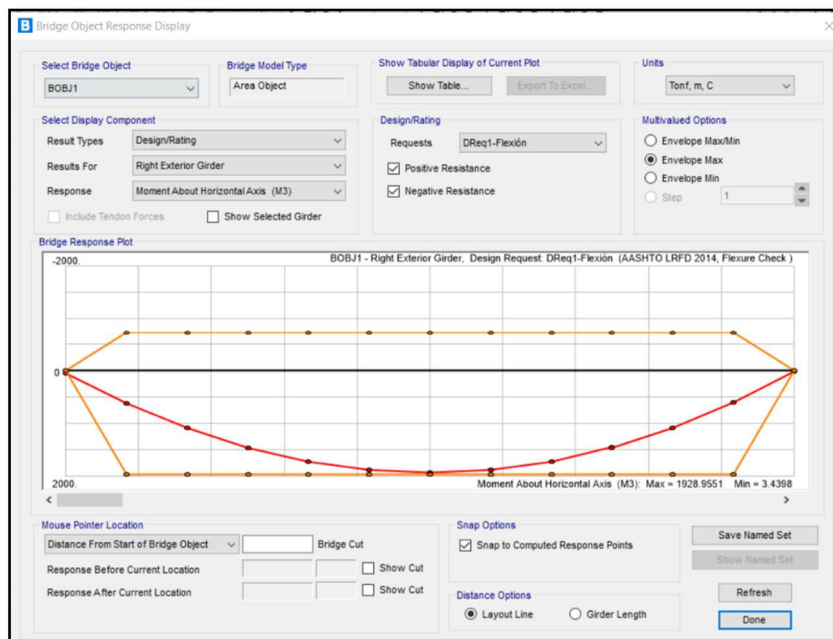


Figura 46. Diseño por flexión.

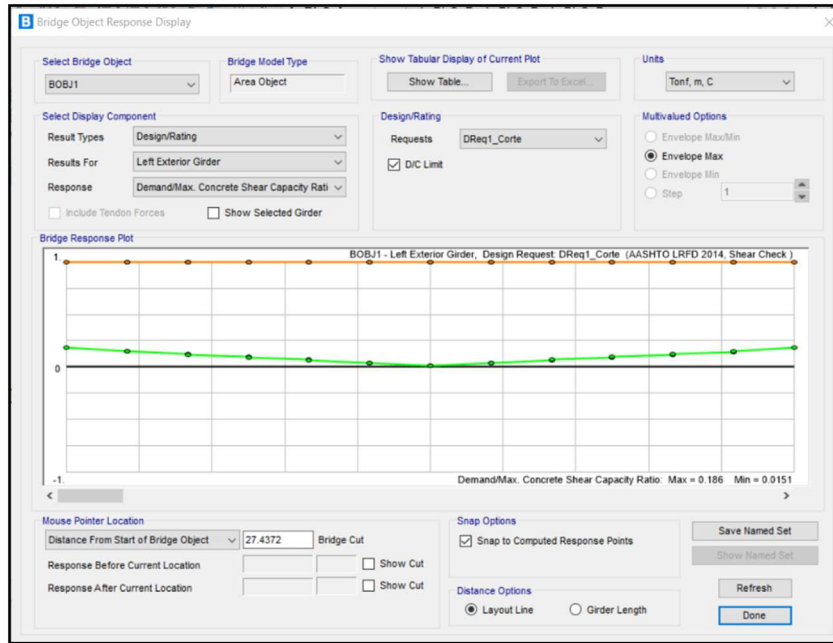


Figura 47. Diseño por corte.

- Diseño de acero de refuerzo de la losa o tablero por el método iterativo.
Para el diseño del acero de refuerzo longitudinal en la losa se obtiene los resultados del momento máximo obtenido del software CSI BRIDGE (ver Figura 48).

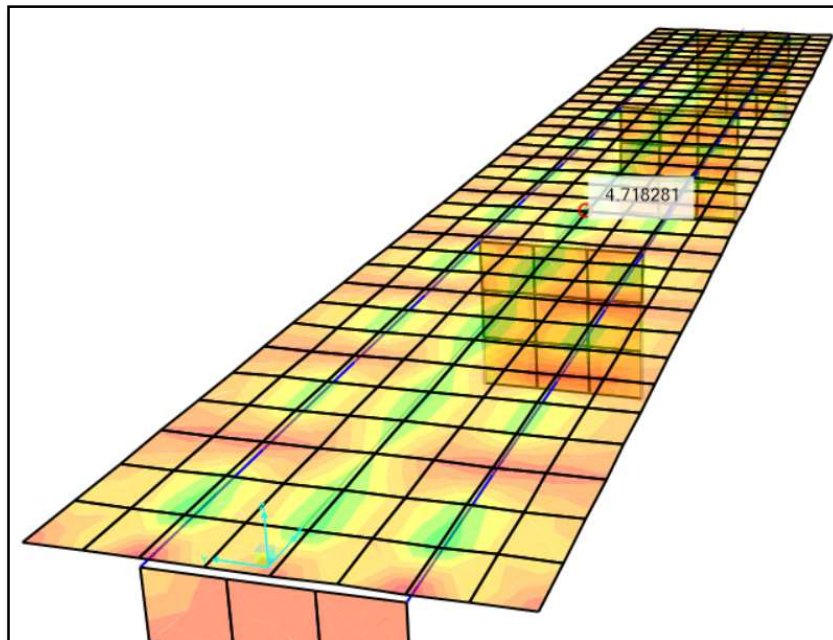


Figura 48. Momento máximo M11 para diseño de acero refuerzo longitudinal $M (+) = 4.718 \text{ tonf}\cdot\text{m}$.

- $b = 100 \text{ cm}$
- $h = 20 \text{ cm}$
- Peralte (d) = 15 cm
- $M (+) = 4.718 \text{ tonf}\cdot\text{m} = 471,800.00 \text{ kgf}\cdot\text{cm}$
- $F'y = 4,200 \text{ kgf/cm}^2$
- $F'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$

$$a = \frac{d}{5} = \frac{15 \text{ cm}}{5} = 3.00 \text{ cm}$$

$$As = \frac{M(+)}{0.9 * f'y * \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{471,800.00}{0.9 * 4,200 * \left(15 - \frac{3.00}{2}\right)} = 9.25 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{As * f'y}{0.85 * f'c * b} = \frac{9.25 * 4,200}{0.85 * 280 * 100} = 1.63 \text{ cm}$$

$$As = \frac{M(+)}{0.9 * f'y * \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{471,800.00}{0.9 * 4,200 * \left(15 - \frac{1.63}{2}\right)} = 8.88 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{As * f'y}{0.85 * f'c * b} = \frac{8.88 * 4,200}{0.85 * 280 * 100} = 1.55 \text{ cm}$$

$$As = \frac{M(+)}{0.9 * f'y * \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{471,800.00}{0.9 * 4,200 * \left(13 - \frac{1.55}{2}\right)} = 8.77 \text{ cm}^2$$

$As \text{ diseño} = 8.77 \text{ cm}^2$

$$As \text{ min} = \frac{0.22 * \sqrt{f'c}}{f'y} * b * d = \frac{0.22 * \sqrt{280 * 0.0981}}{4,200 * 0.0981} * 100 * 15$$

$As \text{ min} = 4.20 \text{ cm}^2$

Utilizamos $As \text{ diseño} = 8.77 \text{ cm}^2$

Acero 5/8" \Rightarrow Área acero \emptyset 5/8" = 1.98 cm²

5 varillas de acero refuerzo \emptyset 5/8" = 9.90 cm² en forma longitudinal por metro.

Para el diseño del acero de refuerzo transversal en la losa se obtiene los resultados del momento máximo obtenido del software CSI BRIDGE (ver Figura 49).

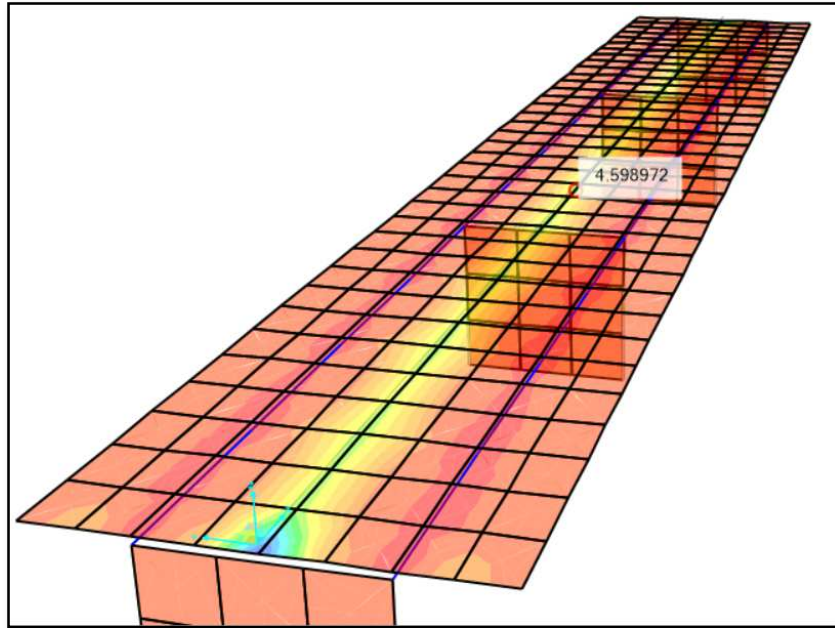


Figura 49. Momento máximo M22 para diseño de acero refuerzo transversal $M (+) = 4.599 \text{ tonf}\cdot\text{m}$.

Se procede con el mismo procedimiento del acero de refuerzo longitudinal y resulta lo siguiente.

$$As \text{ diseño} = 8.54 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ min} = \frac{0.22 * \sqrt{f'c}}{f'y} * b * d = \frac{0.22 * \sqrt{280 * 0.0981}}{4,200 * 0.0981} * 100 * 15$$

$$As \text{ min} = 4.20 \text{ cm}^2$$

Utilizamos $As \text{ diseño} = 8.54 \text{ cm}^2$

Acero 5/8" \Rightarrow Área acero $\varnothing 5/8" = 1.98 \text{ cm}^2$

5 varillas de acero refuerzo $\varnothing 5/8" = 9.90 \text{ cm}^2$ en forma transversal por metro.

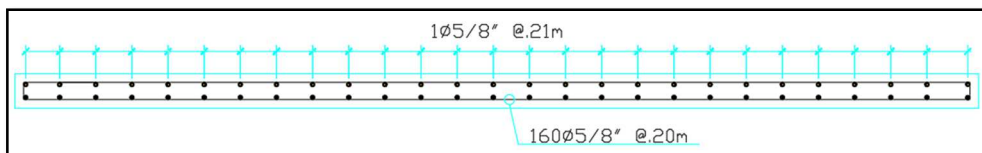


Figura 50. Distribución acero refuerzo de la losa o tablero 0.2 m x 5.60 m.

NOTA: El RNE E.060 en su artículo 9.7.2 indica que la cuantía para suplir los esfuerzos de contracción y temperatura debe ser como mínimo de 0.0018; sin embargo, el

acero de diseño (tiene una cuantía de 0.005) es mucho mayor que el acero mínimo requerido por efectos de temperatura y contracciones (0.0018), por consiguiente, afirmamos que el refuerzo de acero diseñado cubre las solicitaciones mínimas por contracciones y dilataciones.

- Diseño de acero de refuerzo de la viga diafragma por el método iterativo.

Para el diseño del acero de refuerzo longitudinal de la viga diafragma, se obtiene los resultados del momento máximo obtenido del software CSI BRIDGE (ver Figura 51).

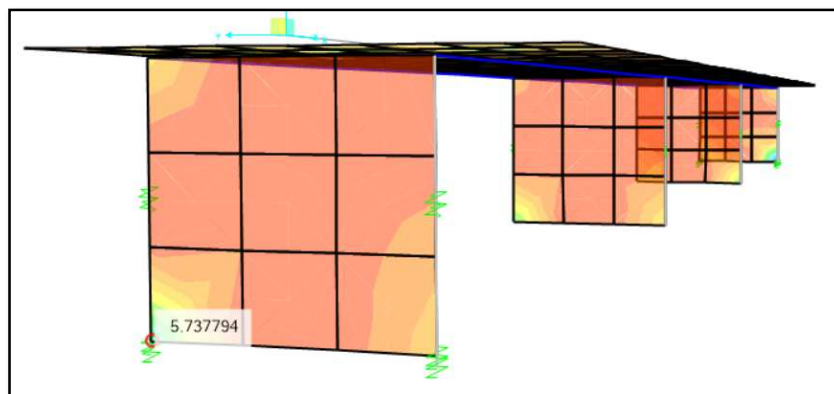


Figura 51. Momento máximo M11 para diseño de acero refuerzo transversal M (+) = 5.738 tonf*m.

Se procede con el mismo procedimiento del acero método iterativo y resulta lo siguiente.

$$As \text{ diseño} = 3.4 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ min} = \frac{0.22 * \sqrt{f'c}}{f'y} * b * d = \frac{0.22 * \sqrt{280 * 0.0981}}{4,200 * 0.0981} * 100 * 45$$

$$As \text{ min} = 12.59 \text{ cm}^2$$

Utilizamos $As \text{ min} = 12.59 \text{ cm}^2$

Acero 3/4" \Rightarrow Área acero \varnothing 3/4" = 2.85 cm²

5 varillas de acero refuerzo \varnothing 3/4" = 14.25 cm² en forma longitudinal por metro.

Para el diseño del acero de refuerzo transversal de la viga diafragma se obtiene los resultados del momento máximo obtenido del software CSI BRIDGE (ver Figura 52).

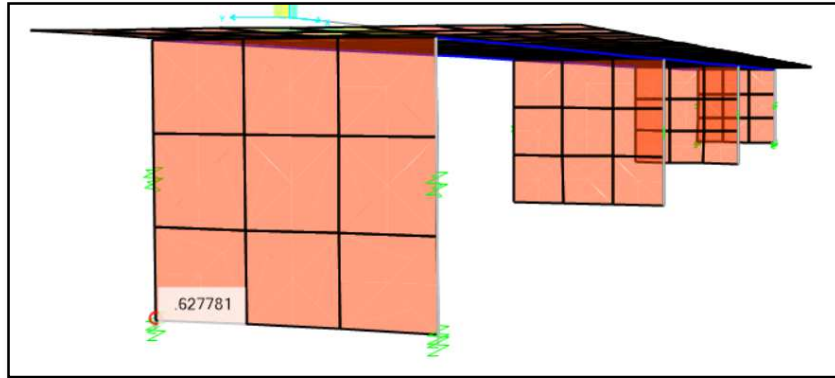


Figura 52. Momento máximo M22 para diseño de acero refuerzo transversal $M (+) = 0.628 \text{ tonf}\cdot\text{m}$.

Se procede con el mismo procedimiento del acero método iterativo y resulta lo siguiente.

$$As \text{ diseño} = 0.37 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ min} = \frac{0.22 * \sqrt{f'c}}{f'y} * b * d = \frac{0.22 * \sqrt{280 * 0.0981}}{4,200 * 0.0981} * 100 * 45$$

$$As \text{ min} = 12.59 \text{ cm}^2$$

Utilizamos $As \text{ min} = 12.59 \text{ cm}^2$

Acero 3/4" \Rightarrow Área acero $\emptyset 3/4" = 2.85 \text{ cm}^2$

5 varillas de acero refuerzo $\emptyset 3/4" = 14.25 \text{ cm}^2$ en forma longitudinal por metro.

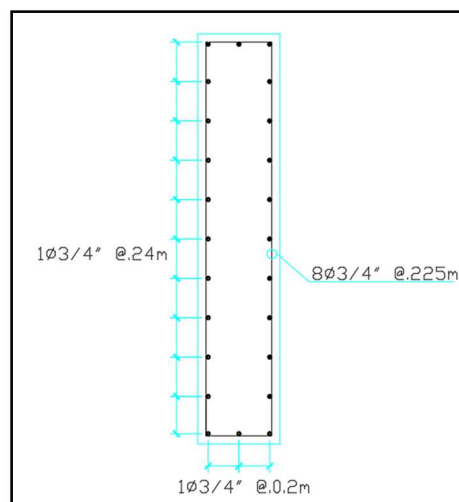


Figura 53. Distribución acero refuerzo viga 2.50 m x 0.50 m.

3.3.2 Diseño de subestructura

Para el presente trabajo de investigación, elaboraremos el diseño estructural de la sub estructura, que son estribos de concreto ciclópeo; para ello utilizaremos los resultados obtenidos del estudio geotécnico especificados en el ítem 3.2.1.

A. Predimensionamiento

Para el predimensionamiento, utilizaremos la normativa peruana que es el Manual de puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones, y el texto "Principios de Ingeniería de Cimentaciones" de Braja M. Das.

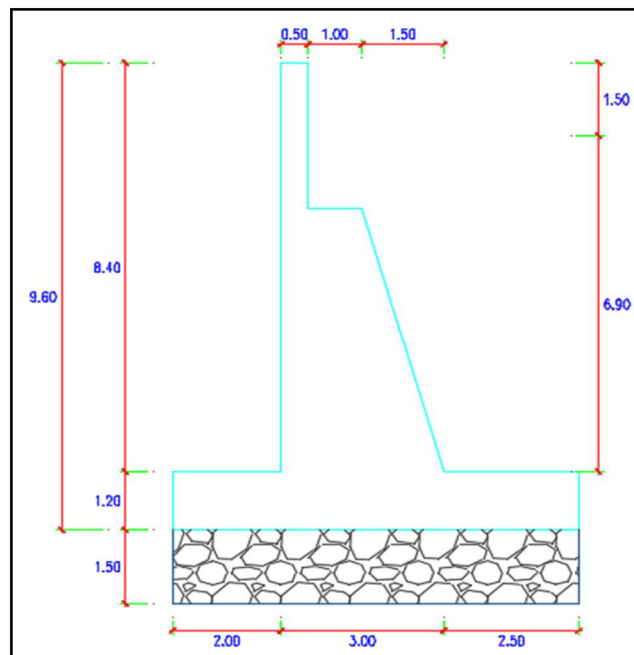


Figura 54. Dimensiones según predimensionamiento.

$$B = \frac{H}{2} = 4.80 \text{ m} ; \frac{2H}{3} = 6.40 \text{ m} \Rightarrow \text{Asumimos } B = 7.50 \text{ m (Ancho cimiento)}$$

$$h = \frac{H}{6} = 1.60 \text{ m} ; \frac{H}{8} = 1.20 \text{ m} \Rightarrow \text{Asumimos } h = 1.20 \text{ m (Altura de cimiento)}$$

$$a = \frac{H}{12} = 0.80 \text{ m} ; \frac{H}{6} = 1.60 \text{ m} \Rightarrow \text{Asumimos } a = 2.50 \text{ (Longitud de punta)}$$

$$b = \frac{H}{2} = 0.80 \text{ m} ; \frac{H}{6} = 1.60 \text{ m} \Rightarrow \text{Asumimos } B = 2.00 \text{ (Longitud de Talon)}$$

$$N_{\min} = (200\text{mm} + 0.0017 * L + 0.0067 * H') * (1 + 0.000125 * S^2)$$

$$N_{\min} = 200.0548 \text{ mm} \Rightarrow N = 1.00 \text{ m adoptado}$$

a) Coeficiente de empuje activo (K_a).

$$\phi = 36.19^\circ = 0.631634656$$

Ángulo de fricción interna.

$$\delta = 24.00^\circ = 0.41887902$$

Ángulo de fricción entre el suelo y el muro (Tabla 3.11.5.3-1).

$$\beta = 0.00^\circ = 0$$

Ángulo del material del suelo con la horizontal.

$$\theta = 90^\circ = 1.570796327$$

Ángulo de inclinación del muro del lado del terreno.

$$R = \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) * \sin(\varphi + \beta)}{\sin(\theta + \delta) * \sin(\theta + \beta)}} \right)^2 \Rightarrow R = 3.059$$

$$K_a = \frac{(\sin(\theta + \varphi))^2}{R * ((\sin(\theta))^2 * \sin(\theta - \delta))} \Rightarrow K_a = 0.233$$

B. Medrado de cargas (considerando franjas de 1.0 m de longitud de estribo)

- Cargas verticales.
- Cargas DC (peso propio).

Peso del estribo de concreto simple, con $\gamma = 2320 \text{ kg/m}^3$

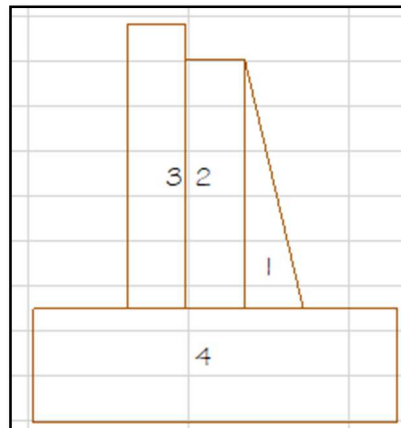


Figura 55.Regiones del estribo

Tabla 7.*Peso propio por regiones.*

Elemento	Volumen (m ³)	DC (kg/m)	XA (m)	XA*DC (kg-m/m)
1	4.050	9396.00	3.50	32886
2	5.400	12528.00	4.50	56376
3	4.200	9744.00	5.25	51156
4	9.000	20880.00	3.75	78300
Σ		52548.00		218718

Dcestr = 52548.00 kg/m Xa = 4.162 m

Losa de Acercamiento

DC losa = 0.00 kg/m Xa = 0.000 m

Carga muerta de la Superestructura del puente:

PDC = 26548.21 kg/m Xa = 4.500 m

Cargas DW (peso de superficie de rodamiento)

PDW = 566.07 kg/m Xa =4.500 m

- Cargas EV (presión vertical por carga muerta del terreno).

Tabla 8.*Presión vertical por regiones.*

Elemento	Volumen (m ³)	EV (kg/m)	XA (m)	XA*EV (kg-m/m)
1	4.200	8526.00	6.50	55419
2	0.000	0.00	1.25	0
3	0.000	0.00	0.32	0
Σ		8526.00		55419

EV = 8526.00 kg/m Xa = 6.500 m

Carga EH (presión lateral del terreno).

Por: 9.60 m de altura de terreno.

$$EH_1 = \frac{H^2 * K_a * \gamma_{terreno}}{2} = 21805.92 \frac{kg}{m}$$

$$EH_{1Y} = EH_1 * \sin(\delta) = 8869.26 \frac{kg}{m} \quad Xa = 7.500 \text{ m}$$

Por losa de acercamiento.

e losa = 0.00 m

$$EH_2 = H * K_a * e_{losa} * \gamma_{terreno} = 0.00 \frac{kg}{m}$$

$$EH_{2Y} = EH_2 * \sin(\delta) = 0.00 \frac{kg}{m} \quad Xa = 0.00 \text{ m}$$

- Cargas LL (carga viva de la superestructura de puente).

PL = 11844.44 kg/m

Xa = 4.500 m

- Cargas LS (sobrecarga por carga viva en el terreno).

Terreno equivalente extendido en 2.00 m de estribo:

$$LS1 = 0.82m * 0.50m * \frac{1600kg}{m^3} = 3329 \frac{kg}{m} \Rightarrow Xa = 6.50 \text{ m}$$

Componente vertical de la sobrecarga por carga viva:

$$LS2 = 4.00m * K_a * 0.50m * \frac{1600kg}{m^3} = 3906.89 \frac{kg}{m}$$

$$LS2Y = LS2 * \sin(\delta) = 1589.08 \frac{kg}{m} \Rightarrow Xa = 7.50 \text{ m}$$

Tabla 9.*Resumen de cargas verticales.*

CARGA	TIPO	V (kg/m)	XA (m)	MV (kg-m)
Dcestr	DC	52548.00	4.16	218718.00
Dclosa	DC	0.00	0.00	0.00
PDC	DC	26548.21	4.50	119466.96
PDW	DW	566.07	4.50	2547.32
EV	EV	8526.00	6.50	55419.00
EH1Y	EH	8869.26	7.50	66519.49
EH2Y	EH	0.00	0.00	0.00
PL	LL	11844.44	4.50	53299.98
LS1	LS	3329.20	6.50	21639.80
LS2y	LS	1589.08	7.50	11918.07
Σ		113820.27		549528.63

- **CARGAS HORIZONTALES.**

- Cargas EH (presión lateral del terreno).

Por 9.60 m de altura de terreno

$$EH1X = EH1 * \cos(\delta) = 19920.69 \frac{kg}{m} \Rightarrow Ya = 3.200 m$$

Por losa de acercamiento

$$EH2X = EH2 * \cos(\delta) = 0.00 \frac{kg}{m} \Rightarrow Ya = 0.000 m$$

- Cargas LS (sobrecarga por carga viva en el terreno).

Componente horizontal de la sobrecarga por carga viva:

$$LS2X = LS2 * \cos(\delta) = 3569.12 \frac{kg}{m} \Rightarrow Ya = 4.800 m$$

- Carga WS (viento sobre la estructura).

$$WS = 893.00 \frac{kg}{m} \Rightarrow Ya = 9.325 m$$

- Cargas BR (fuerza de frenado).

$$BR = 592.22 \frac{kg}{m} \Rightarrow Ya = 11.400 m$$

Cargas CR, SH y TU (deformación del concreto por carga sostenida en el tiempo, acortamiento por pre esforzado y temperatura uniforme)

$$CR + SH + TU = 900.00 \frac{kg}{m} \Rightarrow Ya = 3.220 m$$

Tabla 10.

Resumen de cargas horizontales.

CARGA	TIPO	H (kg/m)	YA (m)	MV (kg-m)
EH1X	EH	19920.69	3.20	63746.22
EH2X	EH	0.00	0.00	0.00
LS2X	LS	3569.12	4.80	17131.80
WS	WS	893.00	9.33	8327.23
BR	BR	592.22	11.40	6751.33
CR+SH+TU	CR+SH+TU	900.00	3.22	2898.00
Σ		25875.04		98854.58

C. Estados límites aplicables y combinaciones de cargas

Tabla 11.

Estados límites y combinaciones de cargas.

ESTADO LIMITE	γ _D C	γ _D W	γ _{EV}	γ _{LL+I} M	γ _{LSY}	γ _{EH}	γ _{LSX}	γ _{WS}	γ _{BR}	γ _{CR+SH+T} U	Aplicación
Resistencia Ia	0.90	0.65	1.00	0.00	0.00	1.50	1.75	0.00	1.75	0.50	Deslizamiento y vuelco
Resistencia Ib	1.25	1.50	1.35	1.75	1.75	1.50	1.75	0.00	1.75	0.50	Presiones y resistencia
Resistencia IIIa	0.90	0.65	1.00	0.00	0.00	1.50	0.00	1.40	0.00	0.50	Deslizamiento y vuelco
Resistencia IIIb	1.25	1.28	1.35	0.00	0.00	1.50	0.00	1.40	0.00	0.50	Presiones y resistencia

Tabla 12.*Cargas verticales Cv.*

TIPO	DC			DW	EV	EH		LL+IM	LS		
CARGA	Dcestr	Dclosa	PDC	PDW	EV	EH1Y	EH2Y	PL	LS1Y	LS2y	
V (kg/m)	52548.0	0.0	26548.2	566.1	8526.0	8869.3	0.0	11844.4	3329.2	1589.1	Σ
γ	0.90	0.90	0.90	0.65	1.00	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	Vu
Resistencia Ia	47293.2	0.0	23893.4	367.9	8526.0	13303.9	0.0	0.0	0.0	0.0	93384.4
γ	1.25	1.25	1.25	1.50	1.35	1.50	1.50	1.75	1.75	1.75	
Resistencia Ib	65685.0	0.0	33185.3	849.1	11510.1	13303.9	0.0	20727.8	5826.1	2780.9	153868.1
γ	0.90	0.90	0.90	0.65	1.00	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	
Resistencia IIIa	47293.2	0.0	23893.4	367.9	8526.0	13303.9	0.0	0.0	0.0	0.0	93384.4
γ	1.25	1.25	1.25	1.28	1.35	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	
Resistencia IIIb	65685.0	0.0	33185.3	724.6	11510.1	13303.9	0.0	0.0	0.0	0.0	124408.8

Tabla 13.*Momento estabilizador por cargas verticales Mvu.*

TIPO	DC			DW	EV	EH		LL+IM	LS		
CARGA	Dcestr	Dclosa	PDC	PDW	EV	EH1Y	EH2Y	PL	LS1Y	LS2y	
Mv (kg-m/m)	218718.0	0.0	119467.0	2547.3	55419.0	66519.5	0.0	53300.0	21639.8	11918.1	Σ
γ	0.90	0.90	0.90	0.65	1.00	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	Mvu
Resistencia Ia	196846.2	0.0	107520.3	1655.8	55419.0	99779.2	0.0	0.0	0.0	0.0	461220.5
γ	1.25	1.25	1.25	1.50	1.35	1.50	1.50	1.75	1.75	1.75	
Resistencia Ib	273397.5	0.0	149333.7	3821.0	74815.7	99779.2	0.0	93275.0	37869.7	20856.6	753148.3
γ	0.90	0.90	0.90	0.65	1.00	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	
Resistencia IIIa	196846.2	0.0	107520.3	1655.8	55419.0	99779.2	0.0	0.0	0.0	0.0	461220.5
γ	1.25	1.25	1.25	1.28	1.35	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	
Resistencia IIIb	273397.5	0.0	149333.7	3260.6	74815.7	99779.2	0.0	0.0	0.0	0.0	600586.7

Tabla 14.*Cargas horizontales Hu.*

TIPO	EH		LS	WS	BR	CR+SH+TU	
CARGA	EH1X	EH2X	LS2X	WS	BR	CR+SH+TU	
H (kg/m)	19920.7	0.0	3569.1	893.0	592.2	900.0	Σ
γ	1.50	1.50	1.75	0.00	1.75	0.50	Hu
Resistencia Ia	29881.0	0.0	6246.0	0.0	1036.4	450.0	37613.4
γ	1.50	1.50	1.75	0.00	1.75	0.50	
Resistencia Ib	29881.0	0.0	6246.0	0.0	1036.4	450.0	37613.4
γ	1.50	1.50	0.00	1.40	0.00	0.50	
Resistencia IIIa	29881.0	0.0	0.0	1250.2	0.0	450.0	31581.2
γ	1.50	1.50	0.00	1.40	0.00	0.50	
Resistencia IIIb	29881.0	0.0	0.0	1250.2	0.0	450.0	31581.2

Tabla 15.*Momento de cargas horizontales Mhu.*

TIPO	EH		LS	WS	BR	CR+SH+TU	
CARGA	EH1X	EH2X	LS2X	WS	BR	CR+SH+TU	
H (kg/m)	63746.2	0.0	17131.8	8327.2	6751.3	2898.0	Σ
γ	1.50	1.50	1.75	0.00	1.75	0.50	Mhu
Resistencia Ia	95619.3	0.0	29980.6	0.0	11814.8	1449.0	138863.8
γ	1.50	1.50	1.75	0.00	1.75	0.50	
Resistencia Ib	95619.3	0.0	29980.6	0.0	11814.8	1449.0	138863.8
γ	1.50	1.50	0.00	1.40	0.00	0.50	
Resistencia IIIa	95619.3	0.0	0.0	11658.1	0.0	1449.0	108726.5
γ	1.50	1.50	0.00	1.40	0.00	0.50	
Resistencia IIIb	95619.3	0.0	0.0	11658.1	0.0	1449.0	108726.5

D. Chequeo de estabilidad y esfuerzos

- Vuelco alrededor del punto "A".

Estable si:

 $e \leq B/3$ (Fundación en suelo) $e \leq 0.45 \cdot B$ (Fundación en suelo rocoso)

Tabla 16.*Chequeo por volteo*

ESTADO	Vu (kg/m)	Mvu (kg-m/m)	Mhu (kg-m/m)	$X=(Mvu-Mhu)/Vu$ (m)	$e=(B/2)-Xo$ (m)	$e_{max}=B/3$ (m)	
Resistencia Ia	93384.4	461220.5	138863.8	3.45	0.30	2.50	CUMPLE
Resistencia Ib	153868.1	753148.3	138863.8	3.99	-0.24	2.50	CUMPLE
Resistencia IIIa	93384.4	461220.5	108726.5	3.77	-0.02	2.50	CUMPLE
Resistencia IIIb	124408.8	600586.7	108726.5	3.95	-0.20	2.50	CUMPLE

- Deslizamiento en la base del estribo.

Estable si:

$$Ff > H_u$$

$$\mu = \tan(\delta)$$

$$\mu = 0.445228685$$

$$\phi = 1.00$$

Tabla 17.*Chequeo por deslizamiento.*

ESTADO	Vu (kg/m)	RESISTENTE $Ff = \mu * (\phi * Vu)$	ACTUANTE Hu	
Resistencia Ia	93384.4	41577.43	37613.40	CUMPLE.
Resistencia Ib	153868.1	68506.50	37613.40	CUMPLE
Resistencia IIIa	93384.4	41577.43	31581.24	CUMPLE
Resistencia IIIb	124408.8	55390.38	31581.24	CUMPLE

- 5.3. Presiones actuantes en la base del estribo.

Estable si:

$$q_r \geq q_{max} \quad (\text{fundación en roca})$$

$$q_r \geq q_{max} \quad (\text{Fundación en suelo})$$

$$B = 7.50 \text{ m}$$

Tabla 18.*Chequeo por esfuerzos.*

ESTADO	Vu (kg/m)	Mvu (kg-m/m)	Mhu (kg-m/m)	$X=(Mvu-Mhu)/Vu$ (m)	$e=(B/2)-Xo$ (m)	$q = Vu/(B-2e)$ (kg/cm ²)	qr (kg/cm ²)	
Resistencia Ia	93384.4	461220.5	138863.8	3.45	0.30	1.35	3.61	CUMPLE
Resistencia Ib	153868.1	753148.3	138863.8	3.99	-0.24	1.93	3.61	CUMPLE
Resistencia IIIa	93384.4	461220.5	108726.5	3.77	-0.02	1.24	3.61	CUMPLE
Resistencia IIIb	124408.8	600586.7	108726.5	3.95	-0.20	1.57	2.45	CUMPLE

E. Dispositivo de apoyo

Para el presente diseño se utilizará los apoyos de neopreno (Fijo y móvil), de 1.00 m x 1.00 m.

3.3.3 Análisis económico del puente viga losa

Se ha realizado el cálculo del presupuesto de la construcción del puente viga losa $L = 32m$ (Ver Anexo N° 03), en función al metrado (Ver Anexo N° 03), y del cual se resume lo siguiente:

Tabla 19.*Resumen construcción presupuesto puente viga losa $L=32m$.*

Descripción	Soles (S/)
Obras preliminares	S/ 6,293.94
Subestructura	S/ 317,182.69
Superestructura	S/ 339,808.91
Varios	S/ 71,910.53
Total presupuesto	S/ 735,196.07

El presupuesto fue calculado con precios unitarios y costo de mano de obra de la zona. Cabe indicar también que el presupuesto se encuentra elaborado a Costo Directo y para su ejecución por Administración Directa; debido a que por la zona (Provincia de Espinar) la mayoría de proyectos de inversión se ejecutan bajo la modalidad de Administración Directa.

3.4 DISEÑO DE PUENTE VIGA POST TENSADO

3.4.1 Diseño de superestructura

Para el diseño de la superestructura (ancho y gálibo del puente) se toma los resultados del estudio hidrológico mencionados en el ítem 3.2.3.

A. Predimensionamiento

Para el predimensionamiento del puente viga post tensada, utilizaremos la normativa peruana, que como mencionamos en el capítulo II, es el Manual de puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones.

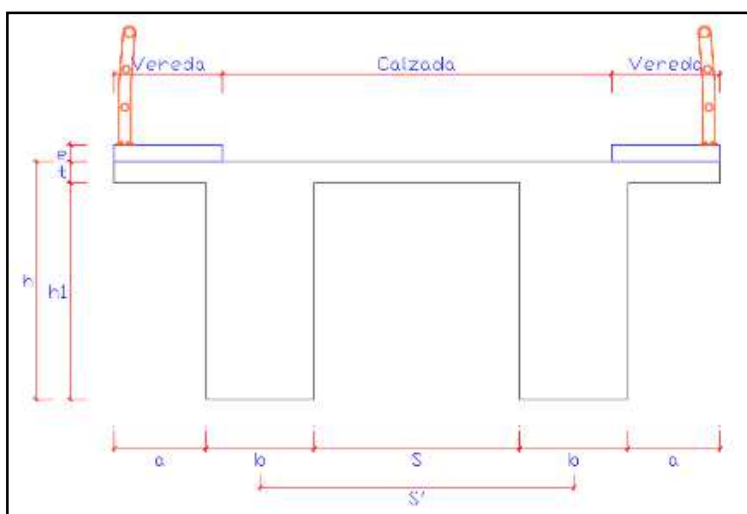


Figura 56. Corte transversal puente viga post tensada.

- N° Carriles = 1.00
- Vereda (v) = 1.00 m.
- Calzada (c) = 3.60 m.
- Altura Vereda (e) = 0.15 m.
- Luz Puente (L) = 32.00 m.
- S' Asumido = 3.00 m.

a) Ancho de la viga (b).

Asumimos ancho de viga:

$$b = 0.60 \text{ m}$$

Entonces:

$$a = 1.00 \text{ m} ;$$

$$S = 2.40 \text{ m} = 2,400 \text{ mm}$$

b) Peralte de la viga (h).

Según Figura 17 del presente trabajo de investigación.

$$h = 0.045L$$

$$h = 0.045 * 32 \text{ m}$$

$$h = 1.44 \text{ m} \cong 1.40 \text{ m (Asumimos por la longitud del puente)}$$

c) Espesor de la losa (t).

Asumimos:

$$t = 0.20 \text{ m}$$

B. Cargas para el diseño del puente viga post tensado.

Para la elaboración de la presente tesis, se tiene en consideración las siguientes cargas según el Manual de puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones.

a) Cargas por asfalto (DW).

Para el presente diseño se considera el espesor del asfalto en la losa o tablero de:

$$\text{Espesor Asfalto} = 0.05 \text{ m}$$

Según la Figura 12. Cargas Muertas

$$\gamma_{\text{asfalto}} = 2.20 \text{ tonf/m}^3$$

$$DW = 2.20 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3} * 0.05 \text{ m}$$

$$DW = 0.11 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

b) Carga por vereda (Cvereda).

Para el presente diseño se considera el espesor de la vereda de:

$$\text{Altura vereda (e)} = 0.15 \text{ m}$$

Según la figura 12. Cargas Muertas.

$$\gamma_{\text{concreto armado}} = 2.50 \text{ tonf/m}^3$$

$$C_{\text{vereda}} = 2.50 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^3} * 0.15 \text{ m}$$

$$C_{\text{vereda}} = 0.38 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

c) Sobre carga peatonal (PL).

Según Manual de Puentes MTC - 2.4.3.6.1 Cargas Peatonales.

$$PL = 0.38 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

d) Sobre carga barandas (Cbaranda).

Según Manual de Puentes MTC - 2.1.4.3.4.2 Barandas.

$$Cbar = 0.15 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2}$$

e) Cargas de frenado (BR).

Según Manual de Puentes MTC - 2.4.3.5 Fuerzas de Frenado BR.

$$BR = F (N^\circ \text{ Carriles}) Fpm$$

F obtener el valor mayor de las siguientes afirmaciones.

$$F = 0.25(3.5 + 14.50 + 14.50) = 8.125$$

$$F = 0.25(11 + 11) = 5.50$$

$$F = 0.05(3.5 + 14.50 + 14.50 + 0.97 * 32) = 3.17$$

$$F = 0.05(11 + 11 + 0.97 * 32) = 1.241$$

Entonces:

$$F = 8.125$$

Según tabla 1. Factor de presencia múltiple (Fpm) se tiene el valor:

$$Fpm = 1.20 \text{ para un solo carril}$$

$$BR = 8.125 * 1 * 1.20$$

$$BR = 9.75 \text{ tonf}$$

f) Cargas de viento (WS).

Según el ítem 1.2.5.6 Carga de viento (WS), se considera lo siguiente.

$$V_{DZ} = 2.5V_o \left(\frac{V_{10}}{V_B} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_o} \right)$$

Donde según Tabla 4. Valores de las constantes V0 y Z0.

- VB = 160.00 km/h Según 2.4.3.10.1.1 Generalidades - MTC

- $V_{10} = 90.00 \text{ km/h}$ Según Mapa Eólico de la zona
- $Z = 6,140.00 \text{ mm}$ Según plano puente
- $V_0 = 13.20 \text{ km/h}$
- $Z_0 = 70.00 \text{ mm}$

$$V_{DZ} = 2.5 * 13.20 * \left(\frac{90.00}{160.00}\right) \ln\left(\frac{6,140.00}{70.00}\right)$$

$$V_{DZ} = 83.05 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$P_D = P_B \left(\frac{V_{DZ}^2}{25600}\right)$$

Donde según Tabla 3. Presiones básicas (P-B), para $V_B = 160 \text{ Km/h}$.

$$P_B = 0.0024 \text{ mpa}$$

$$P_D = 0.0024 * \left(\frac{83.05^2}{25600}\right)$$

$$P_D = 0.00065 \text{ mpa} = 65.94 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

- Fuerza de viento horizontal (Fuerza barlovento)

$$F_{\text{barlovento}} = P_D(h)$$

Donde:

$h =$ Peralte de la viga (m)

$$F_{\text{barlovento}} = 65.94 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} * 1.40 \text{ m}$$

$$F_{\text{barlovento}} = 92.32 \frac{\text{kgf}}{\text{m}} = 0.09 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

- Fuerza de viento horizontal (Fuerza sotavento)

$$F_{\text{sotavento}} = \frac{F_{\text{barlovento}}}{2}$$

$$F_{\text{sotavento}} = \frac{0.09 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}}{2}$$

$$F_{\text{sotavento}} = 0.05 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

- Fuerza de viento vertical (Fv)

$$F_{vv} = 0.098(A)$$

Donde:

A (Ancho de la sección del puente) = 5.60 m

$$F_{vv} = 0.098 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2} * 5.60 \text{ m}$$

$$F_{vv} = 0.55 \frac{\text{tonf}}{\text{m}}$$

C. Modelamiento de puente viga post tensado

Para el modelamiento del puente viga post tensado de una L=32 m, utilizamos el software CSI BRIDGE v23, como se puede apreciar en las siguientes figuras o imágenes.

- Definimos el eje del puente.

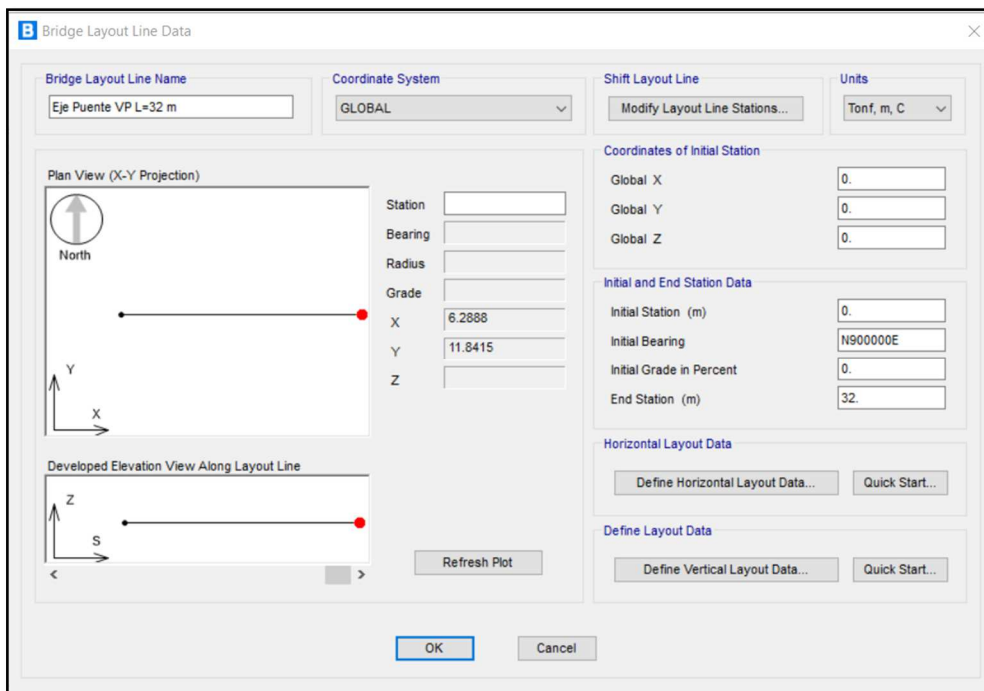


Figura 57. Imagen donde se define el eje del puente viga post tensada L=32 m.

- Definimos el eje del puente.

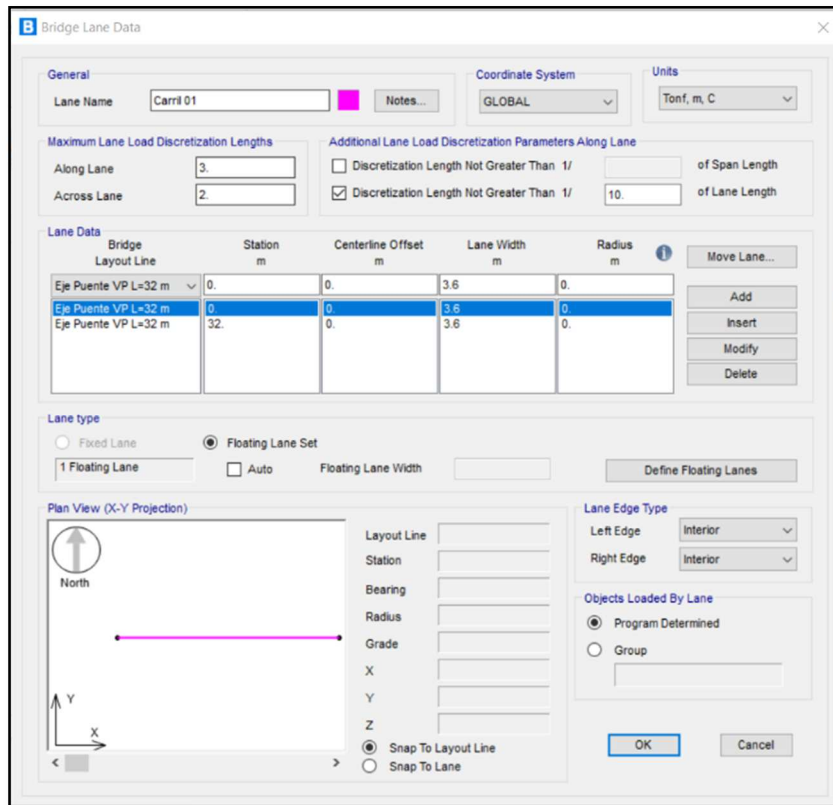


Figura 58. Imagen donde se define el carril de diseño.

- Definimos materiales.

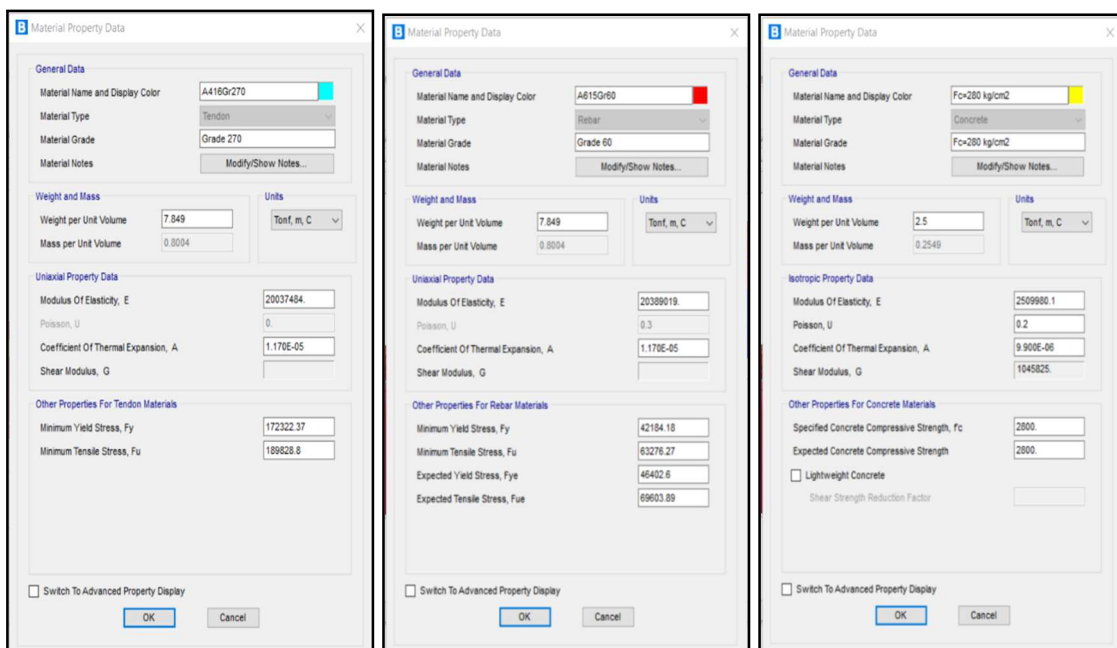


Figura 59. Imágenes donde se define concreto, acero refuerzo y acero de preesfuerzo.

- Definimos sección del puente.

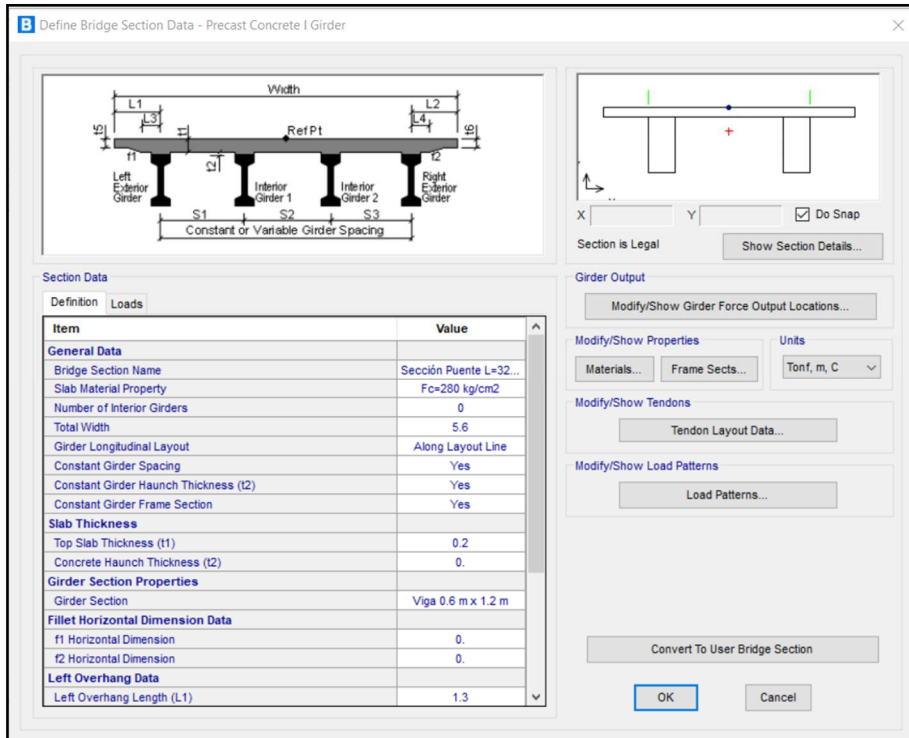


Figura 60. Imagen donde se define la sección del puente viga post tensado.

- Definimos dimensiones de la viga diafragma.

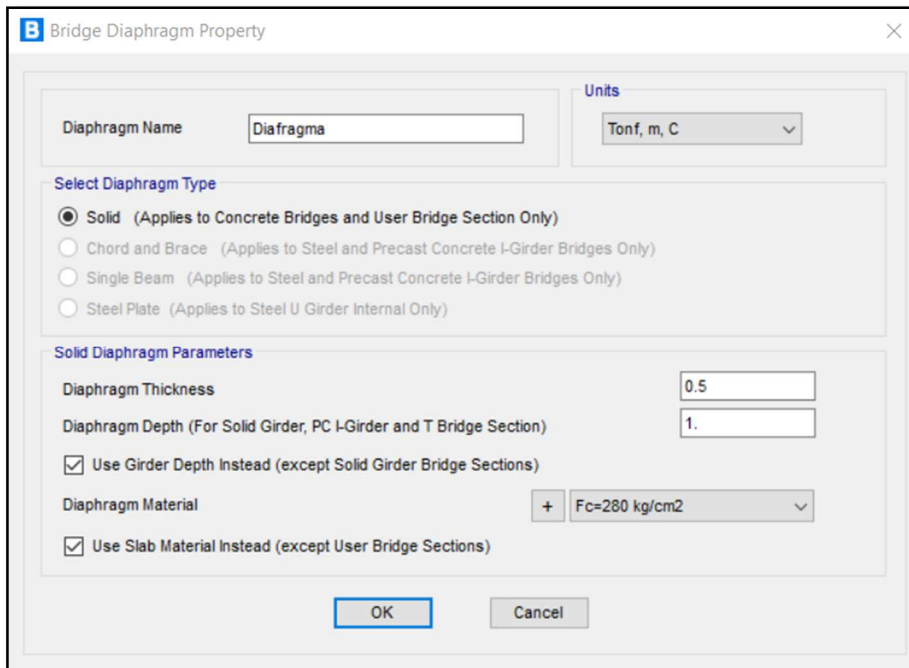


Figura 61. Imagen donde se define la viga diafragma.

- Definimos vehículo de diseño.

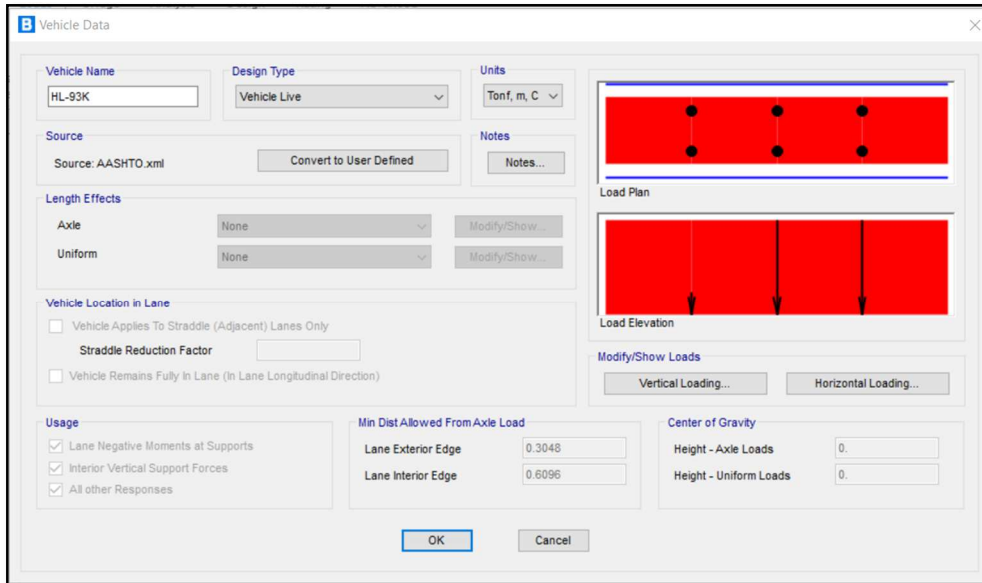


Figura 62. Definimos el camión de diseño.

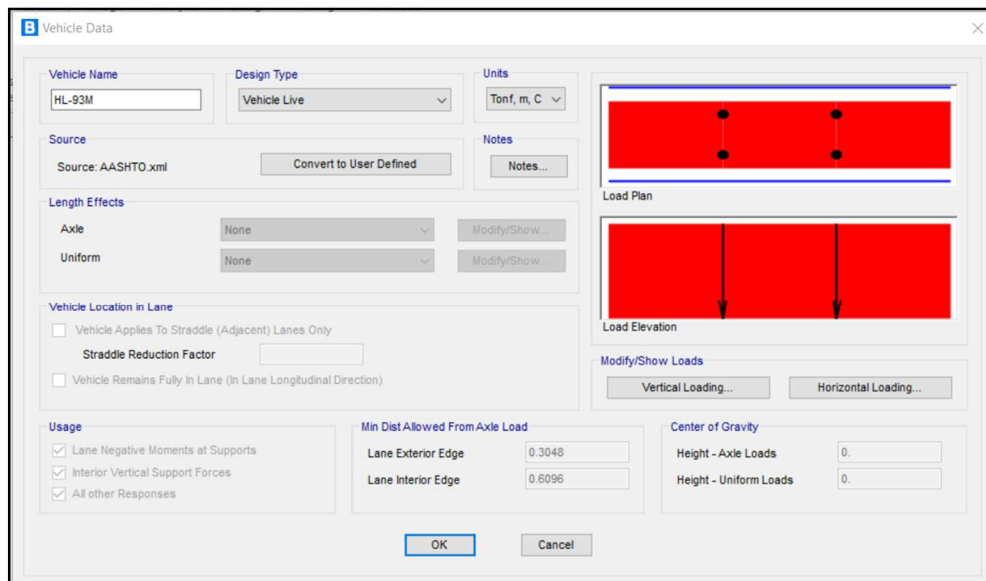


Figura 63. Definimos tándem de diseño.

- Definimos tendones de preesfuerzo.

Para el presente diseño utilizamos acero de preesfuerzo con vainas de 13 mm o 0.5", 1 tendón estará compuesto por 10 vainas, y a su vez agrupados en 3 tendones por viga.

Carga de rotura de una vaina de 13 mm = 183 KN = 18.73 tonf.

Para 30 vainas la carga de rotura es = 561.97 tonf y a un 75 % = 421.47 tonf.

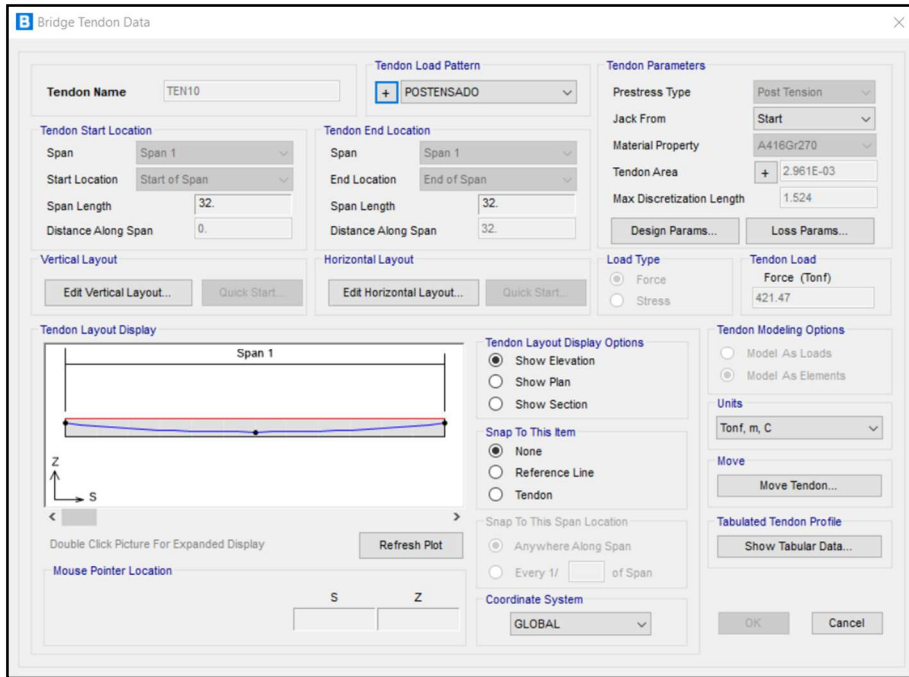


Figura 64. Características del tendón.

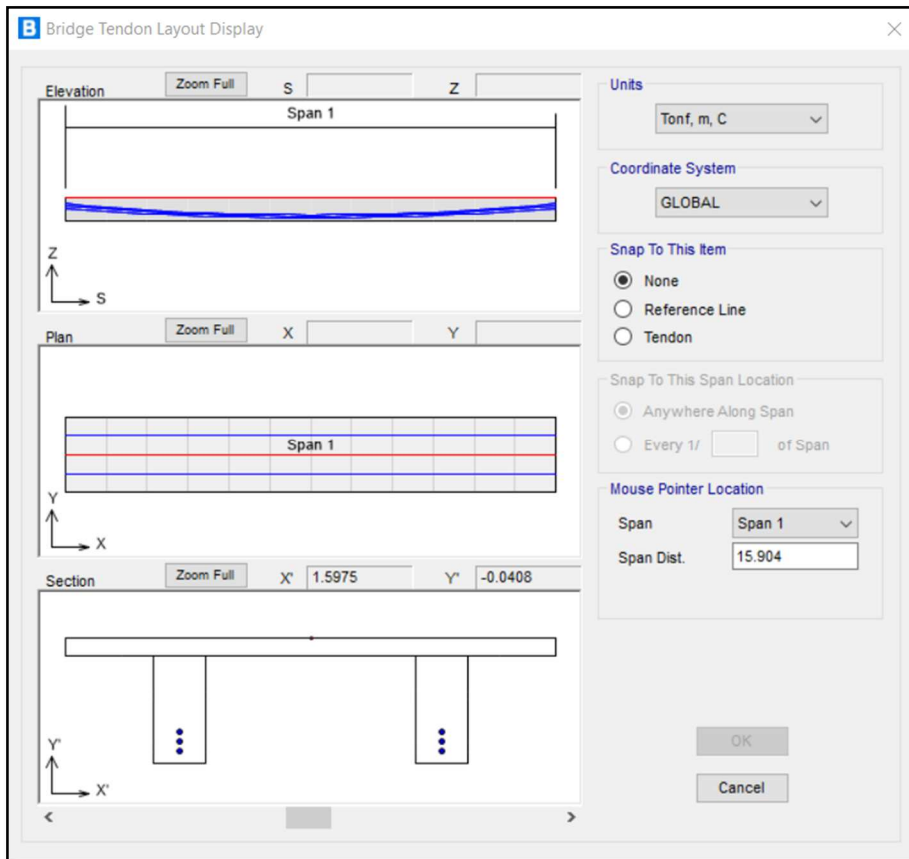


Figura 65. Configuración o distribución de los tendones.

NOTA: La verificación del preesfuerzo inicial y excentricidad se muestran en Anexo II, del presente trabajo de investigación.

- Definimos cargas.

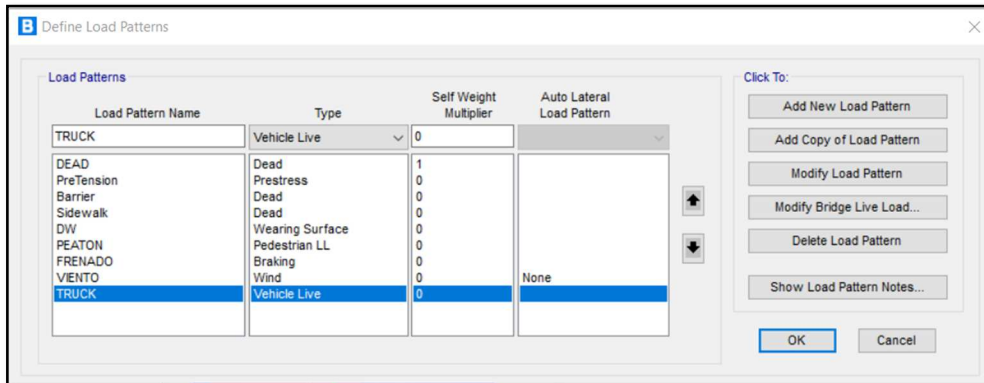


Figura 66. Imagen donde se define las cargas que actúan en el puente viga post tensado.

- Definimos la carga sísmica.

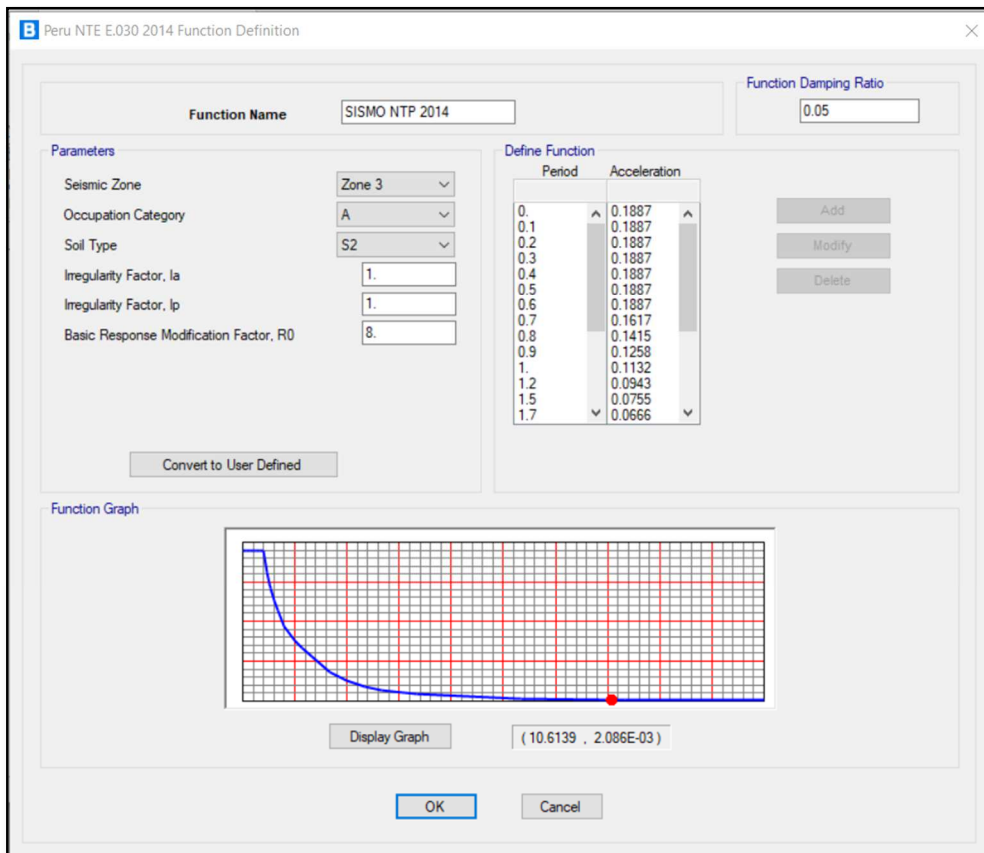


Figura 67. Imagen donde se define la carga sísmica según la NTE E.030 2014.

- Cargas distribuidas.

Se define las cargas mencionadas en el ítem 3.3.1.2 Cargas para el diseño del puente viga post tensados.

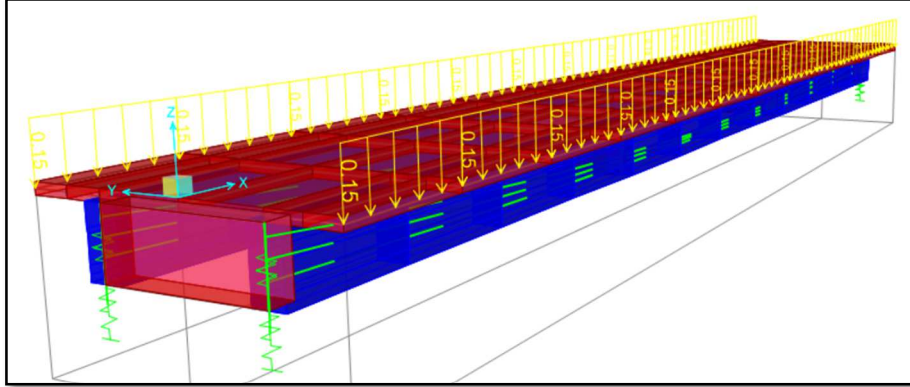


Figura 68. Imagen de la carga distribuida por barandas.

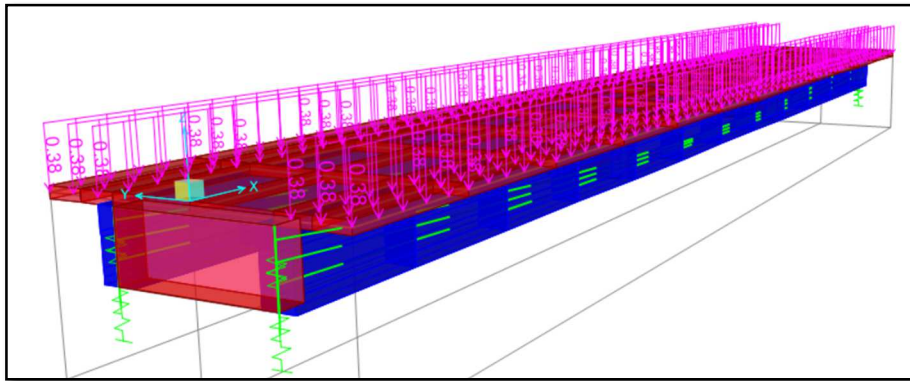


Figura 69. Imagen de la carga distribuida de las veredas.

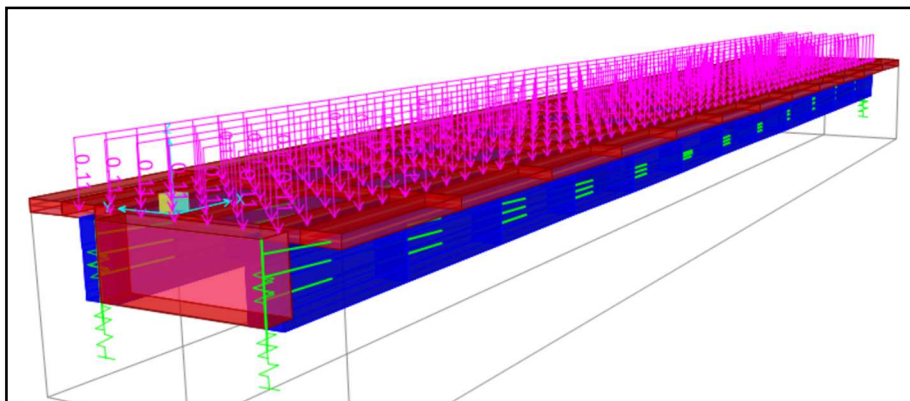


Figura 70. Imagen de la carga distribuida del asfalto (DW).

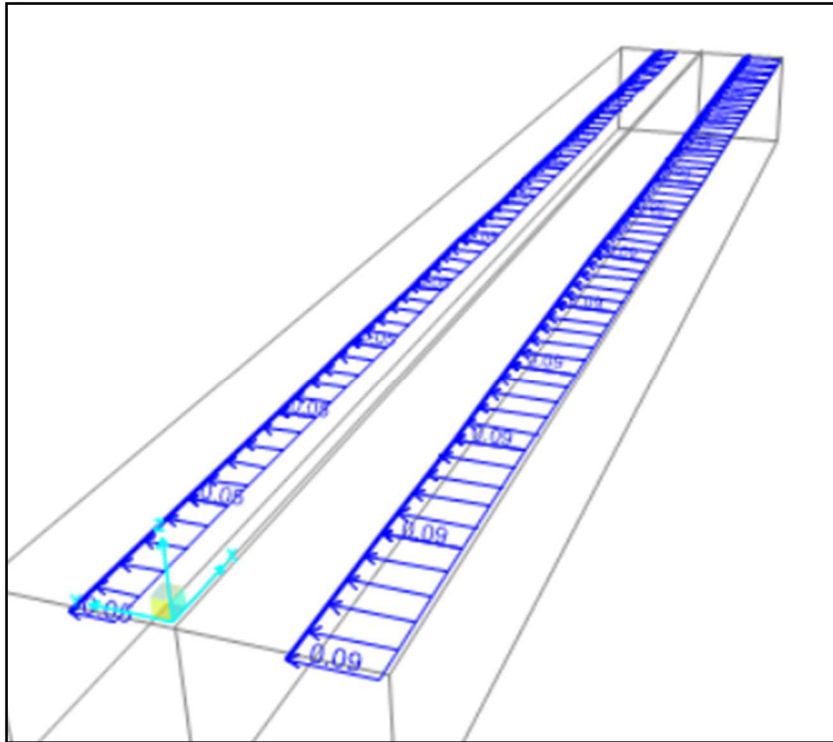


Figura 74. Imagen de las cargas de viento barlovento y sotavento.

- Definimos casos de cargas.

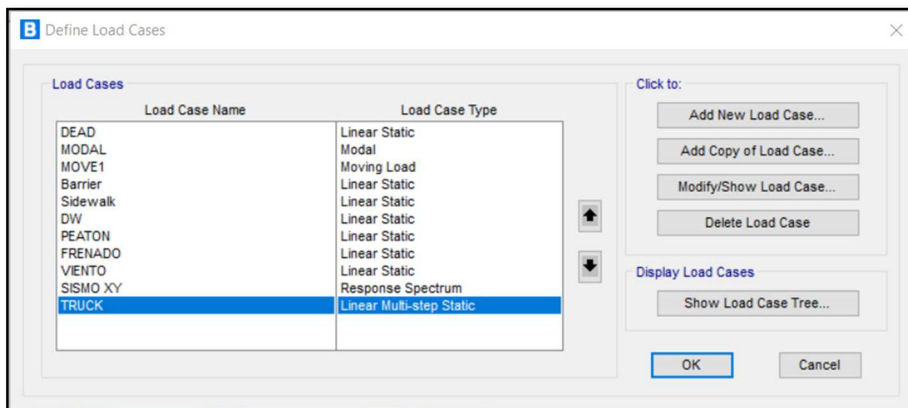


Figura 75. Imagen de los casos de cargas.

- Definimos combinaciones de cargas.

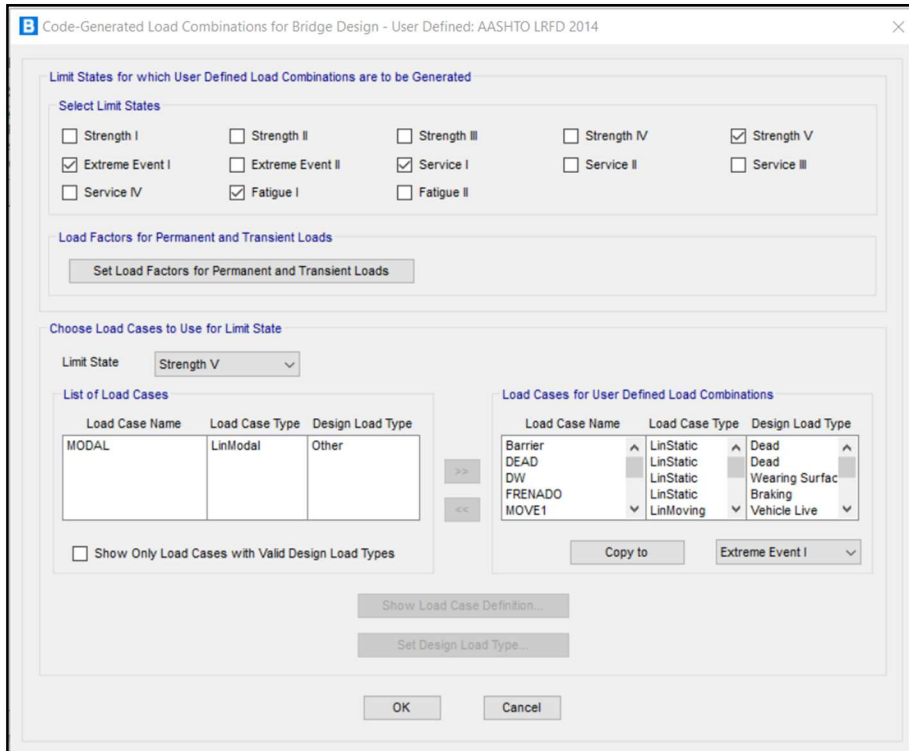


Figura 76. Imagen donde se define las combinaciones de carga.

- Resultados del análisis CSI BRIDGE.

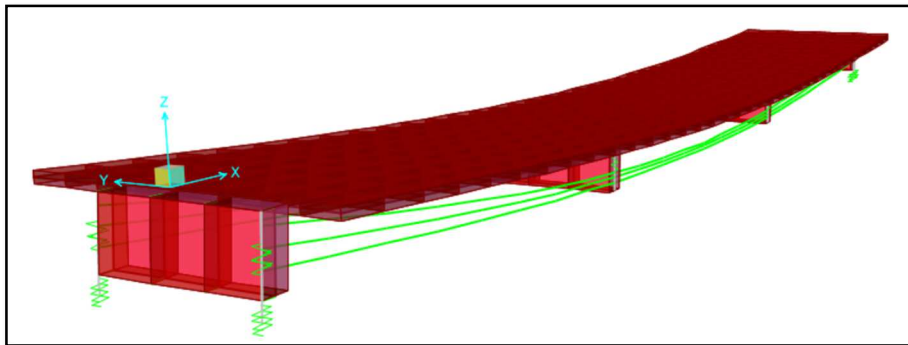


Figura 77. Imagen del puente viga post tensado L=32 m analizado.

El Manual de puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones indica que se debe considerar como límite de deflexión para cargas vehiculares y peatonales lo siguiente:

$$Def = L/1000$$

$$Def = 32 \text{ m}/1000 = 0.032 \text{ m}$$

Según los resultados del análisis muestran una deflexión máxima de 0.022 m, se encuentra de los límites (ver Figura 78).

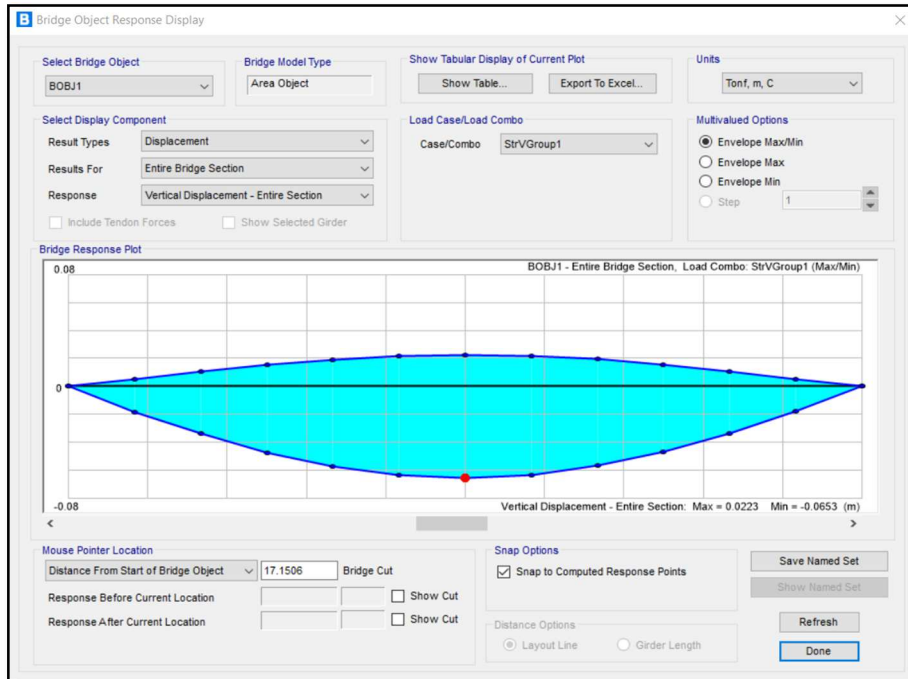


Figura 78. Imagen deflexión máxima combinación Resistencia V, Def = 0.022 m.

D. Diseño de acero refuerzo

- Diseño de acero de refuerzo positivo y negativo, de la viga izquierda y viga derecha del puente viga losa, método iterativo.

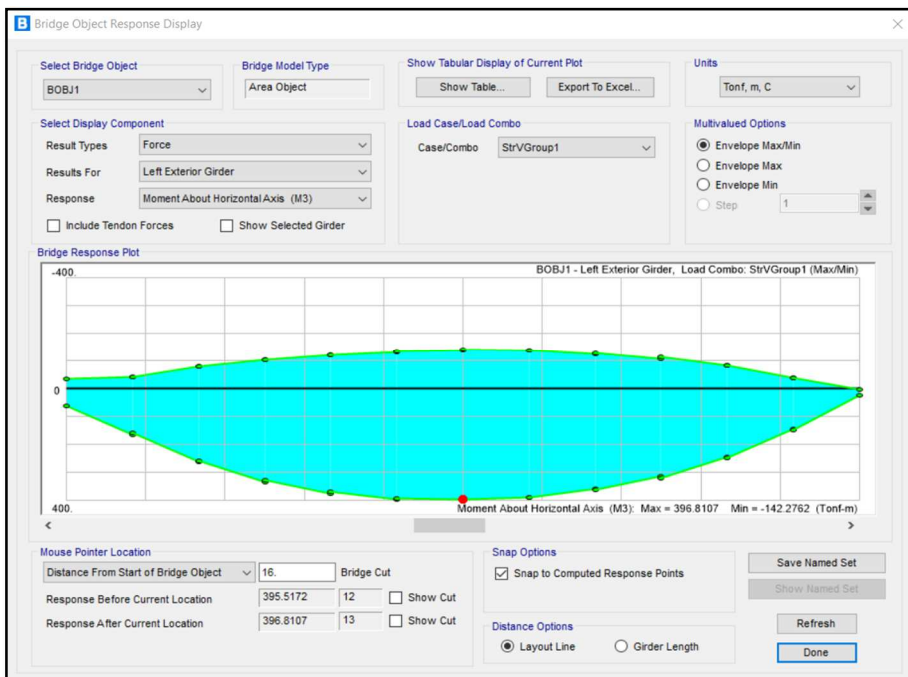


Figura 79. Momento máximo M(+) y M(-) de la viga izquierda 396.81 tonf*m.

- $b = 60 \text{ cm}$.
- $h = 120 \text{ cm}$.
- Peralte (d) = 113 m.
- $M (+) = 396.81 \text{ tonf}\cdot\text{m} = 39'681,000.00 \text{ kgf}\cdot\text{cm}$.
- $M (-) = 142.28 \text{ kgf}\cdot\text{m} = 14'228,000.00 \text{ kgf}\cdot\text{cm}$.
- $F'y = 4,200 \text{ kgf/cm}^2$
- $F'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$

$$a = \frac{d}{5} = \frac{113 \text{ cm}}{5} = 22.60 \text{ cm}$$

$$As = \frac{M(+)}{0.9 * f'y * \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{39'681,000.00}{0.9 * 4,200 * \left(263 - \frac{22.60}{2}\right)} = 103.22 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{As * f'y}{0.85 * f'c * b} = \frac{103.22 * 4,200}{0.85 * 280 * 100} = 30.36 \text{ cm}$$

$$As = \frac{M(+)}{0.9 * f'y * \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{39'681,000.00}{0.9 * 4,200 * \left(263 - \frac{30.36}{2}\right)} = 107.32 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{As * f'y}{0.85 * f'c * b} = \frac{107.32 * 4,200}{0.85 * 280 * 100} = 31.56 \text{ cm}$$

$$As = \frac{M(+)}{0.9 * f'y * \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{39'681,000.00}{0.9 * 4,200 * \left(263 - \frac{31.56}{2}\right)} = 107.98 \text{ cm}^2$$

Asdiseño = 107.98cm²

$$Asmin = \frac{0.22 * \sqrt{f'c}}{f'y} * b * d = \frac{0.22 * \sqrt{280 * 0.0981}}{4,200 * 0.0981} * 60 * 113$$

Asmin = 18.97 cm²

Utilizamos As diseño = 107.98 cm²

Acero #8 = Acero 1" \Rightarrow Área acero \varnothing 1" = 5.07 cm²

9 varillas de acero refuerzo #8 o \varnothing 1" = 45.60 cm² en forma longitudinal.

128 varillas de acero refuerzo #6 o \varnothing 3/4" en forma transversal.

Comprobamos en el software CSI BRIDGE si las 9 varillas de acero cumplen por flexión y corte, según la distribución como se muestra en la Figura 80.

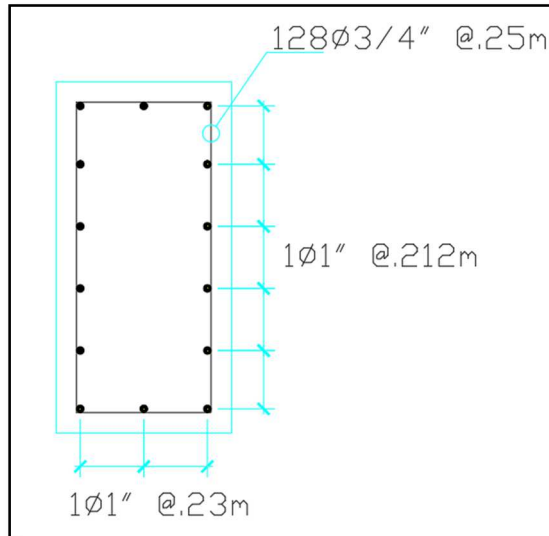


Figura 80. Distribución acero refuerzo viga 1.20 m x 0.60 m.

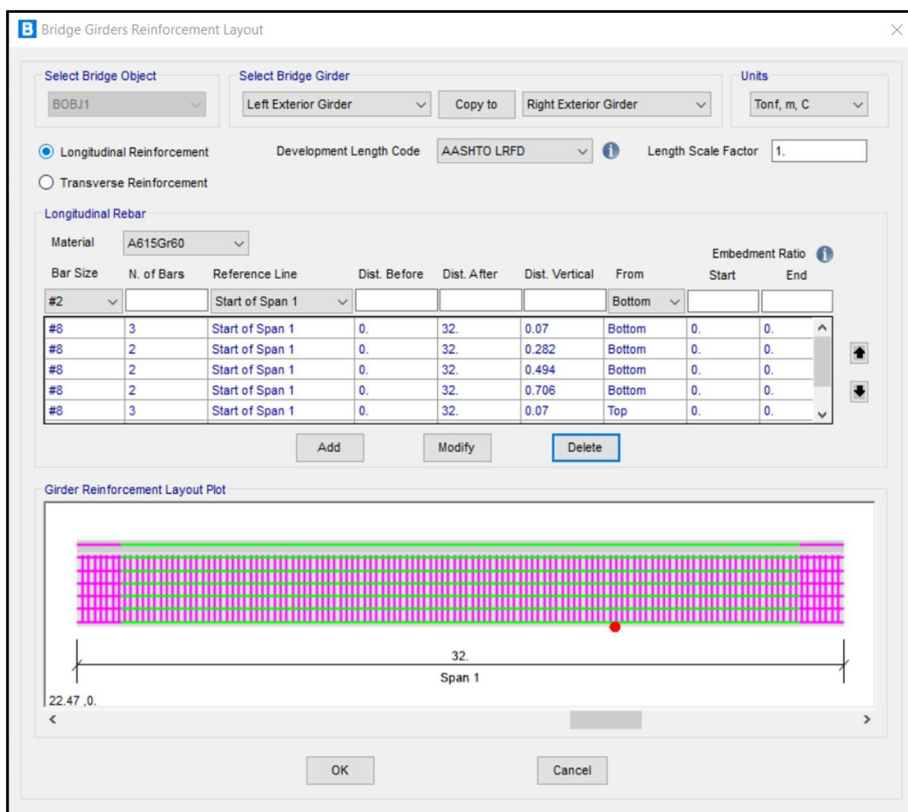


Figura 81. Distribución de acero refuerzo #8 longitudinal y acero refuerzo #6.

Configurado la distribución acero para el puente viga post tensada en el software, se obtiene que el acero distribuido se encuentra de manera correcta y se encuentra dentro de los límites del diseño por flexión y corte (ver Figura 82. y Figura 83.).

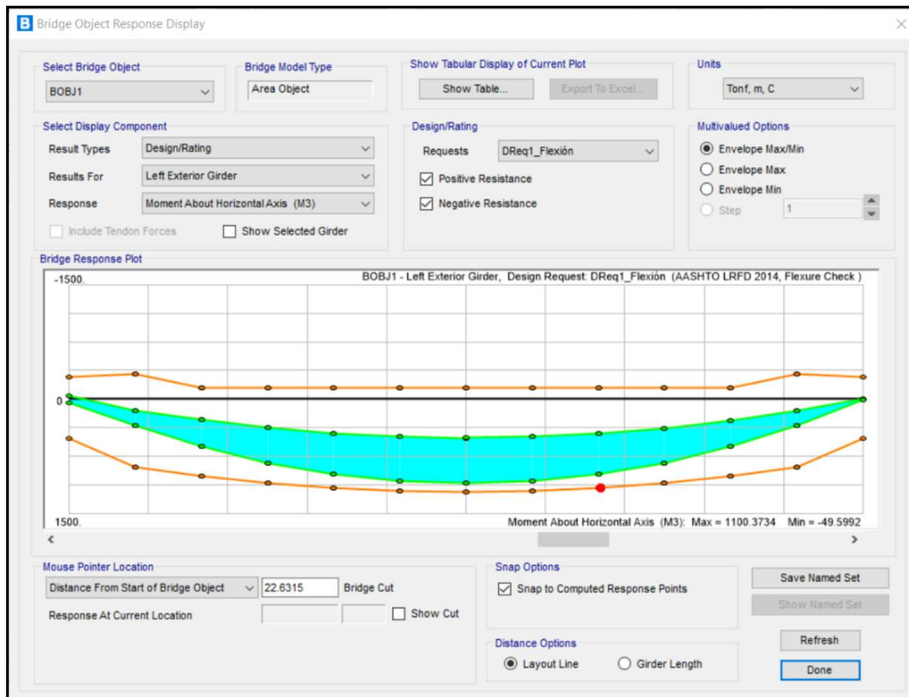


Figura 82. Diseño por flexión.

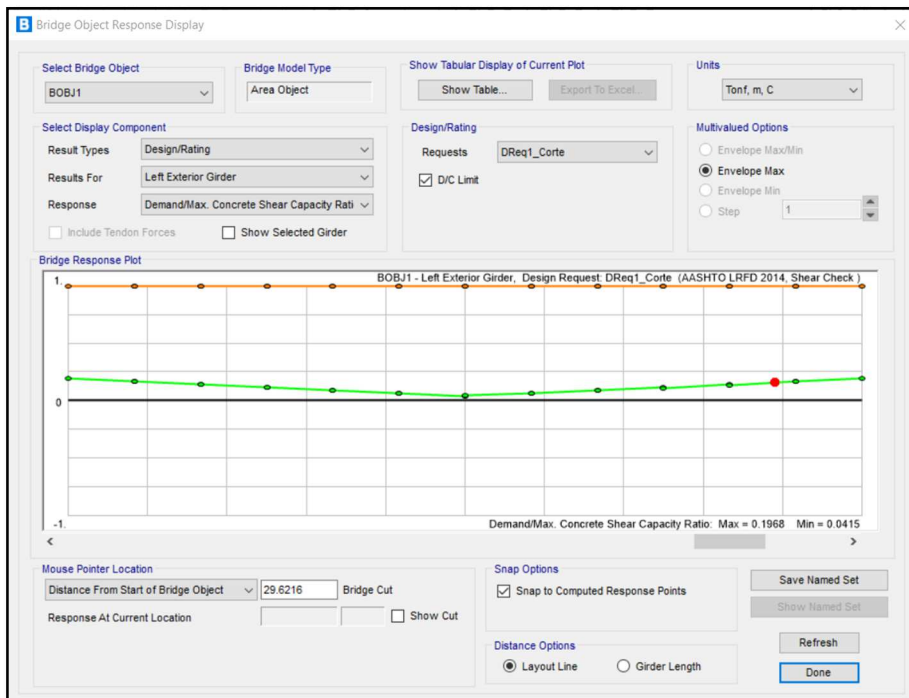


Figura 83. Diseño por corte.

- Diseño de acero de refuerzo de la losa o tablero por el método iterativo.

Para el diseño del acero de refuerzo longitudinal en la losa del puente viga post tensado, se obtiene los resultados del momento máximo obtenido del software CSI BRIDGE (ver Figura 84).

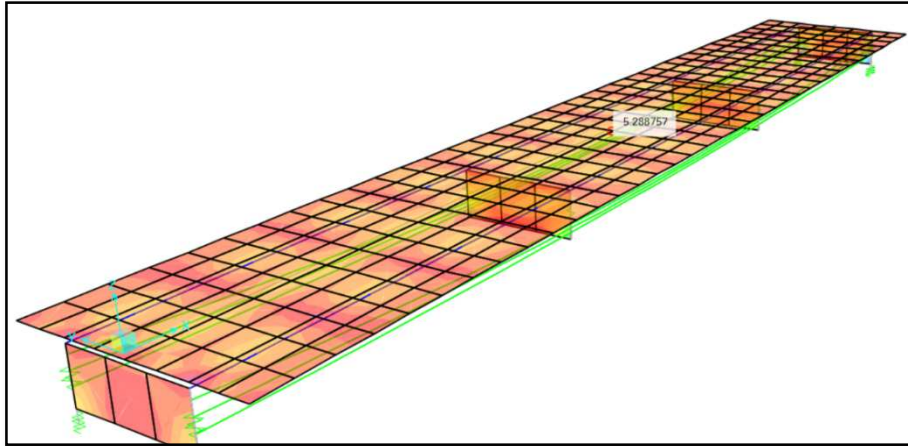


Figura 84. Momento máximo M11 para diseño de acero refuerzo longitudinal
M (+) = 5.289 ton*m.

- b = 100 cm.
- h = 20 cm.
- Peralte (d) = 15 cm.
- M (+) = 5.289 tonf*m = 528,900.00 kgf*cm.
- F'y = 4,200 kgf/cm².
- F'c = 280 kgf/cm².

$$a = \frac{d}{5} = \frac{15 \text{ cm}}{5} = 3.00 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M(+)}{0.9 * f'y * \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{528,900.00}{0.9 * 4,200 * \left(15 - \frac{3.00}{2}\right)} = 10.37 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s * f'y}{0.85 * f'c * b} = \frac{10.37 * 4,200}{0.85 * 280 * 100} = 1.83 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M(+)}{0.9 * f'y * \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{528,900.00}{0.9 * 4,200 * \left(15 - \frac{1.83}{2}\right)} = 9.94 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s * f'y}{0.85 * f'c * b} = \frac{9.94 * 4,200}{0.85 * 280 * 100} = 1.75 \text{ cm}$$

$$As = \frac{M(+)}{0.9 * f'y * \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{528,900.00}{0.9 * 4,200 * \left(13 - \frac{1.75}{2}\right)} = 9.91 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ diseño} = 9.91 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ min} = \frac{0.22 * \sqrt{f'c}}{f'y} * b * d = \frac{0.22 * \sqrt{280 * 0.0981}}{4,200 * 0.0981} * 100 * 15$$

$$As \text{ min} = 4.20 \text{ cm}^2$$

Utilizamos $As \text{ diseño} = 9.91 \text{ cm}^2$.

Acero 5/8" \Rightarrow Área acero \varnothing 5/8" = 1.98 cm².

5 varillas de acero refuerzo \varnothing 5/8" = 9.90 cm² en forma longitudinal por metro.

Para el diseño del acero de refuerzo transversal en la losa se obtiene los resultados del momento máximo obtenido del software CSI BRIDGE (ver Figura 85).

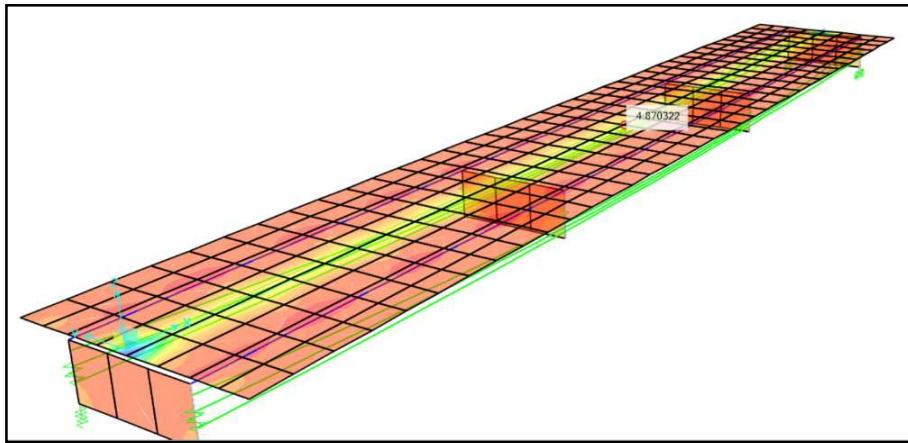


Figura 85. Momento máximo M22 para diseño de acero refuerzo transversal $M (+) = 4.870 \text{ tonf}\cdot\text{m}$.

Se procede con el mismo procedimiento del acero de refuerzo longitudinal y resulta lo siguiente.

$$As \text{ diseño} = 9.08 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ min} = \frac{0.22 * \sqrt{f'c}}{f'y} * b * d = \frac{0.22 * \sqrt{280 * 0.0981}}{4,200 * 0.0981} * 100 * 15$$

$$As \text{ min} = 4.20 \text{ cm}^2$$

Utilizamos $As \text{ diseño} = 9.08 \text{ cm}^2$.

Acero 5/8" \Rightarrow Área acero \varnothing 5/8" = 1.98 cm².

5 varillas de acero refuerzo $\varnothing 5/8" = 9.90 \text{ cm}^2$ en forma transversal por metro.

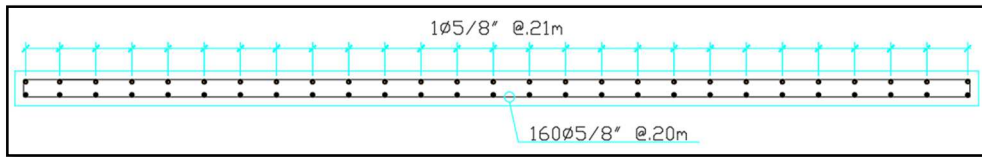


Figura 86. Distribución acero refuerzo de la losa o tablero 0.2 m x 5.60 m.

- Diseño de acero de refuerzo de la viga diafragma por el método iterativo.

Para el diseño del acero de refuerzo longitudinal de la viga diafragma, se obtiene los resultados del momento máximo obtenido del software CSI BRIDGE (ver Figura 87).

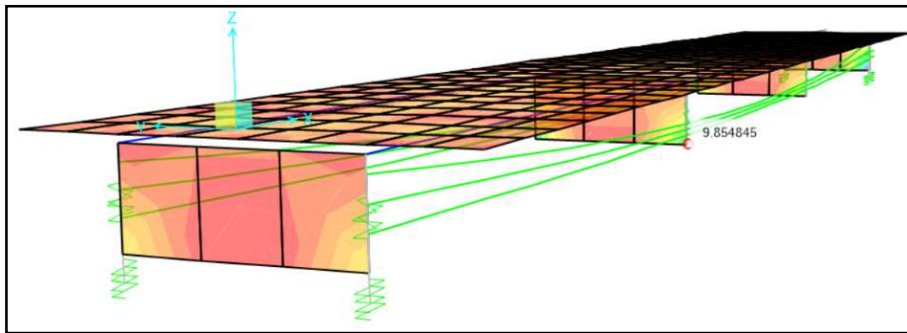


Figura 87. Momento máximo M11 para diseño de acero refuerzo transversal
 $M (+) = 9.855 \text{ tonf} \cdot \text{m}$.

Se procede con el mismo procedimiento del acero método iterativo y resulta lo siguiente.

$$As \text{ diseño} = 5.86 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ min} = \frac{0.22 * \sqrt{f'c}}{f'y} * b * d = \frac{0.22 * \sqrt{280 * 0.0981}}{4,200 * 0.0981} * 100 * 45$$

$$As \text{ min} = 12.59 \text{ cm}^2$$

Utilizamos $As \text{ min} = 12.59 \text{ cm}^2$.

Acero $3/4" \Rightarrow$ Área acero $\varnothing 3/4" = 2.85 \text{ cm}^2$.

5 varillas de acero refuerzo $\varnothing 3/4" = 14.25 \text{ cm}^2$ en forma longitudinal por metro.

Para el diseño del acero de refuerzo transversal de la viga diafragma, se obtiene los resultados del momento máximo obtenido del software CSI BRIDGE (ver Figura 88).

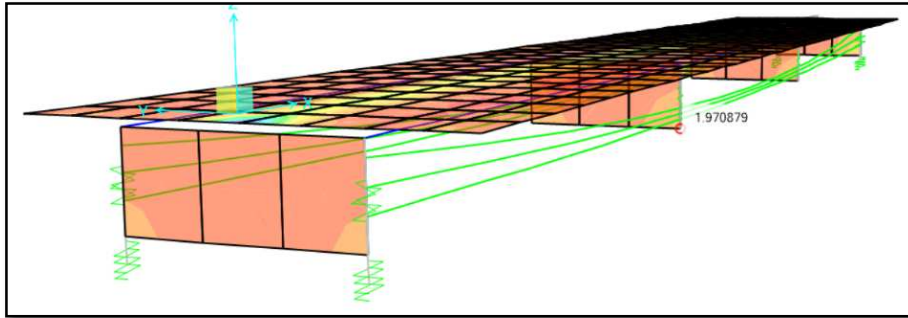


Figura 88. Momento máximo M22 para diseño de acero refuerzo transversal
 $M (+) = 1.97 \text{ tonf}\cdot\text{m}$.

Se procede con el mismo procedimiento del acero método iterativo y resulta lo siguiente.

$$As \text{ diseño} = 1.16 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ min} = \frac{0.22 * \sqrt{f'c}}{f'y} * b * d = \frac{0.22 * \sqrt{280 * 0.0981}}{4,200 * 0.0981} * 100 * 45$$

$$As \text{ min} = 12.59 \text{ cm}^2$$

Utilizamos $As \text{ min} = 12.59 \text{ cm}^2$

Acero 3/4" \Rightarrow Área acero $\varnothing 3/4" = 2.85 \text{ cm}^2$

5 varillas de acero refuerzo $\varnothing 3/4" = 14.25 \text{ cm}^2$ en forma longitudinal por metro.

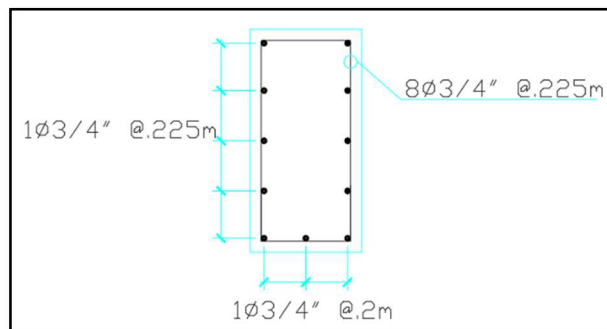


Figura 89. Distribución acero refuerzo viga 1.00 m x 0.50 m.

3.4.2 Diseño de subestructura

Para el presente trabajo de investigación, elaboraremos el diseño estructural de la sub estructura, que son estribos de concreto ciclópeo; para ello utilizaremos los resultados obtenidos del estudio geotécnico especificados en el ítem 3.2.1.

A. Predimensionamiento

Para el predimensionamiento, utilizaremos la normativa peruana que es el Manual de puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones, y el texto "Principios de Ingeniería de Cimentaciones" de Braja M. Das.

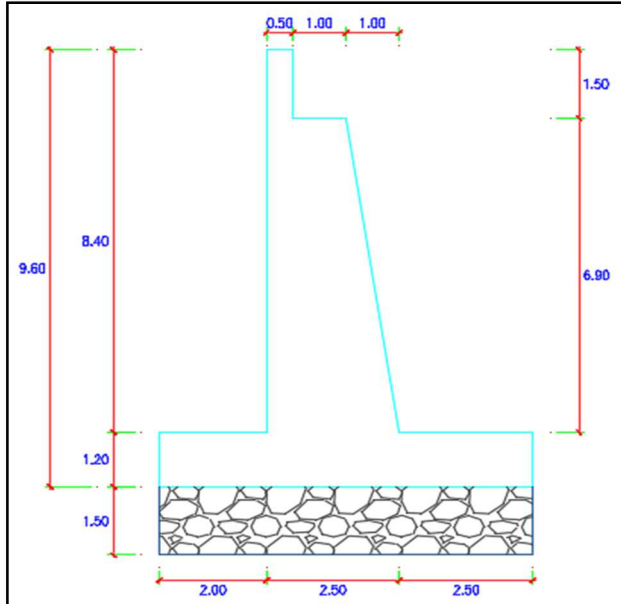


Figura 90. Dimensiones según predimensionamiento.

$$B = \frac{H}{2} = 4.80 \text{ m}; \frac{2H}{3} = 6.40 \text{ m} \Rightarrow \text{Asumimos } B = 7.00 \text{ m (Ancho cimientado)}$$

$$h = \frac{H}{6} = 1.60 \text{ m}; \frac{H}{8} = 1.20 \text{ m} \Rightarrow \text{Asumimos } h = 1.20 \text{ m (Altura de cimientado)}$$

$$a = \frac{H}{12} = 0.80 \text{ m}; \frac{H}{6} = 1.60 \text{ m} \Rightarrow \text{Asumimos } a = 2.50 \text{ (Longitud de punta)}$$

$$b = \frac{H}{2} = 0.80 \text{ m}; \frac{H}{6} = 1.60 \text{ m} \Rightarrow \text{Asumimos } b = 2.00 \text{ (Longitud de Talon)}$$

$$N_{\min} = (200\text{mm} + 0.0017 * L + 0.0067 * H') * (1 + 0.000125 * S^2)$$

$$N_{\min} = 200.0548 \text{ mm} \Rightarrow N = 1.00 \text{ m adoptado}$$

B. Coeficiente de empuje activo (Ka).

$$\phi = 36.19^\circ = 0.631634656 \quad \text{Angulo de fricción interna.}$$

$$\delta = 24.00^\circ = 0.41887902 \quad \text{Angulo de fricción entre el suelo y el muro (Tabla 3.11.5.3-1).}$$

$$\beta = 0.00^\circ = 0 \quad \text{Angulo del material del suelo con la horizontal.}$$

$\theta = 90^\circ = 1.570796327$ Angulo de inclinación del muro del lado del terreno.

$$R = \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) * \sin(\varphi + \beta)}{\sin(\theta + \delta) * \sin(\theta + \beta)}} \right)^2 \Rightarrow R = 3.059$$

$$K_a = \frac{(\sin(\theta + \varphi))^2}{R * ((\sin(\theta))^2 * \sin(\theta - \delta))} \Rightarrow K_a = 0.233$$

C. Medrado de cargas (considerando franjas de 1.0m de longitud de estribo)

- CARGAS VERTICALES.

- Cargas DC (peso propio).

Peso del estribo de concreto simple, con $\gamma = 2320 \text{ kg/m}^3$

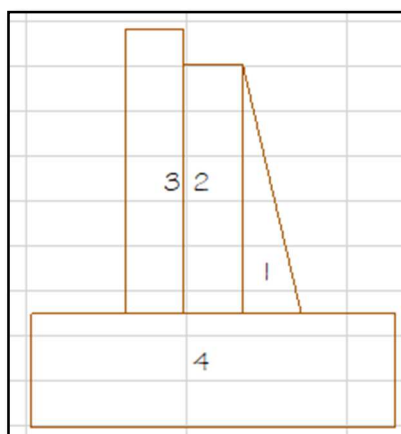


Figura 91.Regiones del estribo.

Tabla 20.

Peso propio por regiones.

Elemento	Volumen (m3)	DC (kg/m)	XA (m)	XA*DC (kg-m/m)
1	3.450	8004.00	3.17	25346
2	6.900	16008.00	4.00	64032
3	4.200	9744.00	4.75	46284
4	8.400	19488.00	3.50	68208
Σ		53244.00		203870

Dcestr = 53244.00 kg/m Xa = 3.829 m

Losa de Acercamiento

DC losa = 0.00 kg/m Xa = 0.000 m

Carga muerta de la Superestructura del puente:

PDC = 16950.00 kg/m Xa = 4.000 m

Cargas DW (peso de superficie de rodamiento)

PDW = 566.07 kg/m Xa = 4.000 m

- Cargas EV (presión vertical por carga muerta del terreno).

Tabla 21.

Presión vertical por regiones.

Elemento	Volumen (m3)	EV (kg/m)	XA (m)	XA*EV (kg-m/m)
1	4.200	8526.00	6.00	51156
2	0.000	0.00	1.25	0
3	0.000	0.00	0.32	0
Σ		8526.00		51156

EV = 8526.00 kg/m Xa = 6.000 m

Carga EH (presión lateral del terreno)

Por: 9.60 m de altura de terreno

$$EH_1 = \frac{H^2 * K_a * \gamma_{terreno}}{2} = 21805.92 \frac{kg}{m}$$

$$EH_{1Y} = EH_1 * \sin(\delta) = 8869.26 \frac{kg}{m} \quad Xa = 7.000 m$$

Por losa de acercamiento

e losa = 0.00m

$$EH_2 = H * K_a * e_{losa} * \gamma_{terreno} = 0.00 \frac{kg}{m}$$

$$EH_{2Y} = EH_2 * \sin(\delta) = 0.00 \frac{kg}{m} \quad Xa = 0.00 m$$

- Cargas LL (carga viva de la superestructura de puente).

$$PL = 11844.44 \text{ kg/m} \quad Xa = 4.000 \text{ m}$$

- Cargas LS (sobrecarga por carga viva en el terreno).

Terreno equivalente extendido en 2.00 m de estribo:

$$LS1 = 0.82m * 0.50m * \frac{1600kg}{m^3} = 3329.20 \frac{kg}{m} \Rightarrow Xa = 6.50 \text{ m}$$

Componente vertical de la sobrecarga por carga viva:

$$LS2 = 4.00m * Ka * 0.50m * \frac{1600kg}{m^3} = 3906.89 \frac{kg}{m}$$

$$LS2Y = LS2 * \sin(\delta) = 1589.08 \frac{kg}{m} \Rightarrow Xa = 7.00 \text{ m}$$

Tabla 22.

Resumen de cargas verticales.

CARGA	TIPO	V (kg/m)	XA (m)	MV (kg-m)
Dcestr	DC	53244.00	3.829 m	203870
Dclosa	DC	0.00	0	0
PDC	DC	16950.00	4.000 m	67800
PDW	DW	566.07	4.000 m	2264.286
EV	EV	8526.00	6.000 m	51156
EH1Y	EH	8869.26	7.000 m	62084.85
EH2Y	EH	0.00	0.000 m	0
PL	LL	11844.44	4.000 m	47377.76
LS1	LS	3329.20	6.000 m	19975.2
LS2y	LS	1589.08	7.000 m	11123.54
Σ		104918.05		465651.64

- **CARGAS HORIZONTALES.**

- Cargas EH (presión lateral del terreno).

Por 9.60 m de altura de terreno

$$EH1X = EH1 * \cos(\delta) = 19920.69 \frac{kg}{m} \Rightarrow Ya = 3.200$$

Por losa de acercamiento

$$EH2X = EH2 * \cos(\delta) = 0.00 \frac{kg}{m} \Rightarrow Ya = 0.000 m$$

- Cargas LS (sobrecarga por carga viva en el terreno).

Componente horizontal de la sobrecarga por carga viva:

$$LS2X = LS2 * \cos(\delta) = 3569.12 \frac{kg}{m} \Rightarrow Ya = 4.800 m$$

- Carga WS (viento sobre la estructura).

$$WS = 893.00 \frac{kg}{m} \Rightarrow Ya = 9.325 m$$

- Cargas BR (fuerza de frenado).

$$BR = 592.22 \frac{kg}{m} \Rightarrow Ya = 11.400 m$$

Cargas CR, SH y TU (deformación del concreto por carga sostenida en el tiempo, acortamiento por pre esforzado y temperatura uniforme)

$$CR + SH + TU = 900.00 \frac{kg}{m} \Rightarrow Ya = 3.220 m$$

Tabla 23.

Resumen de cargas horizontales

CARGA	TIPO	H (kg/m)	YA (m)	MV (kg-m)
EH1X	EH	19920.69	3.20	63746.22
EH2X	EH	0.00	0.00	0.00
LS2X	LS	3569.12	4.80	17131.80
WS	WS	893.00	9.33	8327.23
BR	BR	592.22	11.40	6751.33
CR+SH+TU	CR+SH+TU	900.00	3.22	2898.00
Σ		25875.04		98854.58

D. Estados límites aplicables y combinaciones de cargas

Tabla 24.

Estados límites y combinaciones de cargas

ESTADO LIMITE	γ_D C	γ_D W	γ_{EV}	γ_{LL+I} M	γ_{LS} Y	γ_E H	γ_{LS} X	γ_W S	γ_B R	$\gamma_{CR+SH+T}$ U	Aplicación
Resistencia la	0.90	0.65	1.00	0.00	0.00	1.50	1.75	0.00	1.75	0.50	Deslizamiento y vuelco
Resistencia Ib	1.25	1.50	1.35	1.75	1.75	1.50	1.75	0.00	1.75	0.50	Presiones y resistencia
Resistencia IIIa	0.90	0.65	1.00	0.00	0.00	1.50	0.00	1.40	0.00	0.50	Deslizamiento y vuelco
Resistencia IIIb	1.25	1.28	1.35	0.00	0.00	1.50	0.00	1.40	0.00	0.50	Presiones y resistencia

Tabla 25.

Cargas verticales Cv.

TIPO CARGA	DC		DW	EV	EH		LL+IM	LS			
	Dcestr	Dciosa	PDC	PDW	EV	EH1Y	EH2Y	PL	LS1Y	LS2y	
V (kg/m)	53244.0	0.0	16950.0	566.1	8526.0	8869.3	0.0	11844.4	3329.2	1589.1	Σ
γ	0.90	0.90	0.90	0.65	1.00	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	Vu
Resistencia la	47919.6	0.0	15255.0	367.9	8526.0	13303.9	0.0	0.0	0.0	0.0	85372.4
γ	1.25	1.25	1.25	1.50	1.35	1.50	1.50	1.75	1.75	1.75	
Resistencia Ib	66555.0	0.0	21187.5	849.1	11510.1	13303.9	0.0	20727.8	5826.1	2780.9	142740.4
γ	0.90	0.90	0.90	0.65	1.00	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	
Resistencia IIIa	47919.6	0.0	15255.0	367.9	8526.0	13303.9	0.0	0.0	0.0	0.0	85372.4
γ	1.25	1.25	1.25	1.28	1.35	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	
Resistencia IIIb	66555.0	0.0	21187.5	724.6	11510.1	13303.9	0.0	0.0	0.0	0.0	113281.1

Tabla 26.*Momento estabilizador por cargas verticales Mvu.*

TIPO	DC	DW	EV	EH	LL+IM	LS					
CARGA	Dcestr	Dclos a	PDC	PDW	EV	EH1Y	EH2 Y	PL	LS1Y	LS2y	
Mv (kg-m/m)	203870.	0.0	67800.	2264.	51156.	62084.	0.0	47377.	19975.	11123.	Σ
γ	0	0.90	0	3	0	9	1.50	8	2	5	Mvu
Resistencia Ia	183483.	0.0	61020.	1471.	51156.	93127.	0.0	0.0	0.0	0.0	390258.
γ	0	1.25	0	8	0	3	1.50	1.75	1.75	1.75	1
Resistencia Ib	254837.	0.0	84750.	3396.	69060.	93127.	0.0	82911.	34956.	19466.	642505.
γ	5	0.90	0	4	6	3	1.50	1	6	2	7
Resistencia IIIa	183483.	0.0	61020.	1471.	51156.	93127.	0.0	0.0	0.0	0.0	390258.
γ	0	1.25	0	8	0	3	1.50	0.00	0.00	0.00	1
Resistencia IIIb	254837.	0.0	84750.	2898.	69060.	93127.	0.0	0.0	0.0	0.0	504673.
γ	5	0.90	0	3	6	3	1.50	0.0	0.0	0.0	7

Tabla 27.*Cargas horizontales Hu.*

TIPO	EH	LS	WS	BR	CR+SH+TU		
CARGA	EH1X	EH2X	LS2X	WS	BR	CR+SH+TU	
H (kg/m)	19920.7	0.0	3569.1	893.0	592.2	900.0	Σ
γ	1.50	1.50	1.75	0.00	1.75	0.50	Hu
Resistencia Ia	29881.0	0.0	6246.0	0.0	1036.4	450.0	37613.4
γ	1.50	1.50	1.75	0.00	1.75	0.50	
Resistencia Ib	29881.0	0.0	6246.0	0.0	1036.4	450.0	37613.4
γ	1.50	1.50	0.00	1.40	0.00	0.50	
Resistencia IIIa	29881.0	0.0	0.0	1250.2	0.0	450.0	31581.2
γ	1.50	1.50	0.00	1.40	0.00	0.50	
Resistencia IIIb	29881.0	0.0	0.0	1250.2	0.0	450.0	31581.2

Tabla 28.*Momento de cargas horizontales Mhu.*

TIPO	EH	LS	WS	BR	CR+SH+TU		
CARGA	EH1X	EH2X	LS2X	WS	BR	CR+SH+TU	
H (kg/m)	63746.2	0.0	17131.8	8327.2	6751.3	2898.0	Σ
γ	1.50	1.50	1.75	0.00	1.75	0.50	Mhu
Resistencia Ia	95619.3	0.0	29980.6	0.0	11814.8	1449.0	138863.8
γ	1.50	1.50	1.75	0.00	1.75	0.50	
Resistencia Ib	95619.3	0.0	29980.6	0.0	11814.8	1449.0	138863.8
γ	1.50	1.50	0.00	1.40	0.00	0.50	
Resistencia IIIa	95619.3	0.0	0.0	11658.1	0.0	1449.0	108726.5
γ	1.50	1.50	0.00	1.40	0.00	0.50	
Resistencia IIIb	95619.3	0.0	0.0	11658.1	0.0	1449.0	108726.5

E. Chequeo de estabilidad y esfuerzos

- Vuelco alrededor del punto "A".

Estable si:

 $e \leq B/3$ (Fundación en suelo) $e \leq 0.45 \cdot B$ (Fundación en suelo rocoso)**Tabla 29.***Chequeo por volteo.*

ESTADO	Vu (kg/m)	Mvu (kg-m/m)	Mhu (kg-m/m)	$X=(Mvu-Mhu)/Vu$ (m)	$e=(B/2)-Xo$ (m)	$e_{max}=B/3$ (m)	
Resistencia Ia	85372.4	390258.1	138863.8	2.94	0.56	2.33	CUMPLE
Resistencia Ib	142740.4	642505.7	138863.8	3.53	-0.03	2.33	CUMPLE
Resistencia IIIa	85372.4	390258.1	108726.5	3.30	0.20	2.33	CUMPLE
Resistencia IIIb	113281.1	504673.7	108726.5	3.50	0.00	2.33	CUMPLE

- Deslizamiento en la base del estribo.

Estable si:

 $F_f > H_u$

$$\mu = \tan(\delta)$$

$$\mu = 0.445228685$$

$$\emptyset = 1.00$$

Tabla 30.

Chequeo por deslizamiento.

ESTADO	Vu (kg/m)	RESISTENTE Ff = $\mu^*(\emptyset*Vu)$	ACTUANTE Hu	
Resistencia Ia	85372.4	38010.26	37613.40	CUMPLE.
Resistencia Ib	142740.4	63552.10	37613.40	CUMPLE
Resistencia IIIa	85372.4	38010.26	31581.24	CUMPLE
Resistencia IIIb	113281.1	50435.98	31581.24	CUMPLE

- Presiones actuantes en la base del estribo.

Estable si:

$$q_r \geq q_{\max} \quad (\text{Fundación en roca})$$

$$q_r \geq q_{\max} \quad (\text{Fundación en suelo})$$

$$B = 7.00 \text{ m}$$

Tabla 31.

Chequeo por esfuerzos.

ESTADO	Vu (kg/m)	Mvu (kg-m/m)	Mhu (kg-m/m)	X=(Mvu-Mhu)/Vu (m)	e=(B/2)-Xo (m)	q = Vu/(B-2e) (kg/cm2)	qr (kg/cm2)	
Resistencia Ia	85372.4	390258.1	138863.8	2.54	0.56	1.45	3.61	CUMPLE
Resistencia Ib	142740.4	642505.7	138863.8	2.53	-0.094	2.02	3.61	CUMPLE
Resistencia IIIa	85372.4	390258.1	108726.5	3.30	-0.02	1.29	3.61	CUMPLE
Resistencia IIIb	113281.1	504673.7	108726.5	3.55	0.00	1.62	2.45	CUMPLE

F. Dispositivos de apoyo

Para el presente diseño se utilizará los apoyos de neopreno (Fijo y móvil), de 0.60 m x 1.00 m.

3.4.3 Análisis económico del puente viga losa.

Se ha realizado el cálculo del presupuesto de la construcción del puente viga post tensado L = 32m (Ver Anexo N° 04), en función al metrado (Ver Anexo N° 04), y del cual se resume lo siguiente:

Tabla 32.

Resumen construcción presupuesto puente viga post tensado L=32m.

Descripción	Soles (S/)
Obras preliminares	S/ 6,293.94
Subestructura	S/ 297,899.02
Superestructura	S/ 278,359.83
Varios	S/ 86,419.10
Total presupuesto	S/ 668,971.89

El Presupuesto fue calculado con precios unitarios y costo de mano de obra de la zona. Cabe indicar también que el presupuesto se encuentra elaborado a costo directo y para su ejecución por administración directa; debido a que por la zona (Provincia de Espinar) la mayoría de proyectos de inversión se ejecutan bajo la modalidad de Administración Directa.

3.5 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL Y ECONÓMICO

Se realiza la comparación de los resultados obtenidos del diseño estructural y el análisis económico del puente viga losa con el puente viga post tensado; y se detalla a continuación.

3.5.1 Superestructura

A. Losa o tablero

Tanto para el puente viga losa y puente viga post tensado se diseñaron ambos, con las siguientes dimensiones y características.

Tabla 33.*Comparación de resultados de losa o tablero.*

Descripción	Puente	
	Viga Losa	Viga post tensado
Longitud	32.00 m	32.00 m
Peralte o espesor	0.20 m	0.20 m
Base	5.60 m	5.60 m
Concreto f'c 280kg/cm ²	35.84 m ³	35.84 m ³
Acero f'y 4200kg/cm ²	5488.72 kg	5488.72 kg

Como se puede apreciar en la Tabla 33, los resultados obtenidos son iguales en ambos tipos de puente (viga losa y viga post tensada).

B. Viga

Para ambos tipos de puente, las vigas se diseñaron con las siguientes dimensiones y características.

Tabla 34.*Comparación de resultados de la viga.*

Descripción	Puente	
	Viga Losa	Viga post tensado
Longitud	32.00 m	32.00 m
Peralte o altura	2.70 m	1.20 m
Base	1.00 m	0.60 m
Concreto f'c 350 kg/cm ²	172.80 m ³	46.08 m ³
Acero f'y 4200 kg/cm ²	18,714.85 kg	4,489.12 kg
Acero preesfuerzo (área)		17.76 x 10 ⁻³ m ²

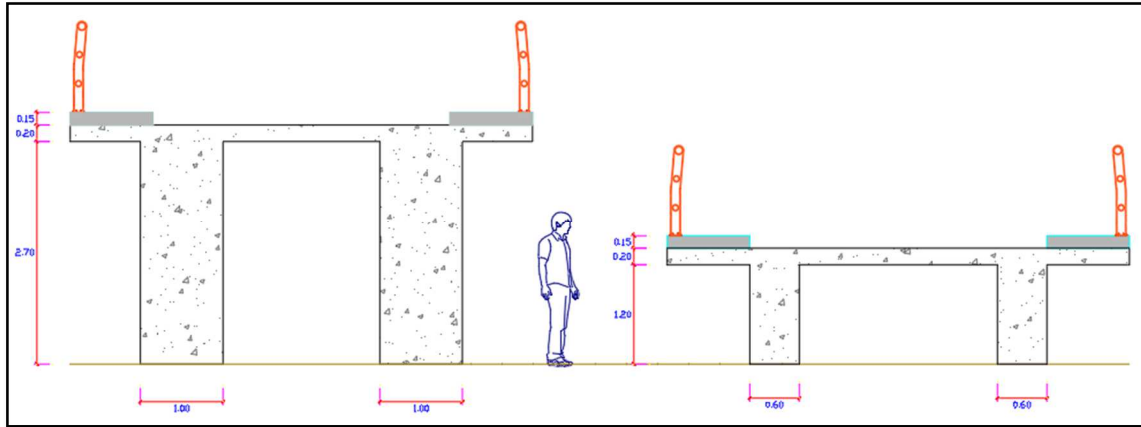


Figura 92. Impacto visual de la superestructura.

Así como se puede apreciar en la Figura 90 y en la Tabla 34, existen diferencias considerables tanto en las dimensiones y cantidades entre ambos puentes, siendo de mayor volumen y de mayor impacto visual el puente viga post tensado.

3.5.2 Subestructura

Para los dos tipos de puente, la zapata y el estribo de la subestructura fueron diseñados con concreto ciclópeo $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ PM}$, y tiene las siguientes características.

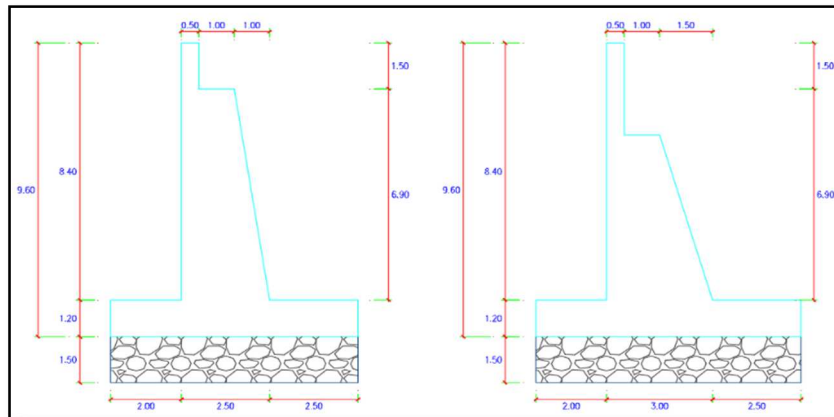


Figura 93. Comparación de estribos.

Tabla 35.*Comparación de volumen de concreto de estribos.*

Descripción	Puente	
	Viga Losa	Viga post tensado
Concreto f'c 210 kg/cm2 + 30% PM	319.46 m3	204.60 m3

3.5.3 Económico

Se compara el resumen de presupuesto de ambos puentes (puente viga losa y puente viga post tensada).

Tabla 36.*Comparación económica.*

Descripción	Puente	
	Viga Losa	Viga post tensado
Obras preliminares	S/ 6,293.94	S/ 6,293.94
Subestructura	S/ 317,182.69	S/ 297,899.02
Superestructura	S/ 339,808.91	S/ 278,359.83
Varios	S/ 71,910.53	S/ 86,419.10
Total presupuesto	S/ 735,196.07	S/ 668,971.89

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN

4.1 Discusión de Resultados.

- a) En el trabajo de investigación “Elaboración de ábacos para el diseño de puentes tipo losa y viga losa, de concreto armado, basados en la metodología AASHTO-LRFD”, el tesista en la aplicación de los ábacos para un puente viga losa de dos tramos continuos de longitud de 20 m, determina las siguientes características principales: sección transversal = 9.40 m, número de vigas = 4, espesor losa = 0.20 m, base viga = 0.45 m, peralte de la viga = 1.30 m; sin embargo, en las cargas para el diseño no considera la carga vehicular; al considerar la carga vehicular las dimensiones de la superestructura se incrementarán.

- b) En la tesis “Análisis y diseño del intercambio vial curvo presforzado de la Av. Evitamiento del proyecto mejoramiento de la Carretera Variante de Uchumayo”, el tesista elabora el diseño estructural de un puente curvo pre esforzado tipo cajón de una longitud de 35 metros, para lo cual hace uso de la metodología AASTHO LRFD 2010, siendo en la actualidad desfasado al presente año, en comparación con el Manual de puentes del Ministerio de transportes y comunicaciones, que está basado en la metodología AASHTO LRFD 2014.

- c) En el trabajo de investigación “Diseño Estructural de un puente de vigas postensadas que cruza el Río Rímac en Zárate”, el tesista para el desarrollo de su trabajo de su investigación realiza el diseño estructural de la superestructura y subestructura de un puente de vigas postensadas de 75.5 metros de luz entre ejes de pilares, el cual se encuentra analizado en el software SAP 2000, y así como la presente tesis también para el diseño estructural del puente considera las cargas de sismo.

- d) En el trabajo de investigación “Diseño de un puente tipo losa y un puente viga losa hasta 20m de luz, en el Distrito de Chilca”, el tesista realiza el modelamiento del diseño de un puente losa y un puente viga losa de una longitud de 20.00 m, utilizando para el modelamiento el software SAP 2000 y para el proceso se utilizó como referencia el Manual de puentes; pero sin embargo en el diseño no hace uso de las cargas de frenado, viento, sismo y sobre cargas, que al incluirlos en el diseño van a alterar los resultados.
- e) En el trabajo de investigación “Cálculo de un puente de hormigón postensado construido en avance en voladizo”, el tesista realiza el modelamiento de un puente es de hormigón postensado, construido mediante avance en voladizo, donde la superestructura consta de un tablero de sección cajón de almas inclinadas y canto variable con un ancho a nivel de calzada de 26.50 metros, siendo un elemento continuo en sus 615 metros de longitud de forma curva y con una pendiente longitudinal del 7% y una pendiente transversal del 5.2%; para ello hace uso de la metodología AASHTO LRFD 2014, al igual con la que está basado el Manual de puentes vigente en nuestro país. Además, para el modelamiento hace uso del software SOFiSTiK, un software no muy conocido en nuestro país.

CONCLUSIONES

- a) El análisis comparativo del diseño estructural y económico del puente viga losa con otro puente viga post tensado, cumple en brindar información de los criterios para el diseño estructural de cada puente y se encuentra las diferencias en las dimensiones de la viga del puente, así como también diferencias en el análisis económico.
- b) Se realizó el diseño estructural y económico del puente viga losa en el río Sañumayo de la comunidad de Checani Pucara del Distrito de Coporaque, el cual tiene las siguientes características principales: Longitud = 32 m., espesor losa o tablero = 0.20 m., base de la viga = 1.00 m., altura de la viga = 2.70 m.; y el costo de la construcción del puente viga losa es de S/ 735,196.07.
- c) Se realizó el diseño estructural y económico del puente viga post tensado en el río Sañumayo de la comunidad de Checani Pucara del Distrito de Coporaque, el cual tiene las siguientes características principales: Longitud = 32 m., espesor losa o tablero = 0.20 m., base de la viga = 0.60 m., altura de la viga = 1.20 m; y el costo de la construcción del puente viga losa es de S/ 668,971.89.
- d) Comparando los resultados del diseño estructural, obtenidos en el puente viga losa con los resultados obtenidos del puente viga post tensado, las vigas del puente viga losa tiene mayores dimensiones (base de la viga = 1.00 m., altura de la viga = 2.70 m.).
- e) Comparando los resultados del análisis económico, obtenidos en el puente viga losa con los resultados obtenidos en el puente viga post tensado, el puente viga post tensado tiene un mayor costo y excede en S/ 66,224.18 al costo del puente viga losa.
- f) Teniendo en consideración las dimensiones de la viga, así como se muestra en la Figura 90, el puente viga losa no genera un buen impacto visual en comparación con el puente viga post tensado.

RECOMENDACIONES

- a) Teniendo en consideración los resultados del diseño estructural y económico de ambos puentes (viga losa y viga post tensado), se recomienda la construcción del puente viga post tensado, por ser más económico y por no causar un impacto visual negativo.
- b) Para puentes de longitudes superiores o mayores a 20 m., se recomienda el uso del post tensado.
- c) Se recomienda a los gobiernos locales de la Provincia de Espinar tener mayor consideración en el uso del post tensado, para tener una mayor eficiencia en el uso de sus recursos.
- d) En la presente tesis para el diseño estructural de la superestructura del puente viga postensado se utiliza vigas rectangulares, se recomienda que en el futuro se realice estudios donde se utilice vigas tipo I.
- e) En la tesis desarrollada no se consideró las presiones de viento sobre el vehículo para el diseño estructural del puente viga losa y puente viga post tensado, por lo que se recomienda en futuros estudios considerar dichas presiones sobre el vehículo para mejorar el trabajo de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS.
LRFD Bridge Design Specifications. Washington DC : AASHTO. 7th. 2014.

HUALLPA, M. Elaboración de ábacos para el diseño de puentes tipo losa y viga losa, de concreto armado, basados en la metodología AASHTO-LRFD. Tesis (Título de Ingeniero civil). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín. 2015. 287 pp.
Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/51?show=full>.

JUÁREZ, E. y RICO, A. Mecánica de suelos I - fundamentos de la mecánica de suelos.
México : Limusa. 2005. Disponible en:
https://suelos.milaulas.com/pluginfile.php/128/mod_resource/content/1/Mecanica%20de%20suelos%20-%20Juarez%20Badillo.pdf.

KERLINGER, F. y HOWARD, L. Investigación del Comportamiento. México : Mcgraw - Hill.
2002. Disponible en: <https://padron.entretemas.com.ve/INICC2018-2/lecturas/u2/kerlinger-investigacion.pdf>

LUKASZ, B. et al. Elements of Pathway for Quick and Reliable Health Monitoring of Concrete Behavior in Cable Post-Tensioned Concrete Girders. Marzo, 2021. PMID: 33803888. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8003279/>.

LLAMAS, J. Investigación tecnológica. Agosto, 2020. Disponible en:
<https://economipedia.com/definiciones/investigacion-tecnologica.html>.

MANUAL DE PUENTES. Lima : Dirección General de Caminos y Ferrocarriles – Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Enero, 2018.

MISAHUAMAN, C. <http://pepemizaoma.blogspot.com>. [En línea] Agosto, 2011. [Fecha de consulta: 26 de Febrero de 2021.]. Disponible en:
<http://pepemizaoma.blogspot.com/2011/08/trabajo-de-que-es-investigacion.html>.

RODRÍGUEZ, A. Puentes. 7th Edición. Lima : Prometeo Desencadenado. 2017. 342pp.
ISBN: 978-612-46974-9-4.

RODRIGUEZ, M. Diseño de un puente tipo losa y un puente viga losa hasta 20m de luz.
Tesis (Título de Ingeniero civil). Huancayo: Universidad Continental. 2019. 175 pp.
Disponible en:
[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/5486/4/IV_FIN_105_
TE_Rodriguez_Hinostroza_2019.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/5486/4/IV_FIN_105_TE_Rodriguez_Hinostroza_2019.pdf).

SUELDO, L. y OLORTÍGA, M. Diseño estructural de un puente de vigas postensadas que
cruza el río Rímac en Zárate. Tesis (Título de Ingeniero civil). Lima : Pontificia
Universidad Católica del Perú. 2017. 99 pp. Disponible en:
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/9152>

TTITO, C. Análisis y diseño del intercambio vial curvo presforzado de la Av. Evitamiento
del proyecto mejoramiento de la carretera Variante de Uchumayo. Tesis (Título de
Ingeniero civil). Arequipa : Universidad Nacional San Agustín. 2016. 165 pp.

WEISSER, F. Cálculo de un puente de hormigón postensado construido en avance en
voladizo. Tesis (Título de Ingeniero civil). Valdivia : Universidad Austral de Chile.
2018. 177 pp. Disponible en:
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2018/bmfcw433c/doc/bmfcw433c.pdf>.

ANEXOS

ANEXO I

VERIFICACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS DEL SOFTWARE CSI BRIDGE (PUENTE VIGA LOSA DE LONGITUD 32 M).

Para la verificación de resultados realizamos los cálculos correspondientes de los momentos máximos que se generan por las cargas que actúan en el puente, posteriormente hallamos la combinación de RESISTENCIA 1 calculada y las comparamos con los resultados obtenidos del Software CSI Bridge.

1.- Momento máximo por carga muerta (MDC).

a) Viga DCv.

Nº vigas = 2

b = 1.00 m.

h = 2.70 m.

$\gamma_c = 2.50 \text{ tonf/m}^3$

$$DC_v = N^\circ \text{ viga} \times b \times h \times \gamma_c = 13.50 \text{ tonf/m}$$

b) Losa DCI.

b = 5.60 m.

h = 0.20 m.

$\gamma_c = 2.50 \text{ tonf/m}^3$

$$DC_l = b \times h \times \gamma_c = 2.80 \text{ tonf/m}$$

c) Vereda DCver.

$$DC_{ver} = 0.76 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2} (1\text{m}) = 0.76 \text{ tonf/m}$$

d) Baranda DCbar.

$$DC_{bar} = 0.30 \text{ tonf/m}$$

Entonces:

$$DC = DC_v + DC_l + DC_{ver} + DC_{bar} = 17.36 \text{ tonf/m}$$

$$M_{DC} = \frac{DC(L^2)}{8} = 2,222.08 \text{ tonf.m}$$

Según los resultados obtenidos del Software CSI Bridge, ver figura 94.

$$M_{DC} = 2,193.25 \text{ tonf.m}$$

Cabe mencionar que el valor calculado del momento máximo por carga muerta M_{DC} es similar al valor obtenido Software CSI Bridge.

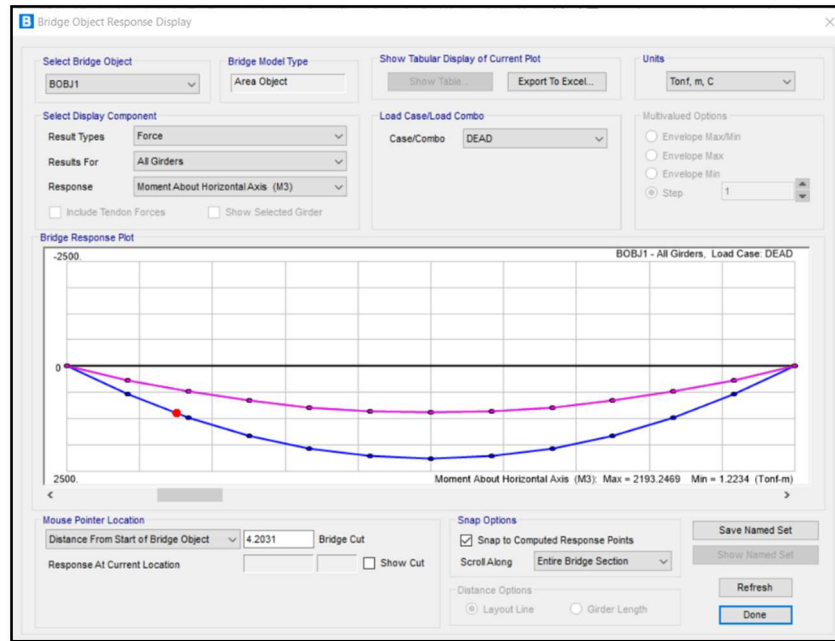


Figura 94. Momento máximo generado por carga muerta.

2.- Momento máximo por superficie de rodadura (MDW).

$$DW = 0.11 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2} \times 3.60 \text{ m} = 0.396 \text{ tonf/m}$$

$$M_{DW} = \frac{DW(L^2)}{8} = 50.69 \text{ tonf.m}$$

Según los resultados obtenidos del Software CSI Bridge, ver figura 95.

$$M_{DW} = 50.69 \text{ tonf.m}$$

Cabe mencionar que el valor calculado del momento máximo por superficie de rodadura MDW es similar al valor obtenido Software CSI Bridge.

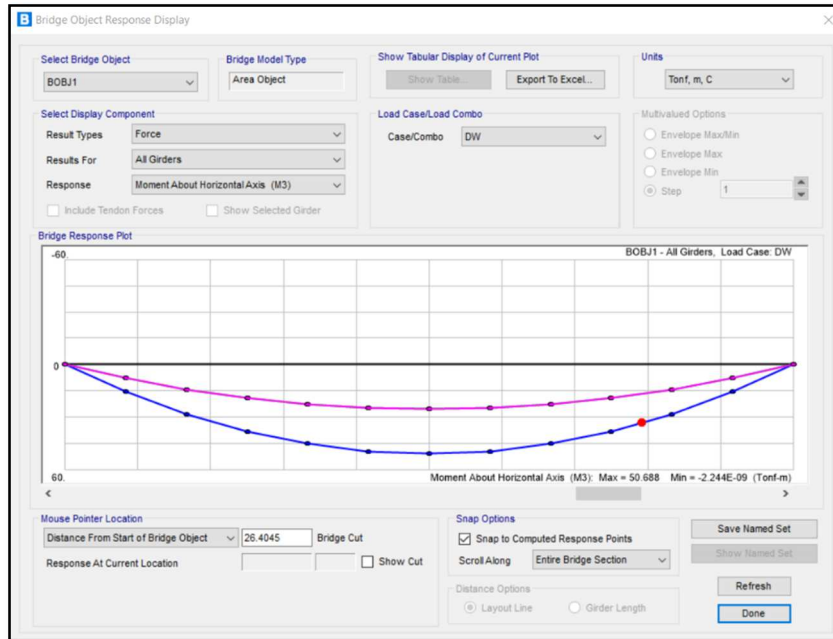


Figura 95. Momento máximo generado por superficie de rodadura.

3.- Momento máximo por carga de peatón (MPL).

$$PL = 0.74 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2} \times 0.85 \text{ m} = 0.629 \text{ tonf/m}$$

$$M_{PL} = \frac{PL(L^2)}{8} = 80.51 \text{ tonf.m}$$

Según los resultados obtenidos del Software CSI Bridge, ver figura 96.

$$M_{PL} = 80.51 \text{ tonf.m}$$

Cabe mencionar que el valor calculado del momento máximo por carga peatonal MPL es similar al valor obtenido Software CSI Bridge.

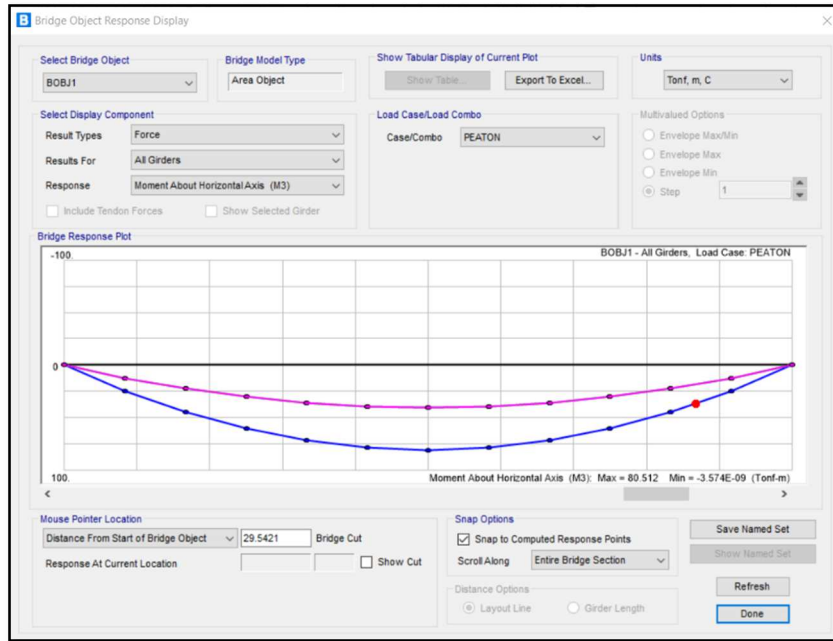


Figura 96. Momento máximo generado por carga peatonal.

4.- Momento máximo por carga móvil (MLL+IM).

4.a) Camión de diseño HL-93.

$$L = 32 \text{ m}$$

$$P = 3.63 \text{ tonf}$$

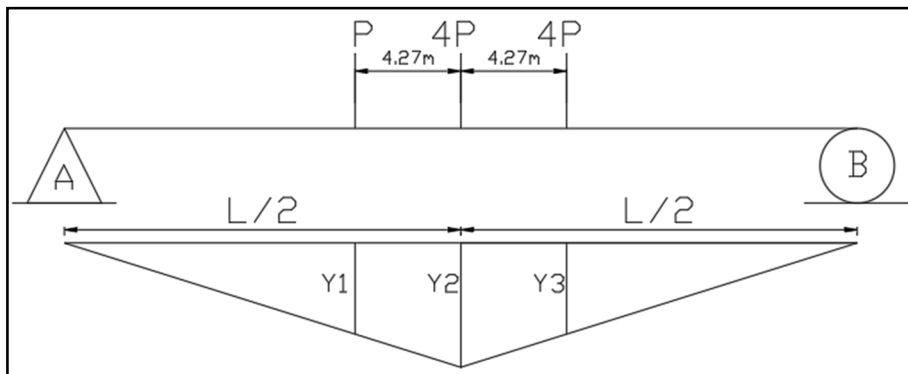


Figura 97. Distribución de cargas camión de diseño HL-93.

$$Y_2 = \frac{\left(\frac{L}{2}\right) \times \left(\frac{L}{2}\right)}{L} = 8 \text{ m}$$

$$Y_1 = \frac{\left(\frac{L}{2} - 4.27\right) \times (Y_2)}{L/2} = 5.865 \text{ m}$$

$$Y_3 = Y_1 = 5.865 \text{ m}$$

$$M_{CL1} = PY_1 + 4PY_2 + 4PY_3 = 222.61 \text{ tonf.m}$$

4.b) Tándem de diseño HL-93.

Pt = 11.34 tonf

$$Y_2 = 8 \text{ m}$$

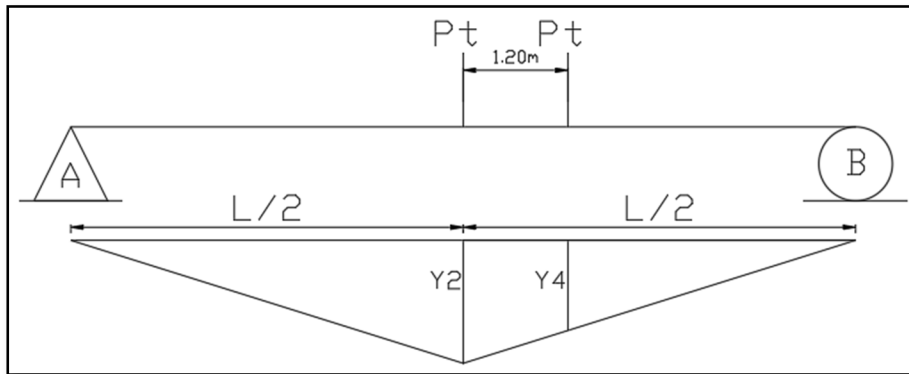


Figura 98. Distribución de cargas tándem de diseño HL-93.

$$Y_4 = \frac{\left(\frac{L}{2} - 1.20\right) \times (Y_2)}{L/2} = 7.40 \text{ m}$$

$$M_{CL2} = PtY_2 + PtY_4 = 174.64 \text{ tonf.m}$$

4.c) Carga de carril HL-93.

q = 0.952 tonf/m

$$Y_2 = 8 \text{ m}$$

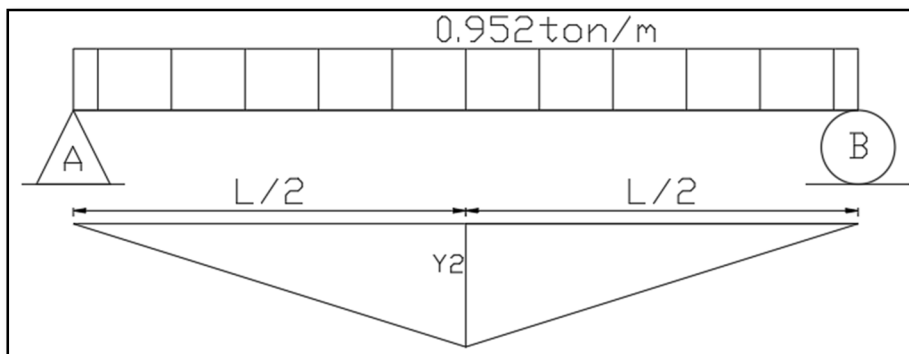


Figura 99. Distribución de carga de carril HL-93.

$$M_{CL3} = q \times \frac{LY_2}{2} = 121.86 \text{ tonf.m}$$

Entonces:

$$M_{max(LL+IM)} = 1.33M_{CL1} + M_{CL3} = 417.93 \text{ tonf.m}$$

Considerando el factor de presencia múltiple para un solo carril (fpm=1.2)

$$M_{max(LL+IM)} = 417.93 \text{ tonf.m} \times (1.20) = 501.51 \text{ tonf.m}$$

Según los resultados obtenidos del Software CSI Bridge, ver figura 100.

$$M_{max(LL+IM)} = 501.49 \text{ tonf.m}$$

Cabe mencionar que el valor calculado del momento máximo por carga peatonal MPL es similar al valor obtenido Software CSI Bridge.

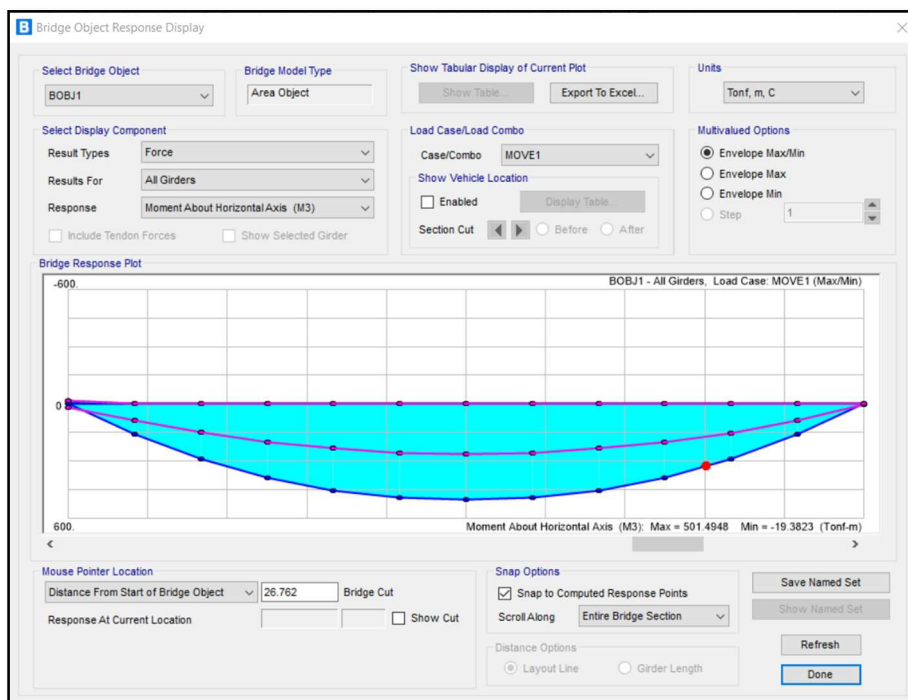


Figura 100. Momento máximo generado por carga vehicular.

5.- Mu Resistencia I.

$$MuRI = 1.25M_{DC} + 1.25M_{DW} + 1.75M_{max(LL+IM)} + 1.75M_{PL}$$

$$MuRI = 3,859.50 \text{ tonf.m}$$

Según los resultados obtenidos del Software CSI Bridge, ver figura 101.

$$\mathbf{MuRI = 3,864.81\ tonf.m}$$

Cabe mencionar que el valor calculado del momento máximo por Combinación MuRI, es similar al valor obtenido Software CSI Bridge.

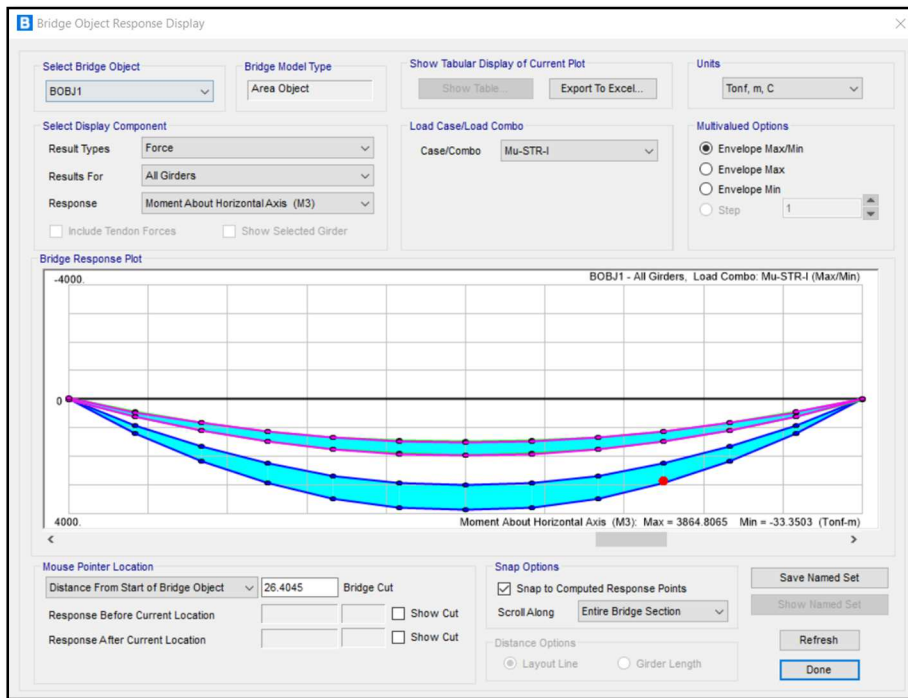


Figura 101. Momento máximo generado por MuRI.

Habiendo realizado los cálculos y comparados con los resultados del CSI Bridge, se concluye que dichos valores son similares; por ende, los valores mostrados por el CSI Bridge son confiables.

ANEXO II
VERIFICACIÓN DE PREESFUERZO INICIAL Y EXCENTRICIDAD
(PUENTE VIGA POST TENSADO DE LONGITUD 32 M).

1.- Características geométricas y mecánicas de la sección de viga.

$$b = 0.60 \text{ m.}$$

$$h = 1.20 \text{ m.}$$

$$A = b \times h = 0.72 \text{ m}^2$$

$$y = \frac{h}{2} = 0.60 \text{ m}$$

$$I = \frac{bh^3}{12} = 0.086 \text{ m}^4$$

$$S_1 = S_2 = \frac{I}{y} = 0.144 \text{ m}^3 \quad \text{Módulo de sección}$$

2.- Momentos por cargas servicio de la viga.

Se toma los datos o resultados del CSI Bridge.

$$M_{DC} = M_o = 443.09 \text{ tonf.m}$$

$$M_{DW} = 25.34 \text{ tonf.m}$$

$$M_{LL+IM} = 259.75 \text{ tonf.m}$$

$$M_{d+l} = 285.09 \text{ tonf.m}$$

$$M_t = M_{DC} + M_{DW} + M_{LL+IM} + M_{PL} = 768.44 \text{ tonf.m}$$

3.- Características del concreto.

$$f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Resistencia a la compresión a los 28 días.}$$

$f'_{ci} = 280 \text{ kg/cm}^2$ Resistencia a la compresión mínima al momento del post
tensado.

4.- Características del acero de preesfuerzo.

$$f_{pu} = 18,966.79 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{Resistencia a la tracción Según AASHTO ART 5.4.4.}$$

$$f_{pi} = 0.75f_{pu} = 14,225.09 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{Esfuerzo máximo antes de la transferencia.}$$

5.- Dimensionamiento de fuerza de pretensado y excentricidad.

5.1 Limites de esfuerzo para el concreto.

Datos obtenidos de la Tabla 2.9.1.5.4.2.1-1 y Tabla 2.9.1.5.4.2.2-1 del Manual de Puentes.

Esfuerzos permisibles.

Fibra Superior

$$f_{ci} = -0.6f'_{ci} = \frac{0.6 \times 280}{70.307} = -1,851.88 \text{ tonf/m}^2$$

Fibra Inferior

$$f_{ti} = 0.0948 \sqrt{f'_{ci}} = 0.0948 \times \sqrt{\frac{280}{70.307}} = 146.62 \text{ tonf/m}^2$$

Esfuerzos aplicados en servicio.

Fibra Superior

$$f_{cs} = -0.6f'_{ci} = \frac{0.6 \times 350}{70.307} = -2,314.85 \text{ tonf/m}^2$$

Fibra Inferior

$$f_{ts} = 0 \text{ tonf/m}^2$$

$R = 0.85$ por pérdidas diferidas e instantáneas.

5.2 Módulo de sección requerido.

$$S_{min} = \frac{M_{d+l} + (1 - R)M_o}{-f_{cs} + R(f_{ti})} = 0.144 \text{ m}^3$$

$S_{1,2} = 0.144 \text{ m}^3 = S_{min}$ Se considera que la sección es adecuada.

5.3 Diagrama de Magnel.

El diagrama de Magnel, es una gráfica que se encuentra en función de la inversa de la fuerza del pretensado ($1/P_i$) y la excentricidad (e) respecto al centro de gravedad de la sección del puente, y delimita la excentricidad mínima y máxima en el centro de gravedad de la sección del puente.

$$k_1 = k_2 = \frac{S_{1,2}}{A} = 0.2 \text{ m}$$

Ecuación 01:

$$\frac{1}{Pi} \geq \frac{e - k_2}{M_o + fti(S_1)} \geq \frac{e - 0.2}{421.98}$$

Ecuación 02:

$$\frac{1}{Pi} \geq \frac{e + k_1}{M_o - fci(S_2)} \geq \frac{e + 0.2}{709.76}$$

Ecuación 03:

$$\frac{1}{Pi} \geq \frac{R(e + k_1)}{M_t - fts(S_2)} \geq \frac{0.85(e + 0.2)}{768.44}$$

Ecuación 04:

$$\frac{1}{Pi} \geq \frac{R(e - k_2)}{M_t + fcs(S_1)} \geq \frac{0.85(e - 0.2)}{-435.10}$$

Graficando las cuatro ecuaciones se obtiene el Diagrama de Magnel, se aprecia el área sombreada que delimita el rango de la excentricidad.

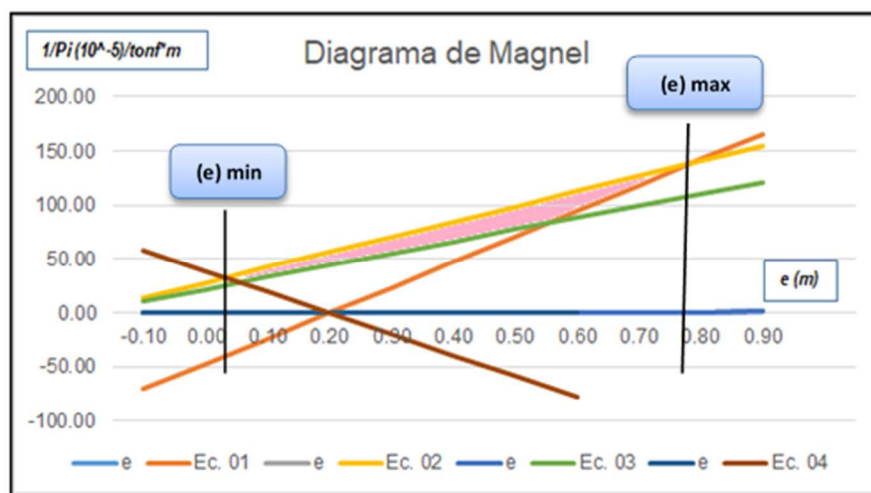


Figura 102.Diagrama Magnel.

6.- Cálculo de la fuerza de pretensado inicial y excentricidad.

6.1 Excentricidad (e).

$$e = y - r$$

“r” distancia de la base de la viga al tendón o torón (en el centro de la viga).

$$r = 0.05 \times h = 0.06 \text{ m} \quad \text{Según WF Chen.}$$

$$r = 6 \times 1" = 0.15 \text{ m} \quad \text{Según WS Dot.}$$

Se considera el valor mayor de “r”.

$$r = 0.15 \text{ m}$$

$$e = y - r = 0.45 \text{ m}$$

6.2 Fuerza de pretensado (Pi).

$$P_i = \frac{-f_{ts} - \frac{M_t}{S}}{\frac{1}{A} + \frac{e}{S}} = -1,182.22 \text{ tonf}$$

Consideramos 15% por perdidas instantáneas y diferidas

$$P_i = \frac{-1,182.22}{0.85} = -1,390.85 \text{ tonf}$$

6.3 Área del pretensado (Aps).

$$A_{ps} = \frac{P_i}{-f_{pi}} = 88.70 \text{ cm}^2$$

Área torón (At).

$$A_t = 0.987 \text{ cm}^2$$

Nº torones (Nt)

$$N_t = \frac{88.70 \text{ cm}^2}{0.987 \text{ cm}^2} = 89.87 = 90 \text{ torones}$$

Se agrupará cada 30 torones, y se formarán 3 cables.

6.4 Comparación de resultados en el Diagrama de Magnel.

$$e = 0.45 \text{ m}$$

$$\frac{1}{P_i} = \frac{1}{-1,182.22} = 84.6 \times 10^{-5} \left(\frac{1}{\text{tonf.m}} \right)$$

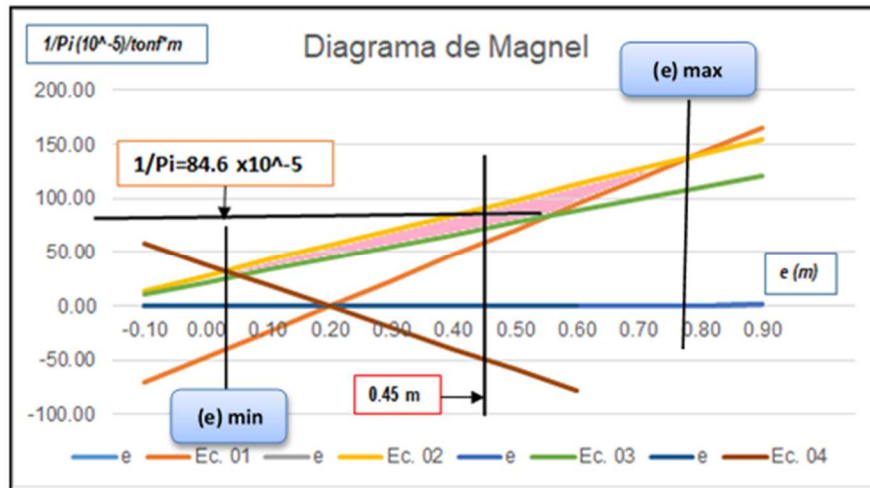


Figura 103. Valores de e y 1/Pi en el Diagrama de Magnel.

7.- Alargamiento del cable y contra flecha.

$$L = 32.04 \text{ m}$$

$$E_p = 2110000 \text{ kgf/cm}^2$$

$$A_{pst} = 29.60 \text{ cm}^2 \quad \text{Área de un cable formado por 10 torones.}$$

$$\Delta L = \frac{-Pi(L)}{E_p(A_{pst})} = 0.62 \text{ m}$$

8.- Contra flecha.

$$L = 32.00 \text{ m}$$

$$E_c = 2806243.04 \text{ tonf/m}^2$$

$$I = 0.214 \text{ m}^4$$

$$Def = \frac{5 \times Pi \times L^2 \times e}{48 \times E_c \times I} = 0.11 \text{ m}$$

La deflexión o contra flecha calculada es similar al generado por el software CSI Bridge respecto al post tensado es de $Df = 0.1015 \text{ m}$, así como se puede apreciar en la figura 102, datos tomados del CSI Bridge.

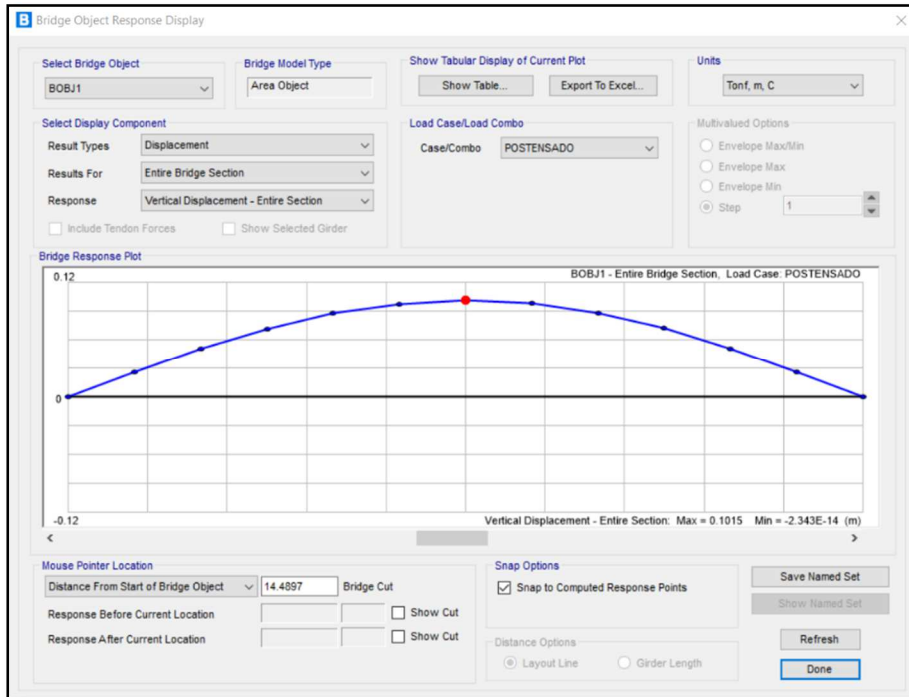


Figura 104.Desplazamiento generado por el post tensado.

ANE O III

Planilla de Sustento de Metrados

Proyecto CONSTRUCCION DEL PUENTE VIGA LOSA EN LA COMUNIDAD CHECANI PUCARA DEL DISTRITO DE COPORAQUE - ESPINAR - CUSCO
Cliente UNIVERSIDAD CONTINETAL
Ubicación COPORAQUE - ESPINAR - CUSCO

Partida	01	CONSTRUCCION DE PUENTE VIGA LOSA L = 32M									
Partida	01.01	OBRAS PRELIMINARES									
Partida	01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL							Total :	1,092.00	M2
		Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
		EJE DE VIA	1			140.00	5.60		784.00		
		EJE DE VIA EXISTENTE	1			55.00	5.60		308.00		
Partida	01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR							Total :	1,092.00	M2
		Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
		EJE DE VIA	1			140.00	5.60		784.00		
		EJE DE VIA EXISTENTE	1			55.00	5.60		308.00		
Partida	01.01.03	TRANSPORTE DE EQUIPO Y MAQUINARIA							Total :	2.00	GLB
		Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
		TRANSPORTE DE EQUIPO		2					2.00		
Partida	01.02	SUB ESTRUCTURA									
Partida	01.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS									
Partida	01.02.01.01	EXCAVACION DE ZANJAS PARA ESTRIBOS CON MAQUINARIA							Total :	1,133.59	M3
		Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
		ESTRIBO IZQUIERDO Y ALEROS			109.95			5.24	576.14		
		ESTRIBO DERECHO Y ALEROS			109.95			5.07	557.45		
Partida	01.02.01.02	ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=100 M.							Total :	1,416.99	M3
		Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
		METRADO DE EXCAVACION DE ZANJA PARA ESTRIBOS CON M	1	1.25	1,133.59				1,416.99		
Partida	01.02.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE									
Partida	01.02.02.01	SOLADO DE CONCRETO									
Partida	01.02.02.01.01	SUB ZAPATA DE CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2 + 30% P.G.							Total :	329.86	M3
		Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
		ESTRIBO IZQUIERDO Y ALEROS		1	109.95			1.50	164.93		
		ESTRIBO DERECHO Y ALEROS		1	109.95			1.50	164.93		
									-		
									-		
Partida	01.04.02.01.02	DOWEL CORRUGADO DE 1" F'C=4200 KG/CM2 GRADO 60 EN SUB ZAPATA							Total :	429.08	KG
		Descripción	φ	N Estr.	N Elem	N Var.	L Varilla	L Total	Peso/m	Peso	
		DOWEL	1"	2	1	30	1.80	108.00	3.973	429.08	
		Resumen									
			φ	L Total	Peso/m	Peso					
			1"	108.00	3.973	429.08					
Partida	01.02.02.02	ZAPATAS									
Partida	01.02.02.02.01	ZAPATAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO							Total :	62.88	M2
		Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
		ESTRIBO DERECHO E IZQUIERDO CARA MAYOR	2	2		7.50		1.20	36.00		
		ESTRIBO DERECHO E IZQUIERDO CARA MENOR	2	2		5.60		1.20	26.88		
Partida	01.02.02.02.02	CONCRETO CICLOPEO f'c=210 kg/cm2 + 30 % PG PARA ZAPATAS							Total :	100.80	M3
		Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
		ESTRIBO DERECHO E IZQUIERDO	2	1		7.50	5.60	1.20	100.80		
Partida	01.02.02.03	ALEROS									
Partida	01.02.02.03.01	ALEROS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO							Total :	374.89	M2
		Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
		ALAS DE FRENTE	2	2		6.17		6.90	170.29		
			2	2		6.17	0.50	1.50	18.51		
		ALAS POSTERIOR	2	2		5.27		6.90	145.45		
			2	2		5.27	0.50	1.50	15.81		
		ALAS LADOS	2	2		0.70		6.90	19.32		
			2	2		0.95		1.45	5.51		
Partida	01.02.02.03.02	CONCRETO CICLOPEO f'c=210 kg/cm2 + 30 % PM PARA ALEROS							Total :	319.46	M3
		Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
		ALEROS	2	2	10.44			7.65	319.46		

Planilla de Sustento de Metrados

Proyecto CONSTRUCCION DEL PUENTE VIGA LOSA EN LA COMUNIDAD CHECANI PUCARA DEL DISTRITO DE COPORAQUE - ESPINAR - CUSCO
Cliente UNIVERSIDAD CONTINETAL
Ubicación COPORAQUE - ESPINAR - CUSCO

Partida	01	CONSTRUCCION DE PUENTE VIGA LOSA L = 32M																																															
Partida	01.03.04	LOSA DE PUENTE																																															
Partida	01.03.04.01	LOSA DE PUENTE ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	Total :	5,488.72 KG																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Ø</th> <th>N Estr.</th> <th>N Elem</th> <th>N Var.</th> <th>L Varilla</th> <th>L Total</th> <th>Peso/m</th> <th>Peso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LONGITUDINAL (-)</td> <td>5/8"</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>27</td> <td>32.01</td> <td>864.27</td> <td>1.552</td> <td>1,341.35</td> </tr> <tr> <td>LONGITUDINAL (+)</td> <td>5/8"</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>27</td> <td>32.01</td> <td>864.27</td> <td>1.552</td> <td>1,341.35</td> </tr> <tr> <td>TRANSVERSAL (-)</td> <td>5/8"</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>160</td> <td>5.65</td> <td>904.00</td> <td>1.552</td> <td>1,403.01</td> </tr> <tr> <td>TRANSVERSAL (+)</td> <td>5/8"</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>160</td> <td>5.65</td> <td>904.00</td> <td>1.552</td> <td>1,403.01</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Ø	N Estr.	N Elem	N Var.	L Varilla	L Total	Peso/m	Peso	LONGITUDINAL (-)	5/8"	1	1	27	32.01	864.27	1.552	1,341.35	LONGITUDINAL (+)	5/8"	1	1	27	32.01	864.27	1.552	1,341.35	TRANSVERSAL (-)	5/8"	1	1	160	5.65	904.00	1.552	1,403.01	TRANSVERSAL (+)	5/8"	1	1	160	5.65	904.00	1.552	1,403.01		
Descripción	Ø	N Estr.	N Elem	N Var.	L Varilla	L Total	Peso/m	Peso																																									
LONGITUDINAL (-)	5/8"	1	1	27	32.01	864.27	1.552	1,341.35																																									
LONGITUDINAL (+)	5/8"	1	1	27	32.01	864.27	1.552	1,341.35																																									
TRANSVERSAL (-)	5/8"	1	1	160	5.65	904.00	1.552	1,403.01																																									
TRANSVERSAL (+)	5/8"	1	1	160	5.65	904.00	1.552	1,403.01																																									
		Resumen																																															
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ø</th> <th>L Total</th> <th>Peso/m</th> <th>Peso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5/8"</td> <td>3,536.54</td> <td>1.552</td> <td>5,488.71</td> </tr> </tbody> </table>	Ø	L Total	Peso/m	Peso	5/8"	3,536.54	1.552	5,488.71																																							
Ø	L Total	Peso/m	Peso																																														
5/8"	3,536.54	1.552	5,488.71																																														
Partida	01.03.04.02	LOSA DE PUENTE ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL	Total :	128.00 M2																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>N Estr.</th> <th>N Elem</th> <th>Area</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INTERIOR - LOSA</td> <td></td> <td>1</td> <td></td> <td>32.00</td> <td>1.90</td> <td></td> <td>60.80</td> </tr> <tr> <td>VOLADO - LOSA</td> <td></td> <td>2</td> <td></td> <td>32.00</td> <td>0.85</td> <td></td> <td>54.40</td> </tr> <tr> <td>VOLADO - LOSA</td> <td></td> <td>2</td> <td></td> <td>32.00</td> <td></td> <td>0.20</td> <td>12.80</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial	INTERIOR - LOSA		1		32.00	1.90		60.80	VOLADO - LOSA		2		32.00	0.85		54.40	VOLADO - LOSA		2		32.00		0.20	12.80															
Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial																																										
INTERIOR - LOSA		1		32.00	1.90		60.80																																										
VOLADO - LOSA		2		32.00	0.85		54.40																																										
VOLADO - LOSA		2		32.00		0.20	12.80																																										
Partida	01.03.04.03	LOSA - CONCRETO PREMEZCLADO FC=280 KG/CM2	Total :	35.84 M3																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>N Estr.</th> <th>N Elem</th> <th>Area</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LOSA</td> <td></td> <td>1</td> <td></td> <td>32.00</td> <td>5.60</td> <td>0.20</td> <td>35.84</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial	LOSA		1		32.00	5.60	0.20	35.84																															
Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial																																										
LOSA		1		32.00	5.60	0.20	35.84																																										
Partida	01.03.05	CARPINTERIA METALICA																																															
Partida	01.03.05.01	BARANDA METALICA	Total :	64.00 M																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>N Estr.</th> <th>N Elem</th> <th>Area</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MARGEN DERECHA E IZQUIERDA</td> <td>1</td> <td>2</td> <td></td> <td>32.00</td> <td></td> <td></td> <td>64.00</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial	MARGEN DERECHA E IZQUIERDA	1	2		32.00			64.00																															
Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial																																										
MARGEN DERECHA E IZQUIERDA	1	2		32.00			64.00																																										
Partida	01.03.06	DISPOSITIVOS DE APOYOS																																															
Partida	01.03.06.01	SUSMINISTRO Y COLOCACION DE DISPOSITIVOS DE APOYO MOVIL	Total :	2.00 UND																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>N Estr.</th> <th>N Elem</th> <th>Area</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DISPOSITIVO DE APOYO MOVIL</td> <td>1</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2.00</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial	DISPOSITIVO DE APOYO MOVIL	1	2					2.00																															
Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial																																										
DISPOSITIVO DE APOYO MOVIL	1	2					2.00																																										
Partida	01.03.06.02	SUSMINISTRO Y COLOCACION DE DISPOSITIVOS DE APOYO FIJO	Total :	2.00 UND																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>N Estr.</th> <th>N Elem</th> <th>Area</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DISPOSITIVO FIJO</td> <td>1</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2.00</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial	DISPOSITIVO FIJO	1	2					2.00																															
Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial																																										
DISPOSITIVO FIJO	1	2					2.00																																										
Partida	01.03.07	DRENAJES																																															
Partida	01.03.07.01	TUBERIA DE PVC SAP DE 4"	Total :	7.20 M																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>N Estr.</th> <th>N Elem</th> <th>Area</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TUBERIA PARA DRENAJE</td> <td>2</td> <td>6</td> <td></td> <td>0.60</td> <td></td> <td></td> <td>7.20</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial	TUBERIA PARA DRENAJE	2	6		0.60			7.20																															
Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial																																										
TUBERIA PARA DRENAJE	2	6		0.60			7.20																																										
Partida	01.04	VARIOS																																															
Partida	01.04.01	FALSO PUENTE																																															
Partida	01.04.01.01	FALSO PUENTE DE MADERA ROLLIZA	Total :	172.80 M2																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>N Estr.</th> <th>N Elem</th> <th>Area</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FALSO PUENTE</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>32.00</td> <td>5.40</td> <td></td> <td>172.80</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial	FALSO PUENTE	1	1		32.00	5.40		172.80																															
Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial																																										
FALSO PUENTE	1	1		32.00	5.40		172.80																																										
Partida	01.04.02	JUNTAS																																															
Partida	01.04.02.01	JUNTA DE DILATACION DE PUENTES CON LABIOS POLIMERICOS	Total :	7.20 M																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>N Estr.</th> <th>N Elem</th> <th>Area</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ESTRIBO DERECHO</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3.60</td> <td></td> <td></td> <td>3.60</td> </tr> <tr> <td>ESTRIBO IZQUIERDO</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3.60</td> <td></td> <td></td> <td>3.60</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial	ESTRIBO DERECHO				3.60			3.60	ESTRIBO IZQUIERDO				3.60			3.60																							
Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial																																										
ESTRIBO DERECHO				3.60			3.60																																										
ESTRIBO IZQUIERDO				3.60			3.60																																										
Partida	01.04.03	REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS																																															
Partida	01.04.03.01	ACABADO DE DESCANSO CEMENTO PULIDO Y BRUÑADO	Total :	186.24 M2																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>N Estr.</th> <th>N Elem</th> <th>Area</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>EN VEREDAS</td> <td>1</td> <td>2</td> <td></td> <td>32.00</td> <td>1.11</td> <td></td> <td>71.04</td> </tr> <tr> <td>VIA DE PUENTE</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>32.00</td> <td>3.60</td> <td></td> <td>115.20</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial	EN VEREDAS	1	2		32.00	1.11		71.04	VIA DE PUENTE	1	1		32.00	3.60		115.20																							
Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial																																										
EN VEREDAS	1	2		32.00	1.11		71.04																																										
VIA DE PUENTE	1	1		32.00	3.60		115.20																																										
Partida	01.04.03.01	PINTURA EN VEREDAS	Total :	73.60 M2																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>N Estr.</th> <th>N Elem</th> <th>Area</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PINTURA EN VEREDAS</td> <td>1</td> <td>2</td> <td></td> <td>32.00</td> <td>1.15</td> <td></td> <td>73.60</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial	PINTURA EN VEREDAS	1	2		32.00	1.15		73.60																															
Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial																																										
PINTURA EN VEREDAS	1	2		32.00	1.15		73.60																																										

PRESUPUESTO

Presupuesto: CONSTRUCCION DEL PUENTE VIGA POST TENSADO EN LA COMUNIDAD CHECANI PUCARA DEL DISTRITO DE COPORAQUE - ESPINAR - CUSCO
 Cliente: UNIVERSIDAD CONTINENTAL
 Lugar: COPORAQUE - ESPINAR - CUSCO
 Fecha: lunes, 17 de mayo del 2021

Código	Nombre	Unidad	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	Total S/.
01	CONSTRUCCION DE PUENTE VIGA LOSA L = 32M					735,196.07
01.01	OBRAS PRELIMINARES					6,293.94
01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	M2	1,092.00	0.69	753.48	
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	1,092.00	1.42	1,550.64	
01.01.03	TRANSPORTE DE EQUIPO Y MAQUINARIA	GLB	2.00	1,994.91	3,989.82	
01.02	SUB ESTRUCTURA					317,182.69
01.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS					23,283.98
01.02.01.01	EXCAVACION DE ZANJAS PARA ESTRIBOS CON MAQUINARIA	M3	1,133.59	2.74	3,106.04	
01.02.01.02	ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=100 M.	M3	1,416.99	14.24	20,177.94	
01.02.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					293,898.71
01.02.02.01	SOLADO DE CONCRETO					70,475.51
01.02.02.01.01	SUB ZAPATA DE CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2 + 30% P.G.	M3	329.86	205.77	67,875.29	
01.02.02.01.02	DOWEL CORRUGADO DE 1" F'C=4200 KG/CM2 GRADO 60 EN SUB ZAPATA	KG	429.08	6.06	2,600.22	
01.02.02.02	ZAPATAS					33,839.14
01.02.02.02.01	ZAPATAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	62.88	33.00	2,075.04	
01.02.02.02.02	CONCRETO CICLOPEO f'c=210 kg/cm2 + 30 % PG PARA ZAPATAS	M3	100.80	315.12	31,764.10	
01.02.02.03	ALEROS					114,550.42
01.02.02.03.01	ALEROS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	374.89	37.03	13,882.18	
01.02.02.03.02	CONCRETO CICLOPEO f'c=210 kg/cm2 + 30 % PM PARA ALEROS	M3	319.46	315.12	100,668.24	
01.02.02.04	ESTRIBOS					75,033.64
01.02.02.04.01	ESTRIBOS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	288.24	37.03	10,673.53	
01.02.02.04.02	CONCRETO CICLOPEO f'c=210 kg/cm2 + 30 % PG PARA ESTRIBOS	M3	204.24	315.12	64,360.11	
01.03	SUPERESTRUCTURA					339,808.91
01.03.01	VEREDAS EN PUENTE					6,061.34
01.03.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	M2	19.20	28.71	551.23	
01.03.01.02	VEREDAS - CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2	M3	9.60	573.97	5,510.11	
01.03.02	VIGA DIAFRAGMA					15,690.98
01.03.02.01	VIGA DIAFRAGMA - ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	KG	1,398.40	6.06	8,474.30	
01.03.02.02	VIGA DIAFRAGMA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	41.80	42.20	1,763.96	
01.03.02.03	VIGA DIAFRAGMA - CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2	M3	9.50	573.97	5,452.72	
01.03.03	VIGAS DE PUENTE					239,141.21
01.03.03.01	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	KG	18,714.85	6.06	113,411.99	
01.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS	M2	409.60	42.20	17,285.12	
01.03.03.03	VIGA PUENTE - CONCRETO PREMEZCLADO F'C=350 KG/CM2	M3	172.80	627.57	108,444.10	
01.03.04	LOSA DE PUENTE					60,323.60
01.03.04.01	LOSA DE PUENTE ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	KG	5,488.72	6.06	33,261.64	
01.03.04.02	LOSA DE PUENTE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	M2	128.00	50.71	6,490.88	
01.03.04.03	LOSA - CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2	M3	35.84	573.97	20,571.08	
01.03.05	CARPINTERIA METALICA					7,612.16

PRESUPUESTO

Presupuesto: CONSTRUCCION DEL PUENTE VIGA POST TENSADO EN LA COMUNIDAD CHECANI PUCARA DEL DISTRITO DE COPORAQUE - ESPINAR - CUSCO
 Cliente: UNIVERSIDAD CONTINENTAL
 Lugar: COPORAQUE - ESPINAR - CUSCO
 Fecha: lunes, 17 de mayo del 2021

Código	Nombre	Unidad	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	Total S/.
01.03.05.01	BARANDA METALICA	M	64.00	118.94	7,612.16	
01.03.06	DISPOSITIVOS DE APOYOS					10,674.84
01.03.06.01	SUSMINISTRO Y COLOCACION DE DISPOSITIVOS DE APOYO MOVIL	UND	2.00	2,613.21	5,226.42	
01.03.06.02	SUSMINISTRO Y COLOCACION DE DISPOSITIVOS DE APOYO FIJO	UND	2.00	2,724.21	5,448.42	
01.03.07	DRENAJES					304.78
01.03.07.01	TUBERIA DE PVC SAP DE 4	M	7.20	42.33	304.78	
01.04	VARIOS					71,910.53
01.04.01	FALSO PUENTE					51,922.94
01.04.01.01	FALSO PUENTE DE MADERA ROLLIZA	M2	172.80	300.48	51,922.94	
01.04.02	JUNTAS					12,563.42
01.04.02.01	JUNTA DE DILATACION DE PUENTES CON LABIOS POLIMERICOS	M	7.20	1,744.92	12,563.42	
01.04.03	REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS					7,424.17
01.04.03.01	ACABADO DE DESCANSO CEMENTO PULIDO Y BRUÑADO	M2	186.24	33.41	6,222.28	
01.04.03.02	PINTURA EN VEREDAS	M2	73.60	16.33	1,201.89	
COSTO DIRECTO						735,196.07

ANE O IV

Planilla de Sustento de Metrados

Proyecto CONSTRUCCION DEL PUENTE VIGA POST TENSADO EN LA COMUNIDAD CHECANI PUCARA DEL DISTRITO DE COPORAQUE - ESPINAR - CUSCO
Cliente UNIVERSIDAD CONTINENTAL
Ubicación COPORAQUE - ESPINAR - CUSCO

Partida	01	CONSTRUCCION DE PUENTE VIGA POST TENSADO L = 32M									
Partida	01.01	OBRAS PRELIMINARES									
Partida	01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL							Total :	1,092.00	M2
		Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
		EJE DE VIA	1			140.00	5.60		784.00		
		EJE DE VIA EXISTENTE	1			55.00	5.60		308.00		
Partida	01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR							Total :	1,092.00	M2
		Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
		EJE DE VIA	1			140.00	5.60		784.00		
		EJE DE VIA EXISTENTE	1			55.00	5.60		308.00		
Partida	01.01.03	TRANSPORTE DE EQUIPO Y MAQUINARIA							Total :	2.00	GLB
		Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
		TRANSPORTE DE EQUIPO		2					2.00		
Partida	01.02	SUB ESTRUCTURA									
Partida	01.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS									
Partida	01.02.01.01	EXCAVACION DE ZANJAS PARA ESTRIBOS CON MAQUINARIA							Total :	1,072.14	M3
		Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
		ESTRIBO IZQUIERDO Y ALEROS			103.99			5.24	544.91		
		ESTRIBO DERECHO Y ALEROS			103.99			5.07	527.23		
Partida	01.02.01.02	ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=100 M.							Total :	1,340.18	M3
		Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
		METRADO DE EXCAVACION DE ZANJA PARA ESTRIBOS CON M	1	1.25	1,072.14				1,340.18		
Partida	01.02.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE									
Partida	01.02.02.01	SOLADO DE CONCRETO									
Partida	01.02.02.01.01	SUB ZAPATA DE CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2 + 30% P.G.							Total :	311.98	M3
		Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
		ESTRIBO IZQUIERDO Y ALEROS		1	103.99			1.50	155.99		
		ESTRIBO DERECHO Y ALEROS		1	103.99			1.50	155.99		
									-		
									-		
Partida	01.04.02.01.02	DOWEL CORRUGADO DE 1" F'C=4200 KG/CM2 GRADO 60 EN SUB ZAPATA							Total :	429.08	KG
		Descripción	φ	N Estr.	N Elem	N Var.	L Varilla	L Total	Peso/m	Peso	
		DOWEL	1"	2	1	30	1.80	108.00	3.973	429.08	
		Resumen									
		φ	L Total	Peso/m	Peso						
		1"	108.00	3.973	429.08						
Partida	01.02.02.02	ZAPATAS									
Partida	01.02.02.02.01	ZAPATAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO							Total :	60.48	M2
		Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
		ESTRIBO DERECHO E IZQUIERDO CARA MAYOR	2	2		7.00		1.20	33.60		
		ESTRIBO DERECHO E IZQUIERDO CARA MENOR	2	2		5.60		1.20	26.88		
Partida	01.02.02.02.02	CONCRETO CICLOPEO f'c=210 kg/cm2 + 30 % PG PARA ZAPATAS							Total :	94.08	M3
		Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
		ESTRIBO DERECHO E IZQUIERDO	2	1		7.00	5.60	1.20	94.08		
Partida	01.02.02.03	ALEROS									
Partida	01.02.02.03.01	ALEROS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO							Total :	374.89	M2
		Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
		ALAS DE FRENTE	2	2		6.17		6.90	170.29		
			2	2		6.17	0.50	1.50	18.51		
		ALAS POSTERIOR	2	2		5.27		6.90	145.45		
			2	2		5.27	0.50	1.50	15.81		
		ALAS LADOS	2	2		0.70		6.90	19.32		
			2	2		0.95		1.45	5.51		
Partida	01.02.02.03.02	CONCRETO CICLOPEO f'c=210 kg/cm2 + 30 % PM PARA ALEROS							Total :	280.91	M3
		Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial		
		ALEROS	2	2	9.18			7.65	280.91		

Planilla de Sustento de Metrados

Proyecto CONSTRUCCION DEL PUENTE VIGA POST TENSADO EN LA COMUNIDAD CHECANI PUCARA DEL DISTRITO DE COPORAQUE - ESPINAR - CUSCO
Cliente UNIVERSIDAD CONTINENTAL
Ubicación COPORAQUE - ESPINAR - CUSCO

Partida	01	CONSTRUCCION DE PUENTE VIGA POST TENSADO L = 32M		
Partida	01.02.02.04	ESTRIBOS		
Partida	01.02.02.04.01	ESTRIBOS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	Total :	285.24 M2
		Descripción	N Estr.	N Elem
		ESTRIBOS DE FRENTE	2	1
			2	1
			2	1
		ESTRIBO POSTERIOR	2	2
				77.28
				16.80
				3.00
				188.16
Partida	01.02.02.04.02	CONCRETO CICLOPEO f _c =210 kg/cm ² + 30 % PG PARA ESTRIBOS	Total :	204.60 M3
		Descripción	N Estr.	N Elem
		Estribos	2	1
			2	1
				14.00
				3.8
				6.90
				11.40
Partida	01.03	SUPERESTRUCTURA		
Partida	01.03.01	VEREDAS EN PUENTE		
Partida	01.03.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	Total :	19.20 M2
		Descripción	N Estr.	N Elem
		Vereda - lateral 1		2
		Vereda - lateral 2		2
				32.00
				0.15
				9.60
Partida	01.03.01.02	VEREDAS - CONCRETO PREMEZCLADO F _c =280 KG/CM ²	Total :	9.60 M3
		Descripción	N Estr.	N Elem
		vereda		2
				32.00
				1.00
				0.15
				9.60
Partida	01.03.02	VIGA DIAFRAGMA		
Partida	01.03.02.01	VIGA DIAFRAGMA - ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM ²	Total :	704.93 KG
		Descripción	φ	N Estr.
		LONGITUDINAL (+)	3/4"	4
		LONGITUDINAL (-)	3/4"	4
		LONGITUDINAL	3/4"	4
		ESTRIBO	3/4"	4
				1
				3
				3
				3
				11
				4.58
				54.96
				2.235
				122.84
				4.58
				54.96
				2.235
				122.84
				3.52
				84.48
				2.235
				188.81
				2.75
				121.00
				2.235
				270.44
				122.84
				122.84
				188.81
				270.44
				2.235
				270.44
				2.235
				704.92
				-
				1.552
				-
				0.994
				-
Partida	01.03.02.02	VIGA DIAFRAGMA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	Total :	24.00 M2
		Descripción	N Estr.	N Elem
		CARA INTERIOR Y EXTERIOR - VD	4	2
		BASE - VD	4	1
				2.40
				0.50
				19.20
				4.80
Partida	01.03.02.03	VIGA DIAFRAGMA - CONCRETO PREMEZCLADO F _c =280 KG/CM ²	Total :	4.80 M3
		Descripción	N Estr.	N Elem
				4
				1
				2.40
				0.50
				1.00
				4.80
Partida	01.03.03	VIGAS DE PUENTE		
Partida	01.03.03.01	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM ²	Total :	4,489.12 KG
		Descripción	φ	N Estr.
		LONGITUDINAL (-)	1"	2
		LONGITUDINAL (+)	1"	2
		LONGITUDINAL	1"	2
		ESTRIBOS	3/4"	2
				1
				3
				3
				4
				129
				33.00
				198.00
				3.973
				786.65
				33.00
				198.00
				3.973
				786.65
				33.00
				528.00
				3.973
				2,097.74
				3.19
				823.02
				0.994
				818.08
				3.973
				3,671.05
				2.235
				1,839.45
				-
				1.552
				-
				0.994
				-
Partida	01.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS	Total :	192.00 M2
		Descripción	N Estr.	N Elem
		CARA INTERIOR Y EXTERIOR - VP	2	2
		BASE - VP	2	1
				32.00
				0.60
				153.60
				38.40
Partida	01.03.03.03	VIGA PUENTE - CONCRETO PREMEZCLADO F _c =350 KG/CM ²	Total :	46.08 M3
		Descripción	N Estr.	N Elem
		VIGA PRINCIPAL	2	1
				32.00
				0.60
				1.20
				46.08

Planilla de Sustento de Metrados

Proyecto CONSTRUCCION DEL PUENTE VIGA POST TENSADO EN LA COMUNIDAD CHECANI PUCARA DEL DISTRITO DE COPORAQUE - ESPINAR - CUSCO
Cliente UNIVERSIDAD CONTINENTAL
Ubicación COPORAQUE - ESPINAR - CUSCO

Partida	01	CONSTRUCCION DE PUENTE VIGA POST TENSADO L = 32M																																															
Partida	01.03.04	LOSA DE PUENTE																																															
Partida	01.03.04.01	LOSA DE PUENTE ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	Total :	5,488.72 KG																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Ø</th> <th>N Estr.</th> <th>N Elem</th> <th>N Var.</th> <th>L Varilla</th> <th>L Total</th> <th>Peso/m</th> <th>Peso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LONGITUDINAL (-)</td> <td>5/8"</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>27</td> <td>32.01</td> <td>864.27</td> <td>1.552</td> <td>1,341.35</td> </tr> <tr> <td>LONGITUDINAL (+)</td> <td>5/8"</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>27</td> <td>32.01</td> <td>864.27</td> <td>1.552</td> <td>1,341.35</td> </tr> <tr> <td>TRANSVERSAL (-)</td> <td>5/8"</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>160</td> <td>5.65</td> <td>904.00</td> <td>1.552</td> <td>1,403.01</td> </tr> <tr> <td>TRANSVERSAL (+)</td> <td>5/8"</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>160</td> <td>5.65</td> <td>904.00</td> <td>1.552</td> <td>1,403.01</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Ø	N Estr.	N Elem	N Var.	L Varilla	L Total	Peso/m	Peso	LONGITUDINAL (-)	5/8"	1	1	27	32.01	864.27	1.552	1,341.35	LONGITUDINAL (+)	5/8"	1	1	27	32.01	864.27	1.552	1,341.35	TRANSVERSAL (-)	5/8"	1	1	160	5.65	904.00	1.552	1,403.01	TRANSVERSAL (+)	5/8"	1	1	160	5.65	904.00	1.552	1,403.01		
Descripción	Ø	N Estr.	N Elem	N Var.	L Varilla	L Total	Peso/m	Peso																																									
LONGITUDINAL (-)	5/8"	1	1	27	32.01	864.27	1.552	1,341.35																																									
LONGITUDINAL (+)	5/8"	1	1	27	32.01	864.27	1.552	1,341.35																																									
TRANSVERSAL (-)	5/8"	1	1	160	5.65	904.00	1.552	1,403.01																																									
TRANSVERSAL (+)	5/8"	1	1	160	5.65	904.00	1.552	1,403.01																																									
		Resumen																																															
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ø</th> <th>L Total</th> <th>Peso/m</th> <th>Peso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5/8"</td> <td>3,536.54</td> <td>1.552</td> <td>5,488.71</td> </tr> </tbody> </table>	Ø	L Total	Peso/m	Peso	5/8"	3,536.54	1.552	5,488.71																																							
Ø	L Total	Peso/m	Peso																																														
5/8"	3,536.54	1.552	5,488.71																																														
Partida	01.03.04.02	LOSA DE PUENTE ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL	Total :	153.60 M2																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>N Estr.</th> <th>N Elem</th> <th>Area</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>INTERIOR - LOSA</td> <td></td> <td>1</td> <td></td> <td>32.00</td> <td>2.40</td> <td></td> <td>76.80</td> </tr> <tr> <td>VOLADO - LOSA</td> <td></td> <td>2</td> <td></td> <td>32.00</td> <td>1.00</td> <td></td> <td>64.00</td> </tr> <tr> <td>VOLADO - LOSA</td> <td></td> <td>2</td> <td></td> <td>32.00</td> <td></td> <td>0.20</td> <td>12.80</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial	INTERIOR - LOSA		1		32.00	2.40		76.80	VOLADO - LOSA		2		32.00	1.00		64.00	VOLADO - LOSA		2		32.00		0.20	12.80															
Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial																																										
INTERIOR - LOSA		1		32.00	2.40		76.80																																										
VOLADO - LOSA		2		32.00	1.00		64.00																																										
VOLADO - LOSA		2		32.00		0.20	12.80																																										
Partida	01.03.04.03	LOSA - CONCRETO PREMEZCLADO FC=280 KG/CM2	Total :	35.84 M3																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>N Estr.</th> <th>N Elem</th> <th>Area</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LOSA</td> <td></td> <td>1</td> <td></td> <td>32.00</td> <td>5.60</td> <td>0.20</td> <td>35.84</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial	LOSA		1		32.00	5.60	0.20	35.84																															
Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial																																										
LOSA		1		32.00	5.60	0.20	35.84																																										
Partida	01.03.05	CARPINTERIA METALICA																																															
Partida	01.03.05.01	BARANDA METALICA	Total :	64.00 M																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>N Estr.</th> <th>N Elem</th> <th>Area</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MARGEN DERECHA E IZQUIERDA</td> <td>1</td> <td>2</td> <td></td> <td>32.00</td> <td></td> <td></td> <td>64.00</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial	MARGEN DERECHA E IZQUIERDA	1	2		32.00			64.00																															
Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial																																										
MARGEN DERECHA E IZQUIERDA	1	2		32.00			64.00																																										
Partida	01.03.06	DISPOSITIVOS DE APOYOS																																															
Partida	01.03.06.01	SUSMINISTRO Y COLOCACION DE DISPOSITIVOS DE APOYO MOVIL	Total :	2.00 UND																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>N Estr.</th> <th>N Elem</th> <th>Area</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DISPOSITIVO DE APOYO MOVIL</td> <td>1</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2.00</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial	DISPOSITIVO DE APOYO MOVIL	1	2					2.00																															
Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial																																										
DISPOSITIVO DE APOYO MOVIL	1	2					2.00																																										
Partida	01.03.06.02	SUSMINISTRO Y COLOCACION DE DISPOSITIVOS DE APOYO FIJO	Total :	2.00 UND																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>N Estr.</th> <th>N Elem</th> <th>Area</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DISPOSITIVO FIJO</td> <td>1</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>2.00</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial	DISPOSITIVO FIJO	1	2					2.00																															
Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial																																										
DISPOSITIVO FIJO	1	2					2.00																																										
Partida	01.03.07	DRENAJES																																															
Partida	01.03.07.01	TUBERIA DE PVC SAP DE 4"	Total :	7.20 M																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>N Estr.</th> <th>N Elem</th> <th>Area</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TUBERIA PARA DRENAJE</td> <td>2</td> <td>6</td> <td></td> <td>0.60</td> <td></td> <td></td> <td>7.20</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial	TUBERIA PARA DRENAJE	2	6		0.60			7.20																															
Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial																																										
TUBERIA PARA DRENAJE	2	6		0.60			7.20																																										
Partida	01.03.08	PREESFORZADO EN VIGA																																															
Partida	01.03.08.01	POSTENSADO DE VIGAS	Total :	61,132.80 T-M																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>N Estr.</th> <th>N Elem</th> <th>Area</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>POSTENSADO DE VIGA</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>318.4</td> <td>32.00</td> <td></td> <td></td> <td>61,132.80</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial	POSTENSADO DE VIGA	2	3	318.4	32.00			61,132.80																															
Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial																																										
POSTENSADO DE VIGA	2	3	318.4	32.00			61,132.80																																										
Partida	01.04	VARIOS																																															
Partida	01.04.01	FALSO PUENTE																																															
Partida	01.04.01.01	FALSO PUENTE DE MADERA ROLLIZA	Total :	220.80 M2																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>N Estr.</th> <th>N Elem</th> <th>Area</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FALSO PUENTE</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>32.00</td> <td>6.90</td> <td></td> <td>220.80</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial	FALSO PUENTE	1	1		32.00	6.90		220.80																															
Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial																																										
FALSO PUENTE	1	1		32.00	6.90		220.80																																										
Partida	01.04.02	JUNTAS																																															
Partida	01.04.02.01	JUNTA DE DILATACION DE PUENTES CON LABIOS POLIMERICOS	Total :	7.20 M																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>N Estr.</th> <th>N Elem</th> <th>Area</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ESTRIBO DERECHO</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3.60</td> <td></td> <td></td> <td>3.60</td> </tr> <tr> <td>ESTRIBO IZQUIERDO</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3.60</td> <td></td> <td></td> <td>3.60</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial	ESTRIBO DERECHO				3.60			3.60	ESTRIBO IZQUIERDO				3.60			3.60																							
Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial																																										
ESTRIBO DERECHO				3.60			3.60																																										
ESTRIBO IZQUIERDO				3.60			3.60																																										
Partida	01.04.03	REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS																																															
Partida	01.04.03.01	ACABADO DE DESCANSO CEMENTO PULIDO Y BRUÑADO	Total :	188.80 M2																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>N Estr.</th> <th>N Elem</th> <th>Area</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>EN VEREDAS</td> <td>1</td> <td>2</td> <td></td> <td>32.00</td> <td>1.15</td> <td></td> <td>73.60</td> </tr> <tr> <td>VIA DE PUENTE</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td>32.00</td> <td>3.60</td> <td></td> <td>115.20</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial	EN VEREDAS	1	2		32.00	1.15		73.60	VIA DE PUENTE	1	1		32.00	3.60		115.20																							
Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial																																										
EN VEREDAS	1	2		32.00	1.15		73.60																																										
VIA DE PUENTE	1	1		32.00	3.60		115.20																																										
Partida	01.04.03.01	PINTURA EN VEREDAS	Total :	73.60 M2																																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>N Estr.</th> <th>N Elem</th> <th>Area</th> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Alto</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PINTURA EN VEREDAS</td> <td>1</td> <td>2</td> <td></td> <td>32.00</td> <td>1.15</td> <td></td> <td>73.60</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial	PINTURA EN VEREDAS	1	2		32.00	1.15		73.60																															
Descripción	N Estr.	N Elem	Area	Largo	Ancho	Alto	Parcial																																										
PINTURA EN VEREDAS	1	2		32.00	1.15		73.60																																										

PRESUPUESTO

Presupuesto: CONSTRUCCION DEL PUENTE VIGA POST TENSADO EN LA COMUNIDAD CHECANI PUCARA DEL DISTRITO DE COPORAQUE - ESPINAR - CUSCO
 Cliente: UNIVERSIDAD CONTINENTAL
 Lugar: COPORAQUE - ESPINAR - CUSCO
 Fecha: lunes, 17 de mayo del 2021

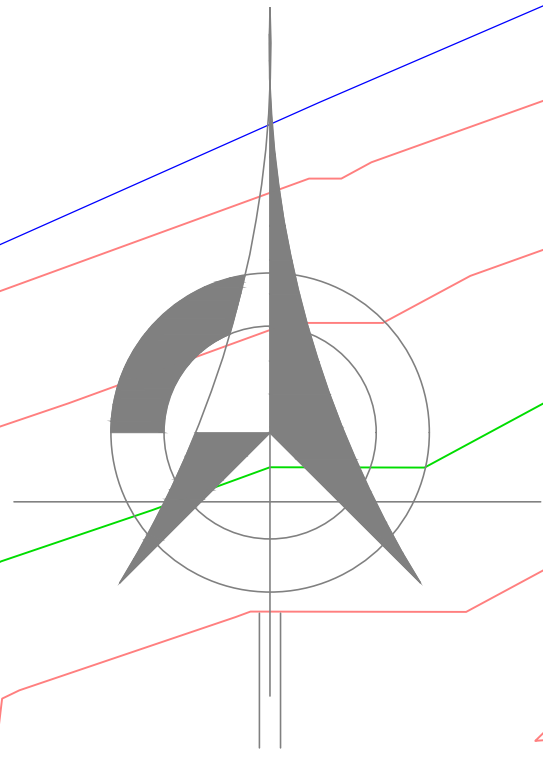
Código	Nombre	Unidad	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	Total S/.
01	CONSTRUCCION DE PUENTE VIGA POST TENSADO L = 32 M					668,971.89
01.01	OBRAS PRELIMINARES					6,293.94
01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	M2	1,092.00	0.69	753.48	
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	1,092.00	1.42	1,550.64	
01.01.03	TRANSPORTE DE EQUIPO Y MAQUINARIA	GLB	2.00	1,994.91	3,989.82	
01.02	SUB ESTRUCTURA					297,899.02
01.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS					22,021.82
01.02.01.01	EXCAVACION DE ZANJAS PARA ESTRIBOS CON MAQUINARIA	M3	1,072.14	2.74	2,937.66	
01.02.01.02	ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=100 M.	M3	1,340.18	14.24	19,084.16	
01.02.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE					275,877.20
01.02.02.01	SOLADO DE CONCRETO					66,796.34
01.02.02.01.01	SUB ZAPATA DE CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2 + 30% P.G.	M3	311.98	205.77	64,196.12	
01.02.02.01.02	DOWEL CORRUGADO DE 1" F'C=4200 KG/CM2 GRADO 60 EN SUB ZAPATA	KG	429.08	6.06	2,600.22	
01.02.02.02	ZAPATAS					31,642.33
01.02.02.02.01	ZAPATAS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	60.48	33.00	1,995.84	
01.02.02.02.02	CONCRETO CICLOPEO f'c=210 kg/cm2 + 30 % PG PARA ZAPATAS	M3	94.08	315.12	29,646.49	
01.02.02.03	ALEROS					102,402.54
01.02.02.03.01	ALEROS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	374.89	37.03	13,882.18	
01.02.02.03.02	CONCRETO CICLOPEO f'c=210 kg/cm2 + 30 % PM PARA ALEROS	M3	280.91	315.12	88,520.36	
01.02.02.04	ESTRIBOS					75,035.99
01.02.02.04.01	ESTRIBOS - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	285.24	37.03	10,562.44	
01.02.02.04.02	CONCRETO CICLOPEO f'c=210 kg/cm2 + 30 % PG PARA ESTRIBOS	M3	204.60	315.12	64,473.55	
01.03	SUPERESTRUCTURA					278,359.83
01.03.01	VEREDAS EN PUENTE					6,061.34
01.03.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	M2	19.20	28.71	551.23	
01.03.01.02	VEREDAS - CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2	M3	9.60	573.97	5,510.11	
01.03.02	VIGA DIAFRAGMA					8,039.74
01.03.02.01	VIGA DIAFRAGMA - ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	KG	704.93	6.06	4,271.88	
01.03.02.02	VIGA DIAFRAGMA - ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	24.00	42.20	1,012.80	
01.03.02.03	VIGA DIAFRAGMA - CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2	M3	4.80	573.97	2,755.06	
01.03.03	VIGAS DE PUENTE					64,224.90
01.03.03.01	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	KG	4,489.12	6.06	27,204.07	
01.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS	M2	192.00	42.20	8,102.40	
01.03.03.03	VIGA PUENTE - CONCRETO PREMEZCLADO F'C=350 KG/CM2	M3	46.08	627.57	28,918.43	
01.03.04	LOSA DE PUENTE					61,621.78
01.03.04.01	LOSA DE PUENTE ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	KG	5,488.72	6.06	33,261.64	
01.03.04.02	LOSA DE PUENTE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL	M2	153.60	50.71	7,789.06	
01.03.04.03	LOSA - CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 KG/CM2	M3	35.84	573.97	20,571.08	
01.03.05	CARPINTERIA METALICA					7,612.16

PRESUPUESTO

Presupuesto: CONSTRUCCION DEL PUENTE VIGA POST TENSADO EN LA COMUNIDAD CHECANI PUCARA DEL DISTRITO DE COPORAQUE - ESPINAR - CUSCO
 Cliente: UNIVERSIDAD CONTINENTAL
 Lugar: COPORAQUE - ESPINAR - CUSCO
 Fecha: lunes, 17 de mayo del 2021

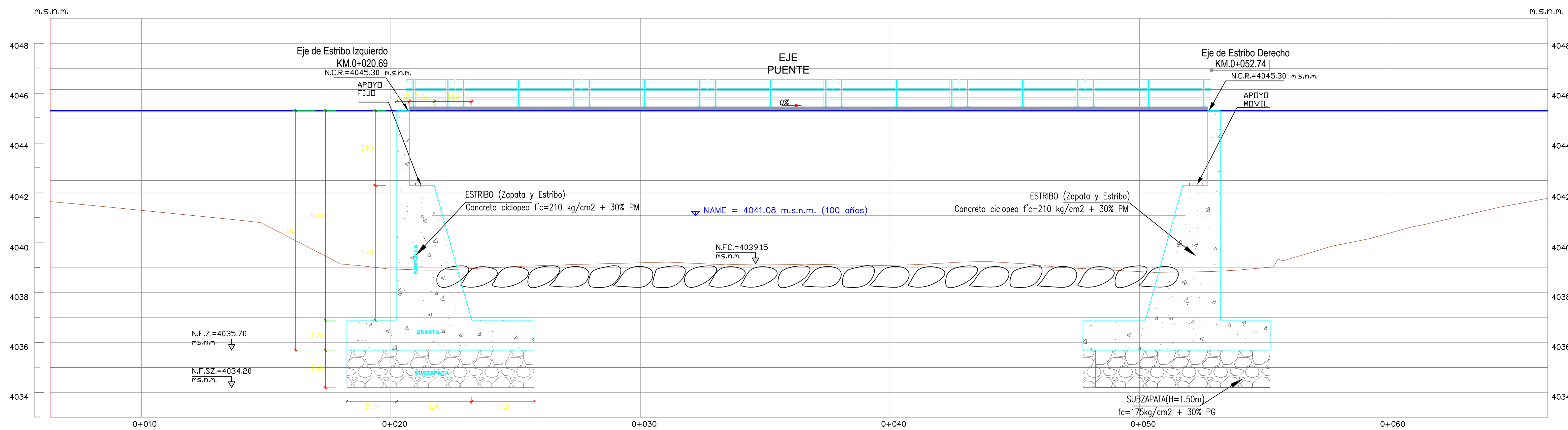
Código	Nombre	Unidad	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	Total S/.
01.03.05.01	BARANDA METALICA	M	64.00	118.94	7,612.16	
01.03.06	DISPOSITIVOS DE APOYOS					10,674.84
01.03.06.01	SUSMINISTRO Y COLOCACION DE DISPOSITIVOS DE APOYO MOVIL	UND	2.00	2,613.21	5,226.42	
01.03.06.02	SUSMINISTRO Y COLOCACION DE DISPOSITIVOS DE APOYO FIJO	UND	2.00	2,724.21	5,448.42	
01.03.07	DRENAJES					304.78
01.03.07.01	TUBERIA DE PVC SAP DE 4	M	7.20	42.33	304.78	
01.03.08	PREESFORZADO EN VIGA					119,820.29
01.03.08.01	POSTENSADO DE VIGAS	T-M	61,132.80	1.96	119,820.29	
01.04	VARIOS					86,419.10
01.04.01	FALSO PUENTE					66,345.98
01.04.01.01	FALSO PUENTE DE MADERA ROLLIZA	M2	220.80	300.48	66,345.98	
01.04.02	JUNTAS					12,563.42
01.04.02.01	JUNTA DE DILATACION DE PUENTES CON LABIOS POLIMERICOS	M	7.20	1,744.92	12,563.42	
01.04.03	REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS					7,509.70
01.04.03.01	ACABADO DE DESCANSO CEMENTO PULIDO Y BRUÑADO	M2	188.80	33.41	6,307.81	
01.04.03.02	PINTURA EN VEREDAS	M2	73.60	16.33	1,201.89	
COSTO DIRECTO						668,971.89

N.M.



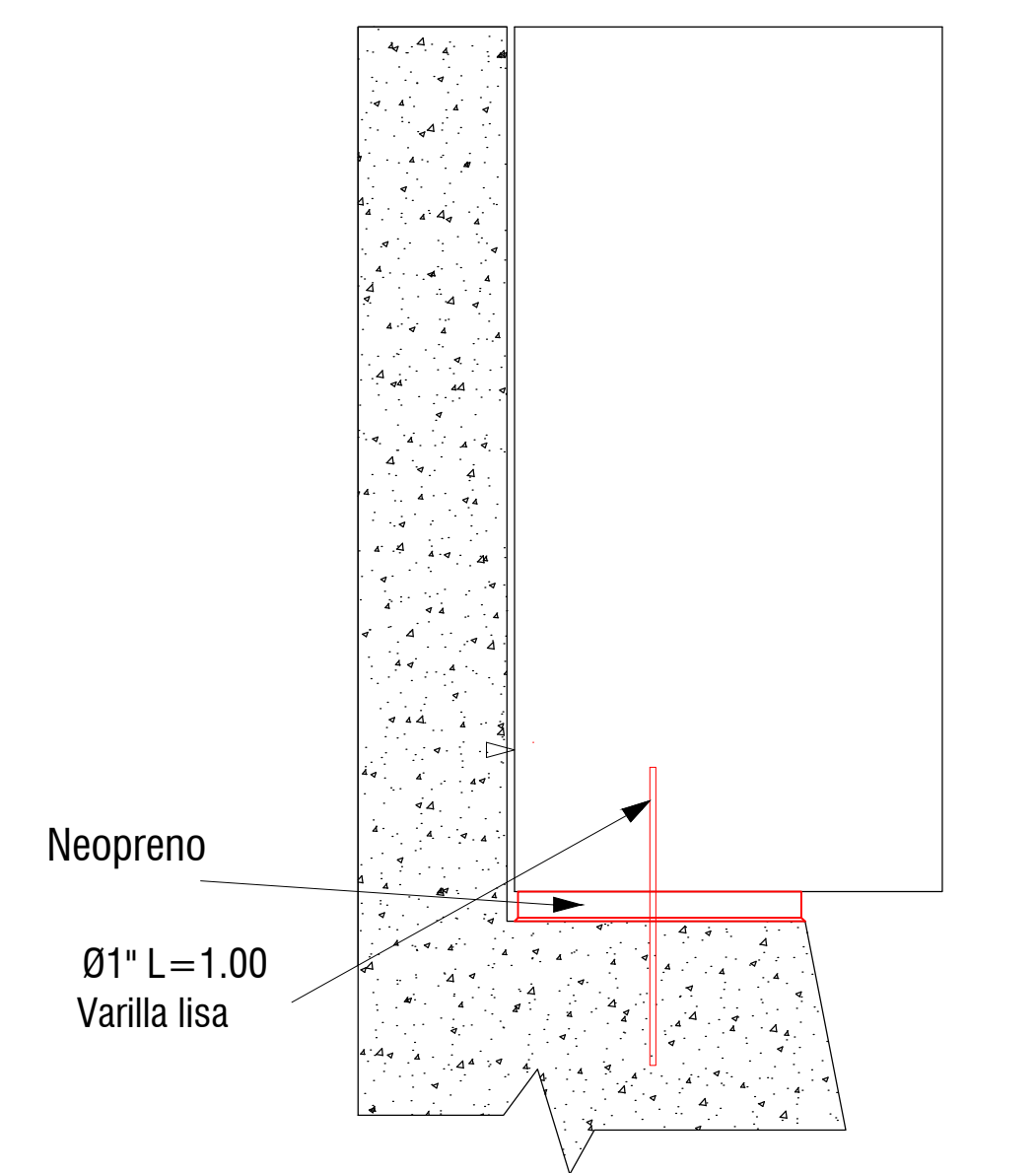
RIO SA UMayo

UNIVERSIDAD CONTINENTAL		
TEBIS		
-ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL Y ECONÓMICO DE UN PUENTE VIGA LOSA CON OTRO PUENTE VIGA POST TENSADA EN EL RÍO SAÑUMAYO-		
UBICACIÓN: COMUNIDAD CAMPESINA CHECANI PUCARA		
REGIÓN:	PROVINCIA:	DISTRITO:
CUSCO	ESPINAR	COPORAQUE
PUENTE: TIPO VIGA LOSA L=32M		
PRESENTADO POR LOS BACHILLERES:		
OVIDIO SENCIA CHOQUENAIRA DAMJER REY QUISPE CHANCAYURI		
PLANO:		
PLANTA - UBICACIÓN		
FECHA:	ESPECIALIDAD:	LÁMINA:
MAYO 2021	OBRAS DE ARTE	OA P-1
ESCALA:		
1/100		

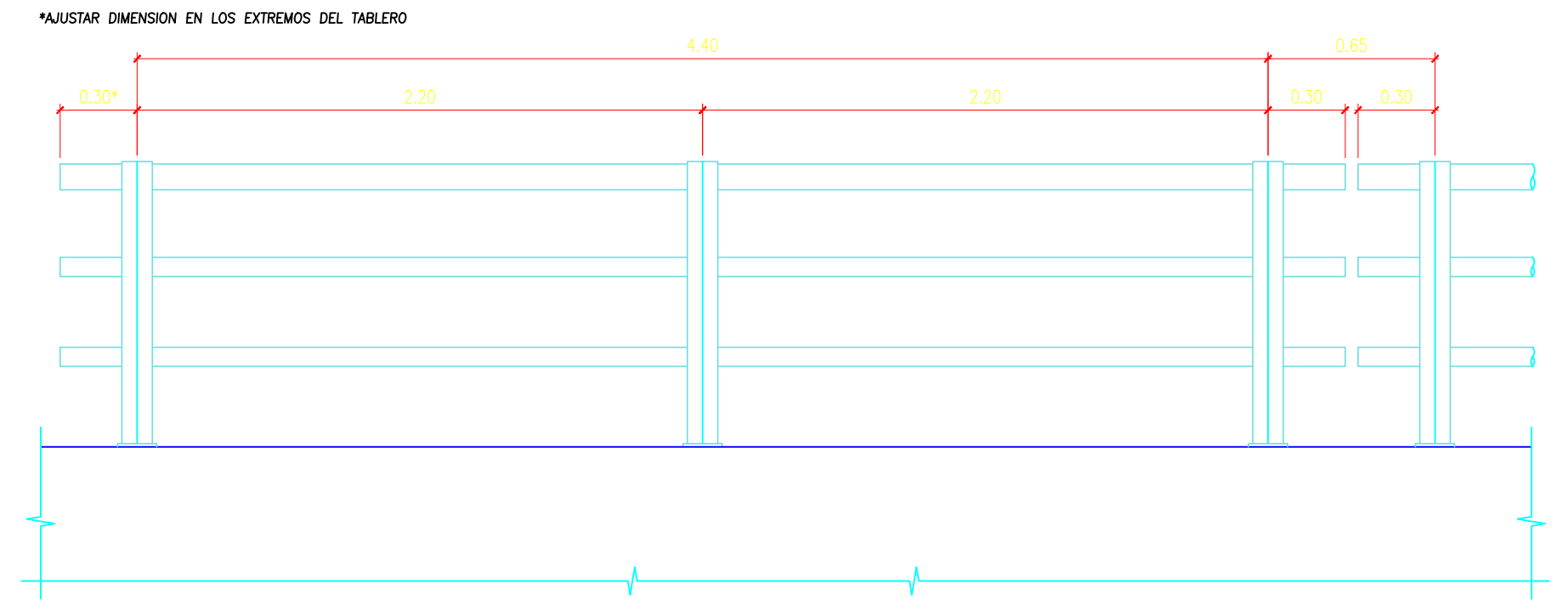


LEYENDA:
 Nivel de Terreno ———
 Nivel de Rasante ———
 Tr= 140 años 2462.62m.s.n.m. ———

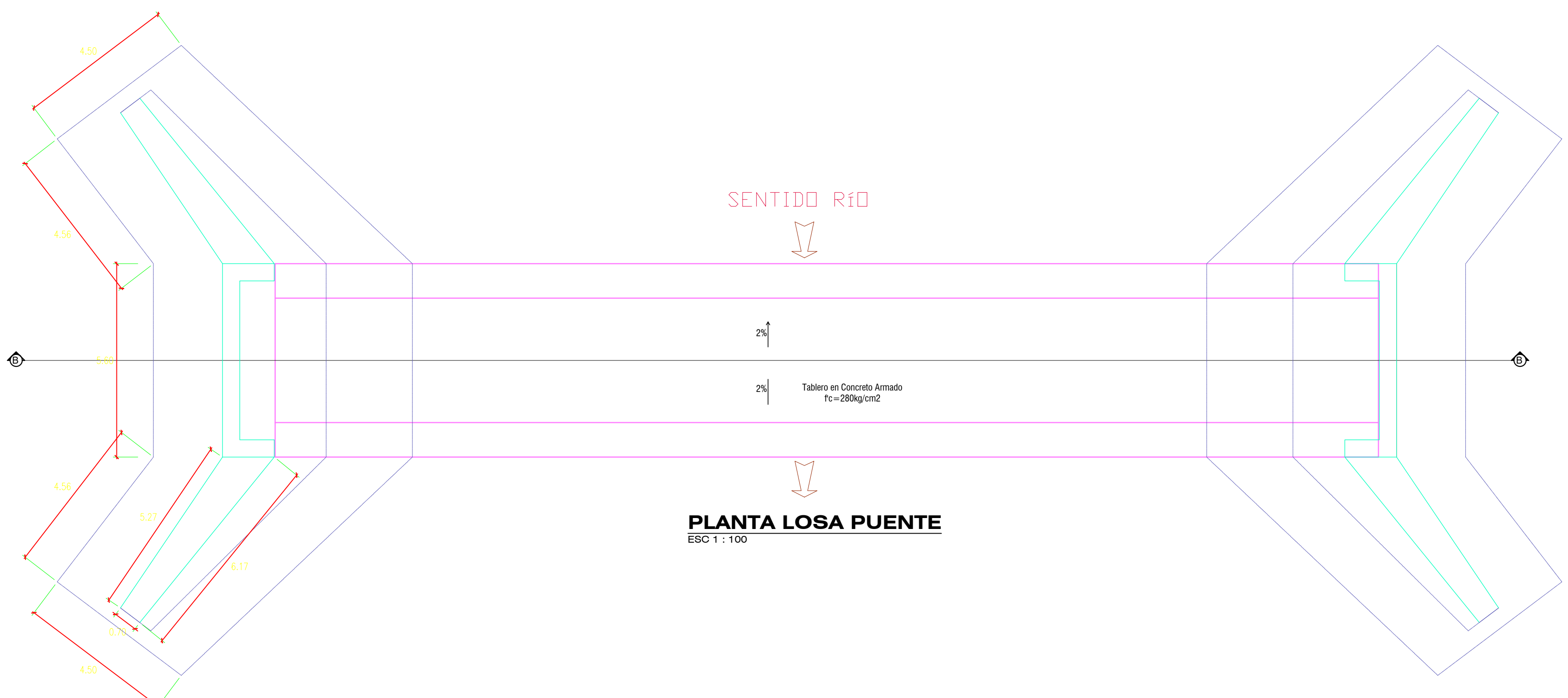
CORTE A-A
SECCION LONGITUDINAL
 ESC : 1 100



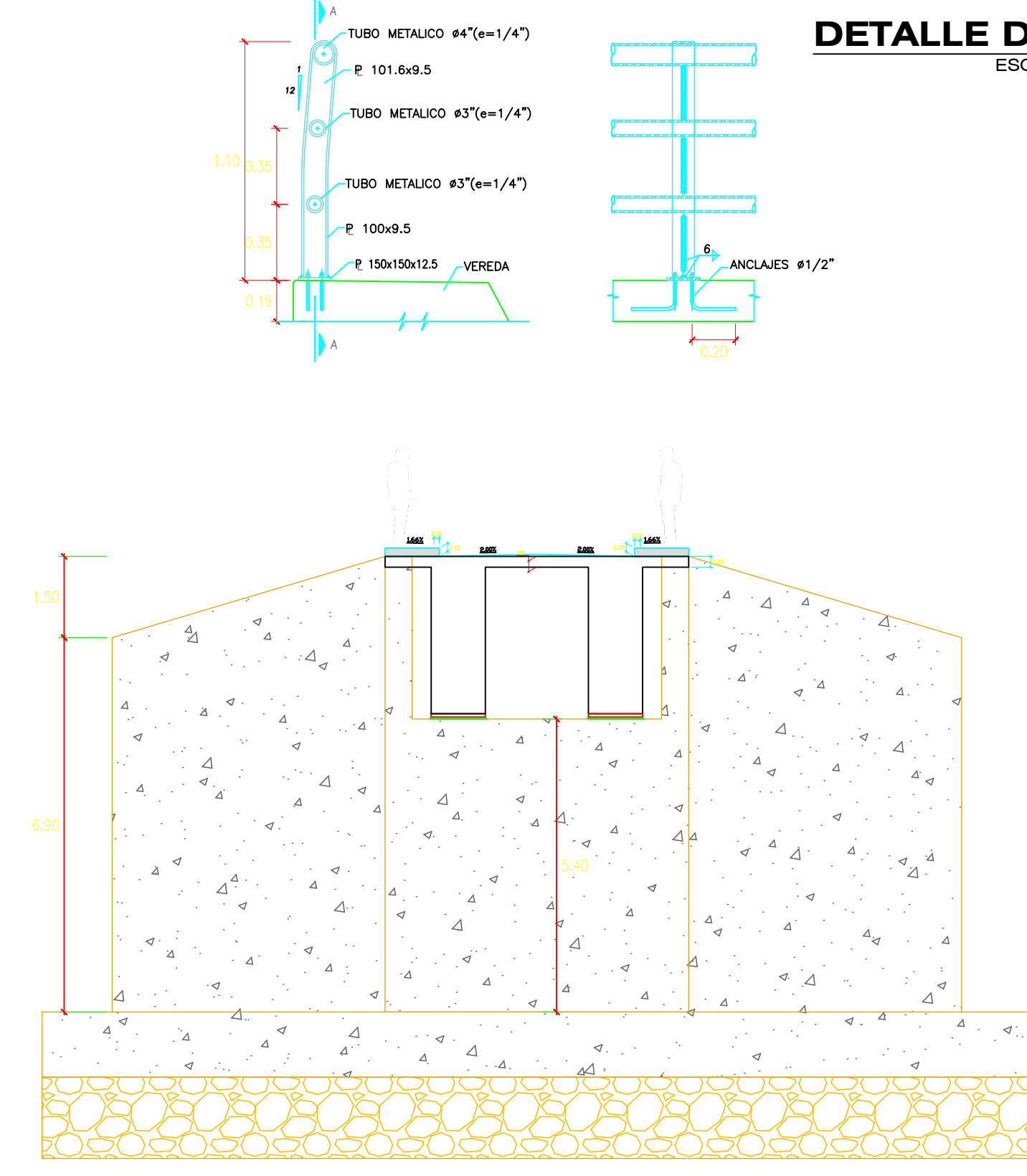
DETALLE DE APOYO
 ESC 1 : 25



DETALLE DE BARANDA
 ESC 1 : 25

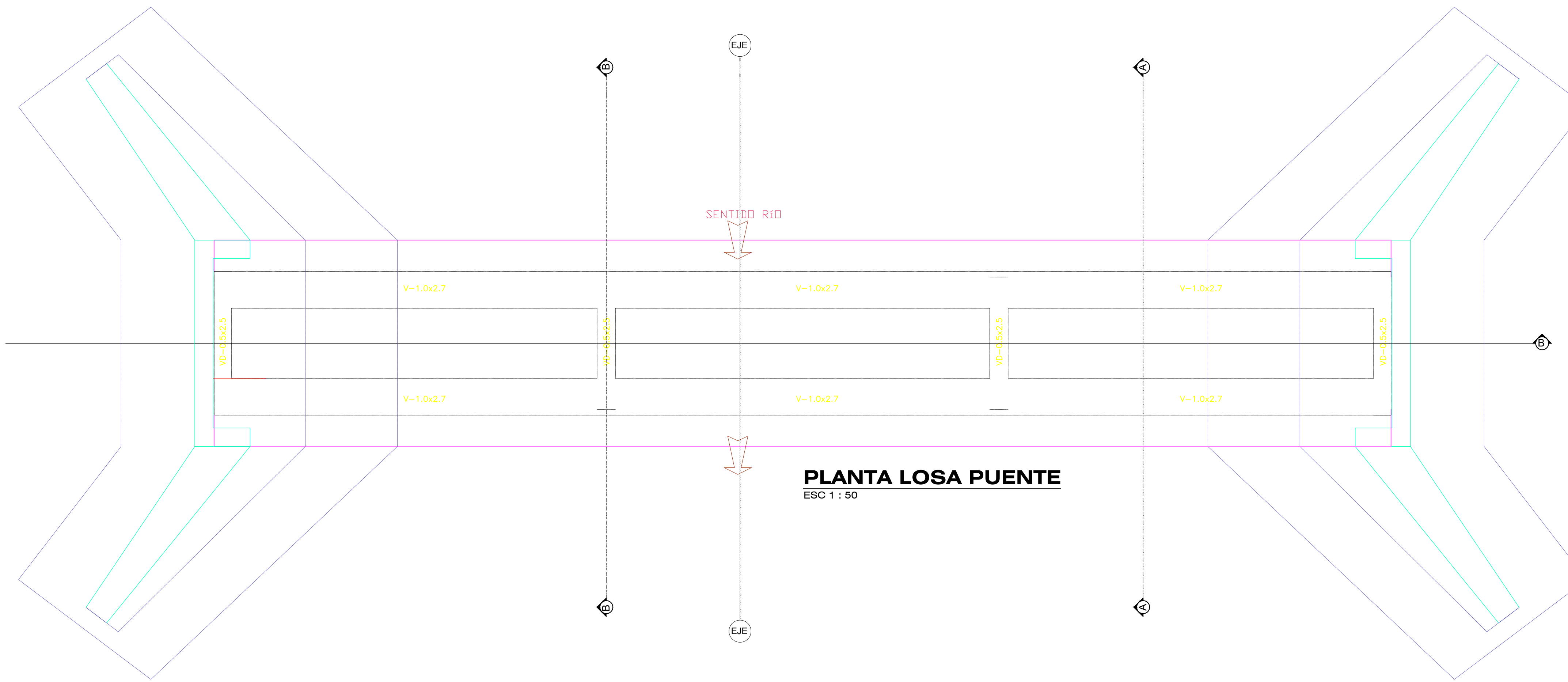


PLANTA LOSA PUEENTE
 ESC 1 : 100

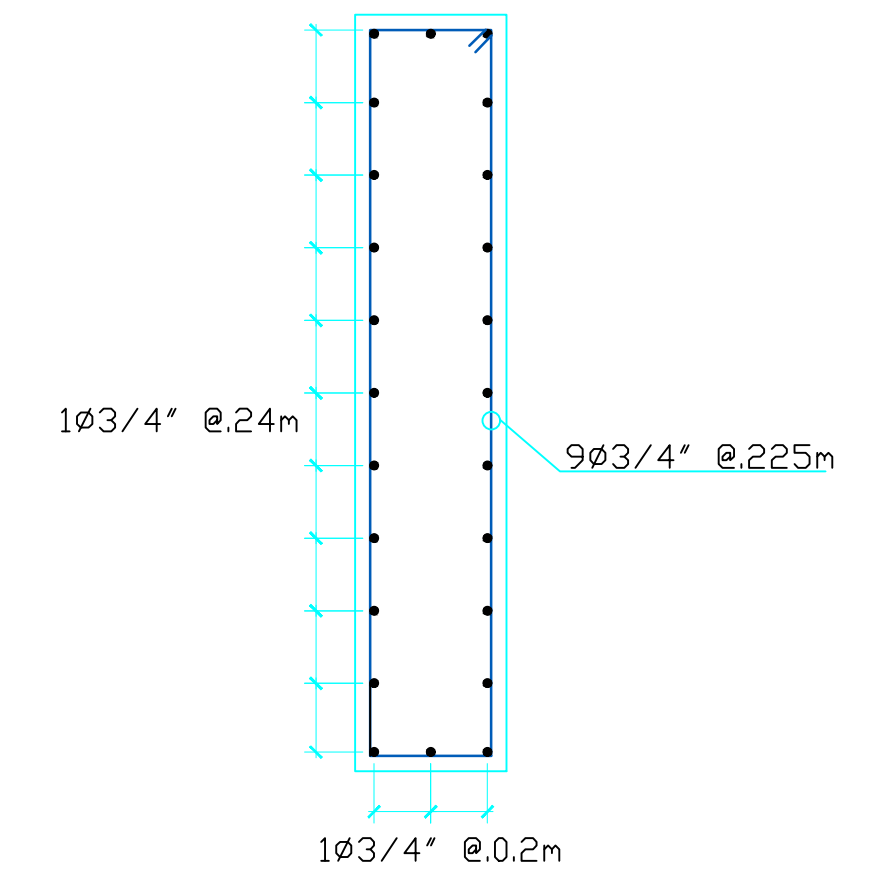


VISTA FRONTAL DEL ESTRIBO Y ZAPATA
 ESC 1 : 100

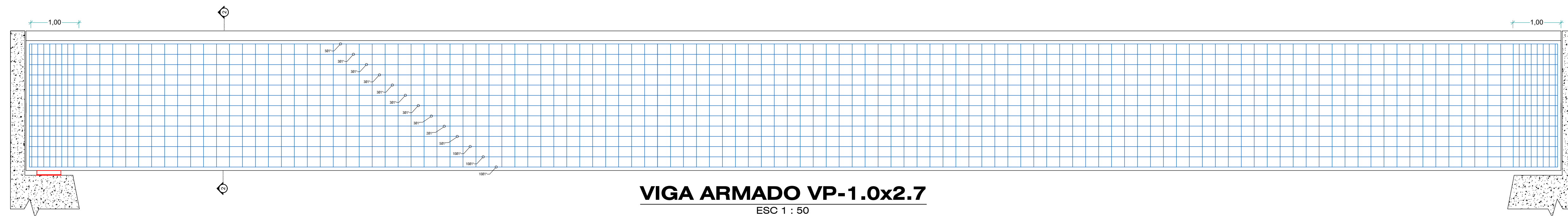
UNIVERSIDAD CONTINENTAL		
TESIS		
-ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL Y ECONÓMICO DE UN PUEENTE VIGA LOSA CON OTRO PUEENTE VIGA POST TENSADA EN EL RÍO SAÑUMAYO-		
UBICACIÓN: COMUNIDAD CAMPESINA CHECANI PUCARA		
REGIÓN: CUSCO	PROVINCIA: ESPINAR	DISTRITO: COPORAQUE
PUENTE: TIPO VIGA LOSA L=32M		
PRESENTADO POR LOS BACHILLERES:		
OVIDIO SENCIA CHOQUENAIRA		
DAMIEN REY QUISPE CHANCAYURI		
PLANO:		
PLANTA, ELEVACIÓN Y DETALLES		
FECHA: MAYO 2021	ESPECIALIDAD: OBRAS DE ARTE	LÁMINA
ESCALA: INDICADA	OA	P-2



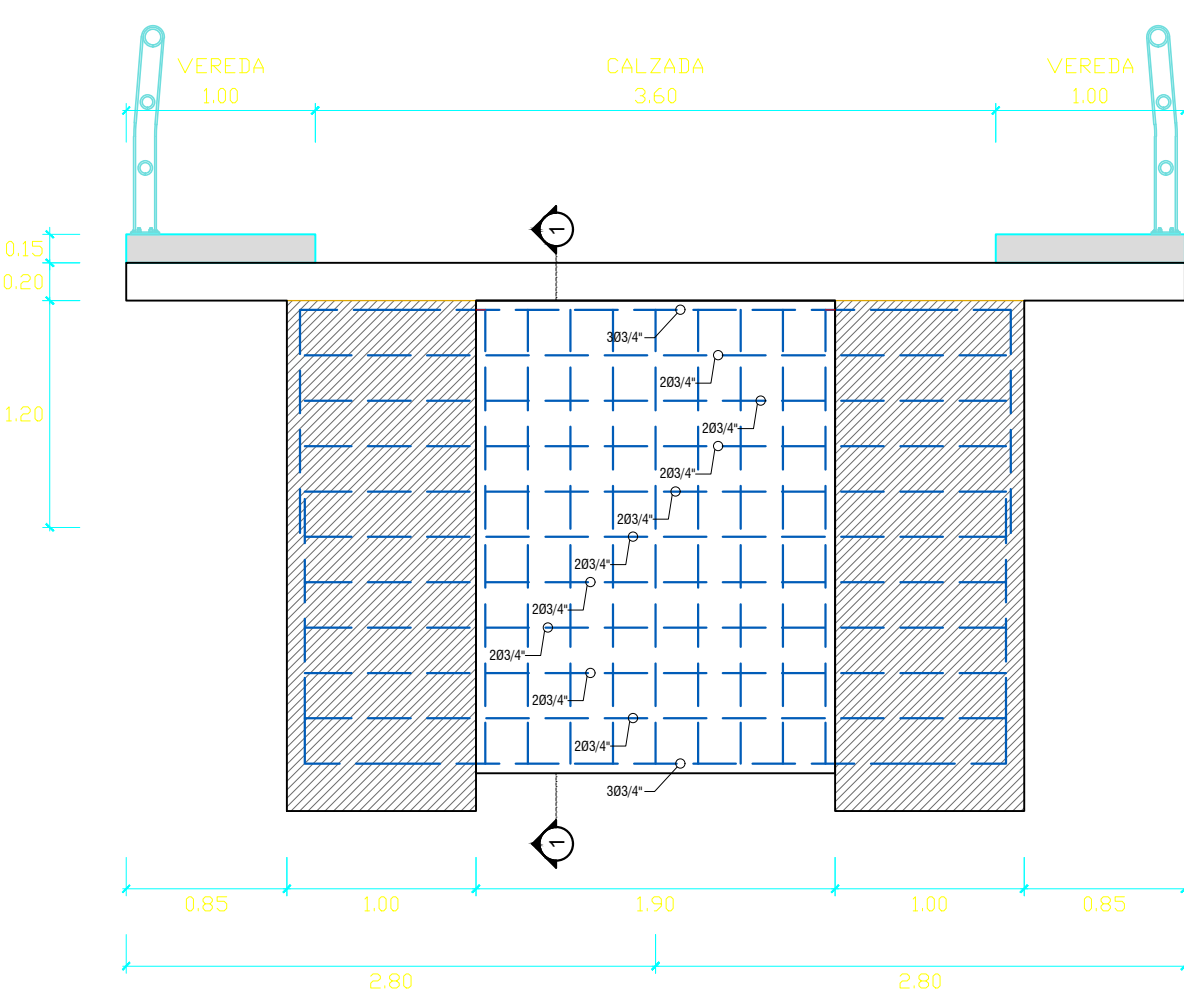
PLANTA LOSA PUENTE
ESC 1 : 50



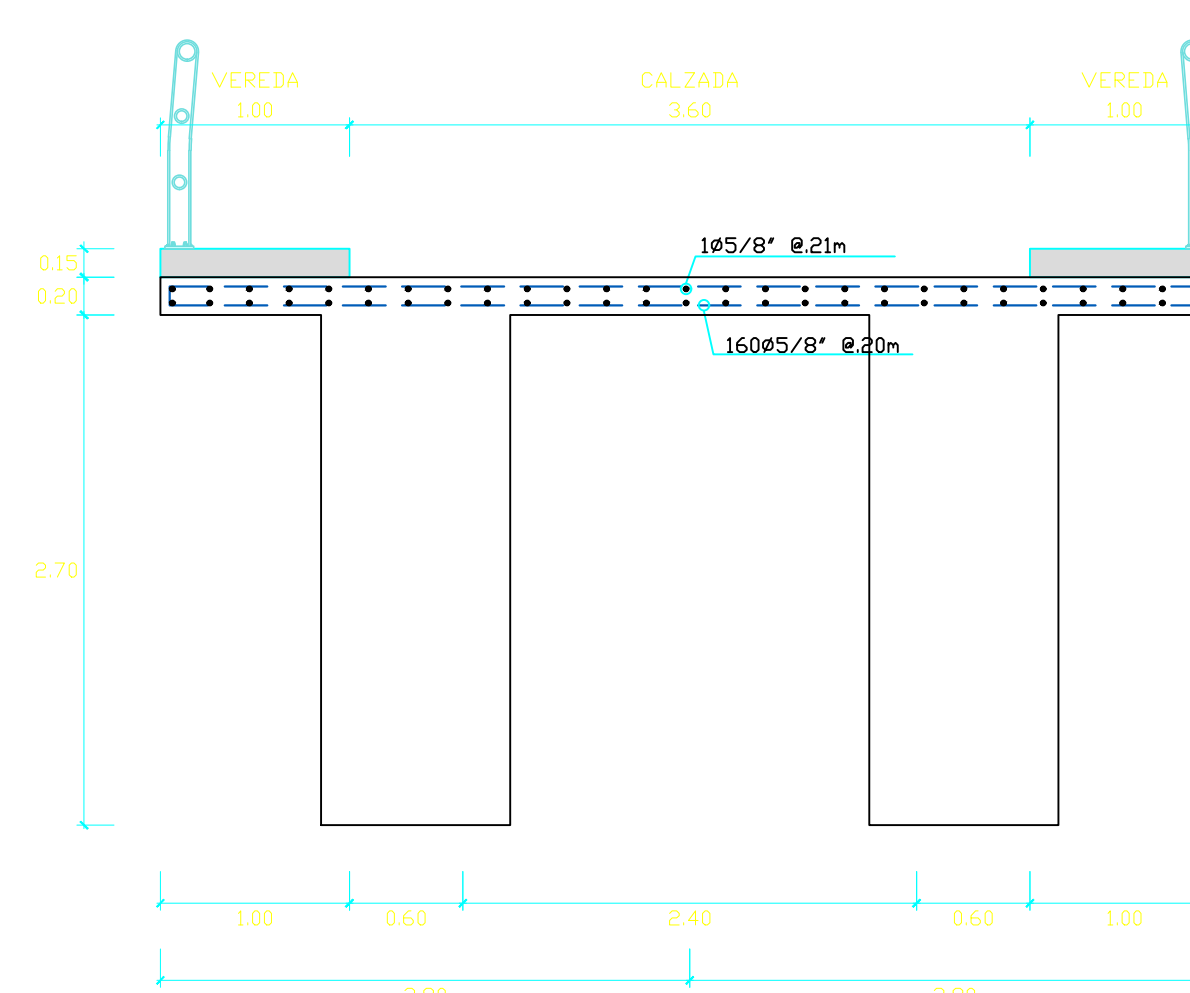
SECCION 1-1
ESC 1 : 25



SECCION 2-2
ESC 1 : 25



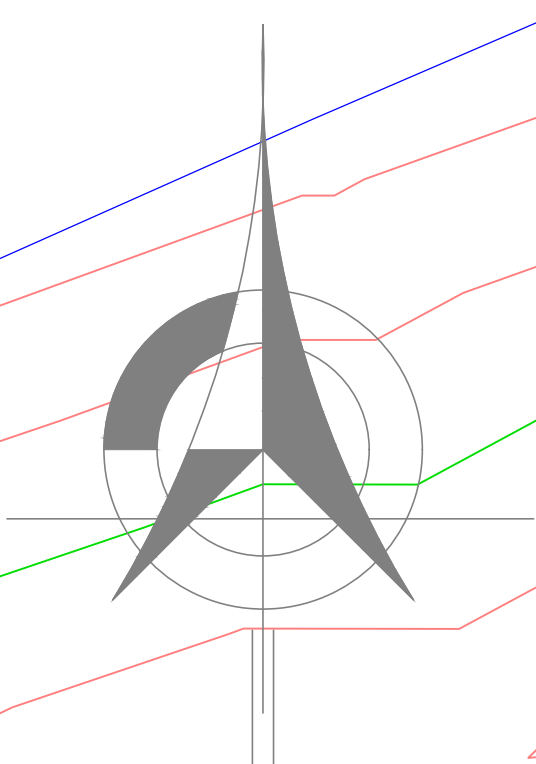
SECCION B-B
ESC 1 : 40



SECCION A-A
ESC 1 : 40

UNIVERSIDAD CONTINENTAL		
TESIS -ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL Y ECONÓMICO DE UN PUEBTE VIGA LOSA CON OTRO PUEBTE VIGA POST TENSADA EN EL RÍO SAÑUMAYO-		
UBICACIÓN: COMUNIDAD CAMPESINA CHECANI PUCARA		
REGIÓN: CUSCO	PROVINCIA: ESPINAR	DISTRITO: COPORAQUE
PUENTE: TIPO VIGA LOSA L=32M		
PRESENTADO POR LOS BACHILLERES: OVIDIO SENCIA CHOQUENAIRA DAMJER REY QUISPE CHANCAYURI		
PLANO: PLANTA, ELEVACIÓN Y DETALLES		
FECHA: MAYO 2021	ESPECIALIDAD: OBRAS DE ARTE	LÁMINA: OA P-3
ESCALA: INDICADA		

N.M.



RIO SA UMayo

UNIVERSIDAD CONTINENTAL

TESIS
**-ANÁLISIS COMPARATIVO DEL
DISEÑO ESTRUCTURAL Y
ECONÓMICO DE UN PUENTE VIGA
LOSA CON OTRO PUENTE VIGA POST
TENSADA EN EL RÍO SAÑUMAYO-**

UBICACIÓN: COMUNIDAD CAMPESINA
CHECANI PUCARA

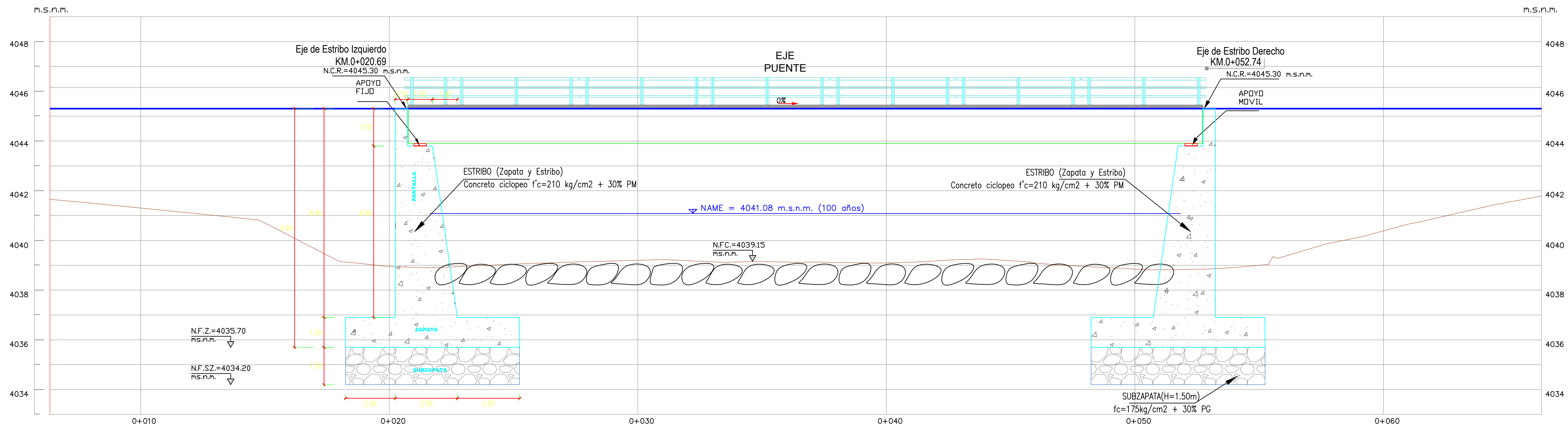
REGIÓN:	PROVINCIA:	DISTRITO:
CUSCO	ESPINAR	COPORAQUE

PUENTE: TIPO VIGA POST TENSADA L=32M

PRESENTADO POR LOS BACHILLERES:
OVIDIO SENCIA CHOQUENAIRA
DAMJER REY QUISPE CHANCAYURI

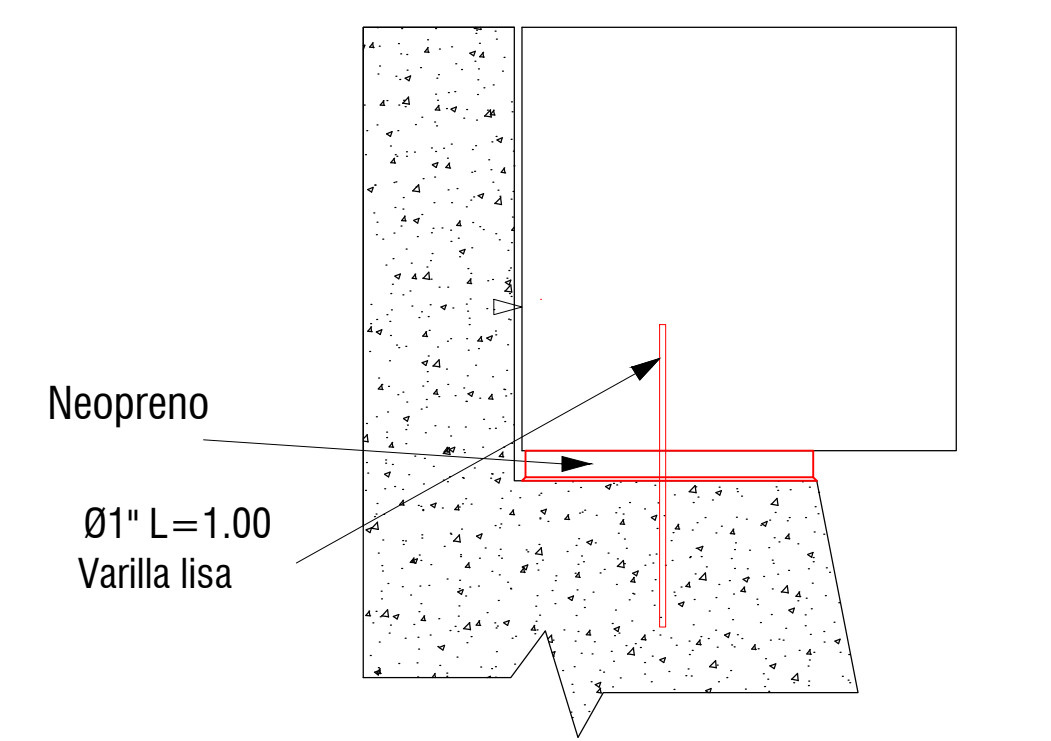
PLANO:
PLANTA - UBICACIÓN

FECHA: MAYO 2021	ESPECIALIDAD: OBRAS DE ARTE	LÁMINA: OA P-4
ESCALA: 1/100		

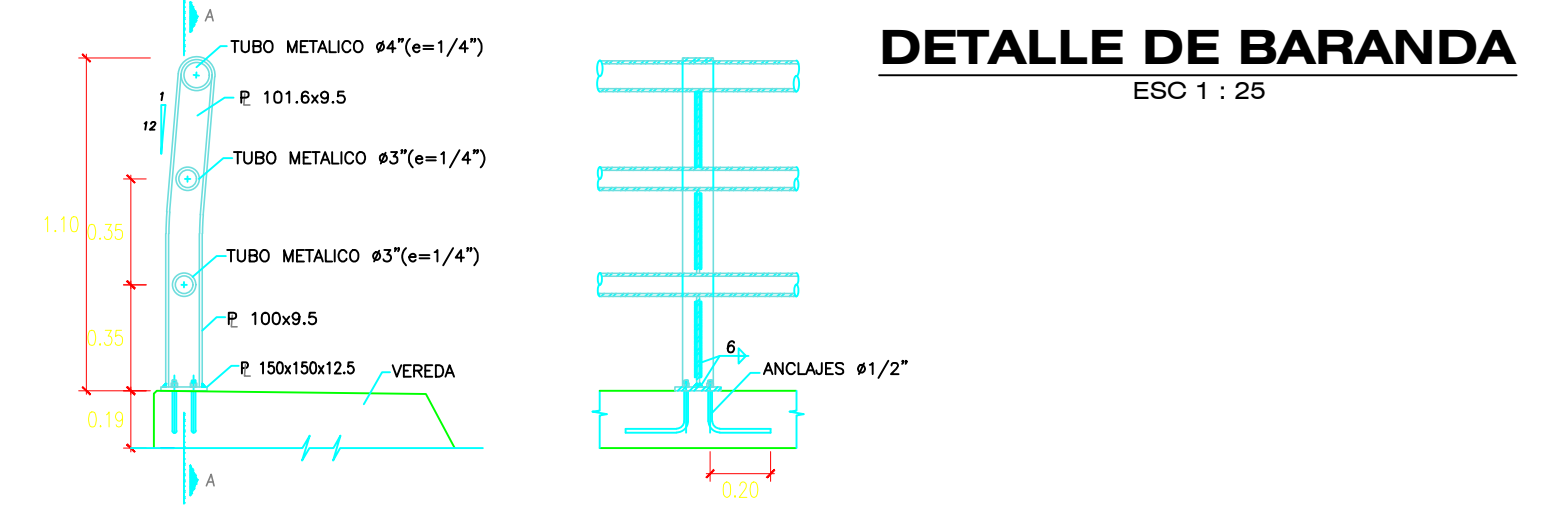
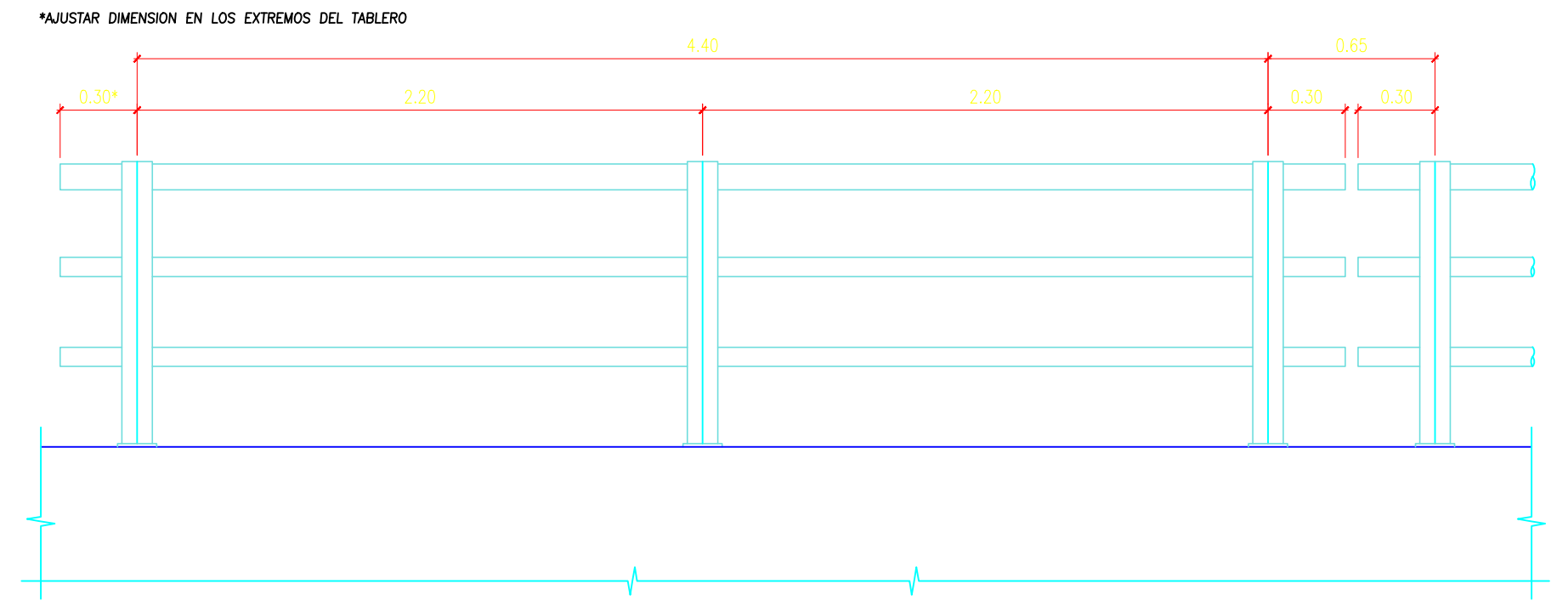


LEYENDA:
 Nivel de Terreno
 Nivel de Rasante
 Tr= 140 años 2462.62m.s.n.m.

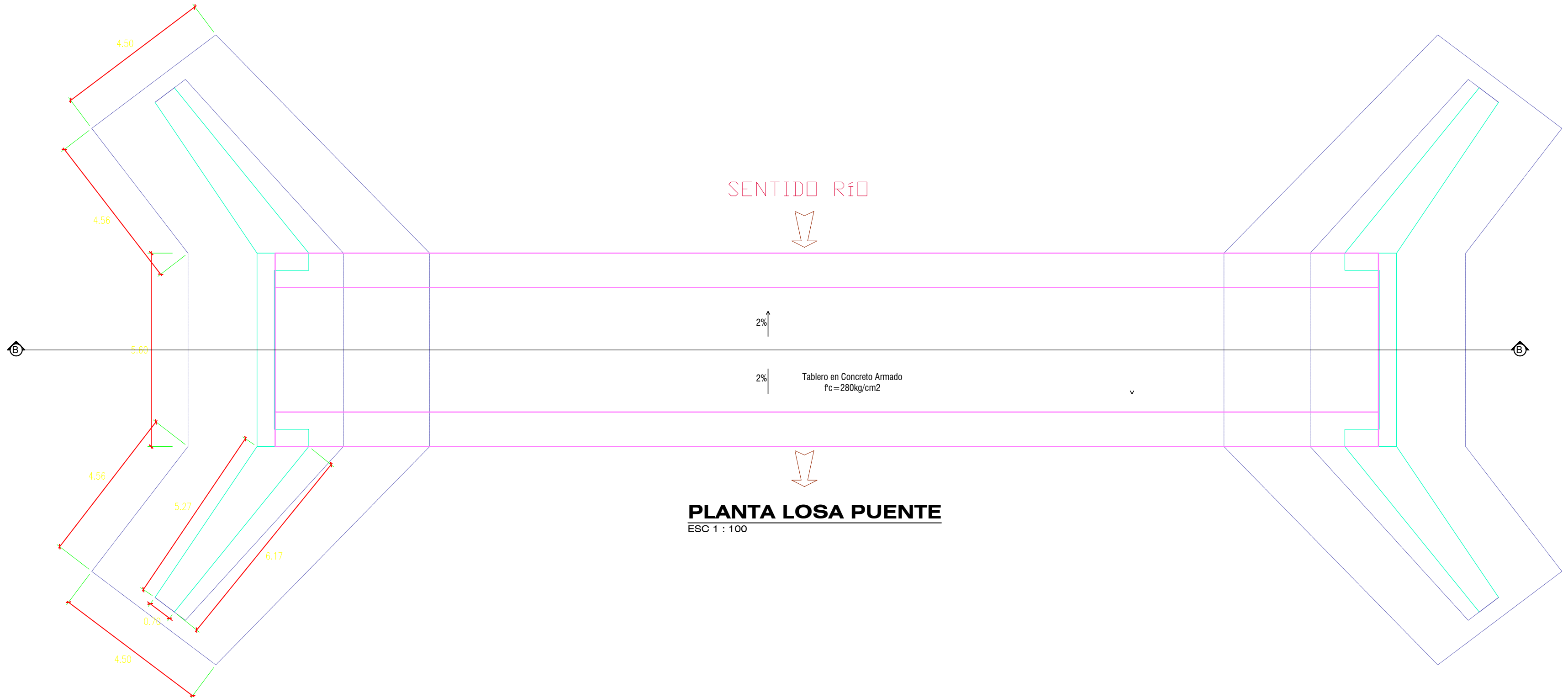
CORTE A-A
SECCION LONGITUDINAL
 ESC : 1 100



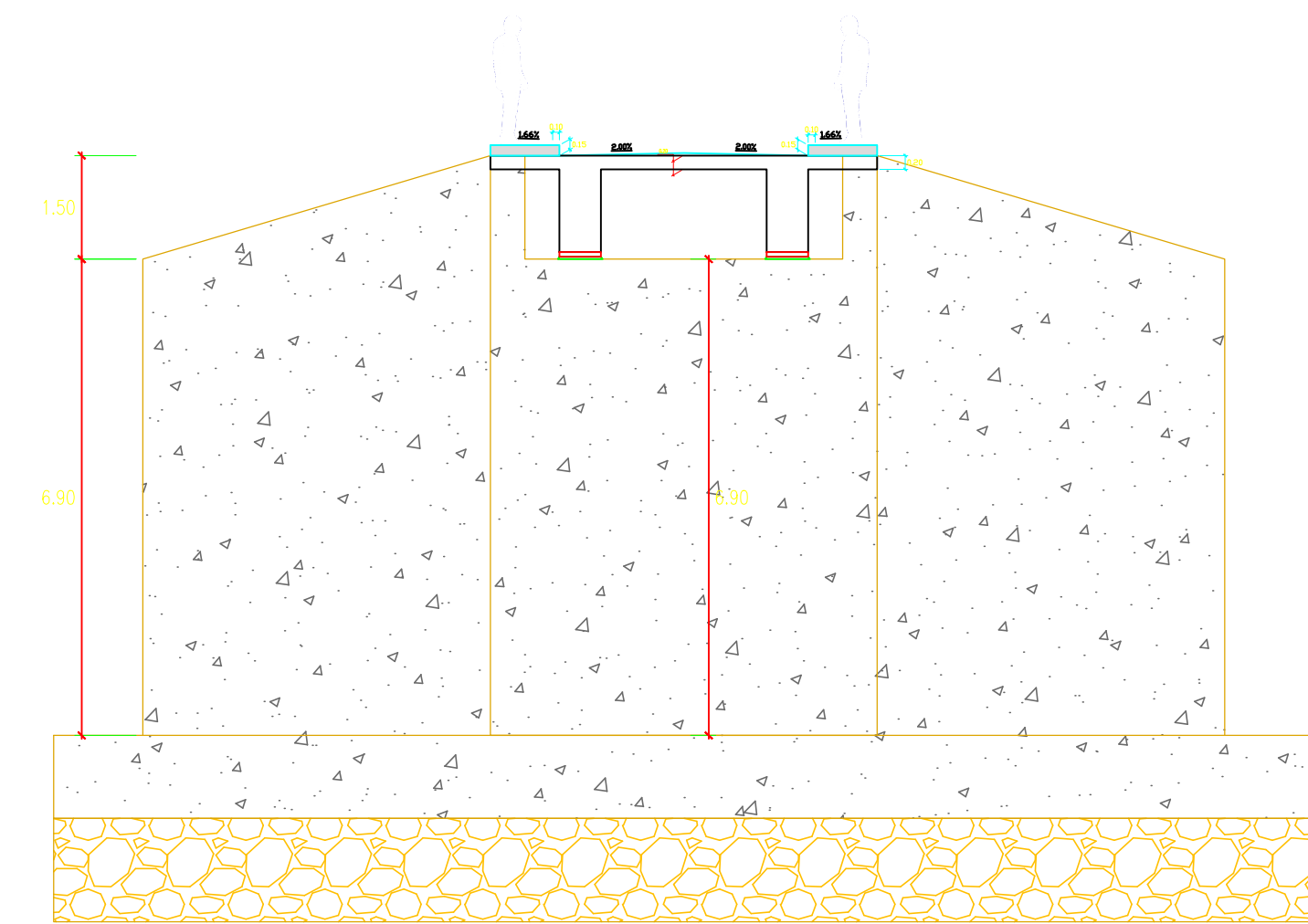
DETALLE DE APOYO
 ESC 1 : 25



DETALLE DE BARANDA
 ESC 1 : 25

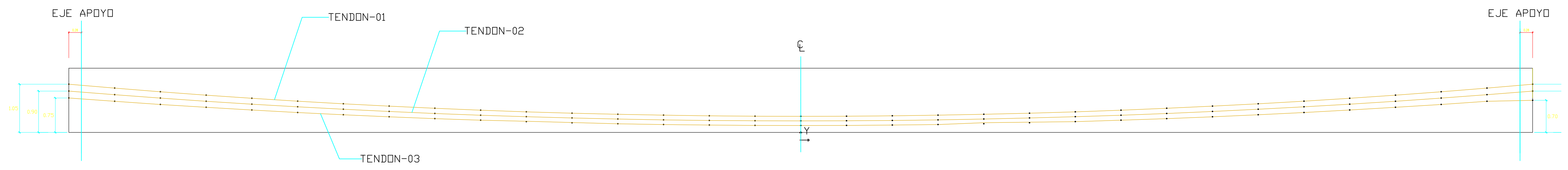
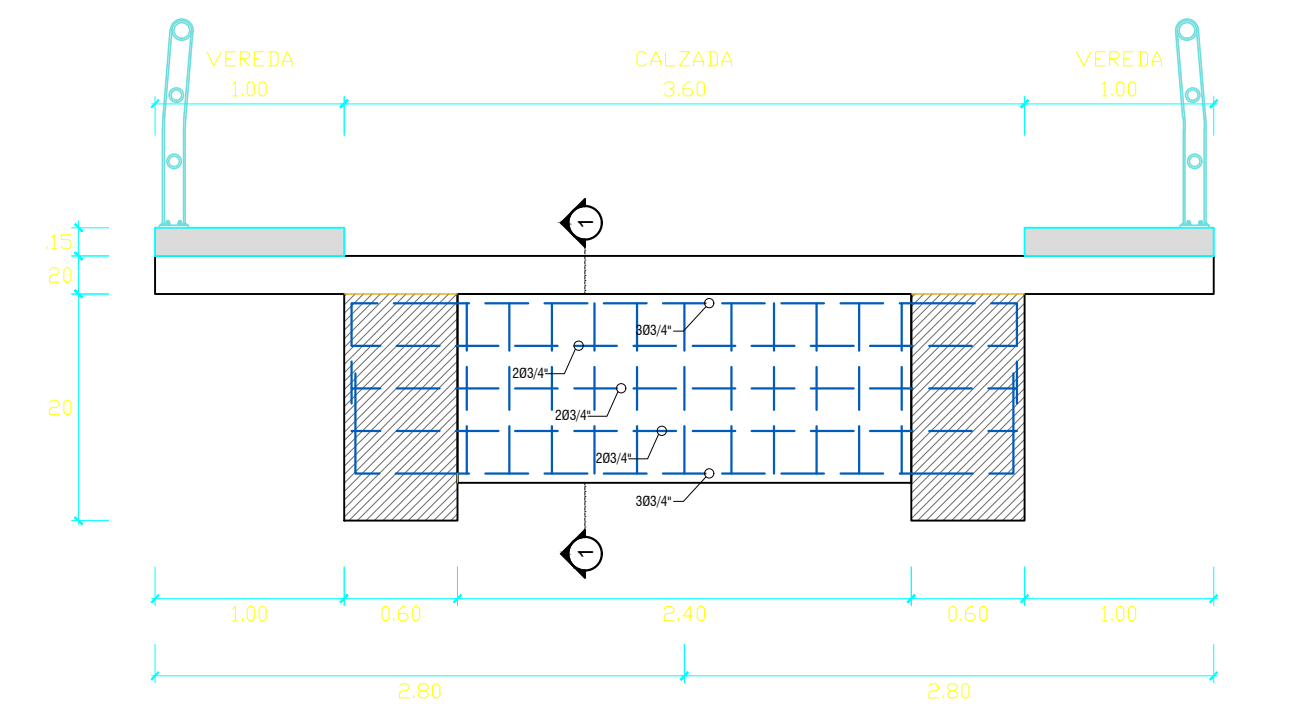
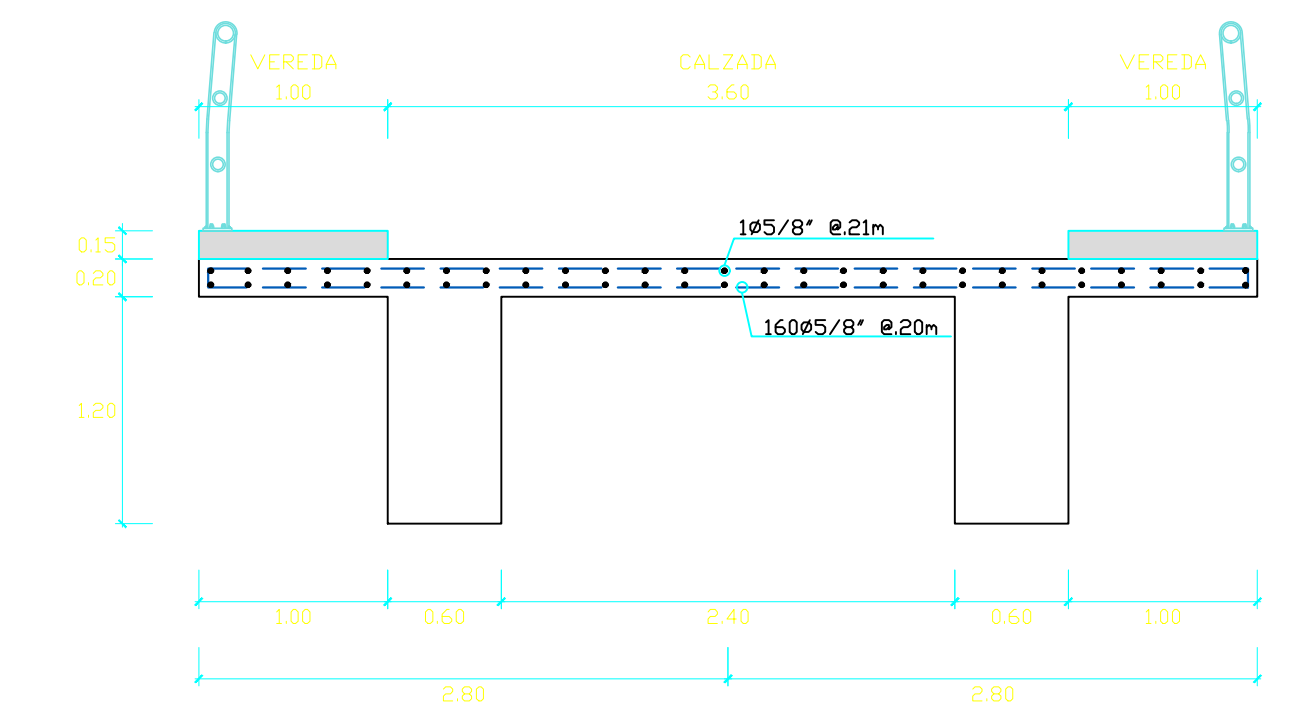
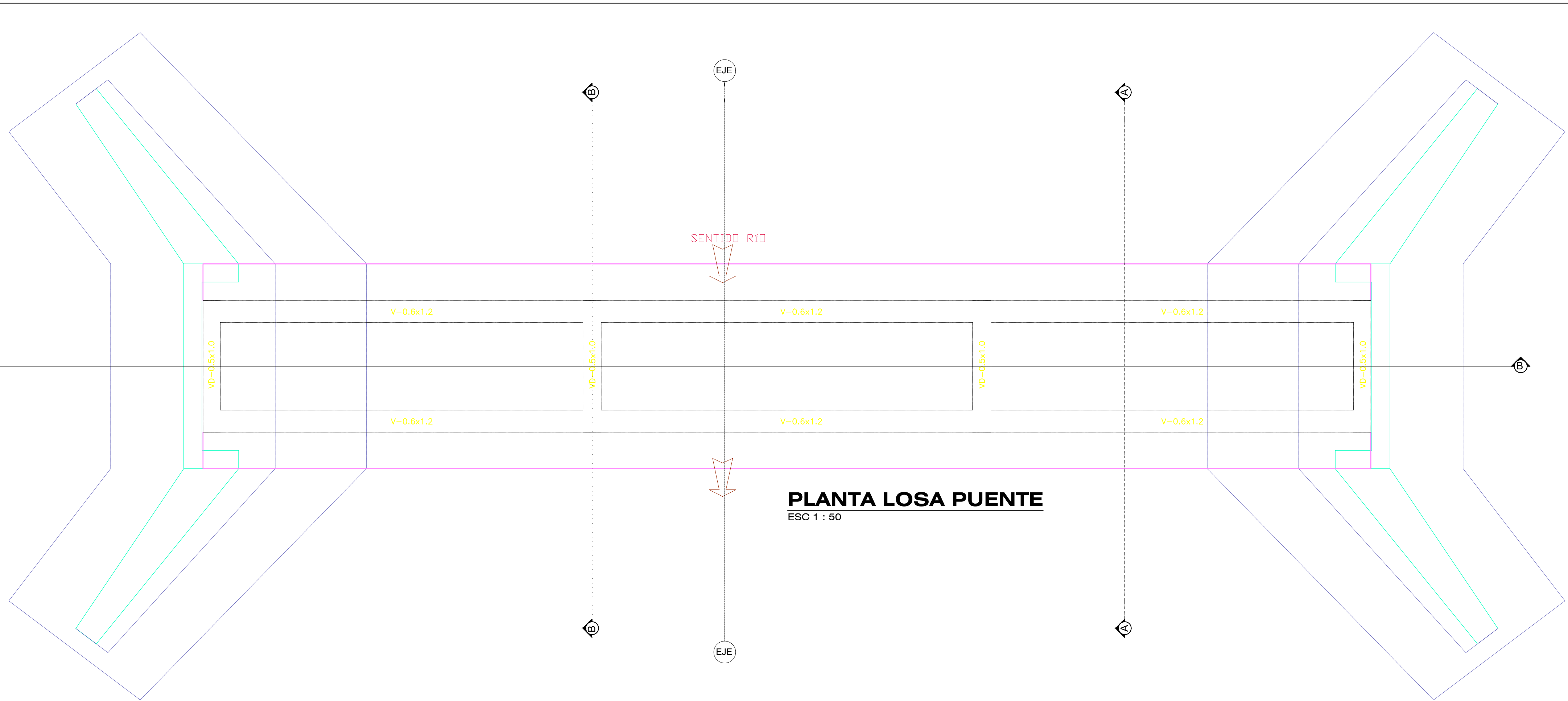


PLANTA LOSA PUEENTE
 ESC 1 : 100

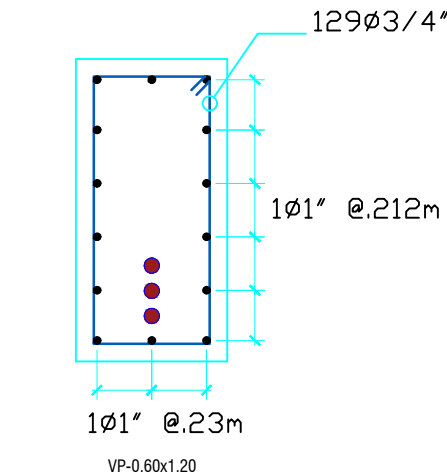
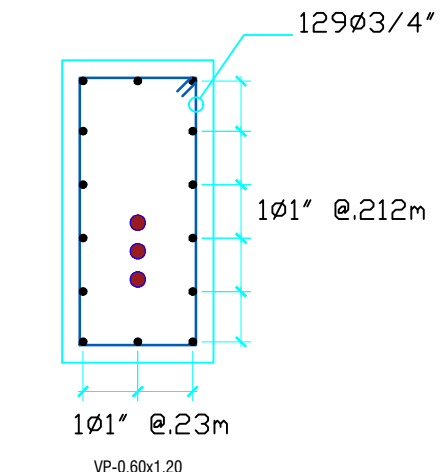
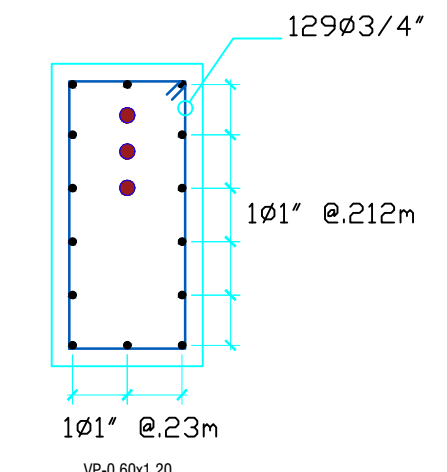
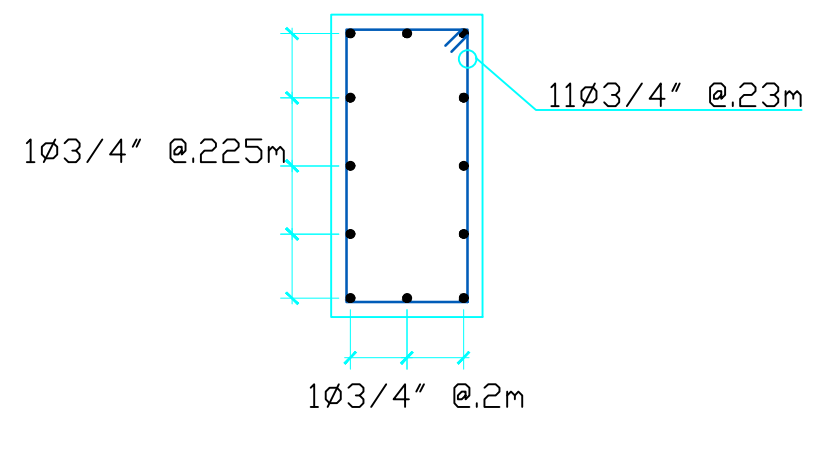
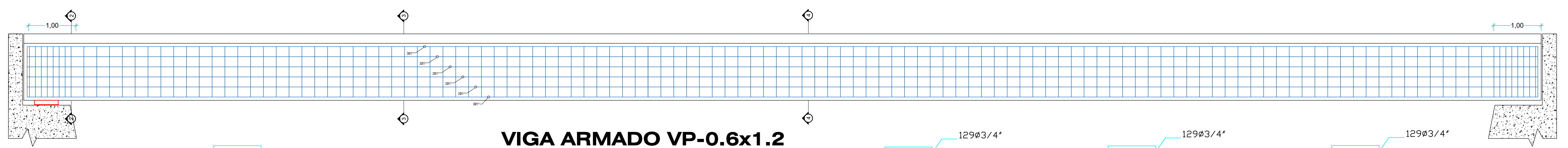


VISTA FRONTAL DEL ESTRIBO Y ZAPATA
 ESC 1 : 100

UNIVERSIDAD CONTINENTAL		
TESIS		
-ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL Y ECONÓMICO DE UN PUEBTE VIGA LOSA CON OTRO PUEBTE VIGA POST TENSADA EN EL RÍO SAÑUMAYO-		
UBICACIÓN: COMUNIDAD CAMPESINA CHECANI PUCARA		
REGIÓN: CUSCO	PROVINCIA: ESPINAR	DISTRITO: COPORAQUE
PUENTE: TIPO VIGA POST TENSADA L=32M		
PRESENTADO POR LOS BACHILLERES: OVIDIO SENCIA CHOQUENAIRA DAMJER REY QUISPE CHANCAYURI		
PLANO:		
PLANTA, ELEVACIÓN Y DETALLES		
FECHA: MAYO 2021	ESPECIALIDAD: OBRAS DE ARTE	LÁMINA
ESCALA: INDICADA	OA	P-5



DISTANCIA "x-y" (m)	TENDON-01	TENDON-02	TENDON-03
-16.0	350	500	650
-15.0	435	579	723
-14.0	514	652	791
-13.0	588	721	854
-12.0	656	784	913
-11.0	719	843	966
-10.0	777	896	1016
-9.00	829	944	1060
-8.00	875	988	1100
-7.00	916	1026	1135
-6.00	952	1059	1166
-5.00	982	1087	1191
-4.00	1006	1109	1213
-3.00	1025	1127	1229
-2.00	1039	1140	1240
-1.00	1047	1148	1248
0.00	1050	1150	1250
1.00	1047	1148	1248
2.00	1039	1140	1240
3.00	1025	1127	1229
4.00	1006	1109	1213
5.00	982	1087	1191
6.00	952	1059	1166
7.00	916	1026	1135
8.00	875	988	1100
9.00	829	944	1060
10.0	777	896	1016
11.0	719	843	966
12.0	656	784	913
13.0	588	721	854
14.0	514	652	791
15.0	435	579	723
16.0	350	500	650



UNIVERSIDAD CONTINENTAL

TESIS
-ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL Y ECONÓMICO DE UN PUENTE VIGA LOSA CON OTRO PUENTE VIGA POST TENSADA EN EL RÍO SAÑUMAYO-

UBICACIÓN: COMUNIDAD CAMPESINA CHECANI PUCARA

REGIÓN: CUSCO	PROVINCIA: ESPINAR	DISTRITO: COPORAQUE
---------------	--------------------	---------------------

PUENTE: TIPO VIGA POST TENSADA L=32M

PRESENTADO POR LOS BACHILLERES:
 OVIDIO SENCIA CHOQUENAIRA
 DAMAJER REY QUISPE CHANCAYURI

PLANO:
PLANTA, ELEVACIÓN Y DETALLES

FECHA: MAYO 2021	ESPECIALIDAD: OBRAS DE ARTE	LÁMINA: OA P-6
------------------	-----------------------------	----------------