



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Título de Tesis

“Análisis Comparativo del Diseño Estructural Sismorresistente
Empleando el Método no Lineal del Puente Pampas y Salvador,
Ayacucho - Apurímac, Huánuco 2021 “

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Carbajal Ccorahua, Giampierre Jamfrin (Orcid:0000-0003-0970-8745)

Injoque Gonzales, Enmanuel Calet Alexander (Orcid:0000-0002-6452-401X)

ASESOR:

Msc.Paccha Rufasto, Cesar Augusto

(Orcid:0000-0003-2085-3046)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Se lo dedicamos a nuestros padres que con mucho sacrificio trabajan para que nosotros podamos estudiar y seguir adelante en la vida.

Agradecimiento

Primeramente, a Dios que hizo posible que lleguemos a este punto de la mejor manera. Asimismo, agradecemos al Ingeniero Paccha que nos ha estado guiando en este ciclo, y así mismo a todos los ingenieros que hemos conocido en el camino y nos han compartido su conocimiento y valores.

Desde otra perspectiva, a nuestros padres que nos han dado el privilegio de estudiar una carrera universitaria y a la vez nos dieron su apoyo durante todo este proceso.

Índice de contenido

| | |
|--|------|
| Carátula | |
| Índice de contenido | iii |
| Índice de Tablas | iv |
| Índice de Figuras | v |
| Índice de anexos | viii |
| Resumen | 12 |
| Abstract | 13 |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 14 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 19 |
| III. MÉTODOLOGÍA..... | 33 |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación | 34 |
| 3.2 Variables y Operacionalización | 34 |
| 3.3 Población y Muestra..... | 35 |
| 3.4 Técnicas de Recolección de Información..... | 36 |
| 3.5 Procedimientos | 37 |
| 3.6 Analisis Cuantitativo de los datos..... | 38 |
| 3.7 Aspectos Éticos..... | 39 |
| IV. RESULTADOS..... | 40 |
| 4.1. Ubicación | 41 |
| 4.2. Desarrollo del Trabajo | 43 |
| 4.3. Procedimiento de Cálculos del Sotware Midas Civil | 43 |
| V.DISCUSION | 92 |
| VI.CONCLUSIONES | 96 |
| VII.RECOMENDACIONES | 98 |
| REFERENCIAS | 100 |
| ANEXOS | 110 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Desplazamiento Longitudinal en eje X, elaboración propia | 54 |
| Tabla 2: Desplazamiento Transversal en eje Y, elaboración propia..... | 56 |
| Tabla 3: Desplazamiento Longitudinal en eje X, elaboración propia | 70 |
| Tabla 4: Desplazamiento Transversal en eje Y, elaboración propia..... | 72 |
| Tabla 5: Desplazamiento Longitudinal en eje X, elaboración propia | 78 |
| Tabla 6: Desplazamiento Transversal en eje Y, elaboración propia..... | 80 |
| Tabla 7: Desplazamiento Longitudinal en eje X, elaboración propia | 88 |
| Tabla 8: Desplazamiento Transversal en eje Y, elaboración propia..... | 91 |
| Tabla 9: Comparación de la Capacidad de Deformación en ambos puentes, elaboración propia..... | 91 |
| Tabla 10: Comparación de costos con método convencional y no lineal en ambos puentes, elaboración propia | 91 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1: Mapa del Departamento de Ayacucho y Apurímac | 40 |
| Figura 2: Plano de Ubicación del Puente Pampas | 40 |
| Figura 3: Mapa del Departamento de Huánuco..... | 41 |
| Figura 4: Mapa de la Provincia San José | 41 |
| Figura 5: Plano del Puente Salvador | 41 |
| Figura 6: Sección de Puente, elaboración propia | 45 |
| Figura 7: Dovela, elaboración propia..... | 45 |
| Figura 8 :Torones,elaboracion propia..... | 45 |
| Figura 9: Modelo del Puente, elaboración propia | 46 |
| Figura 10: Cargas Muertas, elaboración propia | 46 |
| Figura 11: Acercamiento de Cargas Muertas, elaboración propia..... | 47 |
| Figura 12: Carga Viva Vehicular, elaboración propia | 47 |
| Figura 13: Configuración dela Carga vehicular, elaboración propia | 48 |
| Figura 14: Línea de Fluencia, elaboración propia | 48 |
| Figura 15: Clasificación del Tipo de Suelo, AASHTO LRFD | 49 |
| Figura 16: Coeficiente de Amplificación 1, AASHTO LRFD | 49 |
| Figura 17: Coeficiente de Amplificación 2, AASHTO LRFD | 49 |
| Figura 18: Espectro de Diseño, elaboración propia..... | 50 |
| Figura 19: Modos de Vibración, elaboración propia | 50 |
| Figura 20: Combinaciones de cargas, AASHTO LRFD Bridge..... | 51 |
| Figura 21: Cargas Sísmicas, AASHTO LRFD Bridge..... | 51 |
| Figura 22: Combinación de Cargas, elaboración propia..... | 52 |
| Figura 23: Diagrama de Fuerzas, elaboración propia | 52 |
| Figura 24: Demanda Lineal en eje X, elaboración propia..... | 53 |
| Figura 25: Diagrama Lineal en eje X, elaboración propia..... | 53 |
| Figura 26: Desplazamiento Longitudinal en eje X, elaboración propia | 54 |
| Figura 27: Demanda Lineal en eje Y , elaboración propia..... | 55 |
| Figura 28: Diagrama de Fuerzas, elaboración propia | 55 |
| Figura 29: Desplazamiento Transversa en eje Y, elaboración propia | 56 |
| Figura 30: Sección del Puente, elaboración propia | 59 |

| | |
|--|----|
| Figura 31: Dovela, elaboración propia..... | 59 |
| Figura 32: Torones, elaboración propia..... | 59 |
| Figura 33: Modelo del Puente, elaboración propia | 60 |
| Figura 34: Cargas Muertas, elaboración propia | 60 |
| Figura 35: Acercamiento de las Cargas Muertas, elaboración propia | 61 |
| Figura 36: Carga Viva, elaboración propia | 61 |
| Figura 37: Configuración Vehicular de Cargas Viva, elaboración propia..... | 62 |
| Figura 38: Líneas de Fluencia, elaboración propia..... | 62 |
| Figura 39: Clasificación de Tipo de Suelo, AASHTO LRFD | 63 |
| Figura 40: Coeficiente de Amplificación 1, AASHTO LRFD | 63 |
| Figura 41: Coeficiente de Amplificación 2, AASHTO LRFD | 63 |
| Figura 42: Diseño Espectro, elaboración propia..... | 64 |
| Figura 43: Curva de Diseño de Espectro, elaboración propia | 64 |
| Figura 44: Modo de Vibración, elaboración propia | 65 |
| Figura 45: Combinaciones de cargas, AASHTO LRFD Bridge..... | 65 |
| Figura 46: Cargas Sísmicas, AASHTO LRFD Bridge | 66 |
| Figura 47: Cargas Combinadas, elaboración propia | 67 |
| Figura 48: Diagrama de Fuerzas, elaboración propia | 67 |
| Figura 49: Demanda Lineal en eje X, elaboración propia..... | 68 |
| Figura 50: Diagrama de Fuerzas en eje X, elaboración propia | 68 |
| Figura 51: Desplazamiento Longitudinal en eje X, elaboración propia | 69 |
| Figura 52: Demanda Lineal en eje Y, elaboración propia..... | 70 |
| Figura 53: Diagrama de Fuerzas, elaboración propia | 71 |
| Figura 54: Desplazamiento Transversal, elaboración propia..... | 71 |
| Figura 55: Control Global Pushover, elaboración propia | 73 |
| Figura 56: Carga Pushover, elaboración propia | 73 |
| Figura 57: Modificación de Carga Pushover, elaboración propia | 74 |
| Figura 58: Propiedades Pushover, elaboración propia..... | 74 |
| Figura 59: Modificación de Propiedades Pushover, elaboración propia | 75 |
| Figura 60: Asignación de Propiedades Pushover , elaboración propia | 75 |

| | |
|---|----|
| Figura 61: Demanda No Lineal en eje X, elaboración propia | 76 |
| Figura 62: Diagrama de Fuerzas en eje X, elaboración propia | 76 |
| Figura 63: Desplazamiento Longitudinal en eje X, elaboración propia | 77 |
| Figura 64: Demanda No lineal en eje Y, elaboración propia | 79 |
| Figura 65: Diagrama de Fuerzas en eje Y, elaboración propia | 79 |
| Figura 66: Desplazamiento Transversal en eje Y, elaboración propia | 80 |
| Figura 67: Demanda No lineal en eje X, elaboración propia | 81 |
| Figura 68: Diagrama de Fuerzas en eje X, elaboración propia | 81 |
| Figura 69: Desplazamiento Longitudinal en eje X, elaboración propia | 82 |
| Figura 70: Demanda No lineal en eje Y, elaboración propia | 84 |
| Figura 71: Diagrama de Fuerzas en eje Y, elaboración propia | 85 |
| Figura 72: Desplazamiento Transversal en eje Y, elaboración propia | 85 |

Índice de anexos

| | |
|--|-----|
| Anexo 1: Concreto para sección pilares | 111 |
| Anexo 2: Concreto para sección cajón | 111 |
| Anexo 3: Acero para torones..... | 112 |
| Anexo 4: Modelo de puente: FCM BRIDGE WIZARD | 112 |
| Anexo 5: Sección de Pilares de Doble Diafragma | 113 |
| Anexo 6: Sección de puente tipo cajón | 113 |
| Anexo 7: Sección de puente tipo cajón | 114 |
| Anexo 8: Carga de instalación..... | 114 |
| Anexo 9: Ubicación de Torones | 115 |
| Anexo 10: Ubicación de Diafragma | 115 |
| Anexo 11: Tipo del Puente | 116 |
| Anexo 12: Tipo del Puente | 116 |
| Anexo 13: Sección del Puente | 117 |
| Anexo 14: Sección del Puente | 117 |
| Anexo 15: Torones | 118 |
| Anexo 16: Torones | 118 |
| Anexo 17: Tipo de Tendón | 119 |
| Anexo 18: Tipo de Torón..... | 119 |
| Anexo 19: Modelo del Puente | 120 |
| Anexo 20: Etapa 1 | 120 |
| Anexo 21: Etapa 5..... | 121 |
| Anexo 22: Etapas Constructivas | 122 |
| Anexo 23: Etapa Construcción | 122 |
| Anexo 24: Etapa Construcción | 123 |
| Anexo 25: Carga Muerta Súper Impuesta | 124 |
| Anexo 26: Cargas en el Puente..... | 124 |
| Anexo 27: Composición del Puente | 125 |
| Anexo 28: Cargas utilizadas para todas las etapas..... | 126 |
| Anexo 29: Cargas para todas las etapas..... | 127 |

| | |
|---|-----|
| Anexo 30: Carga debido a la carpeta asfáltica y otros componentes | 127 |
| Anexo 31: Todas las cargas | 128 |
| Anexo 32: Carga del pretensado:..... | 128 |
| Anexo 33: Carga cercana del pretensados | 129 |
| Anexo 34: Traza de Torones | 129 |
| Anexo 35: Traza cercana de Torones | 130 |
| Anexo 36: Curva de Coeficiente Flujo Plástico..... | 131 |
| Anexo 37: Coeficiente de fluencia | 131 |
| Anexo 38: Curva de Contracción..... | 132 |
| Anexo 39: Coeficiente Flujo Plástico | 133 |
| Anexo 40: Curva de Contracción..... | 133 |
| Anexo 41: Curva de F'c 280 | 134 |
| Anexo 42: Curva de F'c 490 | 134 |
| Anexo 43: Modelamiento con los F'c..... | 135 |
| Anexo 44: Elementos | 135 |
| Anexo 45: Etapa Constructiva 1 | 136 |
| Anexo 46: Etapa Constructiva 2 | 136 |
| Anexo 47: Etapa Constructiva 3 | 137 |
| Anexo 48: Deformaciones | 138 |
| Anexo 49: Deformaciones en todo el Puente | 138 |
| Anexo 50: Tendón Secundario | 139 |
| Anexo 51: Carga Muerta | 139 |
| Anexo 52: Diagrama 2..... | 140 |
| Anexo 53: Diagrama 7..... | 140 |
| Anexo 54: Metrado 1 Puente Pampas..... | 142 |
| Anexo 55: Metrado 2 Puente Pampas..... | 143 |
| Anexo 56: Metrado Puente El Salvador..... | 146 |
| Anexo 57: Plano de Planta del Puente Pampa | 147 |
| Anexo 58: Plano del Eje del Puente Pampa | 148 |
| Anexo 59: Plano del Eje del Puente Pampa..... | 149 |
| Anexo 60: Plano en Planta del Puente Pampa..... | 149 |

| | |
|---|-----|
| Anexo 61: Sección Típica del Puente Pampa | 150 |
| Anexo 62: Elevación y Planta del Puente Pampa | 151 |
| Anexo 63: Plano de anclaje de Puente Pampa | 152 |
| Anexo 64: Plano de anclaje de Base del Puente Pampa | 153 |
| Anexo 65: Plano de configuración de anclaje del Puente Pampa | 154 |
| Anexo 66: Plano de Elevación del Puente El Salvador | 155 |
| Anexo 67: Plano de Planta del Puente El Salvador..... | 156 |
| Anexo 68: Sección Típica del Puente El Salvador | 157 |
| Anexo 69: Sección Típica Acceso del Puente El Salvador..... | 158 |
| Anexo 70: Pilote del Puente El Salvador..... | 159 |
| Anexo 71: Planta de Cimentación del Puente El Salvador | 160 |
| Anexo 72: Sección Transversal del Puente El Salvador..... | 161 |
| Anexo 73: Factor de Distribución de Carga Viva, Manual de Diseño de Puentes (MTC) | 162 |
| Anexo 74: Cuadro de Superestructura, Manual de Diseño de Puentes (MTC) | 163 |
| Anexo 75: Definiciones de Superestructura y Puente Cajón, Manual de Diseño de Puentes (MTC) | 163 |
| Anexo 76: Factor de Distribución de Carga Viva, Manual de Diseño de Puentes (MTC) | 164 |
| Anexo 77: Factor de Corrección para Carga Viva, Manual de Diseño de Puentes (MTC) | 165 |
| Anexo 78: Longitud de Desarrollo en Tracción, Manual de Diseño de Puentes (MTC) | 166 |
| Anexo 79: Requisitos y Formulas, Manual de Diseño de Puentes (MTC)..... | 166 |
| Anexo 80: Variable Independiente | 167 |
| Anexo 81: Variable Dependiente..... | 168 |
| Anexo 82: Matriz de Consistencia | 169 |
| Anexo 83: Dimensiones de Pilar(Normal), elaboración Propia..... | 170 |
| Anexo 84: Dimensiones de Pilar Reducida(Cambiado), elaboración Propia | 171 |
| Anexo 85: Diagrama con Pilar Reducida (Cambiado), elaboración Propia | 172 |
| Anexo 86: Diagrama con Pilar Reducida en el eje Y (Cambiado), elaboración Propia | 173 |
| Anexo 87: Dimensiones de Pilar (Normal), elaboración Propia..... | 174 |

| | |
|--|-----|
| Anexo 88: Dimensiones de Pilar Reducida(Cambiado), elaboración Propia | 175 |
| Anexo 89: Diagrama con Pilar Reducida en el eje Y (Cambiado), elaboración Propia | 176 |
| Anexo 90: Diagrama con Pilar Reducida en el eje X (Cambiado), elaboración Propia | 177 |
| Anexo 91: Porcentaje Turnitin | 178 |

Resumen

El presente trabajo de investigación titulado “Análisis Comparativo del Diseño Estructural Sismorresistente empleando el Método no Lineal del Puente Pampas y Salvador, Ayacucho - Apurímac, Huánuco 2021 “. Como problema general tenemos ¿De qué manera el empleo del método no lineal influye en el diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021? Por ende, se propuso como objetivo general: Determinar de qué manera el empleo del método no lineal influye en el diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021.

Como metodología utilizada en este trabajo, así mismo comprende un tipo de investigación aplicada, con una perspectiva cuantitativa. El diseño de nuestra exploración es no experimental se organiza como diseño del tipo transversal y nivel descriptivo. Asimismo, esta investigación es comparativo por ende se realizó una comparación de ambos puentes utilizando el método no lineal en ambos casos, por ello se derivará a examinar en un elemento estructural por medio de un software con datos adquiridos de los expedientes técnicos de cada puente; Puente Pampas ubicado en Ayacucho-Apurímac y el Puente Salvador, ubicado en Huánuco.

Palabras clave: Análisis estático no lineal (Pushover), Diseño Sismorresistente.

Abstract

The present research work entitled "Comparative Analysis of the Seismic Resistant Structural Design using the Nonlinear Method of the Pampas and Salvador Bridge, Ayacucho - Apurímac, Huánuco 2021" as a general problem we have How does the use of the nonlinear method influence the structural design earthquake resistance of the Pampas and Salvador bridges, 2021? Therefore, it was proposed as a general objective: To determine how the use of the non-linear method influences the earthquake-resistant structural design of the Pampas and Salvador bridges, 2021.

As the methodology used in this study, this study comprises a type of applied research, with a quantitative approach. The design of our research is non-experimental and is classified as a cross-sectional design and a descriptive level. Likewise, the research is comparative, therefore a comparison of both bridges was made using the non-linear method in both cases, therefore it will be evaluated in a structural element using software with data obtained from the technical files of each bridge; in this case, the displacement, rigidity and vibration of the Pampas Bridge, located in Ayacucho-Apurímac and the Salvador Bridge, located in Huánuco, will be resolved.

Keywords: Nonlinear Static Analysis (Pushover), Seismic Design.

I. INTRODUCCIÓN

El diseño estructural configura una materia trascendental para la construcción de las estructuras, sabemos que los diseños estructurales de concreto armado son efectuados por intermedio de métodos típicos, no tomando en consideración una gran variedad de variables que intervienen en el desempeño y conducta de la estructura, dicho métodos típicos nos proporciona soluciones que se aparta de la realidad.

En la actualidad los puentes antisísmicos son de vital importancia, más aún teniendo conocimiento de los hechos presentados en los últimos años como el de terremoto de Chile en el año 2010 de magnitud 8.8, México en el año 2017 de magnitud 7.1, Japón en el año 2011 de grado 9.0, San Juan de Lurigancho con el puente talavera ene l 2018, ocasionando daños en las edificaciones y puentes ocasionando colapsos y pérdidas de vidas humanas. Las últimas décadas el sismo que sacudió Haití en el año 2010 que fue de grado 7, en el nivel de Richter, el fenómeno sísmico que más vidas ha cobrado en la última década donde las causas principales fueron la conglomeración urbana y la precariedad de las construcciones de sus viviendas ya que en la mayoría de casos las viviendas colapsaron y aplastaron a sus habitantes ocasionando pérdidas de vidas.

El Perú está empleado en el mencionado cinturón de fuego del pacifico, por ende, es considerado uno de los países con superioridad de amenaza sísmica, al desarrollarse un movimiento telúrico se toma conocimiento del diseño, desempeño, comportamiento y fragilidad de una estructura, en este caso en puentes. Muchas de los puentes son construidas empíricamente sin tener conocimientos de diseño estructural y sin supervisión de un profesional capacitado o dicho sea de paso por un ingeniero que no está especializado en ese rubro u rama, en estos casos las edificaciones de un puente ante un movimiento sísmico severo colapsan produciendo pérdidas económicas e humanas. Saber el desempeño de la estructura es fundamental ya que conocemos los desplazamientos y la durabilidad de la edificación mediante factores normados como son la capacidad, demanda y punto de desempeño sismorresistente.

Perú es un país muy habitado y esto significa que debemos ejecutar construcciones con una excelente evaluación y diseño sísmico, realizar el reforzamiento estructural de las construcciones ya existentes para prevenir el colapso de un puente mediante

un eventual movimiento telúrico. En la era moderna el diseño sísmico en el Perú, ejecutamos con el criterio o datos que nos ofrece o proporciona la norma de diseño sismorresistente E030, lo que nos proporciona dicha norma es evaluar la estructura o edificación con una técnica lineal estático y dinámico.

El vigente trabajo se localiza en el Distrito de Saurama-Uranmarca, provincia de Vilcashuaman-Chincheros y departamento de Ayacucho-Apurímac, Huánuco. A causa de la proliferación de personas ha propagado un incremento inmobiliario se está desplegando hace varios años anteriores. Esta investigación queremos contribuir a un diseño estructural y evaluar el desempeño sismorresistente, inquiriendo presagiar la conducta no lineal de la edificación diseñada a través esta evaluación buscamos evitar el potencial colapso o daños considerables.

Sobre la realidad problemática mostrada se planeó el problema general y los problemas específicos de la búsqueda. El problema general de la exploración fue ¿De qué manera el empleo del método no lineal influye en el diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021?, Los problemas específicos de la indagación fueron los siguientes:

- **PE1:** ¿Cuáles serían los resultados comparativos obtenidos mediante el método no lineal y un método convencional en el diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021?
- **PE2:** ¿Cuáles serían las mejoras estructurales obtenidas mediante el método no lineal en el diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021?
- **PE3:** ¿Cuáles serían los costos comparativos obtenidos mediante el método no lineal y un método convencional en el diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021?

La justificación teórica, de nuestra investigación es evaluar el desempeño sismorresistente del proyecto de los puentes, con la ayuda el método estático no

lineal (pushover), La justificación practica de nuestra investigación es realizar un boceto estructural de los puentes y aplicarlos al diseño del desempeño sismorresistente para saber la conducta de la estructura de la edificación mediante el método inelástico no lineal (pushover).Y para la Justificación económica de nuestra averiguación tiene como finalidad de saber la conducta estructural de los puentes y prevenir gastos económicos y de vidas humanas ante una posibilidad de colapso o falla en los elementos estructurales, ya que el método estático no lineal evalúa en el rango inelástico y de esta manera nos da resultados basándose o acercando más a la realidad.

El objetivo general de nuestra investigación fue: Determinar de qué manera el empleo del método no lineal influye en el diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021.

Y nuestros objetivos específicos fueron los siguientes:

- **OE1:** Comparar los resultados obtenidos mediante el método no lineal y un método convencional en el diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021.
- **OE2:** Determinar las mejoras estructurales obtenidas mediante el método no lineal en el diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021.
- **OE3:** Comparar los costos obtenidos mediante el método no lineal y un método convencional en el diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021.

La Hipótesis general fue: El empleo del método no lineal influye significativamente en el Diseño Estructural Sismoresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021.

Y como Hipótesis específicas tenemos:

- **HE1:** Los resultados obtenidos mediante el método no

lineal y un método convencional influirán significativamente en la comparación del diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021.

- **HE2:** Las mejoras estructurales obtenidas mediante el método no lineal influirán significativamente en el diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021.
- **HE3:** Los costos obtenidos mediante el método no lineal y un método convencional influirán significativamente en el diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021.

II. MARCO TEÓRICO

A continuación, haremos mención al Marco Teórico, se presentan algunas investigaciones acerca de Diseño Estructural Sismorresistente empleando el método no lineal (pushover), aplicado en nuestro país, para así poder tener más información acerca de lo que es un Diseño Estructural Sismorresistente, siendo una novedad y un entendimiento acerca del tema.

Blas y Francia (2019) en su investigación titulada “Evaluación del Manejo Sísmico empleando el Método de Análisis Estático no lineal Pushover, Puente Riecito Situado en el Distrito de Bellavista – Piura” nos menciona que: Cuando apreció el puente Riecito a través del análisis estático no lineal pushover, sus efectos frente a un sismo $T_r = 1000$ años habían sido superiores en relación al sismo $T_r = 475$ años (demandas, fuerzas de diseño, desplazamientos, categorías de diseño, rotaciones, etc). Obteniendo un efecto concluyente, el estado límite del desempeño, demostró que la estructura frente a un sismo $T_r = 1000$ años está situado en un estado límite de una labor contigua, durante un sismo $T_r = 475$ años se halló una etapa límite de punto de fluencia sin desfiguramiento en la rótula.

El autor nos menciona que evaluó el desempeño sísmico del puente Riecito sus resultados utilizando el análisis estático no lineal antes diferente características de un sismo desde el más leve hasta el más fuerte le dio como resultado que ante un sismo promedio la estructura se localiza en un estado limite sin deformaciones en la rótula y ante un sismo de gran magnitud la estructura se encontraría en un estado limite ocupacional inmediata.

Meza (2018), en su investigación realizada “desempeño sismorresistente atreves del estudio estático inelástico-pushover en I.E. JCM N°2048-pabellon G-Comas-2017”. Esta investigación es de clase de estudio pura, diseño no experimental, nivel de investigación representativa. Concluye que en la matriz de comportamiento planteado por la norma FEMA, se asevera para estructuras fundamentales que examina el sismo esporádico, extraño o muy extraño pertenece al ras de conducta estructural funcional o estratégico, ocupación inmediata y garantía de servicio proporcionalmente, así pues dicha estructura en I.E. JCM N°2040, dirección “X” si efectúa las imposiciones estructurales básicos conforme al código FEMA. Además, se fijó los niveles de ejecución sismorresistente en la trayectoria “Y”, para los movimientos telúricos

accidental, anómalo y muy anómalo les pertenecería un punto de reacción estructural estratégico, ocupación contigua y garantía de vida correspondientemente, se estima que no desempeña con lo establecido para estructuras fundamentales según el código FEMA.

Ante esta situación el autor quiere decir que la infraestructura evaluada bajo el FEMA tiene un desempeño en el eje "X" bueno ya que bajo la evaluación de dicha norma cumple con los parámetros dando seguridad, mientras al ser evaluada en el eje "Y" la estructura es deficiente para los movimientos sísmicos raros o muy raros que son los de gran magnitud, por ende, no tiene los parámetros necesarios para una edificación esencial como es un colegio

Cabanillas Benedicto y Rondan Luther (2018) en su investigación titulada "Evaluación y diseño por capacidad en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, gracias al análisis estático no lineal-pushover". Tiene como propósito evaluar el proyecto por capacidad por medio del método estático no lineal-pushover. Concluye que hay diferencias de desplazamientos y cortantes entre los diseños de resistencia última y por capacidad no son tan considerables, el comportamiento estructural en el pórtico evaluado de la edificación, ofrece una mejor respuesta a la aparición de las rótulas plásticas, mediante el diseño por capacidad a diferencia del diseño por resistencia tal como se verifica en las rotaciones plásticas. Las apariciones de las rótulas plásticas en el diseño por capacidad se van dando gradualmente en las vigas, es decir el colapso no es absoluto en cada entrepiso, sino que se van dando intercaladamente y por ende llega último al nivel de colapso, cosa contraria sucede con el diseño por resistencia, que van apareciendo concentrada en cada entrepiso, dando lugar a un desequilibrio de nivel de falla, llevando al colapso por completo cada entrepiso. Vale mencionar que ambos diseños cumplen con el objetivo deseado de un mecanismo de falla, que se preserva la rigidez de las columnas antes que la degradación de las vigas (columnas fuerte- viga débil), estos tipos de fallas pueden ser fatales para una edificación ya que origina una falla tipo blando y por ende no cumpliría con la finalidad de salvaguardar las vidas de habitantes de la estructura.

El autor en su investigación nos quiere decir que ha hecho una comparación entre el diseño por capacidad y diseño por resistencia donde el diseño por capacidad da como

resultado fallas estructurales en las vigas en cada entrepiso o piso pero tiene un colapso severo, mientras que en el diseño por resistencia sucede algo equivalente pero en este caso las fallas estructurales en las vigas ocasionan un colapso en toda la edificación poniendo en peligro a los individuos que se localicen internamente de dicha edificación.

Huapaya, R. (2017), su averiguación tiene como título: “Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado por medio del método estático no lineal” Tiene como finalidad determinar la ductilidad y resistencia para aporticados edificios por medio del procedimiento estático no lineal y contrastar su desplazamiento con una solicitud sugerida por la norma E.030. La estrategia utilizada es basada en las técnicas de análisis no lineal. Se concluye que la capacidad del espectro es mayor al espectro de demanda que pretende el presente reglamento peruano del diseño sísmico, conjuntamente la resistencia al cortante último que se muestra en las curvas de capacidad de la estructura es mayor a la cortante de diseño exhibido por el dicho reglamento. La contribución de la indagación es expresar de manera práctica que el valor de la sobre resistencia y ductilidad son sujetos del lapso importante de la estructura.

El autor nos quiere decir que en su investigación calculo la sobre resistencia y ductilidad de un edificio aporticado mediante el método no lineal tuvo como resultado que la capacidad de la estructura cumple con la norma peruana y sobre pasa la capacidad a la resistencia que nos menciona la norma peruana

Esteba (2017), en su investigación titulada, “Análisis estático y dinámico no lineal del desempeño de un edificio de concreto armado diseñado bajo la norma E-030 en Puno”. En dicha averiguación se establece como objetivo comprobar a través del análisis dinámico y estático inelásticamente, su conducta y punto de desempeño de una edificación elaborada de concreto armado localizado en el Departamento de Puno. Esta investigación es de tipo explicativo y descriptivo, con un número de medición transversal cualitativa, dentro del marco de investigación pura, analítica y no experimental. Se concluye que la investigación muestra la convergencia y acuerdo en el análisis dinámico y estático no lineal, además que el análisis de diseño elástico realizados con el reglamento nacional de edificaciones da rigideces muy altas y

considerables, lo que se expresa en dimensiones y estructuración final de la edificación.

Ante esta situación lo que el autor quiere decir que la edificación ante los análisis estático y dinámico dan una tendencia de mejores resultados ya que estos métodos no lineales se basan en el análisis inelástico, también nos da una explicación tácita que el predimensionamiento de los compendios estructurados según el reglamento nacional de edificaciones propone un diseño a la estructural muy inflexible y ante un movimiento telúrico fuerte es muy probable que falle la estructura.

SENCICO (2016) en su investigación titulada:” Actualización del programa de cómputo orientado a la determinación del peligro sísmico en el país. Lima – Perú”, tiene como conclusiones:

En la exploración probabilístico de consecuencias sísmicas se ha tomado en cuenta las fuentes sismo génicas como volúmenes, habiendo determinado en competencia como principios de interface, fuentes de intraplaca superficial e intraplaca intermedia y fuentes continentales o de corteza. Las medidas de sismicidad de todos estos fundamentos fueron valoradas empleando la máxima verosimilitud y el patrón de atenuación por ondas sísmicas.

El autor nos muestra modelos de atenuación que utilizo en el cálculo del peligro sísmico que son convenientes para el estudio de sísmico según la norma peruana. Estos modelos reflexionan valores de horizontal aceleración siendo más realistas, con un amortiguamiento crítico (ξ) de 5% y un suelo tipo B (roca)

Chancha(2018) en su investigación titulada “Evaluación del Desempeño Estructural Mediante Procedimiento no lineales en Puentes de Concreto Reforzado” no menciona que :El análisis Pushover por medio de las ampliaciones de carga continuas, se logró saber la cabida que posee el puente gracias a el método de espectro de capacidad del ATC-40 en empleo del desplazamiento y la cortante , 63.25tn con una fuerza cortante eje X de,1.73cm de desplazamiento , una cortante de 152.33tn en el eje Y y 5.53cm de desplazamiento. Además, nos menciona que los puentes tienen un proceder exclusivo vulnerables, que demandan ser planteados como elementos de falla crítica y valorados sobre reglamentación sismorresistentes renovadas, para desempeñar una función social y proponer una ayuda perpetua.

Paredes (2016), en su Tesis titulada como: "Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de Lima aplicando el análisis estático no lineal PUSHOVER". Su propósito producir una herramienta con que el individuo encargado logre diseñar, de manera elemental, efectivo y certero, pórticos en vigas armadas. Para el incremento del instrumento se tomará presente el modelamiento aquellos pórticos que sea sencillo en su proceso constructivo además que ejecuten con criterios de estabilidad aplicables a reglas de construcciones metálicas, asimismo mantener importancia la utilización de materiales que se encuentren presentes en el mercado. Los métodos ejecutados en la herramienta informática realizada; produjo que si se logra el modelamiento y la solución tiene una completa repetitividad. Por ende, para el modelamiento no se requiere mucho la destreza del diseñador ni de otros factores subjetivos como ánimo o la fatiga mental. Este trabajo proporciona los pasos para llevar a cabo un replanteo en un diseño estructural con la finalidad de reducir costos y recurso.

En autor nos quiere decir que un buen diseño que sea sencillo, eficiente y seguro tiene que tener una evaluación de análisis estático no lineal cumpliendo con los criterios de seguridad como resultado nos dice que no se necesita tantos factores ya que este método nos brinda seguridad y optimiza costo y recursos.

Azaña (2016), su investigación titulada "Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de Lima aplicando el análisis estático no lineal pushover". Tiene como finalidad estimular a los lectores a comprender la jerarquía del diseño por desempeño sismorresistente, la cual contribuye a un mejoramiento en el proceso hacia un diseño cada vez más realista. Esta investigación es de tipo explicativa y descriptiva. Tiene como conclusión general que la conducta sismorresistente de la edificación dual orientado a una edificación familiar en Lima producto de los movimientos telúricos fuertes (sismo interplaca , 10/100 de posibilidad de que suceda en 5 décadas y catástrofes muy anómalo, 2/100 de posibilidad de ocurrencia en 50 años) desempeña según la norma E030 con conexión al objetivo de no colapso, ya que se adquirió un nivel de cometido de seguridad de vida y suspicacia de que ocurra un derrumbe correspondientemente. De esa manera deja en evidencia

que la protección de las vidas humanas, a pesar de ello, se presentara enormes pérdidas monetarias.

Ante esta situación el autor quiere comunicar que la edificación dual cumple con los cuantificaciones de las normas establecidas para la construcción en el Perú, donde se puso en conocimiento que dicha estructura tiene un nivel de seguridad buena, pero no obstante ante un gran sismo la estructura va ser afectada por ende se deberá reforzar los componentes de la estructura como columnas y vigas para resguardar las vidas que estén dentro de la edificación en el momento del movimiento telúrico y prevenir el colapso de la estructura.

Loayza José y Chávez Roberto (2015), su investigación denominada “Diseño de un edificio de concreto armado de 5 niveles”. En su finalidad de determinar un diseño de edificio de concreto armado de cinco niveles. Esta búsqueda es de tipo de investigación pura, diseño no experimental, paralelismo de investigación representativa. La conclusión de esta investigación que para el diseño de placas, la cortante (M_u/M_u) fue desarrollado y se determinó que la cantidad de acero se elaboró con las cuantías mínimas, para zapatas perimétricas se trabajó utilizando vigas de cimentación porque se necesitaba registrar los momentos formados por la excentricidad, al hallarse gran cantidad de placas para determinar los impulsos sísmicos, las columnas se plantearon o diseñaron por carga axial utilizando la cuantía mínima, hacia el diseño de vigas, es puntual marcar que empleamos dos métodos el de resistencia y capacidad. Para las vigas de luz corta, se desarrolló el método de capacidad ya que se toma más esfuerzo por movimiento sísmico (momento y cortante), para este diseño se pretende impedir que fracase por corte. La viga restante se diseñó con el método de resistencia porque los esfuerzos de la edificación por sismo no son de consideración a comparación con la carga que nos da la gravedad.

Ante esta situación el autor quiere decir que en su proyecto ha utilizado varios métodos de diseño para cada uno de los elementos estructurales tomando en cuenta el trabajo que va a desempeñar dichos elementos ya que cada uno de los elementos tiene diferentes características. Como se menciona en las conclusiones se ha realizado un diseño estructural según los requerimientos y utilización del espacio

aplicando el criterio y la utilización de los conocimientos conseguidos en la universidad.

Vergara y Zevallos (2014) en su tesis “Análisis sísmico por desempeño estático no lineal de un edificio de 6 niveles en la ciudad de Trujillo, La Libertad. 2014” Tiene como finalidad de ejecutar un diseño por desempeño y análisis sísmico no lineal estático del edificio de 6 pisos, modo que al crear parámetros de calidad a paralelo con un diseño estructural acostumbrado. Esta finalidad se utiliza los conocimientos presentados por el FEMA – 356 bajo el cometido edificaciones sísmicas. Posteriormente consumó, el máximo desplazamiento del edificio de 6 niveles en análisis estático no lineal maniobrando por petición de la norma E.030 fue de 4.133 cm, este punto cae luego del límite elástico aún quedaría en la condición cometido netamente operacional. La exploración nos brinda percibir que en esta edificación planteada con el reglamento peruano nos brinda conseguir una ocupación generosa, lo cual nos muestra que la norma es espléndida.

El autor nos hace mención que en su investigación de un análisis sísmico en un edificio se desarrolló el diseño desempeño y el análisis no lineal utilizando los conceptos por el FEMA-356 sobre cómo se va a desempeñar ante un sismo el edificio

También en esta investigación tomaremos en cuenta antecedentes internacionales referente a nuestra investigación.

Álvarez(2018) en su investigación titulada: ” Análisis del Comportamiento no Lineal del Hormigón en Vigas Isostáticas en Puentes“ nos menciona que : Un análisis no lineal de un mortero en vigas isostáticas de puentes por un sistema soviético nos accede representar de carácter fidedigna la actuación estructural del mortero, estableciendo un Método de Elementos Finitos , el instrumento que aprueba abreviar la personalización de esta conducta y por ende diseñar las vigas de puentes que se confeccionaran en dicho puente, al suplantar los puentes metálicos ya construidos en estas carreteras por un sistema soviético de puentes, cuyos elementos estructurales serán prefabricados “in situ”.

El autor nos quiere decir que el análisis de comportamiento no lineal en vigas isostáticas en un puente nos permite ver el comportamiento de forma fidedigna el comportamiento estructural del hormigón para tener un diseño

Gonzales Camilo (2018), en su investigación titulada "Análisis estático no lineal (pushover) de estructura aportada de hormigón armado con diferentes grados de ductilidad. Empleando la norma sismo resistente colombiana 2010 (NSR-10)". Tiene como objetivo entender la jerarquía que tiene la resistencia de una distribución de hormigón armado en la investigación para ejercicios con relación a la gravedad de la tierra, así como también a la existencia de reacciones como viento o cataclismo. Realizando comparaciones de las distintas alturas de comportamiento conceptualizadas a manera DMI, DMI y DES dentro de la norma NSR-10, en la que se cotejará los precios directos de cada obra a ejecutarse, así como la utilidad de la edificación. Tiene como conclusión en la actualidad se puede apreciar las automatizaciones muy certeras como el del PUSHOVER y están predominando en ser cada día más factibles para su utilización como una alternativa de cálculo de utilización periódica en todo tipo de construcción, que anteriormente esto era inimaginable y solamente se podía apreciar su utilización de forma analítica o en métodos de estudio de trabajabilidad. De esa manera brindando mejores beneficencias a los diseñadores debido a la información aportada que produce contrastado con las técnicas ya existentes en la actualidad, conocidas como lugares de deficiencia de la edificación, nivel de deficiencia propia de la edificación, este procedimiento, es cada día más acreditado aún no es afiliado por diversas de las reglas, el reglamento americano y europeo ya contienen esta elección de cálculo, por otra parte el reglamento colombiano escasamente lo ha complementado en el 2010 en como un agregado para realizar el análisis y ciencia del equivalente entre los creadores y en posteriores interpretación integrarse en el reglamento, al observar los productos alcanzados posteriormente del análisis PUSHOVER se logra ultimar las rotulas plásticas se muestra los pisos menores, lleva a especular que aunque con el reglamento se debe fortalecer la estructura desempeñando con las exigencias sísmicas en totalidad de los elementos , en contexto con este ejemplo de método se logra encontrar estos datos y disminuir costos , para así poder solo reforzar donde se necesita .

El autor en su investigación quiere decir que los cálculos con el método PUSH-PVER es un método no convencional pero muy viable al momento de realizar un diseño estructural, este método ayuda al proyectista a realizar los cálculos y diseños estructurales basándose o acercándose un poco más a la realidad, cabe precisar en países avanzados como estados unidos y en el continente europeo ya se modela con este método, mientras que en Latinoamérica o más preciso en Colombia solamente se toma fragmentos de esta metodología para que en el futuro pueda acoplarse.

Pantoja Bryan (2018) en su investigación titulada “Análisis dinámico de estructuras de hormigón armado mediante elementos finitos”. Su objetivo es estudiar el comportamiento dinámico de las edificaciones de hormigón armado sometidas a diferentes requerimientos, utilizando modelos constituido lineales, no lineales y el método de elementos finitos. Tiene como conclusión que se utilizó el método del semi-embudo para el modelado de la armadura en el interior del hormigón armado en el análisis de la estabilidad dinámica permite realizar estudios que pretenden ser más realistas. Esto se debe a que al considerar un elemento de interfaz para conectar los dos materiales (acero y hormigón) es posible conocer, además de las tensiones axiales en la armadura, el desplazamiento relativo entre el hormigón y el acero que, a su vez, permite el conocimiento de las tensiones de cizallamiento en el contacto.

En esta investigación lo que el autor nos quiere comentar el modo de evaluación de la conducta, a través de la utilización de diferentes requisitos como métodos lineales y no lineales, llegando a la conclusión que la técnica del semi-embudo en la estructura de hormigón armado sobre la estabilidad dinámica permitiendo dar resultados inelásticos que son más cercanos a la realidad.

Soto(2017) en su investigación titulada Modelaje No Lineal de Metodología de Reparación y Rehabilitación de la Pila N°3 del Puente sobre el Río Tárcoles en la Ruta N°34 mediante FRP nos menciona que :Se llevó a cabo un análisis de elementos finitos no lineales, demostrando a su vez la necesidad del uso de una herramienta computacional como VecTor2, con modelos específicos de los materiales utilizados y su comportamiento estructural, que fuera capaz de retener el daño que experimenta la estructura en su estado actual, el cual se debe de tomar en cuenta para capturar de manera correcta el comportamiento una vez se haya reparado. Además, nos

menciona que se realizaron distintos análisis pushover en donde se sometió a la estructura en su condición original, actual y retro adaptada desde la llave de corte, sometiéndola a desplazamientos paulatinamente aumentados a razón de un milímetro por etapa de carga hasta llevar el modelo a su falla.

En esta investigación lo que el autor nos quiere decir es que hizo un análisis de los elementos finitos no lineales utilizando una herramienta computacional VecTor2 teniendo el comportamiento estructural se pudo observar que fue capaz de retener el daño que pudo experimentar la estructura teniendo como resultado que sometiendo la estructura a un desplazamiento paulatinamente aumentados se pudo observar la ductilidad de los elementos.

Medina Ricardo y Music Juan (2017), en su investigación titulada “Determinación del nivel de desempeño de un edificio habitacional estructurado en base a muros de hormigón armado y diseñado según normativa chilena”. Su finalidad es fijar el desempeño de una edificación, estructurado con muros de hormigón armado y planteado con el reglamento chileno. Tiene como conclusión que los tanteos de desempeño no resalten los límites determinados, el patrón de carga, nivel de demanda sísmica, forma de acordar el espectro de desplazamiento elástico o análisis de dirección apreciada. Así pues, se efectuará con los razonamientos de Visión 2000 en el edificio.

Lo que el autor quiere dar en esta investigación es que el edificio de muestra cumple con los requerimientos establecidos según el Visión 2000, y también cumple con los requerimientos de la normativa chilena.

Duarte Cesar, Martínez Marlon y Santamaría José (2017), en su investigación titulada “Análisis estático no lineal (pushover) del cuerpo central del edificio de la facultad de medicina de la universidad de El Salvador”. Manejar el método no lineal, para calcular la conducta y funcionamiento estructural de la edificación dada. Esta investigación tiene un diseño no experimental y un nivel de investigación descriptiva. Tiene como conclusiones que el reconocimiento percibido realizado en el camino por el inmueble, dio como efecto, reconocer la avería por flexo-compresión y cortante de las vigas de las elevaciones de la estructura, conjuntamente, se observó averías actualmente en columnas y losas en consecuencia a la desgaste del recubrimiento y la polución del

concreto, mostrando el refuerzo de acero y haciéndolo frágil para la creación de columnas con rotulas plásticas, en conclusión los daños se reconocieron en los elementos que muestran alguna muestra de daño, con más consideración a elementos de prototipo estructural, estableciendo que los componentes de la estructura, en gran cantidad las vigas, muestran agrietamiento de carácter estructural mediante cortante o flexión, el vasto de abertura es pequeño de 0.41mm ,según lo establecido por el ACI 224 no supera los términos aceptables, por lo tanto no constituye un riesgo para la edificación; manejaron los pertinentes principios de la rigidez efectiva requerido al resquebrajadura en el diseño, requerido en el FEMA 356, reduciendo la rigidez de los elementos y simbolizar una estado y conducta más adyacente a la realidad, para instaurar el requerimiento sísmico en el análisis estático no lineal, se manejó el espectro de contestación elástico del reglamento de Seguridad Estructural de Construcción de El Salvador, el espectro que supone un movimiento telúrico de diseño se toma en cuenta entre sobrio y rígido no se da continuamente en la duración útil de la estructura; este tiene el 10/100% de la posibilidad de ser desatado en 5 décadas con un tiempo de regreso de 475 años; se consigue realizar la semejanza con el terremoto de diseño que sugiere utilizar el ATC-40, fundamentado por varios reglamentos como el desplazamiento de la propiedad que se emplea en el diseño de novedosas estructuras comunes.

En su investigación el autor quiere decir que cuando fue a hacer la inspección observo una estructura deteriorada, ya que se visualizaba gritas en vigas y damos ya hechos en losas y columnas exponiendo el acero. La evaluación realizada por la norma FEMA dio a conocer que el país de El Salvador se diseña las edificaciones tomando en cuenta solamente los sismos moderados y severos ya que el tiempo que la estructura va a trabajar o funcionar es muy poco probable que ocurra un desastre de gran magnitud ya que se repite cada 475 años.

Llano Alex (2015) en su investigación titulada “Diseño estructural en una edificación de seis pisos, mediante el análisis lineal controlado por derivas inelásticas y comprobación con un análisis estático no lineal, aplicando la técnica pushover”. Tiene como objetivo derivar inelásticas y demostrar mediante un estudio estático no lineal, utilizando el modo del PUSHOVER. Tiene como principal conclusión que, las consecuencias de esta indagación, el inelástico desplazamiento proveniente de

análisis estático lineal a 0.20m, durante el valor medio del desplazamiento en el nivel CP (collapse prevention) dentro del NSP, del total de modelos realizados, es igual a 0.38m. Con ello se lograría que el análisis lineal muestra un diseño seguro proporción al NSP, pero esta afirmación no es del todo cierta. Puesto que internamente del análisis lineal no es posible comprender el nivel de daño de la estructura, cuando ha logrado su control de desplazamiento. Por ello, no es posible efectuar una ratificación del análisis lineal a través del NSP, ni viceversa, por ello con esta indagación se verificará (dentro del NSP), el desempeño estructural.

El autor en su investigación quiere decir que el diseño de la estructura mediante el análisis lineal controlado por derivas inelásticas no pueden ver no revidar el desempeño o comportamiento de la edificación, con el análisis lineal tampoco se puede saber los daños generados en la estructura post sismo ya que los análisis lineales no precisamente se basan en la realidad sino toman preposiciones, la investigación da como conclusión principal que no se puede confirmar la rectificación del análisis lineal a través del NSP.

Asociación Argentina (2013) en su investigación titulada "Caracterización y Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Puentes" nos menciona que: La curva de capacidad se consigue manejando el proceso de análisis "pushover". Se emplea una estructura lateral fuerza (E) y se establece el flector momento en las secciones, correspondidos a esa carga (V). Conjuntamente, debemos preferir un punto de control, en que se acordarán los desplazamientos (D) después de cada carga de incremento. Consecutivamente, la fuerza se desarrolla hasta que algún elemento sea incapaz de seguir absorbiendo carga. Solo cuando hayan logrado una carga de plastificación. A continuación, y teniendo sujeto su resistencia de fluencia, el miembro se anula de la estructura, considerando rótulas plásticas en los puntos de momento máximo. Se reconoce al desplazamiento en el punto de control y los esfuerzos de corte en las columnas, al mismo tiempo que se alcance la resistencia de fluencia de algunos miembros. Posteriormente, el corte (V) y los desplazamientos (D), en una gráfica son volcados, esta se tiene como nombre "curva pushover". De la curva "pushover" se consigue el desplazamiento de fluencia y con las ductilidades

El autor en su investigación nos menciona las características y nos describe paso a paso la evaluación sísmica que se hace en un puente hallando los diagramas de corte de cada estructura y el desplazamiento de los elementos, teniendo la carga máxima de la estructura se puede hallar así la curva pushover obteniendo la fluencia de desplazamiento y su ductilidad curva pushover

III.METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Los especialistas del Concytec (2018) precisan que la investigación aplicada: “Está encaminada a establecer a manera de la comprensión científica, los medios (tecnologías, protocolos y metodologías) se puede resguardar una reconocida necesidad y determinada.” (p. 43).

El tipo de indagación es aplicada, dado que proporcionará de alguna forma de alternativa de solución para el mejoramiento de ambos puentes.

Diseño de investigación

Batista Fernández (2014) El diseño cuasi experimental es la manipulación de al menos una variable independiente, en que se observa el efecto de una o más variables dependientes.

En la investigación de manipular la variable independiente para dar a conocer su resistencia al utilizar el método no lineal en un diseño estructural de un puente.

3.2 Variables y Operacionalización

VARIABLE DEPENDIENTE

Sánchez, Reyes y Mejía (2018) Nos menciona que una Variable dependiente, cuyos bienes son resultado y acatan la variable independiente, cuya finalidad de estudio a lo desarrollado de la exploración es que la variable dependiente es un factor que se intenta explicar. Según los que nos hace mención los autores, nuestro proyecto de investigación tiene como variable dependiente el Diseño Estructural Sismorresistente.

VARIABLE INDEPENDIENTE

Sánchez, Reyes y Mejía (2018) Refiere que una elaboración de investigación, la variable que el estudioso controla, maneja u observa para conocer los instrumentos donde forma en la variable dependiente. Según los que nos hace referencia los autores, nuestro proyecto de investigación tiene como variable independiente el Método no lineal.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población.

Gómez J, Villasís, Novales (2016) nos dice: “La población está vinculado de casos, accesible, limitado y definido, que establecerá el referido para la deliberación de muestra, y que desempeña con una serie de criterios predeterminados. Es preciso esclarecer cuando se es referido a población de estudio, la expresión no se relata únicamente a sujetos, sino que igualmente puede proporcionar a familias, muestras biológicas, animales, expedientes, objetos, hospitales, organizaciones, etc.; para estos últimos, podría ser más conveniente utilizar un término análogo, como universo de estudio.”) (p. 202). Para el presente estudio la población estará constituida por puentes de concreto armado

3.3.2 Muestra.

Según Mena, L. (2017) nos dice: “La indagación cualitativa es cuando se identifica los diversos mapas existentes sobre el objeto de estudio y satura la información recogida para cada uno de ellos”. (p. 183)

La muestra actual de la Tesis es un puente vehicular interregional pampas, donde está ubicado en los Distritos: Saurama y Uramarca, Provincias: Vilcashuaman y Chincheros, Departamentos: Ayacucho y Apurímac, por ende, a traviesa el rio pampas; la estructura radica en un puente perpetuo de concreto armado, con una viga cajón postensada y con Luz de 280.00 metros. Y también por el Puente Salvador donde está ubicado en el Distrito: San José, Provincia: Leoncio Prado, Departamento: Huánuco en donde en ambos puentes se valorará a través del análisis estático no lineal Pushover.

3.3.3 Muestreo.

Manterola y Otzen (2017) “el muestreo no probabilístico por conformidad accede elegir casos asequibles que acepten ser añadidos” (p. 230).

El autor empleo el muestreo no probabilístico por conformidad, obligado que la muestra de la población sea asequible, a la vez tenemos conocimiento que corresponde a la población de interés.

3.3.4 Unidad de Análisis.

Vicerrectorado de Investigación UCV (2020) “Todo elemento disponen de característica y serán sujetos de medición” (p. 24).

La unidad de análisis en este tema será las mejoras estructurales, el cual se buscará su mejora, para así reforzar puntos débiles de la estructura con la ayuda del Software.

3.4 Técnicas de Recolección de Información

Técnicas de Recolección de Datos

Sánchez, Reyes y Mejía (2018) nos menciona: la indagación en una exploración. Alcanzan ser directas o indirectas. Las directas son entrevistas y las observaciones; las indirectas son cuestionarios, las escalas, los inventarios y los test.

Para obtener una información y recopilación de datos en la indagación de nuestra problemática se realizará lo siguiente:

Observación directa

Según Arias (2014) en su tesis nos dice que una exploración directa es aquel: en el cual el buscador, logra observar y acumular los datos por medio de su observación propia, en este estudio la observación es no participante pues el investigador no ocupa un estatus internamente de la comunicad la cual se ejecutara la averiguación.

Se estudiará el comportamiento de un Diseño Estructural sismorresistente y toda su evolución para así saber con exactitud la resistencia de dicho puente, ya que beneficiará a la población y conductores, en la comunidad de Ayacucho-Apurímac, Huánuco 2021.

Observación Documental

Según Barreto C. (2013), hace referencia que el investigador, logra indagar y almacenar los datos transversalmente su propia exploración, libros, archivos, planos y base de datos ya creados o en transcurso de evaluación.

En este trabajo de investigación se realizará la observación del sector a estudiar y la recopilación de información en datos y registros de gestión de un Puente: Diseño Estructural, su demanda, estudios de Suelo, estudio topográfico, condiciones de los Puentes, tramos y longitud.

Instrumentos

Los instrumentos de recaudación de datos que utilizamos para la fabricación del trabajo de exploración son los sucesivos:

- Ficha técnica de observación. – En este trabajo de indagación nos otorgan recolectar datos que sean óptimos para el diseño estructural sismorresistente empleando el método no lineal, por ejemplo, la ubicación, la cantidad de tránsito, el terreno, etc.

3.5 Procedimientos

Sánchez, Reyes y Mejía (2018) nos declara que un procedimiento se debe anunciar, el tipo de indagación, los métodos y técnicas que se deben apelar en el progreso. Disponiendo del informe final escrito del trabajo, el procedimiento

transcurre a ser un subcapítulo del reporte de investigación que tiene la intención de garantizar y la corroboración de los resultados.

En este proyecto de exploración, toma como muestra las características el Diseño Estructural empleado por el método no lineal de los puentes.

Los objetivos de esta indagación serán validados mediante los efectos de recolección de datos, donde consistió en que la muestra sea delegado por la población, ya que el aporte que nos brindaron, con el número de pobladores se utilizará para el Diseño Estructural Sismorresistente en la comunidad de Ayacucho-Apurímac, Huánuco 2021.

3.6 Análisis cuantitativo de los datos

Sánchez, Reyes y Mejía (2018) no menciona que reside en constituir la información acumulada para que pueda ser intimada en forma escrupulosa o metódica, narrando, definiendo o descifrando la información. El análisis puede ser de representación cualitativo o cuantitativo, o hacer uso de ambas operaciones.

Análisis de datos empleando el Software Midas Civil

Para el progreso del proyecto de investigación, se tomará en cuenta los criterios y recomendaciones del software, así mismo la indagación de medios y planos de los Puentes Pampas y Salvador, y en el programa Midas Civil; que nos ofrece ventajas, ya que da un servicio de calidad, ya que este programa es utilizado mayormente para método no lineal (pushover), modernos diseños para edificaciones y puentes, entre otros.

El objetivo principal del Software MIDAS CIVIL es que nos ofrece hacer cálculos de estructura por recapitulaciones definidos que contiene una extensa complejidad de cifras de diseño para el apropiado dimensionamiento de todo tipo de estructuras metálicas y de concreto, al mismo tiempo aglomera la eventualidad de examinar el

Software, de los ya mencionados. Además, es un software comercial y ofrece resultados precisos y rápidos, lo que lleva a tener una eficiencia óptima, ya que permiten analizar múltiples configuraciones estructurales, para que podamos determinar de manera rápida, cuál será el mejor diseño.

3.7 Aspectos éticos

CIP (2018) “Promueve la forma idónea de desempeñar la profesión dentro del marco de la ley y las normas éticas y deontológicas” (p. 2).

Sin embargo, como futuros ingenieros civiles garantizamos a consumir lo acordado según el código de ética del CIP certificado en Julio de 2018.

Niño (2011) “El aspecto ético cuenta con cuatro grupos: la confidencialidad, el anonimato, la legalidad y el profesionalismo. Se debe actuar con responsabilidad a lo largo el proceso de investigación” (p. 224).

Los autores tienen como obligación al sustentar con autenticidad y confiabilidad, cuyos resultados que adquirimos en este proyecto, favorecen claridad y originalidad en la data de recopilación de información, sin haber desarrollado alguna duplicidad de soluciones. El proyecto de investigación que mostraremos cumple todos los requerimientos éticos que aplica la Universidad en su estatus, el cual se consideran los siguientes:

- El proyecto de investigación será derivado por la comisión de norma de la UCV, donde la indagación obtenida tiene que realizar con los mandatos de autenticidad, los cuales han sido cumplida por los autores.
- Respectivamente a la indagación obtenida de conceptos, notas bibliográficas, citadas según a la norma APA, modelo según la UCV para este proyecto.

IV. RESULTADOS

4.1 Ubicación

El vigente trabajo se localiza en el Distrito de Saurama-Uranmarca, provincia de Vilcashuaman-Chincheros y departamento de Ayacucho-Apurímac, Huánuco.

4.1.1 Puente Pampas

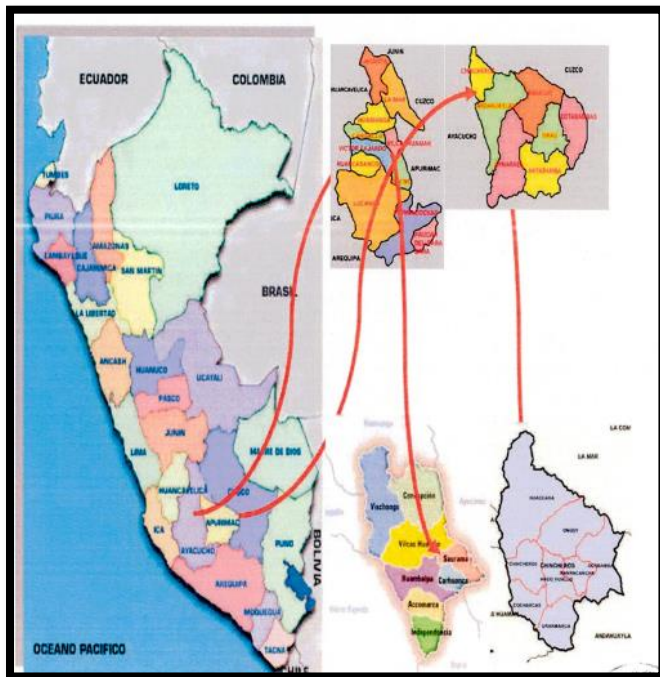


Figura (1) Mapa del Departamento de Ayacucho y Apurímac

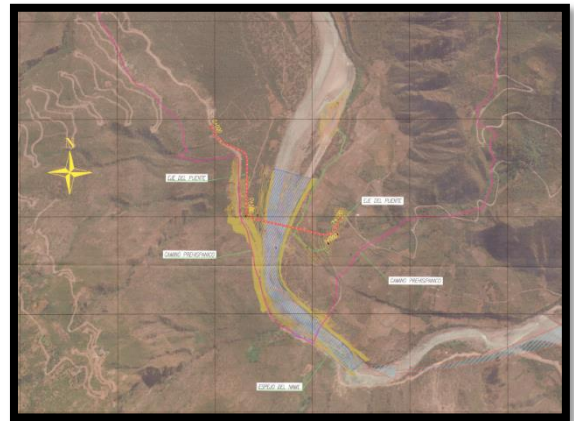


Figura (2) Plano de Ubicación del Puente Pampas

Departamento: Ayacucho y Apurímac
Provincia: Vilcashuaman y Chincheros
Distrito: Saurama y Uranmarca

4.1.2 Puente El Salvador



Figura (3) Mapa del Departamento de Huánuco



Figura (4) Mapa de la Provincia San José

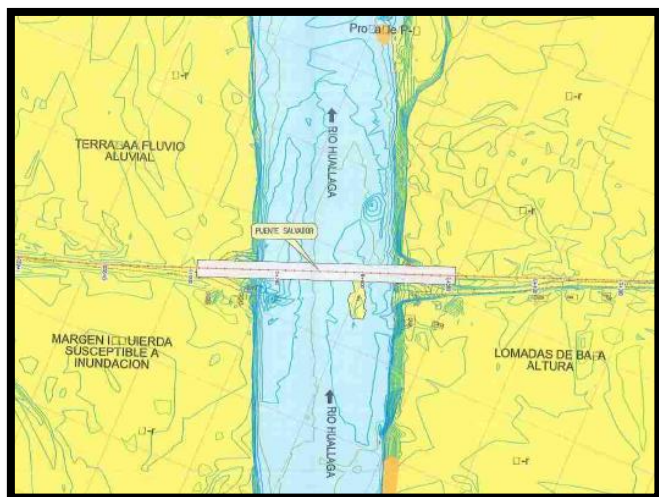


Figura (5) Plano del Puente Salvador

Departamento: Huánuco
Provincia: Leoncio Prado
Distrito: San José

4.2 Desarrollo del Trabajo

4.2.1 Tratamiento de Resultados

Para la recolección de resultados de la tesis, se empezó con la inspección de los expedientes técnicos de observación directa, para de esta manera poder mejorar y cumplir con nuestros objetivos.

Nuestro objetivo principal es comparar los resultados obtenidos mediante el método no lineal y un método convencional en el diseño estructural sismorresistente de ambos puentes, por lo que para llegar a eso, se tuvo primero que hacer los planos de ambos puentes.

Consecuentemente el análisis de los puentes, se examinaron 2 puentes que contenían, un inmenso puntaje en el rango de valores a través del análisis del software Midas Civil para el cálculo del método no lineal y del software AUTOCAD para hacer las comparaciones de los puentes.

4.3 Procedimiento de cálculos del Software Midas Civil

A continuación, se procederá a hacer los cálculos respectivos empleando el método no Lineal en ambos casos.

PUENTE PAMPAS

Construcción segmental por volados sucesivos empleando dovelas vaciadas en sitio

NORMAS DE DISEÑO UTILIZADAS

- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications
- AASHTO Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design
- CEB – FIP Model Code

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

1. Tipo de Estructura:

Aporticado, segmental de concreto post – tensado.

2. Sistema Constructivo:

Voladizos sucesivos llenados em sitio

3. Carga Viva de Diseño: HL93

4. Longitud: 280 m

5. Numero de vías: 2

6. Ancho de tablero: 12.60 m

Ancho de calzada = 6.60m

- 2 carriles vehiculares de 3.30m
- 2 bermas de 1.20m

2 Barreras de protección tipo New Jersey de 0.40m de ancho

2 Veredas de 1.20m y barandas de 0.20m de ancho

7. Superficie de rodadura: Superficie de desgaste de asfalto de 50mm de espesor.

8. PILARES

- Pilares de concreto armado de placas paralelas.
- Columnas: 2 Columnas paralelas de sección circular alargado de 6.80m x 1.50m con separación entre ejes de columna de 5.00m.
- Altura libre de columnas: $H = 14.00\text{m}$

9. Vigas cajón de una celda.

10. Peralte de viga: variable, 7.80m sobre pilares y 2.80m en el centro de luz del tramo central.

11. Espesor de la losa superior: 0.275m.

12. Espesor de almas: 0.40m (1.00m en dovelas de contrapeso)

13. Espesor de losa inferior: variable de 0.25m a 1.00m.
14. Numero de dovelas: 13 dovelas en el tramo central y 16 dovelas en los tramos laterales.
15. Longitud de dovelas: Primeras 4 dovelas de 4.00m de longitud, resto de dovelas de 5.00 longitud.
16. La dovela 0: 13.00m de longitud

MATERIALES

Concreto:

- Vigas post – tensada: $f'c= 490 \text{ kg/cm}^2$
- Pilares: $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$
- Estribos: $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$
- Barreras N.J.: $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$

Armadura de Refuerzo

- ASTM A615 Grado 60, $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- ASTM A706 (Columnas) Grado 60, $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Acero de Post – tensado

ASTM A416 Grado 270, $f_{pu} = 1860 \text{ MPa}$

- Torones de 0.6" (15mm) para tendones de post – tensado longitudinal.
- Torones de 0.5" (12.70mm) para tendones de post – tensado transversal de la losa.

CARGAS DE DISEÑO

Cargas de Pesos Propio de las Estructuras

Para los componentes de concreto armado post – tensado se empleó un peso unitario de 2.50 ton/m³. Las cargas fueron aplicadas al modelo de análisis.

Cargas Muertas

Superficie de Rodadura

Superficie de rodadura de asfalto, de 50mm de espesor con un peso específico en 2.25 ton/m³.

Barreras de contención tipo New Jersey

La sección transversal del puente cuenta con 2 barreras de contención estándar tipo New Jersey, con un peso de 500kg/m por cada barrera.

Barandas Metálicas

El puente tiene barandas metálicas en ambos lados del tablero.

Para el peso propio de las barandas metálicas se utilizó una carga de 100kg/m por baranda.

Post-Tensado

El acero post-tensado es de calidad ASTM A416 con las siguientes propiedades de material:

$F_{pu} = 1860 \text{ MPa}$ (Esfuerzo ultimo)

$F_y = 90\% F_{pu}$ (Esfuerzo de fluencia)

$E = 197,000 \text{ Mpa}$ (Modulo de elasticidad)

Los tendones fueron tensados a un nivel de esfuerzo correspondiente al 75% F_{pu} .

Los coeficientes de pérdidas de fricción empleados en el diseño son:

$U = 0.25$ (Perdidas de fricción por curvatura)

$K = 0.003$ (Perdidas de fricción por alabeo)

Asiento = 6mm (Asiento de cuña)

El puente fue modelado en programa **MIDAS CIVIL**:

SECCIÓN DE PUENTE

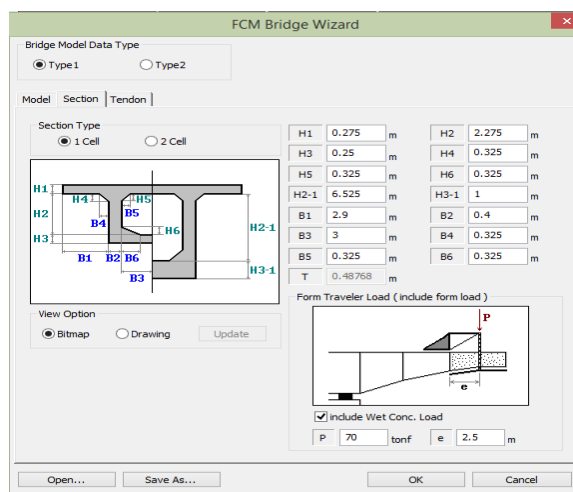


Figura 6: Sección de Puente, elaboración propia

DOVELA 0

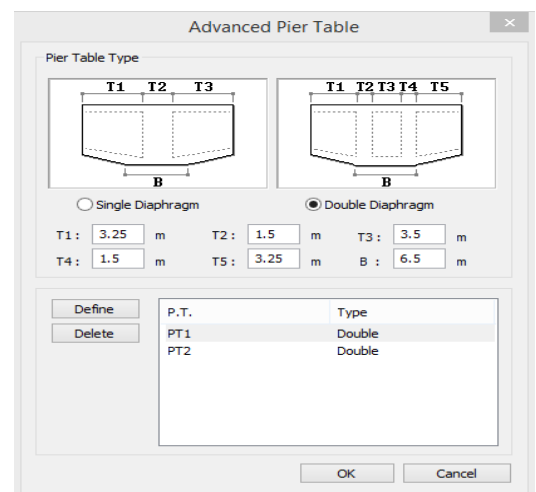


Figura 7: Dovela, elaboración propia

TORONES

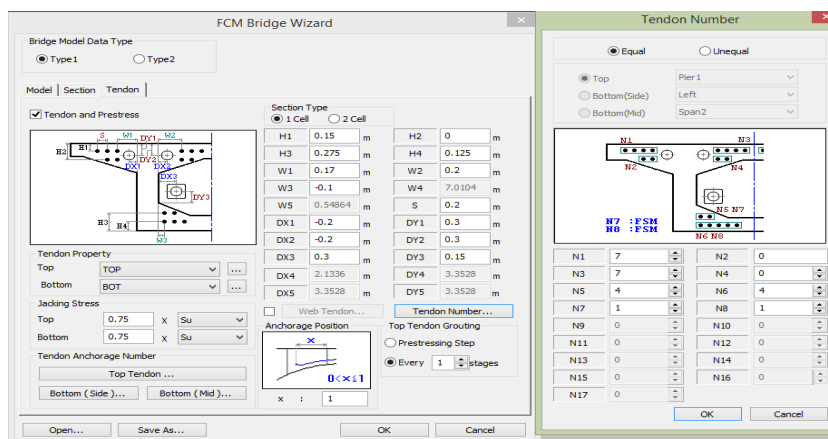


Figura 8 :Torones, elaboración propia

MODELO DEL PUENTE

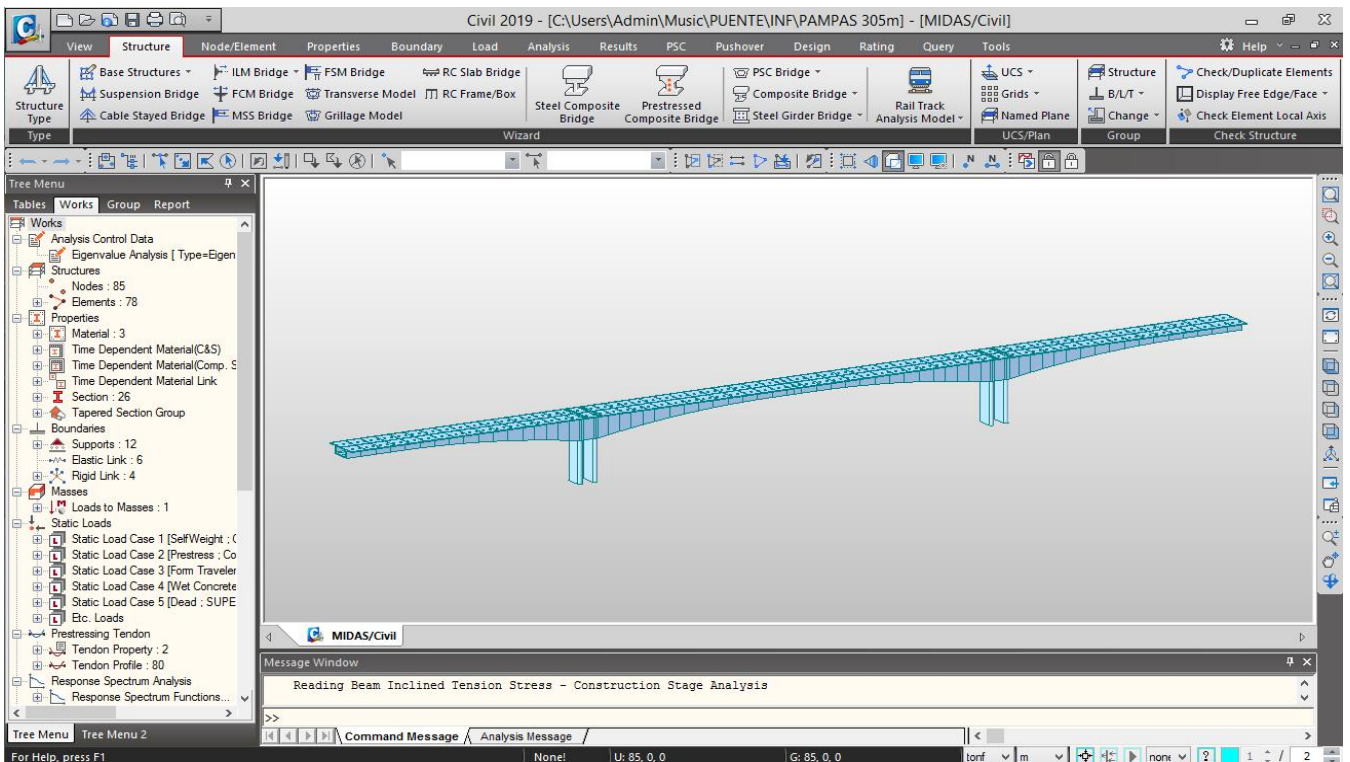


Figura 9: Modelo del Puente, elaboración propia

CARGAS MUERTAS

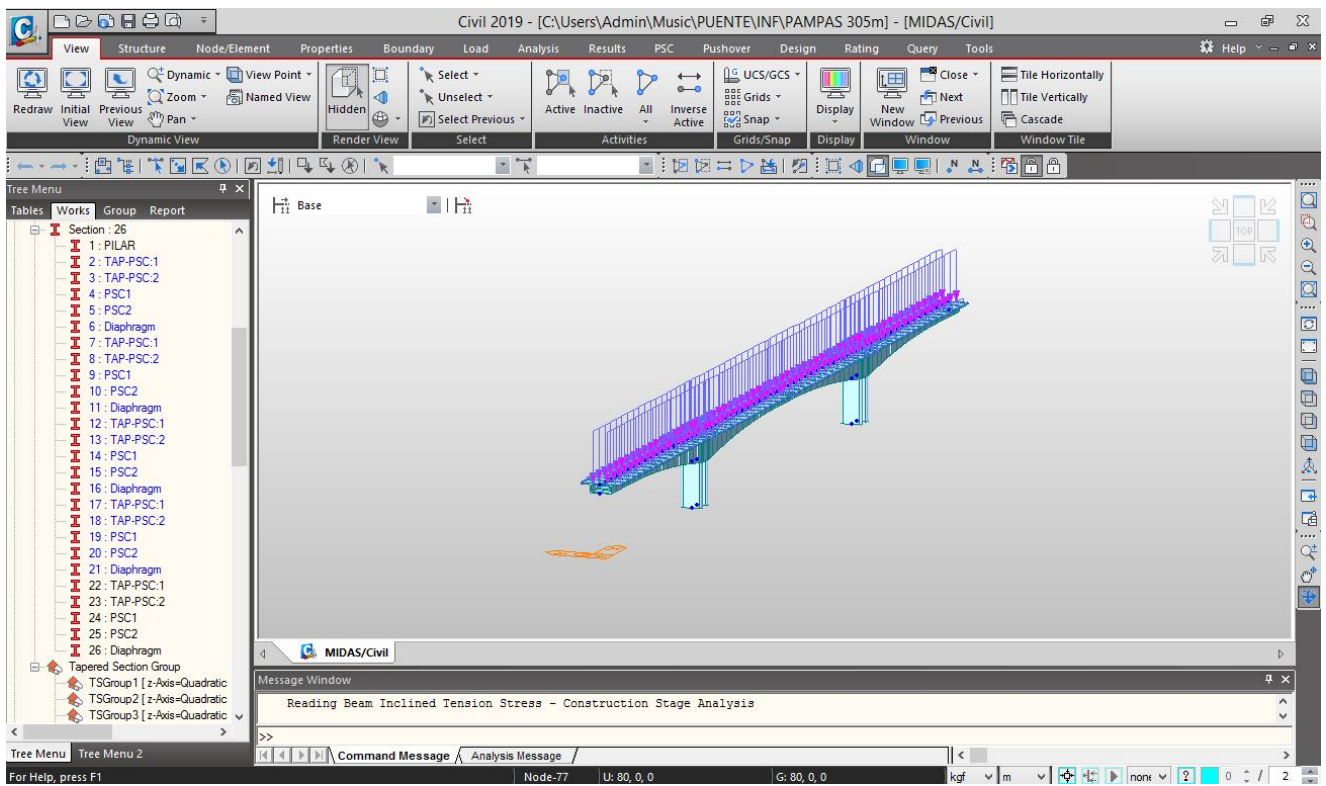


Figura 10: Cargas Muertas, elaboración propia

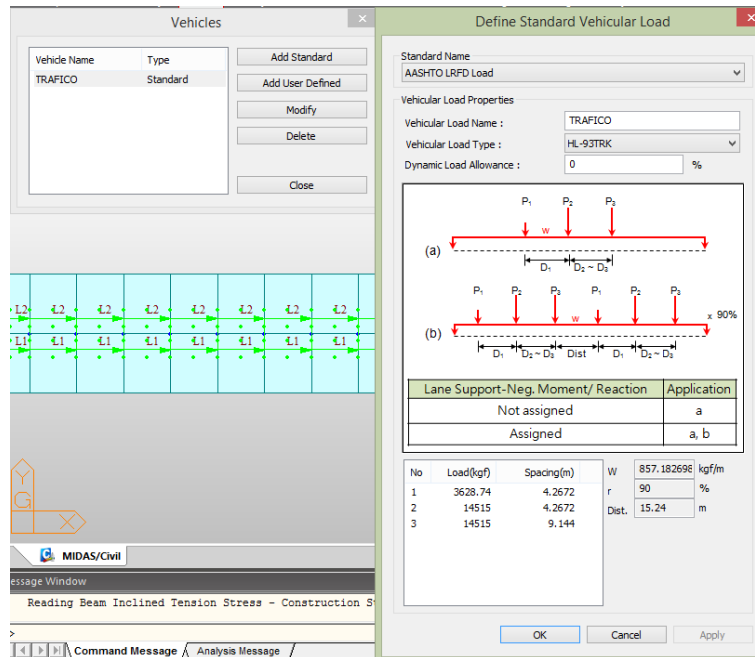


Figura 13: Configuración de la Carga vehicular, elaboración propia

LÍNEAS DE FLUENCIA

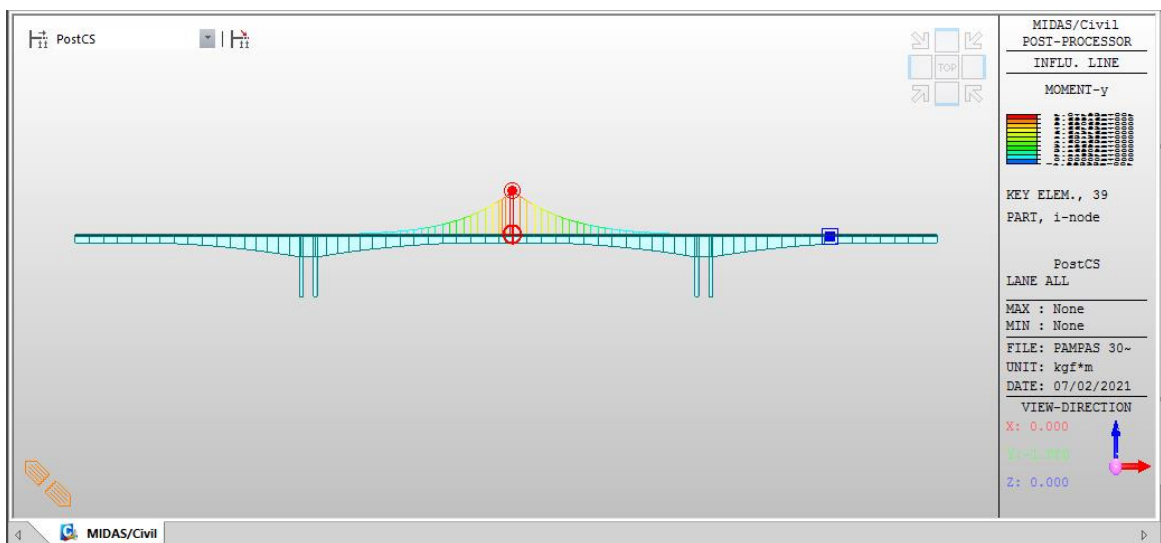


Figura 14: Línea de Fluencia, elaboración propia

Cargas de Sismo

Para el diseño sísmico se emplearon los criterios establecidos en el: AASHTO Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design.

PGA = Aceleración pico a nivel de basamento rocoso

Ss = Aceleración espectral a nivel de basamento rocoso para un periodo de retorno de 0.20 seg.

S1 = Aceleración espectral a nivel de basamento rocoso para un periodo de retorno de 1.00 seg.

| Site Class | Soil Type and Profile |
|------------|---|
| A | Hard rock with measured shear wave velocity, $\bar{v}_s > 5000$ ft/sec |
| B | Rock with 2500 ft/sec $< \bar{v}_s < 5000$ ft/sec |
| C | Very dense soil and soil rock with 1200 ft/sec $< \bar{v}_s < 2500$ ft/sec, or with either $\bar{N} > 50$ blows/ft or $\bar{s}_u > 2.0$ ksf |
| D | Stiff soil with 600 ft/sec $< \bar{v}_s < 1200$ ft/sec, or with either 15 blows/ft $< \bar{N} < 50$ blows/ft or 1.0 ksf $< \bar{s}_u < 2.0$ ksf |
| E | Soil profile with $\bar{v}_s < 600$ ft/sec, or with either $\bar{N} < 15$ blows/ft or $\bar{s}_u < 1.0$ ksf, or any profile with more than 10 ft of soft clay defined as soil with $PI > 20$, $w > 40\%$, and $\bar{s}_u < 0.5$ ksf |
| F | Soils requiring site-specific ground motion response evaluations, such as: <ul style="list-style-type: none"> Peats or highly organic clays ($H > 10$ ft of peat or highly organic clay, where H = thickness of soil) Very high plasticity clays ($H > 25$ ft with $PI > 75$) Very thick soft/medium stiff clays ($H > 120$ ft) |

Exceptions:

Where the soil properties are not known in sufficient detail to determine the site class, a site investigation shall be undertaken sufficient to determine the site class. Site Class E or F should not be assumed unless the authority having jurisdiction determines that Site Class E or F could be present at the site or in the event that Site Class E or F is established by geotechnical data.

where:

\bar{v}_s = average shear wave velocity for the upper 100 ft of the soil profile as defined in Article 3.4.2.2

\bar{N} = average standard penetration test (SPT) blow count (blows/ft) (ASTM D 1586) for the upper 100 ft of the soil profile as defined in Article 3.4.2.2

\bar{s}_u = average undrained shear strength in ksf (ASTM D 2166 or D 2850) for the upper 100 ft of the soil profile as defined in Article 3.4.2.2

PI = plasticity index (ASTM D 4318)

w = moisture content (ASTM D 2216)

Tabla 1. Clasificación de Tipos de Suelo

Figura 15: Clasificación del Tipo de Suelo, AASHTO LRFD

Tabla 2. Coeficientes de Amplificación F_{pga} y F_a (AASHTO LRFD 3.4.2.3-1)

| Site Class | Mapped Peak Ground Acceleration or Spectral Response Acceleration Coefficient at Short Periods | | | | |
|------------|--|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| | $PGA \leq 0.10$ $S_s \leq 0.25$ | $PGA = 0.20$ $S_s = 0.50$ | $PGA = 0.30$ $S_s = 0.75$ | $PGA = 0.40$ $S_s = 1.00$ | $PGA \geq 0.50$ $S_s \geq 1.25$ |
| A | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| B | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| C | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 1.0 |
| D | 1.6 | 1.4 | 1.2 | 1.1 | 1.0 |
| E | 2.5 | 1.7 | 1.2 | 0.9 | 0.9 |
| F | * | * | * | * | * |

Figura 16: Coeficiente de Amplificación 1, AASHTO LRFD

Tabla 3. Coeficientes de Amplificación F_v (AASHTO LRFD 3.4.2.3-2)

| Site Class | Mapped Spectral Response Acceleration Coefficient at 1-sec Periods | | | | |
|------------|--|-------------|-------------|-------------|----------------|
| | $S_1 \leq 0.1$ | $S_1 = 0.2$ | $S_1 = 0.3$ | $S_1 = 0.4$ | $S_1 \geq 0.5$ |
| A | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| B | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| C | 1.7 | 1.6 | 1.5 | 1.4 | 1.3 |
| D | 2.4 | 2.0 | 1.8 | 1.6 | 1.5 |
| E | 3.5 | 3.2 | 2.8 | 2.4 | 2.4 |
| F | * | * | * | * | * |

Figura 17: Coeficiente de Amplificación 2, AASHTO LRFD

ESPECTRO DE DISEÑO

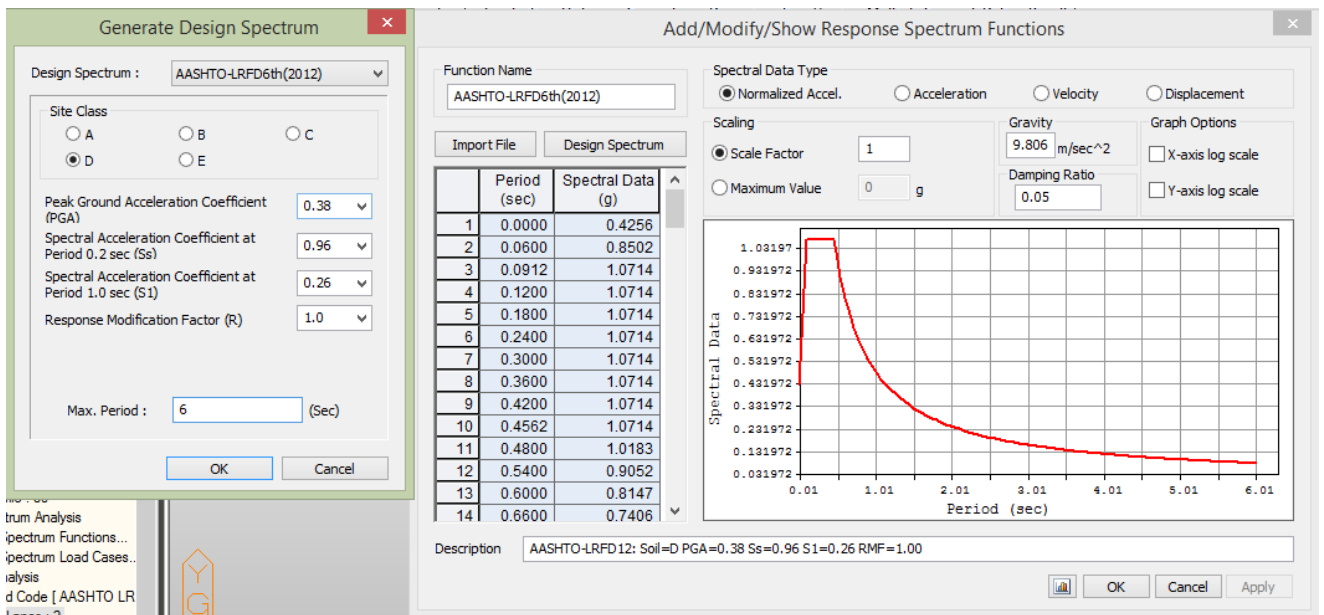


Figura 18: Espectro de Diseño, elaboración propia

RESULTADOS DEL MODELAMIENTO

MODOS DE VIBRACIÓN

Se puede apreciar que el modo de vibración 17 ya se ha alcanzado el 91% de masa participativa.

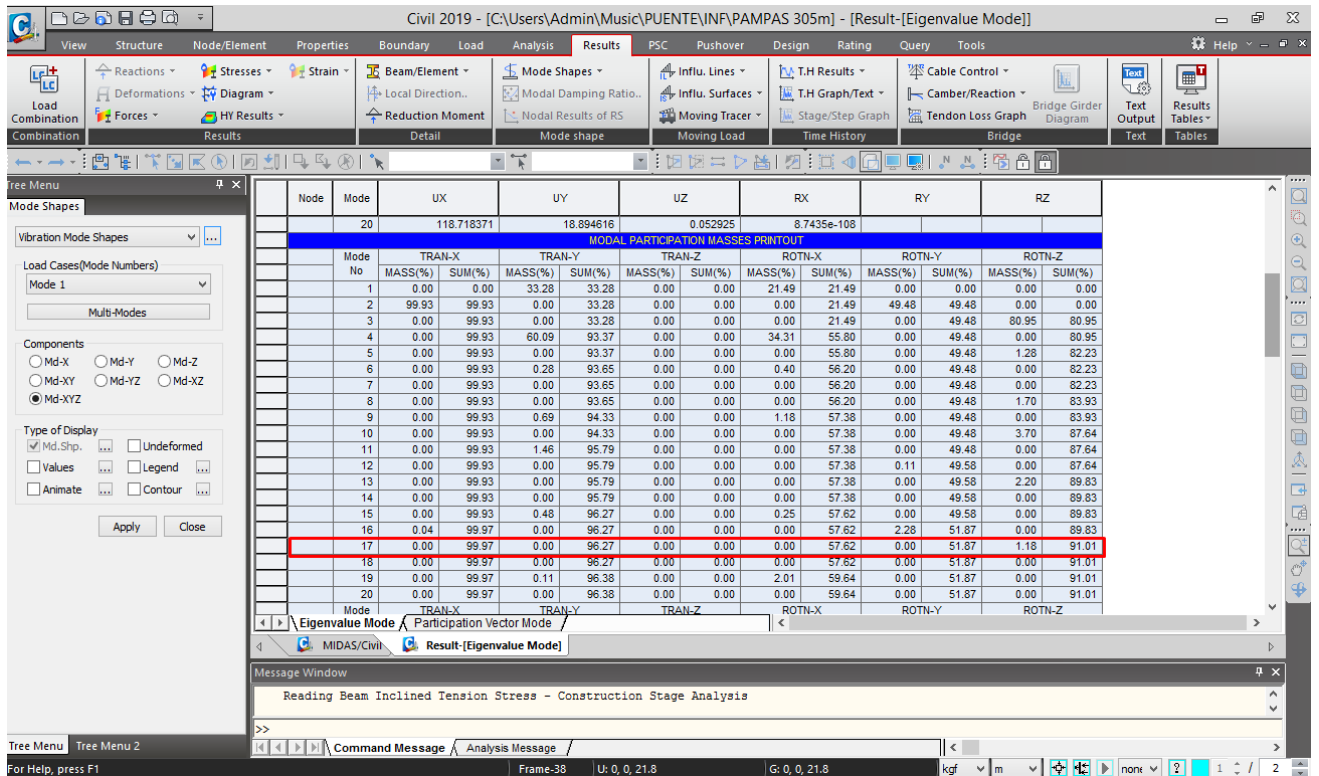


Figura 19: Modos de Vibración, elaboración propia

COMBINACIÓN DE CARGAS

La acción sísmica se refleja en las combinaciones de carga para el estado límite de eventos extremos I.

$$\gamma_p \text{Dead Load} + \gamma_p DC + \gamma_p DW + 0.50 \text{Carga Movil} + EQ$$

| Tipo de carga, tipo de fundación, y método usado para calcular la fricción negativa | Factor de carga | |
|---|-----------------|--------|
| | Máximo | Mínimo |
| DC: Elementos y accesorios | 1.25 | 0.90 |
| DW: Superficies de rodamiento e instalaciones para servicios públicos | 1.50 | 0.85 |

Fuente: AASHTO LRFD Bridge

$$1.25 \text{Dead Load} + 1.25 DC + 1.50 DW + 0.50 \text{Carga Movil} + EQ$$

$$0.90 \text{Dead Load} + 0.90 DC + 0.65 DW + 0.50 \text{Carga Movil} + EQ$$

Figura 20: Combinaciones de cargas, AASHTO LRFD Bridge

La carga sísmica (EQ) debe considerar la acción simultanea de los casos de carga S_x y S_y además debe tomarse en cuenta el criterio de 100% y el 30%, también se debe prever los posibles sentidos de aplicación del sismo (considerando mediante el signo positivo y negativo). Por lo tanto, se debe considerar los siguientes casos o combinaciones en la carga sísmica (EQ).

$$EQ_1 = S_x + 0.30 S_y$$

$$EQ_2 = S_x - 0.30 S_y$$

$$EQ_3 = -S_x - 0.30 S_y$$

$$EQ_4 = -S_x + 0.30 S_y$$

$$EQ_5 = S_y + 0.30 S_x$$

$$EQ_6 = S_y - 0.30 S_x$$

$$EQ_7 = -S_y - 0.30 S_x$$

$$EQ_8 = -S_y + 0.30 S_x$$

Figura 21: Cargas Sísmicas, AASHTO LRFD Bridge

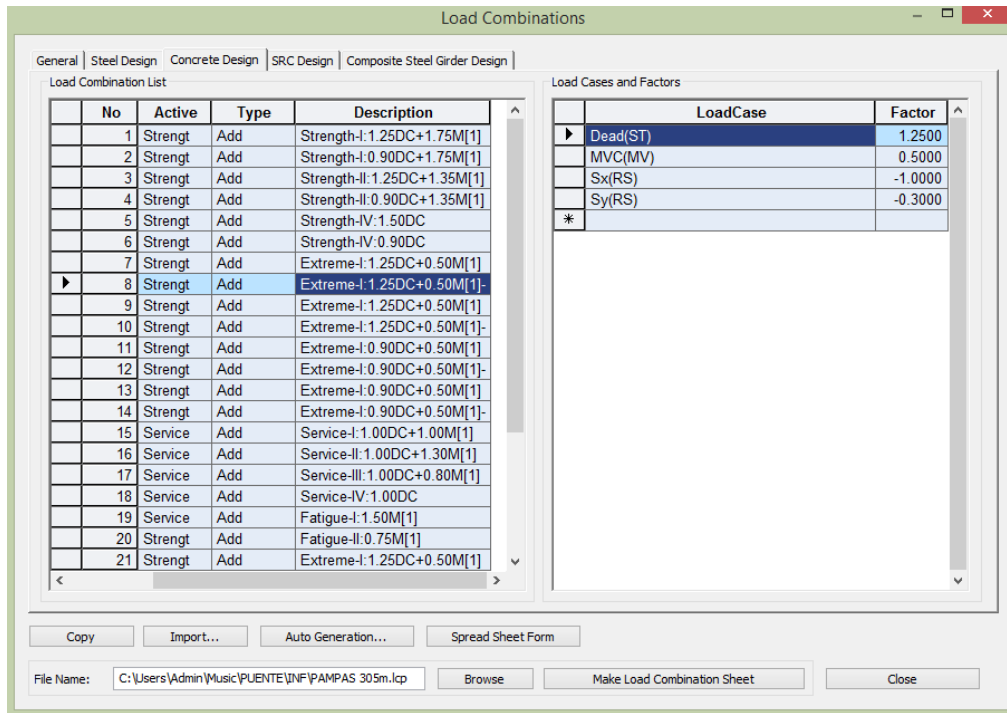


Figura 22: Combinación de Cargas , elaboración propia

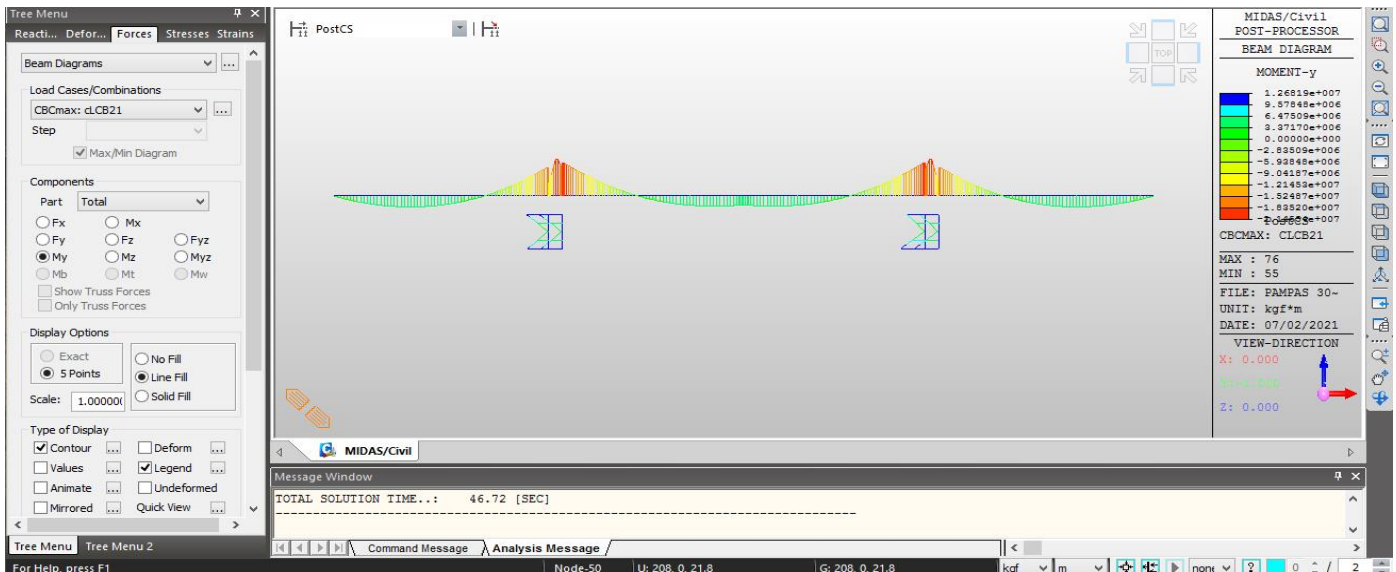


Figura 23: Diagrama de Fuerzas, elaboración propia

Demanda lineal

- **Desplazamiento Modal Espectral**

La apreciación lineal empleando este método otorgo como resultados desplazamientos longitudinales y transversales, del efecto adquirido del análisis elaborado al puente Pampas podemos exhibir que el desplazamiento longitudinal es 12.408 cm en cada pilar, además el desplazamiento transversal es 15.824 cm iguales en cada pilar.

Puentes Pampas (X-X)

Load Combinations

| Load Combination List | | | | | Load Cases and Factors | |
|-----------------------|--------|---------|------|------------------------|------------------------|--------|
| No | Name | Active | Type | Description | LoadCase | Factor |
| 1 | cLCB1 | Strengt | Add | Strength-I:1.25DC+1.7 | Dead(ST) | 1.2500 |
| 2 | cLCB2 | Strengt | Add | Strength-I:0.90DC+1.7 | MVC(MV) | 1.7500 |
| 3 | cLCB3 | Strengt | Add | Strength-II:1.25DC+1.7 | | |
| 4 | cLCB4 | Strengt | Add | Strength-II:0.90DC+1.7 | | |
| 5 | cLCB5 | Strengt | Add | Strength-IV:1.50DC | | |
| 6 | cLCB6 | Strengt | Add | Strength-IV:0.90DC | | |
| 7 | cLCB7 | Strengt | Add | Extreme-I:1.25DC+0.9 | | |
| 8 | cLCB8 | Strengt | Add | Extreme-I:1.25DC+0.9 | | |
| 9 | cLCB9 | Strengt | Add | Extreme-I:1.25DC+0.9 | | |
| 10 | cLCB10 | Strengt | Add | Extreme-I:1.25DC+0.9 | | |
| 11 | cLCB11 | Strengt | Add | Extreme-I:0.90DC+0.9 | | |
| 12 | cLCB12 | Strengt | Add | Extreme-I:0.90DC+0.9 | | |
| 13 | cLCB13 | Strengt | Add | Extreme-I:0.90DC+0.9 | | |
| 14 | cLCB14 | Strengt | Add | Extreme-I:0.90DC+0.9 | | |
| 15 | cLCB15 | Service | Add | Service-I:1.00DC+1.00 | | |
| 16 | cLCB16 | Service | Add | Service-II:1.00DC+1.3 | | |
| 17 | cLCB17 | Service | Add | Service-III:1.00DC+0.8 | | |
| 18 | cLCB18 | Service | Add | Service-IV:1.00DC | | |
| 19 | cLCB19 | Service | Add | Fatigue-I:1.50M[1] | | |
| 20 | cLCB20 | Strengt | Add | Fatigue-II:0.75M[1] | | |
| 21 | cLCB21 | Strengt | Add | Extreme-I:1.25DC+0.9 | | |

File Name: C:\Users\Admin\Music\PUENTE\INF\PAMPAS 305m.lcp

Figura 24: Demanda Lineal en eje X, elaboración propia

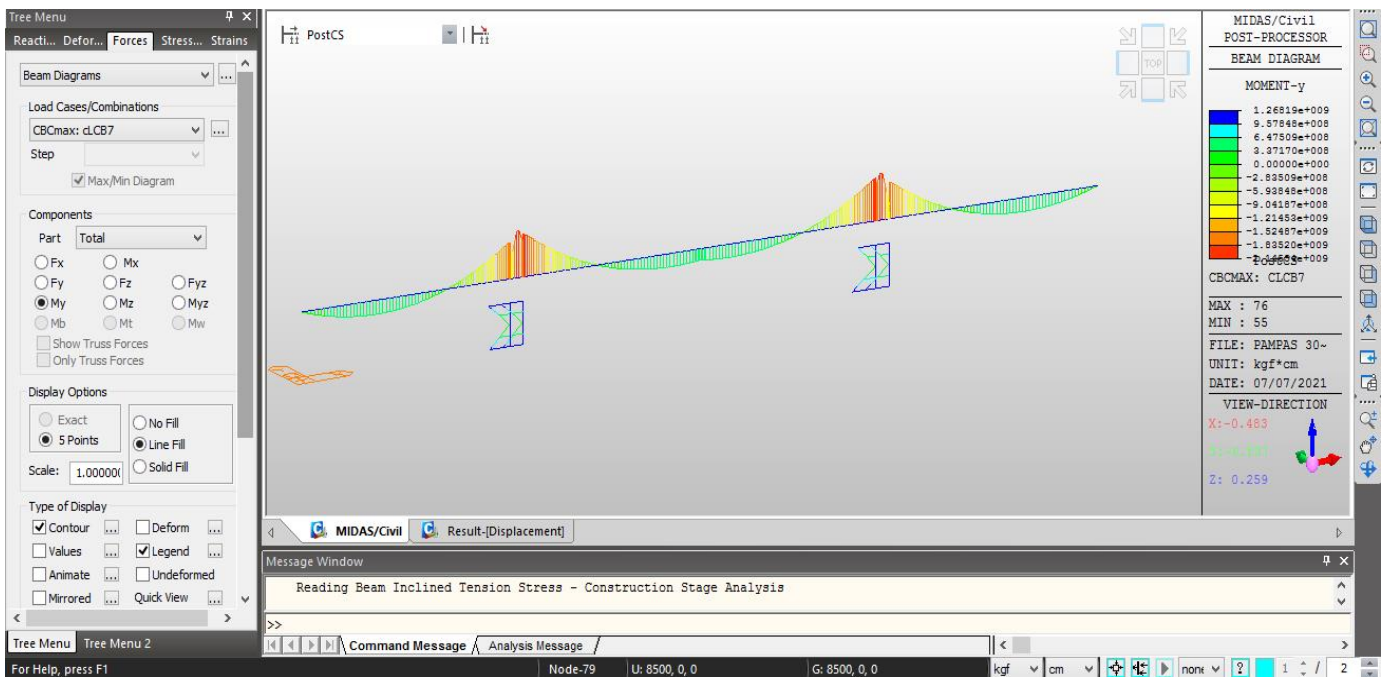


Figura 25: Diagrama Lineal en eje X, elaboración propia

Desplazamiento Longitudinal (X-X)

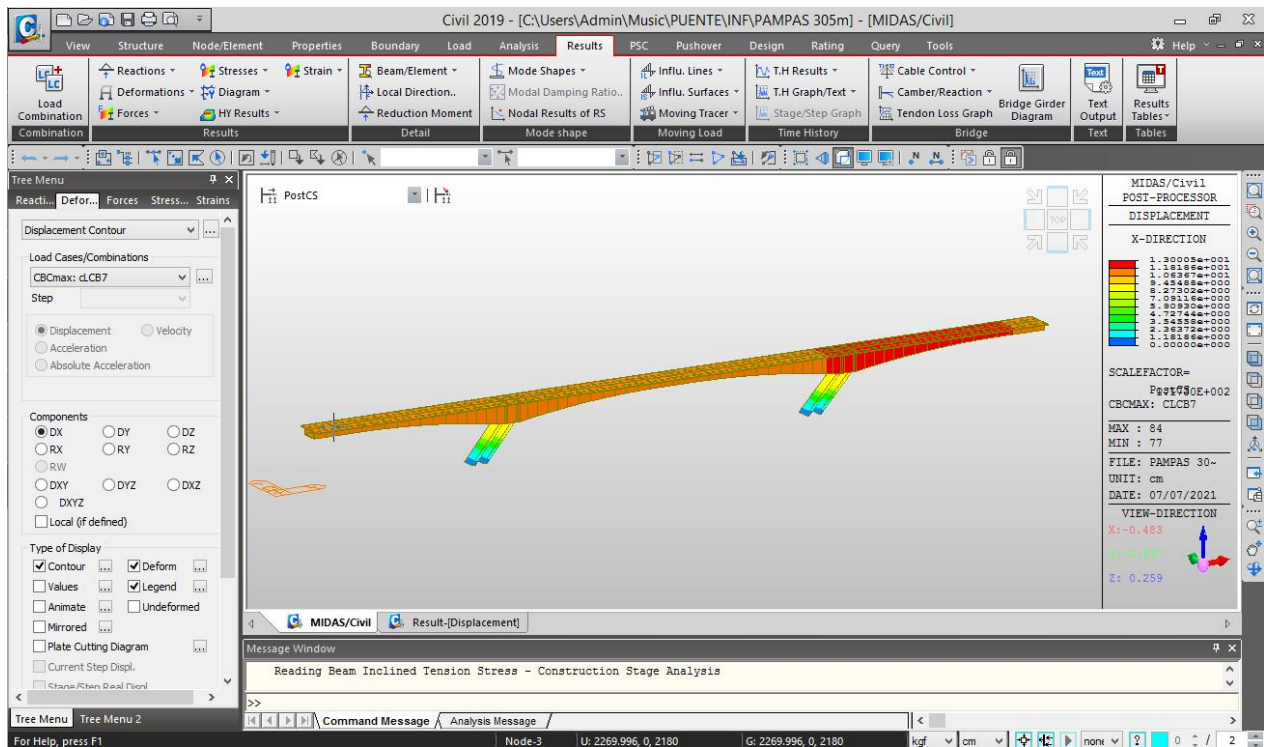


Figura 26: Desplazamiento Longitudinal en eje X, elaboración propia

TABLA DE RESULTADOS

Desplazamiento Longitudinal (X-X)

| Node | Load | DX (cm) | DY (cm) | DZ (cm) | RX ([rad]) | RY ([rad]) | RZ ([rad]) |
|------|------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|-----------------|
| 55 | cLCB7(max) | 12.000382 | 1.622336 | 0.09111 | 0.000984 | 0.001302 | 0.000699 |
| 56 | cLCB7(max) | 12.081654 | 1.663806 | 0.155982 | 0.000995 | 0.00149 | 0.000673 |
| 57 | cLCB7(max) | 12.092121 | 1.677864 | 0.289291 | 0.000996 | 0.001518 | 0.000671 |
| 58 | cLCB7(max) | 12.098071 | 1.694461 | 0.427915 | 0.000998 | 0.001532 | 0.000668 |
| 59 | cLCB7(max) | 12.160869 | 1.805434 | 0.969865 | 0.001018 | 0.001652 | 0.000645 |
| 60 | cLCB7(max) | 12.230709 | 1.97092 | 1.559125 | 0.001042 | 0.001796 | 0.000606 |
| 61 | cLCB7(max) | 12.291164 | 2.149634 | 2.053857 | 0.001063 | 0.00193 | 0.000556 |
| 62 | cLCB7(max) | 12.340847 | 2.325378 | 2.44466 | 0.001081 | 0.002046 | 0.000494 |
| 63 | cLCB7(max) | 12.378273 | 2.485252 | 2.722701 | 0.001096 | 0.002131 | 0.00042 |
| 64 | cLCB7(max) | 12.405483 | 2.647493 | 2.900892 | 0.001108 | 0.002171 | 0.000312 |
| 65 | cLCB7(max) | 12.408412 | 2.753652 | 2.884296 | 0.00111 | 0.0021 | 0.000195 |
| 66 | cLCB7(max) | 12.384947 | 2.792196 | 2.67701 | 0.001098 | 0.001873 | 0.000101 |
| 67 | cLCB7(max) | 12.33435 | 2.755413 | 2.301197 | 0.001066 | 0.001445 | 0.000157 |
| 68 | cLCB7(max) | 12.258067 | 2.639108 | 1.801085 | 0.00101 | 0.001023 | 0.00029 |
| 69 | cLCB7(max) | 12.160634 | 2.442623 | 1.242769 | 0.000925 | 0.001045 | 0.000431 |
| 70 | cLCB7(max) | 12.050444 | 2.169421 | 0.706195 | 0.00081 | 0.000921 | 0.000565 |

Tabla 1: Desplazamiento Longitudinal en eje X, elaboración propia

Puentes Pampas (Y-Y)

Load Combination List

| No | Name | Active | Type | Description |
|----|--------|---------|------|------------------------|
| 1 | cLCB1 | Strengt | Add | Strength-I:1.25DC+1.7 |
| 2 | cLCB2 | Strengt | Add | Strength-I:0.90DC+1.7 |
| 3 | cLCB3 | Strengt | Add | Strength-II:1.25DC+1.7 |
| 4 | cLCB4 | Strengt | Add | Strength-II:0.90DC+1.7 |
| 5 | cLCB5 | Strengt | Add | Strength-IV:1.50DC |
| 6 | cLCB6 | Strengt | Add | Strength-IV:0.90DC |
| 7 | cLCB7 | Strengt | Add | Extreme-I:1.25DC+0.9 |
| 8 | cLCB8 | Strengt | Add | Extreme-I:1.25DC+0.9 |
| 9 | cLCB9 | Strengt | Add | Extreme-I:1.25DC+0.9 |
| 10 | cLCB10 | Strengt | Add | Extreme-I:1.25DC+0.9 |
| 11 | cLCB11 | Strengt | Add | Extreme-I:0.90DC+0.9 |
| 12 | cLCB12 | Strengt | Add | Extreme-I:0.90DC+0.9 |
| 13 | cLCB13 | Strengt | Add | Extreme-I:0.90DC+0.9 |
| 14 | cLCB14 | Strengt | Add | Extreme-I:0.90DC+0.9 |
| 15 | cLCB15 | Service | Add | Service-I:1.00DC+1.00 |
| 16 | cLCB16 | Service | Add | Service-II:1.00DC+1.3 |
| 17 | cLCB17 | Service | Add | Service-III:1.00DC+0.8 |
| 18 | cLCB18 | Service | Add | Service-IV:1.00DC |
| 19 | cLCB19 | Service | Add | Fatigue-I:1.50M[1] |
| 20 | cLCB20 | Strengt | Add | Fatigue-II:0.75M[1] |
| 21 | cLCB21 | Strengt | Add | Extreme-I:1.25DC+0.9 |

Load Cases and Factors

| LoadCase | Factor |
|----------|---------|
| Dead(ST) | 1.25000 |
| MVC(MV) | 0.50000 |
| Sy(RS) | 1.00000 |
| Sx(RS) | 0.30000 |
| * | |

Figura 27: Demanda Lineal en eje Y , elaboración propia

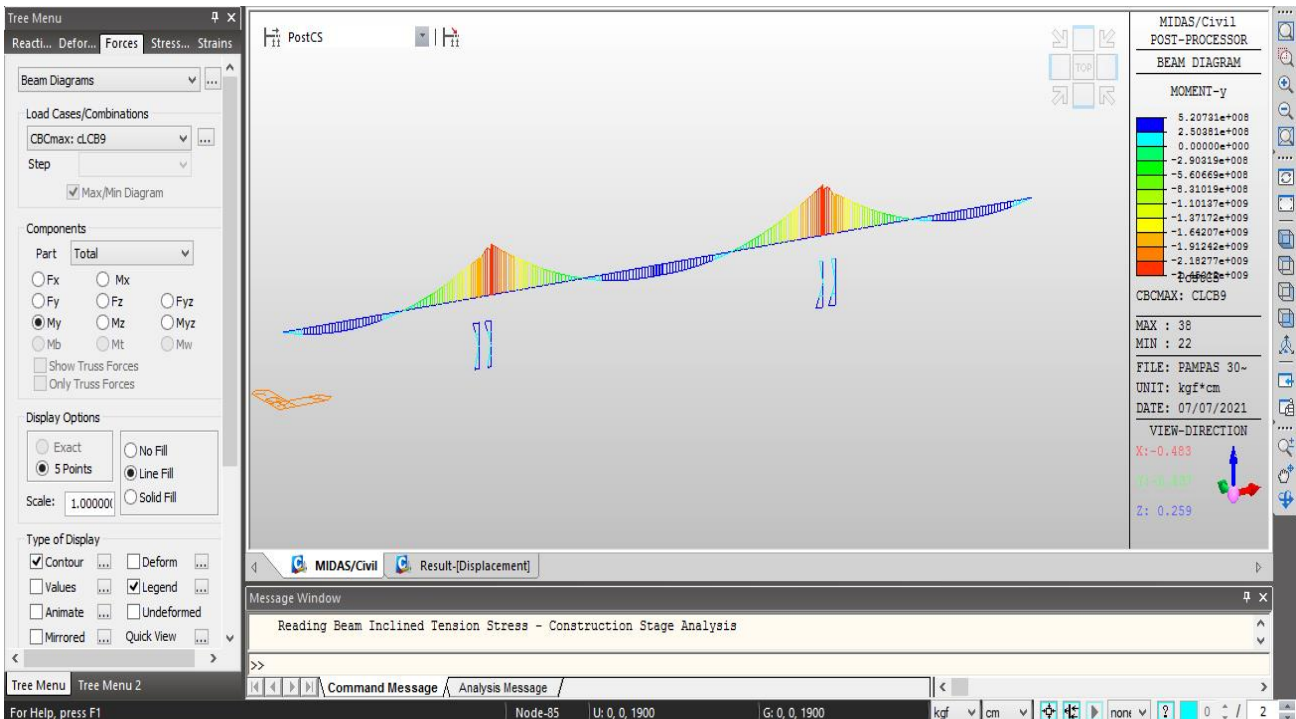


Figura 28: Diagrama de Fuerzas, elaboración propia

Desplazamiento Transversal (Y-Y)

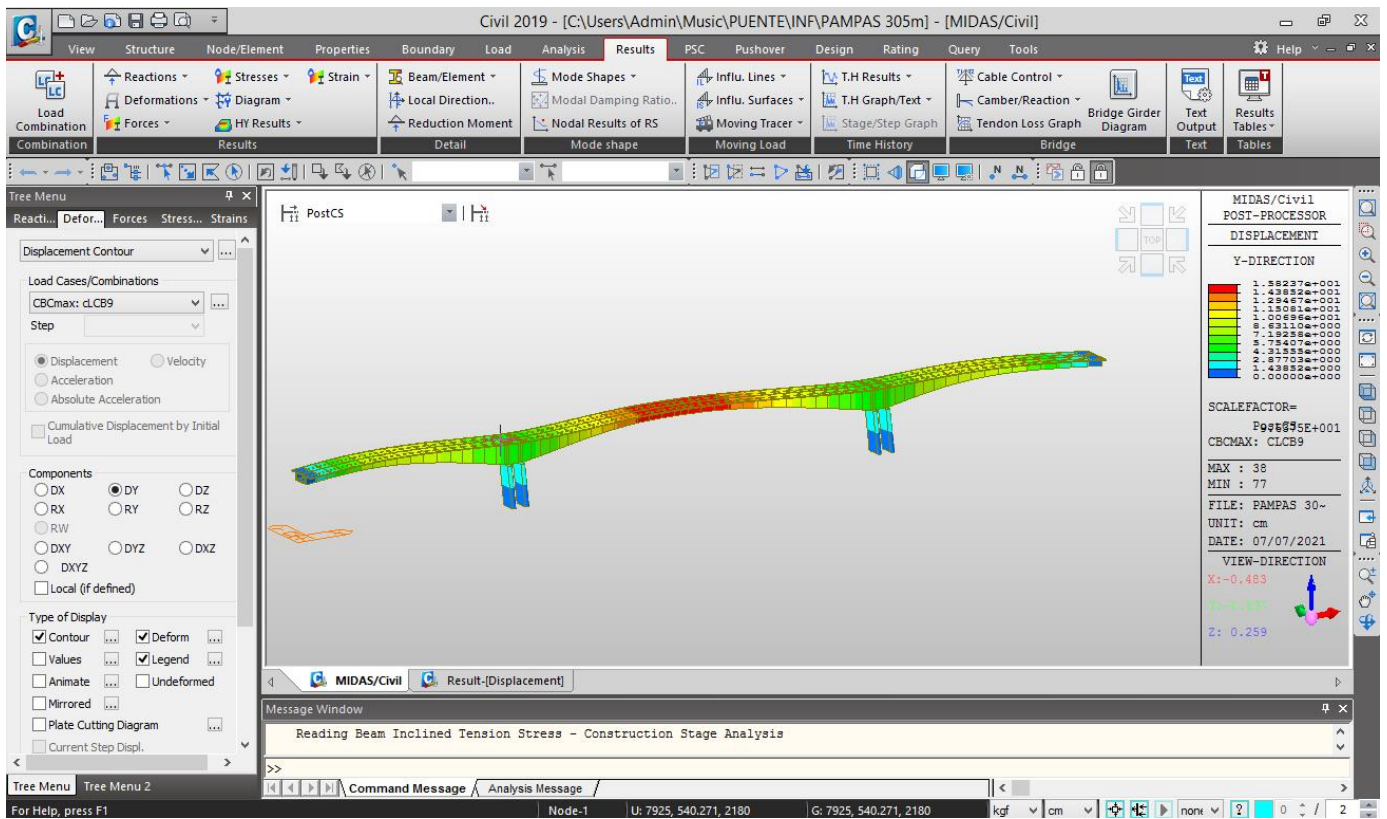


Figura 29: Desplazamiento Transversa en eje Y, elaboración propia

TABLA DE RESULTADOS

Desplazamiento Transversal (Y-Y)

| Node | Load | DX (cm) | DY (cm) | DZ (cm) | RX ([rad]) | RY ([rad]) | RZ ([rad]) |
|------|------------|----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| 35 | cLCB9(max) | 3.62347 | 15.141215 | 10.280679 | 0.003962 | 0.002569 | 0.001069 |
| 36 | cLCB9(max) | 3.526456 | 15.575815 | 11.383075 | 0.003998 | 0.001924 | 0.000654 |
| 37 | cLCB9(max) | 3.423591 | 15.796159 | 12.122541 | 0.004013 | 0.001129 | 0.00022 |
| 38 | cLCB9(max) | 3.372232 | 15.823684 | 12.337313 | 0.004015 | 0.000701 | 0.000002 |
| 39 | cLCB9(max) | 3.322532 | 15.795824 | -12.12208 | 0.004013 | 0.000262 | 0.000222 |
| 40 | cLCB9(max) | 3.231564 | 15.574882 | 11.381729 | 0.003998 | -0.000615 | 0.000655 |
| 41 | cLCB9(max) | 3.157164 | 15.139907 | 10.279067 | 0.003962 | -0.001417 | 0.00107 |

Tabla 2: Desplazamiento Transversal en eje Y, elaboración propia

PUENTE EL SALVADOR

Construcción segmental por volados sucesivos empleando dovelas vaciadas en sitio

NORMAS DE DISEÑO UTILIZADAS

- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications
- AASHTO Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design
- CEB – FIP Model Code

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

17. Tipo de Estructura:

Aporticado, segmental de concreto post – tensado.

18. Sistema Constructivo:

Voladizos sucesivos llenados em sitio

19. Carga Viva de Diseño: HL93

20. Longitud: 300 m

21. Numero de vías: 2

22. Ancho de tablero: 12.60 m

Ancho de calzada = 6.60m

- 2 carriles vehiculares de 3.30m
- 2 bermas de 1.20m

2 Barreras de protección tipo New Jersey de 0.40m de ancho

2 veredas de 1.20m y barandas de 0.20m de ancho

23. Superficie de rodadura: Superficie de desgaste de asfalto de 50mm de espesor.

24. PILARES

- Pilares de concreto armado de placas paralelas.
- Columnas: 2 Columnas paralelas de sección circular alargado de 6.80m x 1.40m con separación entre ejes de columna de 3.00m.
- Altura libre de columnas: $H = 11.20\text{m}$

25. Vigas cajón de una celda.

26. Peralte de viga: variable, .8.00m sobre pilares y 3.20m en el centro de luz del tramo central.

27. Espesor de la losa superior: 0.275m.

28. Espesor de almas: 0.45m (1.00m en dovelas de contrapeso)

29. Espesor de losa inferior: variable de 0.25m a 1.00m.

30. Numero de dovelas: 15 dovelas en el tramo central y 18 dovelas en los tramos laterales.

31. Longitud de dovelas: Primeras 4 dovelas de 4.00m de longitud, resto de dovelas de 5.00 longitud.

32. La dovela 0: 13.00m de longitud

MATERIALES

Concreto:

- Vigas post – tensada: $f'c = 490 \text{ kg/cm}^2$
- Pilares: $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- Estribos: $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- Barreras N.J.: $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Armadura de Refuerzo

- ASTM A615 Grado 60, $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- ASTM A706 (Columnas) Grado 60, $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Acero de Post – tensado

ASTM A416 Grado 270, $f_{pu} = 1860 \text{ MPa}$

- Torones de 0.6" (15mm) para tendones de post – tensado longitudinal.
- Torones de 0.5" (12.70mm) para tendones de post – tensado transversal de la losa.

CARGAS DE DISEÑO

Cargas de Pesos Propio de las Estructuras

Para los componentes de concreto armado post – tensado se empleó un peso unitario de 2.50 ton/m³. Las cargas fueron aplicadas al modelo de análisis.

Cargas Muertas

Superficie de Rodadura

Superficie de rodadura de asfalto, de 50mm de espesor con un peso específico en 2.40 ton/m³.

Barreras de contención tipo New Jersey

La sección transversal del puente cuenta con 2 barreras de contención estándar tipo New Jersey, con un peso de 500kg/m por cada barrera.

Barandas Metálicas

El puente tiene barandas metálicas den ambos lados del tablero.

Para el peso propio de las barandas metálicas se utilizó una carga de 100kg/m por baranda.

Post-Tensado

El acero post-tensado es de calidad ASTM A416 con las siguientes propiedades de material:

- $F_{pu} = 1860 \text{ MPa}$ (Esfuerzo ultimo)
- $F_y = 90\% F_{pu}$ (Esfuerzo de fluencia)
- $E = 197,000 \text{ Mpa}$ (Modulo de elasticidad)

Los tendones fueron tensados a un nivel de esfuerzo correspondiente al 75% F_{pu} .

Los coeficientes de pérdidas de fricción empleados en el diseño son:

- $U = 0.25$ (Perdidas de fricción por curvatura)
- $K = 0.003$ (Perdidas de fricción por alabeo)
- Asiento = 6mm (Asiento de cuña)

El puente fue modelado en programa **MIDAS CIVIL**:

SECCIÓN DE PUENTE

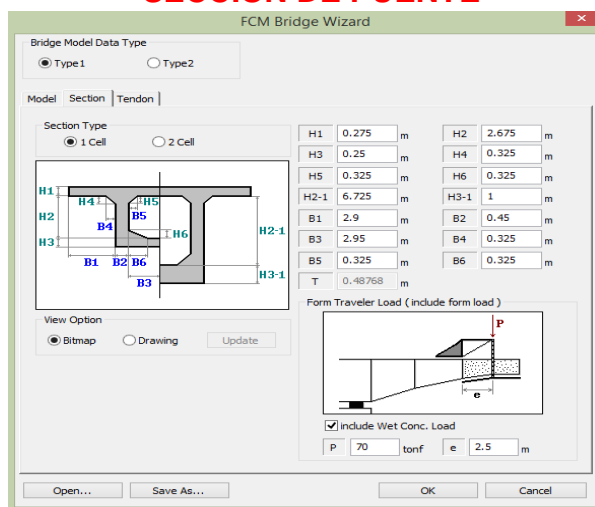


Figura 30: Sección del Puente, elaboración propia

DOVELA 0

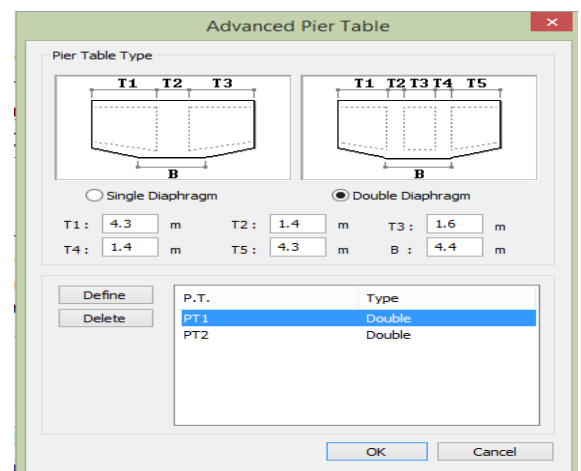


Figura 31: Dovela, elaboración Propia

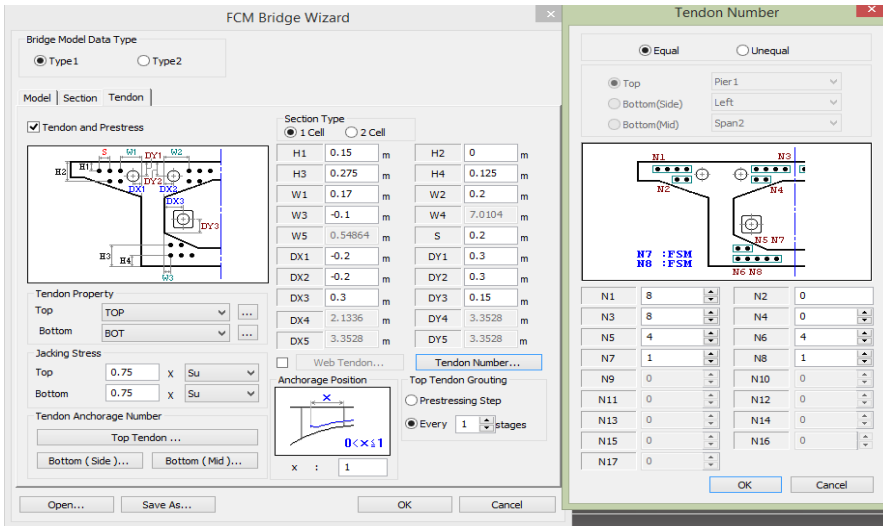


Figura 32: Torones, elaboración propia

MODELO DEL PUENTE

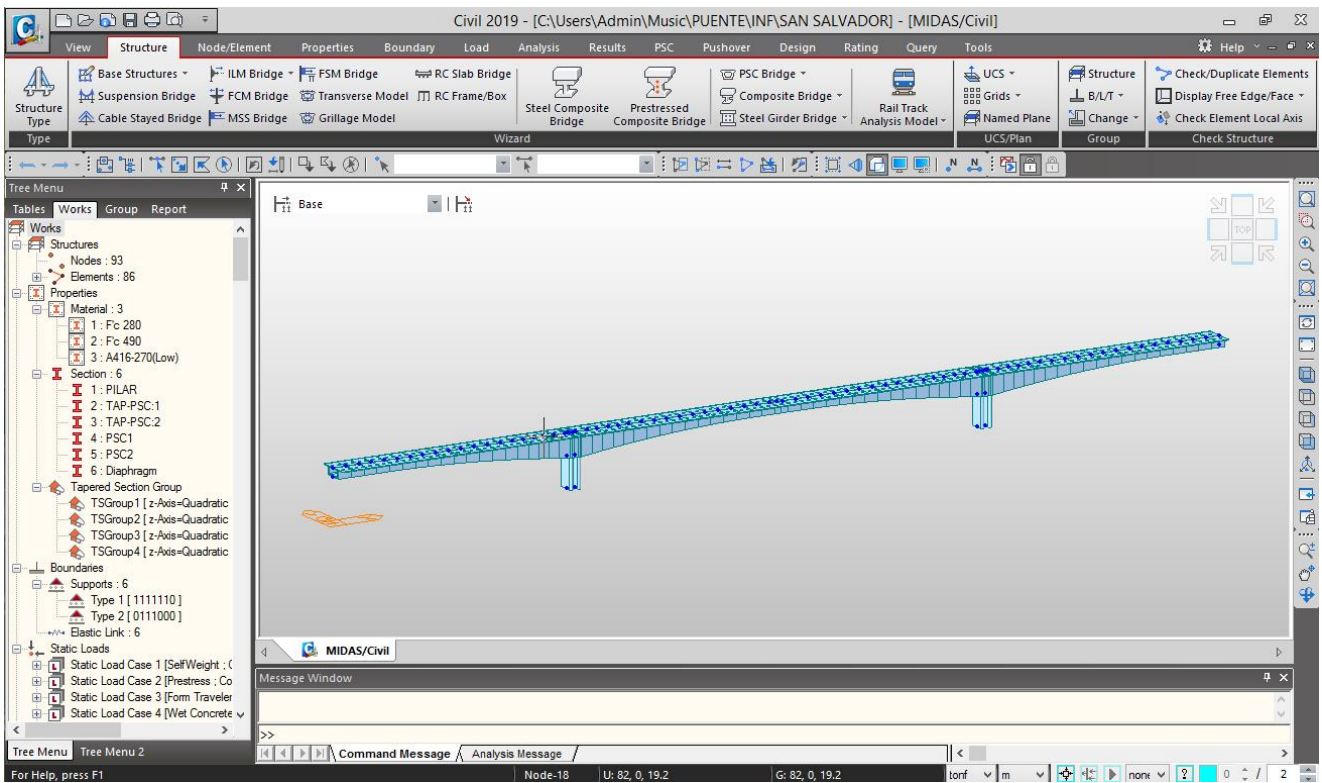


Figura 33: Modelo del Puente, elaboración propia

CARGAS MUERTAS

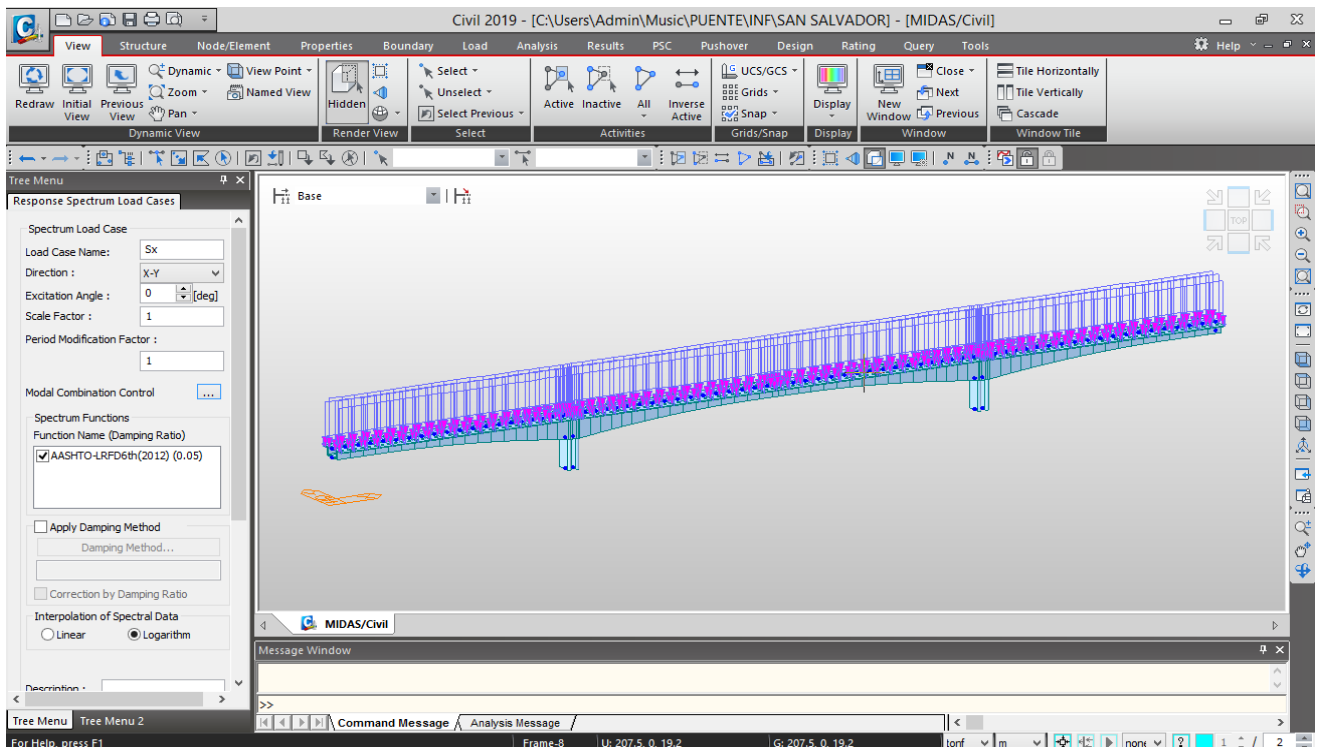


Figura 34: Cargas Muertas, elaboración propia

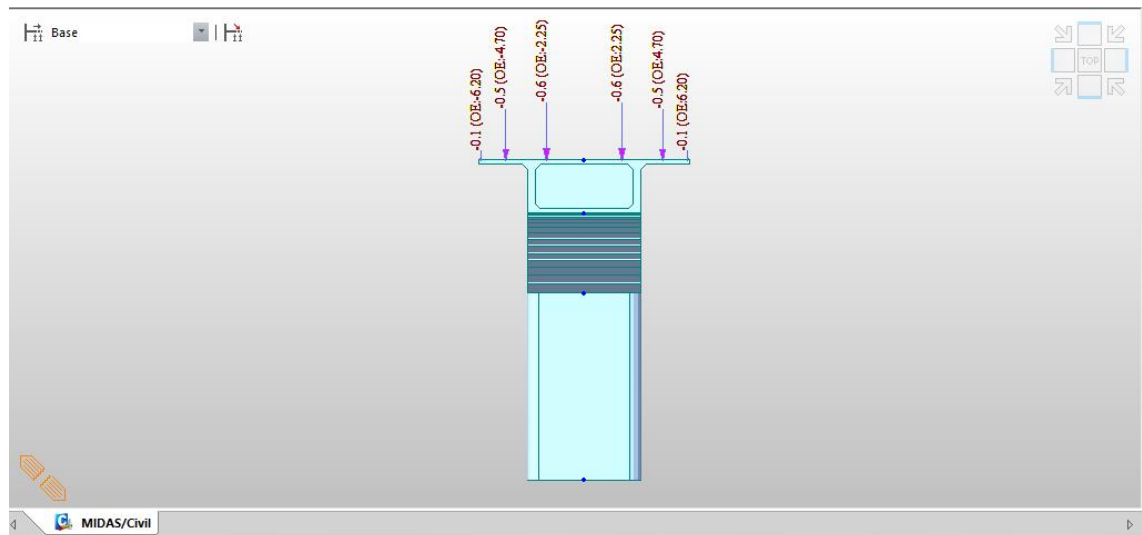


Figura 35: Acercamiento de las Cargas Muertas, elaboración propia

Cargas Viva Vehicular

La carga viva vehicular es la carga de diseño HL96 de la especificación AASHTO LRFD.

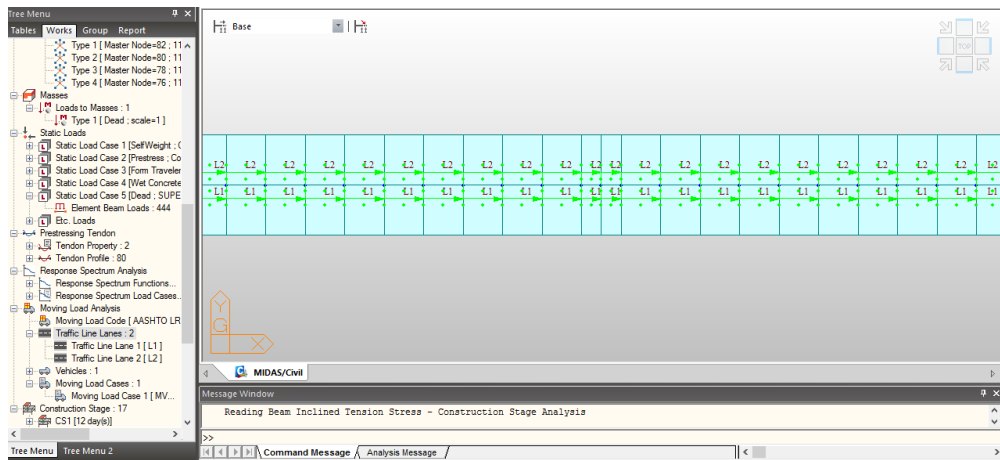


Figura 36: Carga Viva, elaboración propia

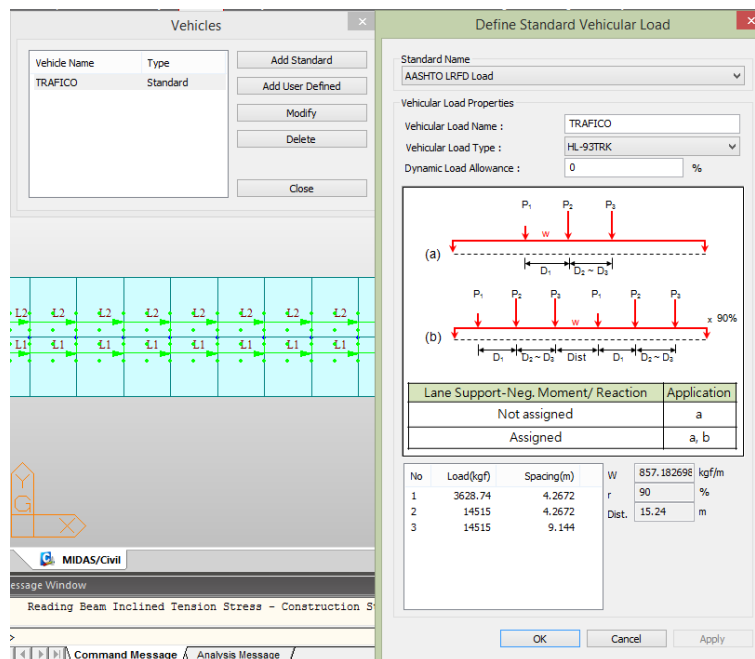


Figura 37: Configuración Vehicular de Cargas Viva, elaboración propia

LÍNEAS DE FLUENCIA

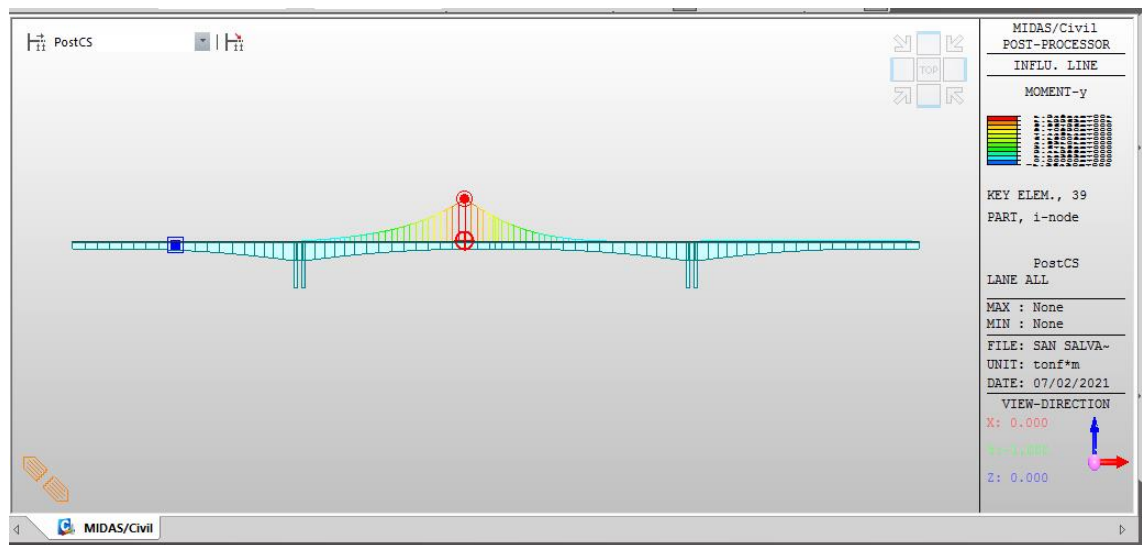


Figura 38: Líneas de Fluencia, elaboración propia

Cargas de Sismo

Para el diseño sísmico se emplearon los criterios establecidos en el: AASHTO Guide Specifications for LRFD Seismic Bridge Design.

PGA = Aceleración pico a nivel de basamento rocoso

Ss = Aceleración espectral a nivel de basamento rocoso para un periodo de retorno de 0.20 seg.

S1 = Aceleración espectral a nivel de basamento rocoso para un periodo de retorno de 1.00 seg.

| Site Class | Soil Type and Profile |
|------------|---|
| A | Hard rock with measured shear wave velocity, $\bar{v}_s > 5000$ ft/sec |
| B | Rock with 2500 ft/sec $< \bar{v}_s < 5000$ ft/sec |
| C | Very dense soil and soil rock with 1200 ft/sec $< \bar{v}_s < 2500$ ft/sec, or with either $\bar{N} > 50$ blows/ft or $\bar{s}_u > 2.0$ ksf |
| D | Stiff soil with 600 ft/sec $< \bar{v}_s < 1200$ ft/sec, or with either 15 blows/ft $< \bar{N} < 50$ blows/ft or 1.0 ksf $< \bar{s}_u < 2.0$ ksf |
| E | Soil profile with $\bar{v}_s < 600$ ft/sec, or with either $\bar{N} < 15$ blows/ft or $\bar{s}_u < 1.0$ ksf, or any profile with more than 10 ft of soft clay defined as soil with $PI > 20$, $w > 40\%$, and $\bar{s}_u < 0.5$ ksf |
| F | Soils requiring site-specific ground motion response evaluations, such as: <ul style="list-style-type: none"> Peats or highly organic clays ($H > 10$ ft of peat or highly organic clay, where H = thickness of soil) Very high plasticity clays ($H > 25$ ft with $PI > 75$) Very thick soft/medium stiff clays ($H > 120$ ft) |

Exceptions:

Where the soil properties are not known in sufficient detail to determine the site class, a site investigation shall be undertaken sufficient to determine the site class. Site Class E or F should not be assumed unless the authority having jurisdiction determines that Site Class E or F could be present at the site or in the event that Site Class E or F is established by geotechnical data.

where:

\bar{v}_s = average shear wave velocity for the upper 100 ft of the soil profile as defined in Article 3.4.2.2

\bar{N} = average standard penetration test (SPT) blow count (blows/ft) (ASTM D 1586) for the upper 100 ft of the soil profile as defined in Article 3.4.2.2

\bar{s}_u = average undrained shear strength in ksf (ASTM D 2166 or D 2850) for the upper 100 ft of the soil profile as defined in Article 3.4.2.2

PI = plasticity index (ASTM D 4318)

w = moisture content (ASTM D 2216)

Tabla 1. Clasificación de Tipos de Suelo

Figura 39: Clasificación de Tipo de Suelo, AASHTO LRFD

Tabla 2. Coeficientes de Amplificación P_{pga} y F_a (AASHTO LRFD 3.4.2.3-1)

| Site Class | Mapped Peak Ground Acceleration or Spectral Response Acceleration Coefficient at Short Periods | | | | |
|------------|--|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| | $PGA \leq 0.10$ $S_1 \leq 0.25$ | $PGA = 0.20$ $S_1 = 0.50$ | $PGA = 0.30$ $S_1 = 0.75$ | $PGA = 0.40$ $S_1 = 1.00$ | $PGA \geq 0.50$ $S_1 \geq 1.25$ |
| A | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| B | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| C | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 1.0 |
| D | 1.6 | 1.4 | 1.2 | 1.1 | 1.0 |
| E | 2.5 | 1.7 | 1.2 | 0.9 | 0.9 |
| F | * | * | * | * | * |

Figura 40: Coeficiente de Amplificación 1, AASHTO LRFD

Tabla 3. Coeficientes de Amplificación F_v (AASHTO LRFD 3.4.2.3-2)

| Site Class | Mapped Spectral Response Acceleration Coefficient at 1-sec Periods | | | | |
|------------|--|-------------|-------------|-------------|----------------|
| | $S_1 \leq 0.1$ | $S_1 = 0.2$ | $S_1 = 0.3$ | $S_1 = 0.4$ | $S_1 \geq 0.5$ |
| A | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.8 |
| B | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| C | 1.7 | 1.6 | 1.5 | 1.4 | 1.3 |
| D | 2.4 | 2.0 | 1.8 | 1.6 | 1.5 |
| E | 3.5 | 3.2 | 2.8 | 2.4 | 2.4 |
| F | * | * | * | * | * |

Figura 41: Coeficiente de Amplificación 2, AASHTO LRFD

ESPECTRO DE DISEÑO

Generate Design Spectrum

Design Spectrum : AASHTO-LRFD6th(2012)

Site Class

A B C

D E

Peak Ground Acceleration Coefficient (PGA) 0.41

Spectral Acceleration Coefficient at Period 0.2 sec (Ss) 1.028

Spectral Acceleration Coefficient at Period 1.0 sec (S1) 0.451

Response Modification Factor (R) 1.0

Max. Period : 6 (Sec)

OK Cancel

Figura 42: Diseño Espectro, elaboración propia

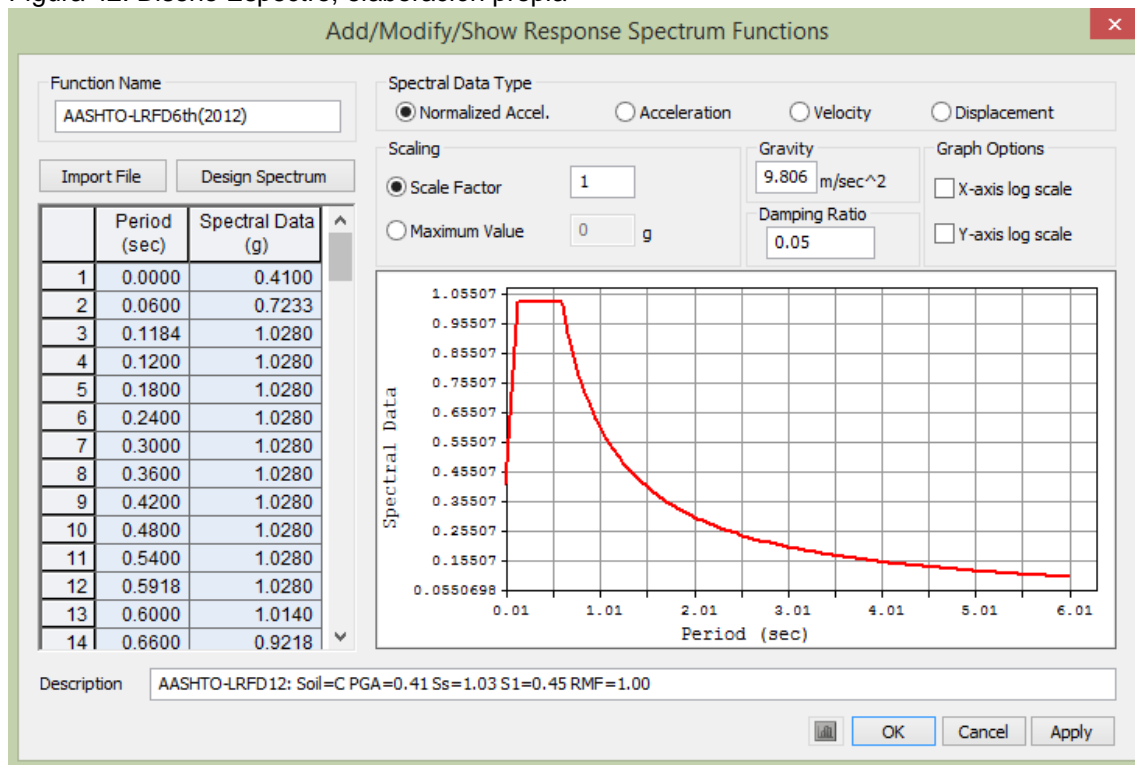


Figura 43: Curva de Diseño de Espectro, elaboración propia

RESULTADOS DEL MODELAMIENTO

MODOS DE VIBRACIÓN

Se puede apreciar que el modo de vibración 13 ya se ha alcanzado el 90% de masa participativa.

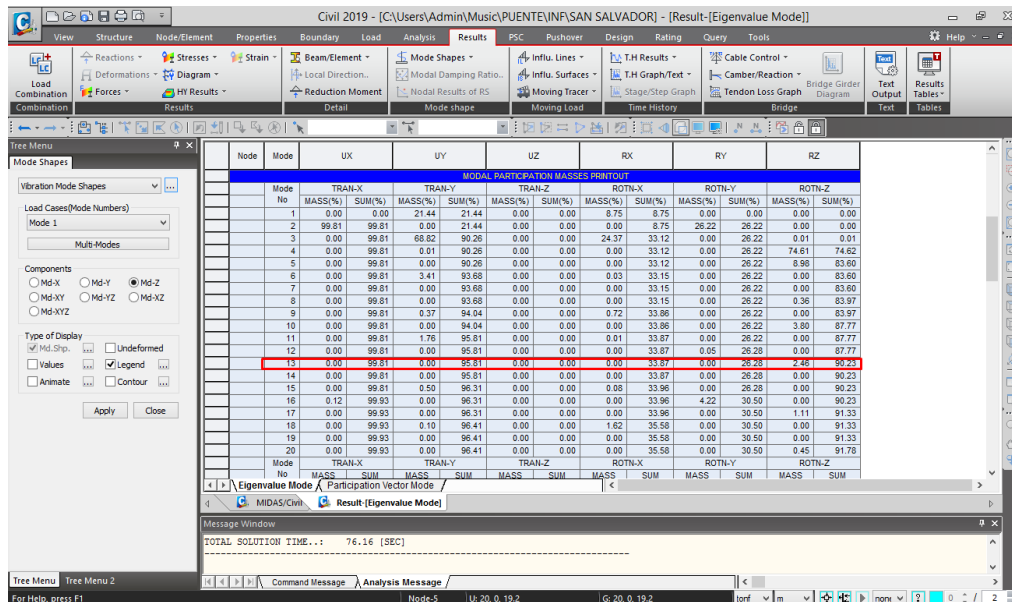


Figura 44: Modo de Vibración, elaboración propia

COMBINACIÓN DE CARGAS

La acción sísmica se refleja en las combinaciones de carga para el estado límite de eventos extremos I.

$$\gamma_p \text{Dead Load} + \gamma_p DC + \gamma_p DW + 0.50 \text{Carga Movil} + EQ$$

| Tipo de carga, tipo de fundación, y método usado para calcular la fricción negativa | Factor de carga | |
|---|-----------------|--------|
| | Máximo | Mínimo |
| DC: Elementos y accesorios | 1.25 | 0.90 |
| DW: Superficies de rodamiento e instalaciones para servicios públicos | 1.50 | 0.65 |

Fuente: AASHTO LRFD Bridge

$$1.25 \text{Dead Load} + 1.25 DC + 1.50 DW + 0.50 \text{Carga Movil} + EQ$$

$$0.90 \text{Dead Load} + 0.90 DC + 0.65 DW + 0.50 \text{Carga Movil} + EQ$$

Figura 45: Combinaciones de cargas, AASHTO LRFD Bridge

La carga sísmica (EQ) debe considerar la acción simultánea de los casos de carga S_x y S_y además debe tomarse en cuenta el criterio de 100% y el 30%, también se debe prever los posibles sentidos de aplicación del sismo (considerando mediante el signo positivo y negativo). Por lo tanto, se debe considerar los siguientes casos o combinaciones en la carga sísmica (EQ).

$$EQ_1 = S_x + 0.30S_y$$

$$EQ_2 = S_x - 0.30S_y$$

$$EQ_3 = -S_x - 0.30S_y$$

$$EQ_4 = -S_x + 0.30S_y$$

$$EQ_5 = S_y + 0.30S_x$$

$$EQ_6 = S_y - 0.30S_x$$

$$EQ_7 = -S_y - 0.30S_x$$

$$EQ_8 = -S_y + 0.30S_x$$

Figura 46: Cargas Sísmicas, AASHTO LRFD Bridge

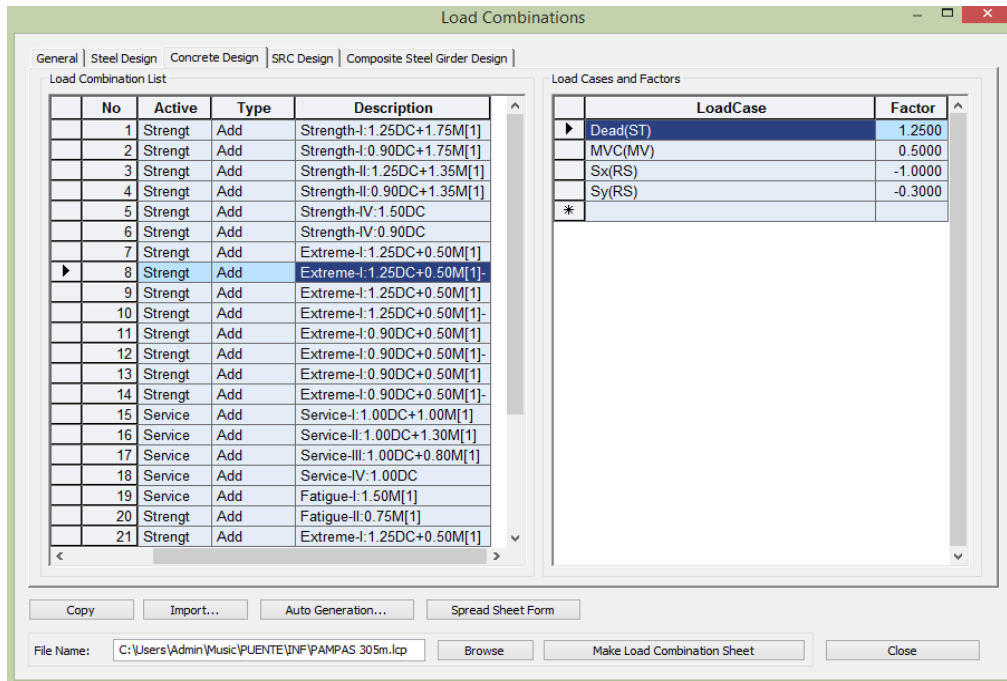


Figura 47: Cargas Combinadas, elaboración propia

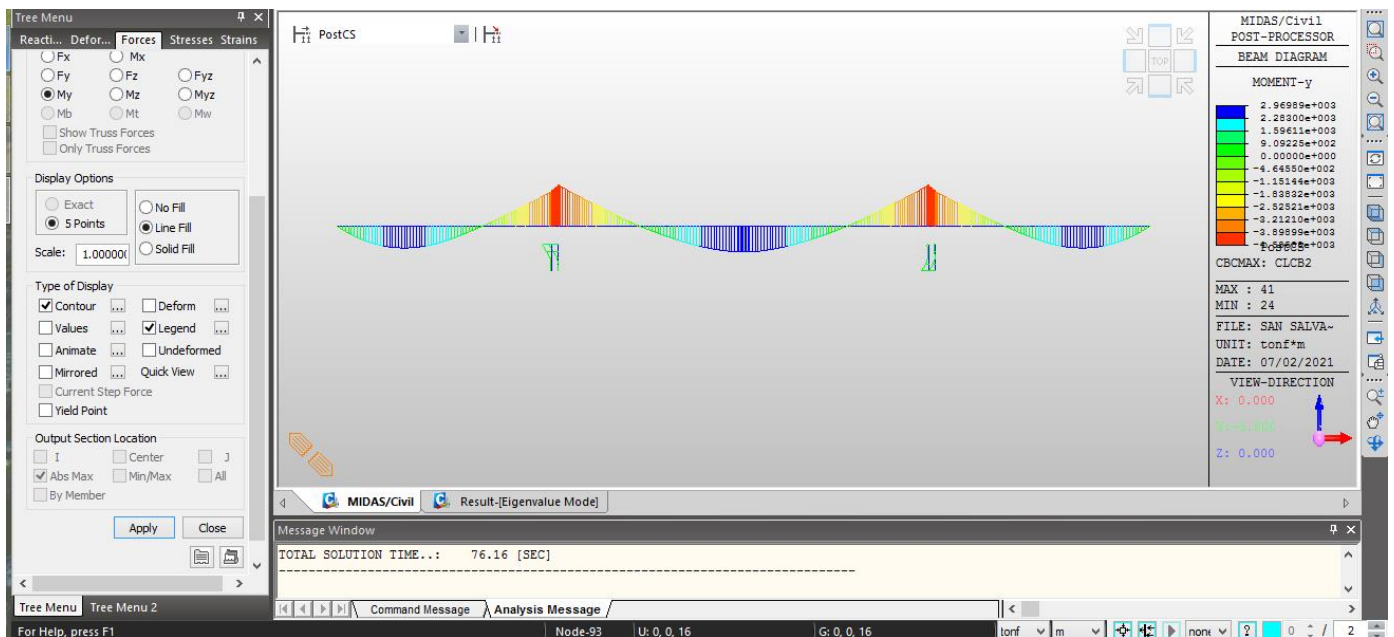


Figura 48: Diagrama de Fuerzas, elaboración propia

Demanda lineal

- **Desplazamientos del Modal Espectral**

La apreciación lineal disponiendo este método, tuvo como consecuencia desplazamientos longitudinales y transversales visibles, de los resultados elaborados del análisis ejecutado al puente El Salvador los

desplazamientos longitudinales en cada pilar 11.952 cm, y el sentido transversal es 17.067 cm.

Puentes El Salvador (X-X)

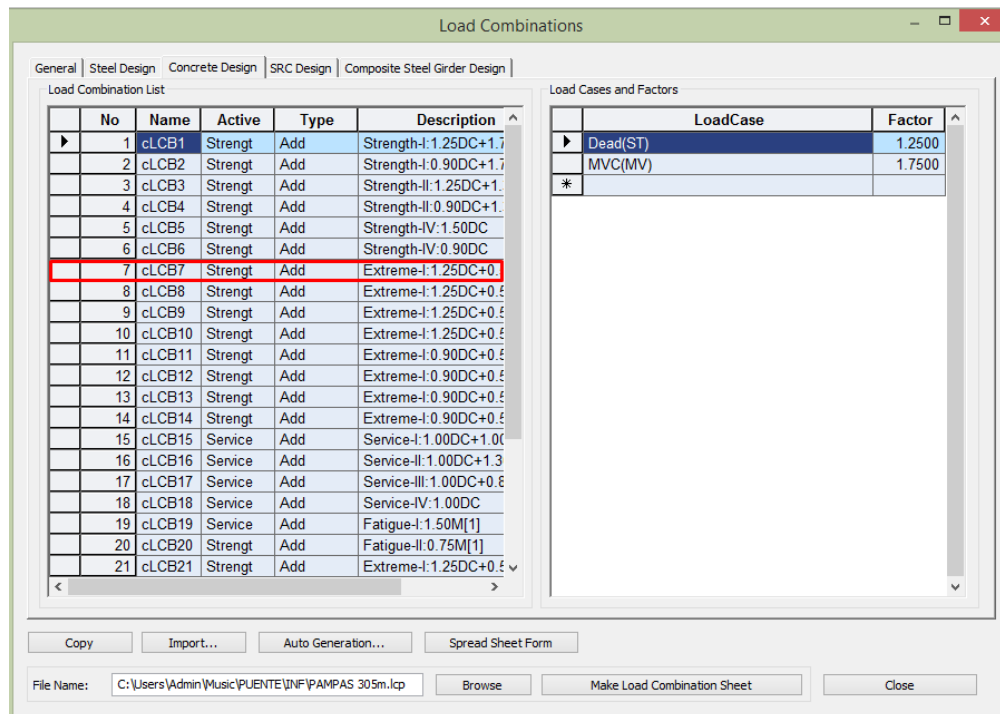


Figura 49: Demanda Lineal en eje X, elaboración propia

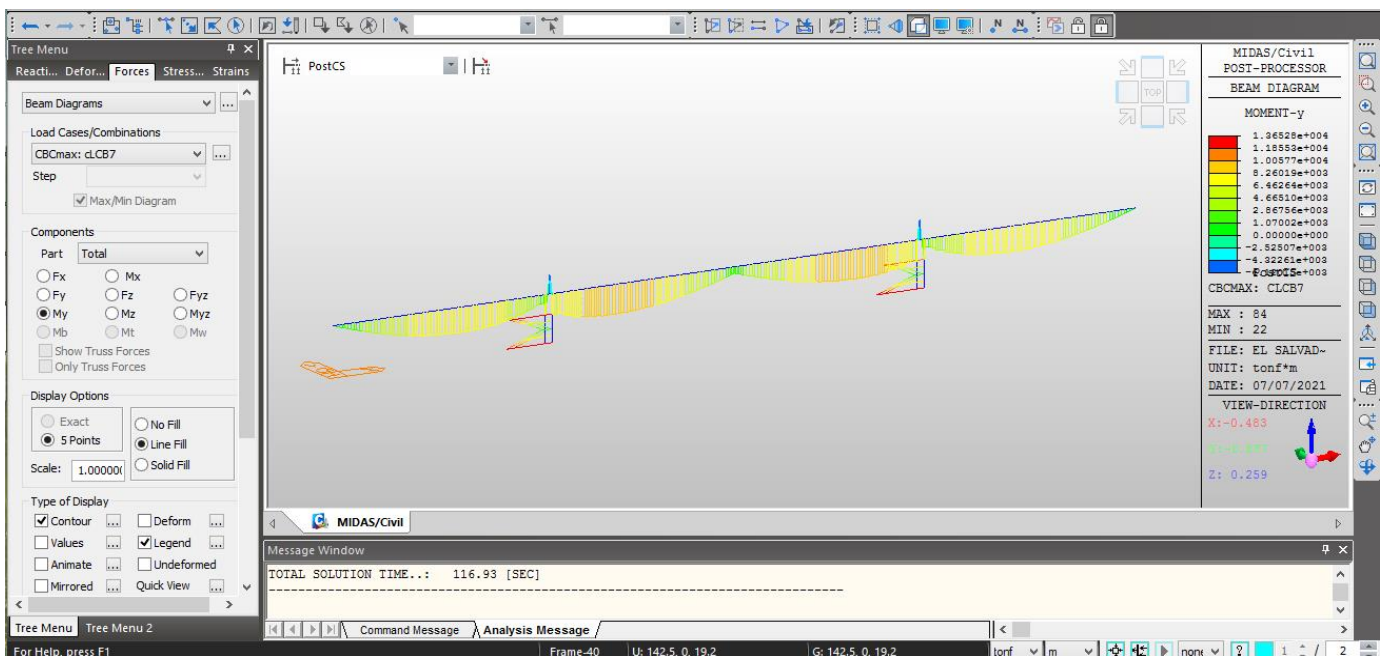


Figura 50: Diagrama de Fuerzas en eje X, elaboración propia

Desplazamiento Longitudinal (X-X)

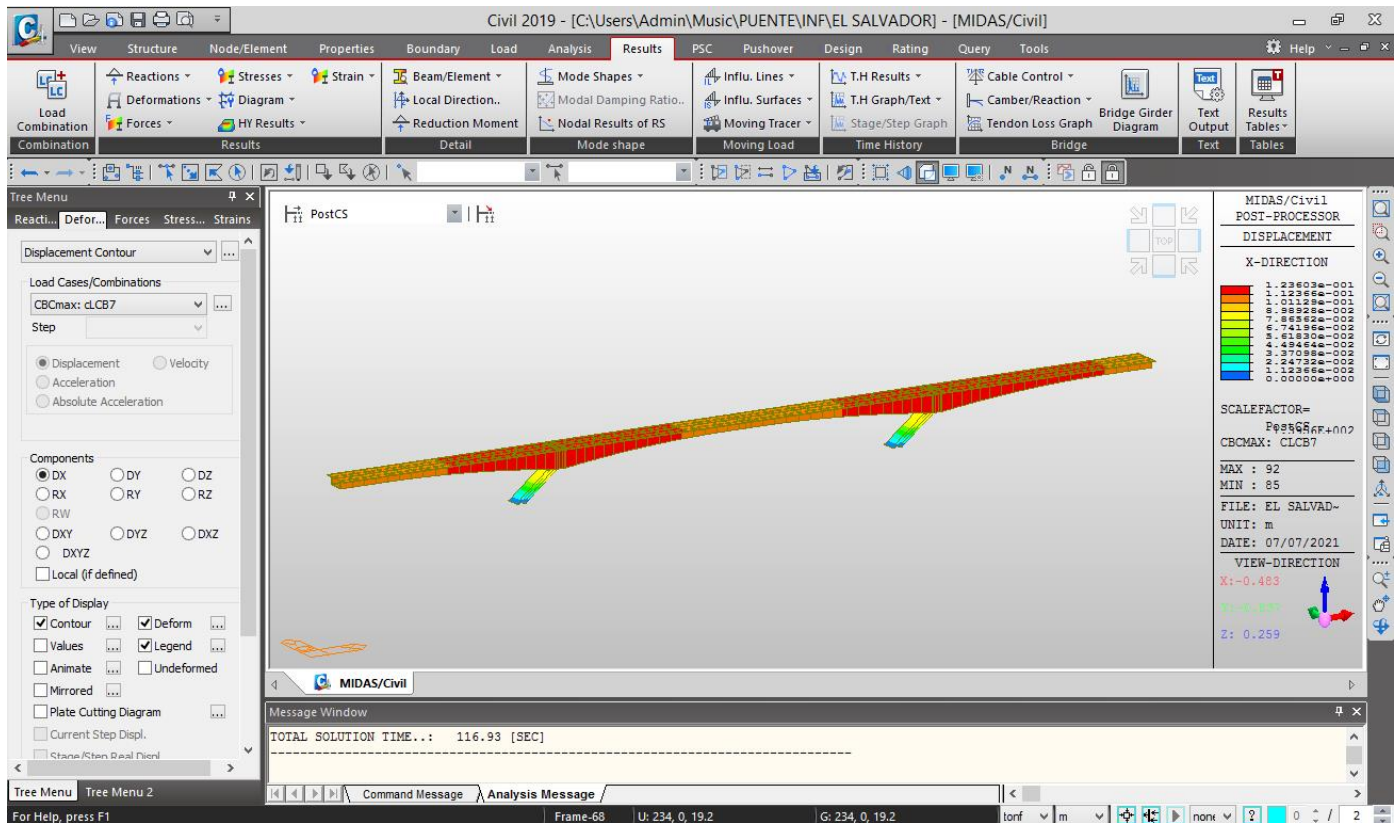


Figura 51: Desplazamiento Longitudinal en eje X, elaboración propia

TABLA DE RESULTADOS

Desplazamiento Longitudinal (X-X)

| Node | Load | DX (cm) | DY (cm) | DZ (cm) | RX ([rad]) | RY ([rad]) | RZ ([rad]) |
|------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 56 | cLCB7(max) | 11.719006 | 1.674374 | 3.353201 | 0.00095 | 0.002042 | 0.000753 |
| 57 | cLCB7(max) | 11.787107 | 1.483717 | 2.511805 | 0.000932 | 0.002269 | 0.000736 |
| 58 | cLCB7(max) | 11.850757 | 1.359741 | 1.583525 | 0.000914 | 0.002466 | 0.000717 |
| 59 | cLCB7(max) | 11.913853 | 1.319154 | 0.501932 | 0.000893 | 0.002648 | 0.000698 |
| 60 | cLCB7(max) | 11.918944 | 1.324943 | 0.316651 | 0.000891 | 0.002663 | 0.000697 |
| 61 | cLCB7(max) | 11.919751 | 1.334515 | 0.138166 | 0.000893 | 0.002665 | 0.000696 |
| 62 | cLCB7(max) | 11.933384 | 1.368953 | 0.155473 | 0.000901 | 0.002695 | 0.000692 |
| 63 | cLCB7(max) | 11.938039 | 1.386651 | 0.350454 | 0.000902 | 0.002707 | 0.000691 |
| 64 | cLCB7(max) | 11.938385 | 1.407185 | 0.553333 | 0.000904 | 0.002706 | 0.000691 |
| 65 | cLCB7(max) | 11.949029 | 1.605017 | 1.76361 | 0.000935 | 0.002688 | 0.000682 |
| 66 | cLCB7(max) | 11.95225 | 1.830397 | 2.837888 | 0.000963 | 0.002654 | 0.000664 |
| 67 | cLCB7(max) | 11.948736 | 2.072753 | 3.853461 | 0.000988 | 0.002598 | 0.000636 |
| 68 | cLCB7(max) | 11.938207 | 2.315722 | 4.800501 | 0.001011 | 0.002516 | 0.000595 |
| 69 | cLCB7(max) | 11.920417 | 2.546987 | 5.668105 | 0.001031 | 0.002403 | 0.000541 |
| 70 | cLCB7(max) | 11.887819 | 2.805025 | 6.622665 | 0.00105 | 0.002209 | 0.000454 |
| 71 | cLCB7(max) | 11.843544 | 3.01433 | 7.409652 | 0.001062 | 0.001944 | 0.000347 |

| | | | | | | | |
|----|------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 72 | cLCB7(max) | 11.787832 | 3.162452 | 8.002871 | 0.001064 | 0.001597 | 0.000223 |
| 73 | cLCB7(max) | 11.721462 | 3.239651 | 8.376824 | 0.001054 | 0.001161 | 0.000091 |
| 74 | cLCB7(max) | 11.645871 | 3.238836 | 8.509608 | 0.001028 | 0.000632 | 0.000084 |
| 75 | cLCB7(max) | 11.563189 | 3.155817 | 8.385493 | 0.000983 | 0.000502 | 0.00023 |
| 76 | cLCB7(max) | 11.476436 | 2.989032 | 7.998272 | 0.000917 | 0.000988 | 0.000382 |
| 77 | cLCB7(max) | 11.389599 | 2.740482 | 7.354966 | 0.000829 | 0.00146 | 0.000528 |
| 78 | cLCB7(max) | 11.307984 | 2.415116 | 6.477563 | 0.000719 | 0.001895 | 0.000663 |
| 79 | cLCB7(max) | 11.237962 | 2.020903 | 5.401531 | 0.00059 | 0.002253 | 0.000781 |
| 80 | cLCB7(max) | 11.180762 | 1.568795 | 4.172523 | 0.000451 | 0.002518 | 0.000877 |
| 81 | cLCB7(max) | 11.137991 | 1.071634 | 2.835781 | 0.000305 | 0.002697 | 0.000948 |
| 82 | cLCB7(max) | 11.11126 | 0.543671 | 1.432694 | 0.000154 | 0.002797 | 0.000992 |
| 83 | cLCB7(max) | 11.102979 | 0.000004 | 0 | 0 | 0.002828 | 0.001007 |

Tabla 3: Desplazamiento Longitudinal en eje X, elaboración propia

Puentes El Salvador (Y-Y)

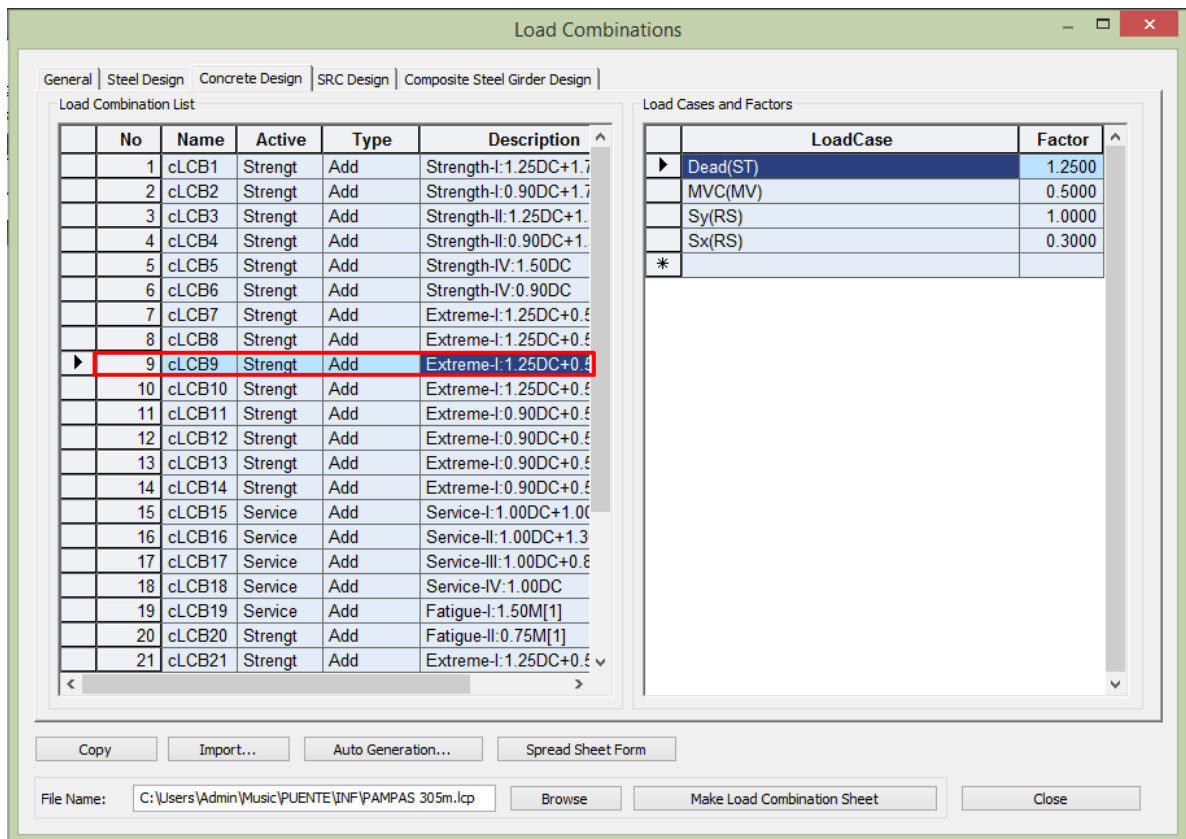


Figura 52: Demanda Lineal en eje Y, elaboración propia

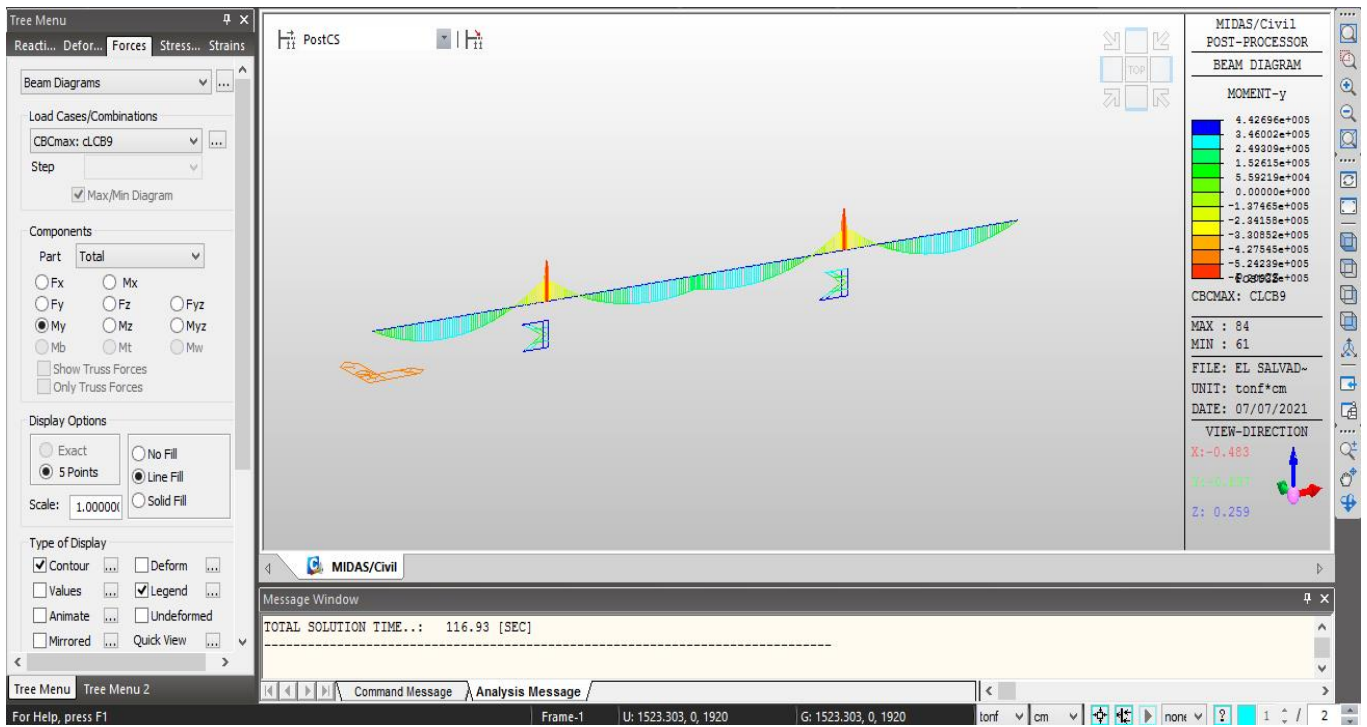


Figura 53: Diagrama de Fuerzas, elaboración propia

Desplazamiento Transversal (Y-Y)

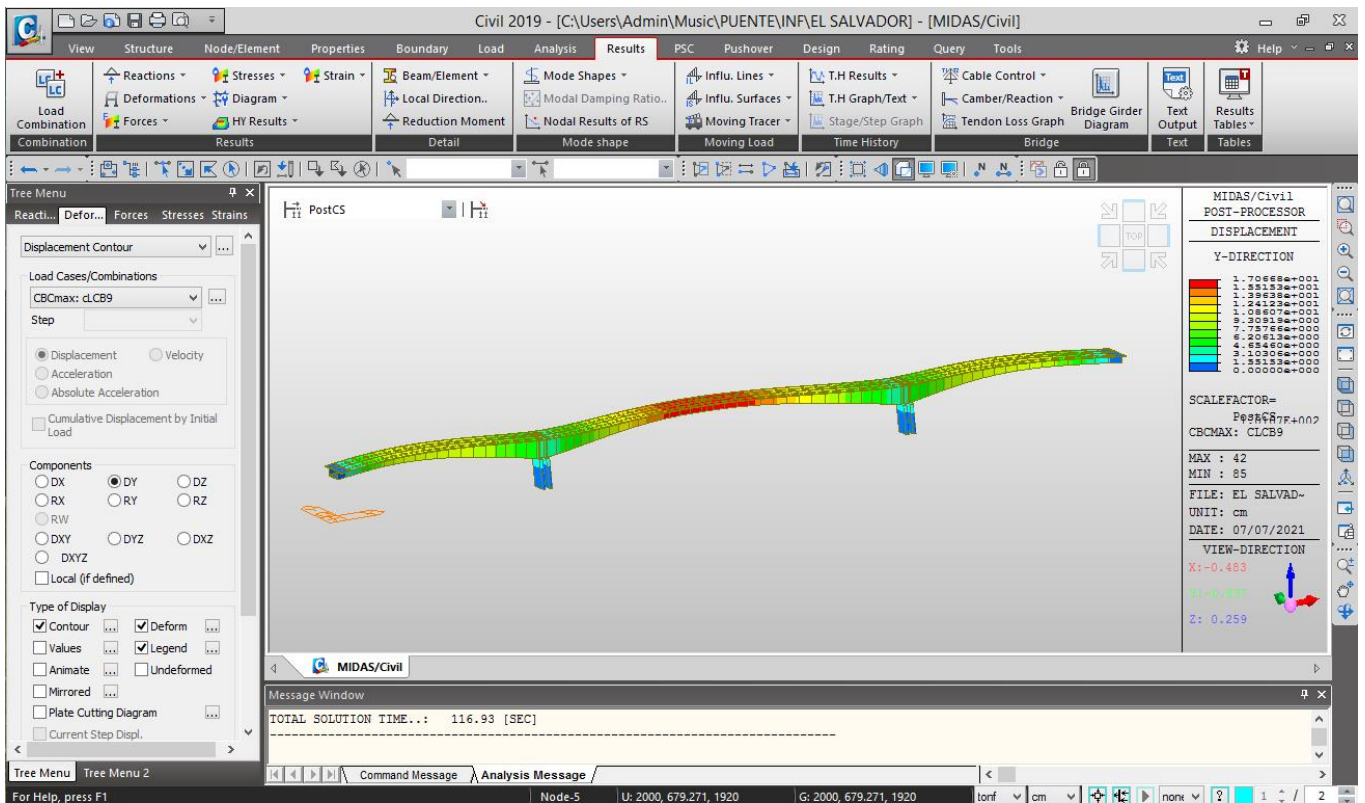


Figura 54: Desplazamiento Transversal, elaboración propia

TABLA DE RESULTADOS

Desplazamiento Transversal (Y-Y)

| Node | Load | DX (cm) | DY (cm) | DZ (cm) | RX ([rad]) | RY ([rad]) | RZ ([rad]) |
|------|------------|----------|---------------|----------|------------|------------|------------|
| 34 | cLCB9(max) | 3.566311 | 12.11154 4 | 0.576866 | 0.003486 | 0.000995 | 0.002287 |
| 35 | cLCB9(max) | 3.539063 | 13.23521 4 | 0.191057 | 0.003558 | 0.001111 | 0.002098 |
| 36 | cLCB9(max) | 3.505382 | 14.25581 6 | 0.289694 | 0.003629 | 0.001272 | 0.001864 |
| 37 | cLCB9(max) | 3.466332 | 15.14739 9 | -0.84793 | 0.003697 | 0.001384 | 0.001588 |
| 38 | cLCB9(max) | 3.423649 | 15.88803 5 | 1.457987 | 0.003757 | 0.001434 | 0.001275 |
| 39 | cLCB9(max) | 3.380805 | 16.45917 5 | 2.087646 | 0.003803 | 0.00141 | 0.000933 |
| 40 | cLCB9(max) | 3.341195 | 16.84662 4 | 2.701631 | 0.003832 | 0.001313 | 0.000568 |
| 41 | cLCB9(max) | 3.306513 | 17.04242 3 | 3.266415 | 0.003845 | 0.001152 | 0.000191 |

| | | | | | | | |
|-----------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 42 | cLCB9(max) | 3.291464 | 17.06685 | 3.521083 | 0.003847 | 0.001052 | 0.000002 |
| 43 | cLCB9(max) | 3.278456 | 17.04213 4 | - 3.266734 | 0.003845 | 0.00094 | 0.000192 |
| 44 | cLCB9(max) | 3.258645 | 16.84581 1 | - 2.701762 | 0.003832 | 0.000689 | 0.000569 |
| 45 | cLCB9(max) | 3.247131 | 16.45801 2 | -2.08771 | 0.003803 | 0.000414 | 0.000933 |
| 46 | cLCB9(max) | 3.24485 | 15.88664 7 | - 1.458047 | 0.003757 | 0.000136 | 0.001276 |
| 47 | cLCB9(max) | 3.252056 | 15.14589 8 | - 0.848015 | 0.003697 | 0.000128 | 0.001588 |
| 48 | cLCB9(max) | 3.268358 | 14.25429 8 | - 0.289812 | 0.003629 | 0.000361 | 0.001864 |
| 49 | cLCB9(max) | 3.292872 | 13.23376 | 0.190906 | 0.003558 | 0.000551 | 0.002098 |
| 50 | cLCB9(max) | 3.324376 | 12.11022 5 | 0.576688 | 0.003487 | 0.000619 | 0.002287 |
| 51 | cLCB9(max) | 3.361505 | 10.91235 | 0.858192 | 0.003417 | 0.000408 | 0.002427 |

Tabla 4: Desplazamiento Transversal en eje Y, elaboración propia

ANÁLISIS PUSHOVER

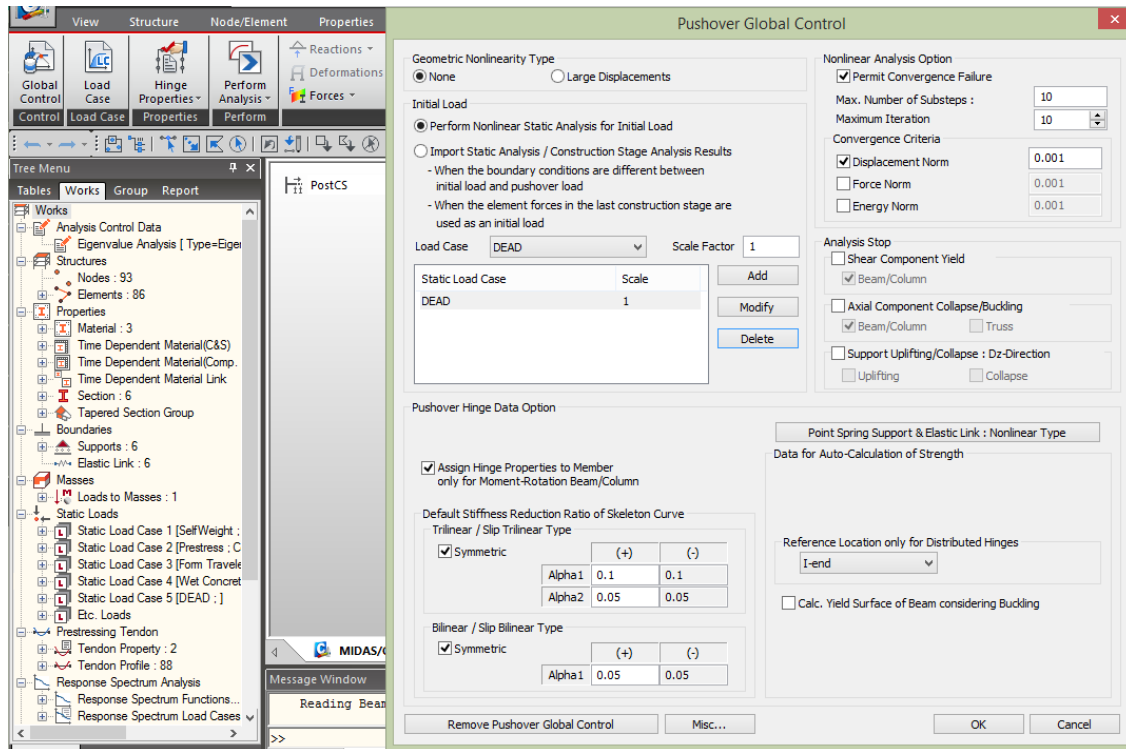


Figura 55: Control Global Pushover, elaboración propia

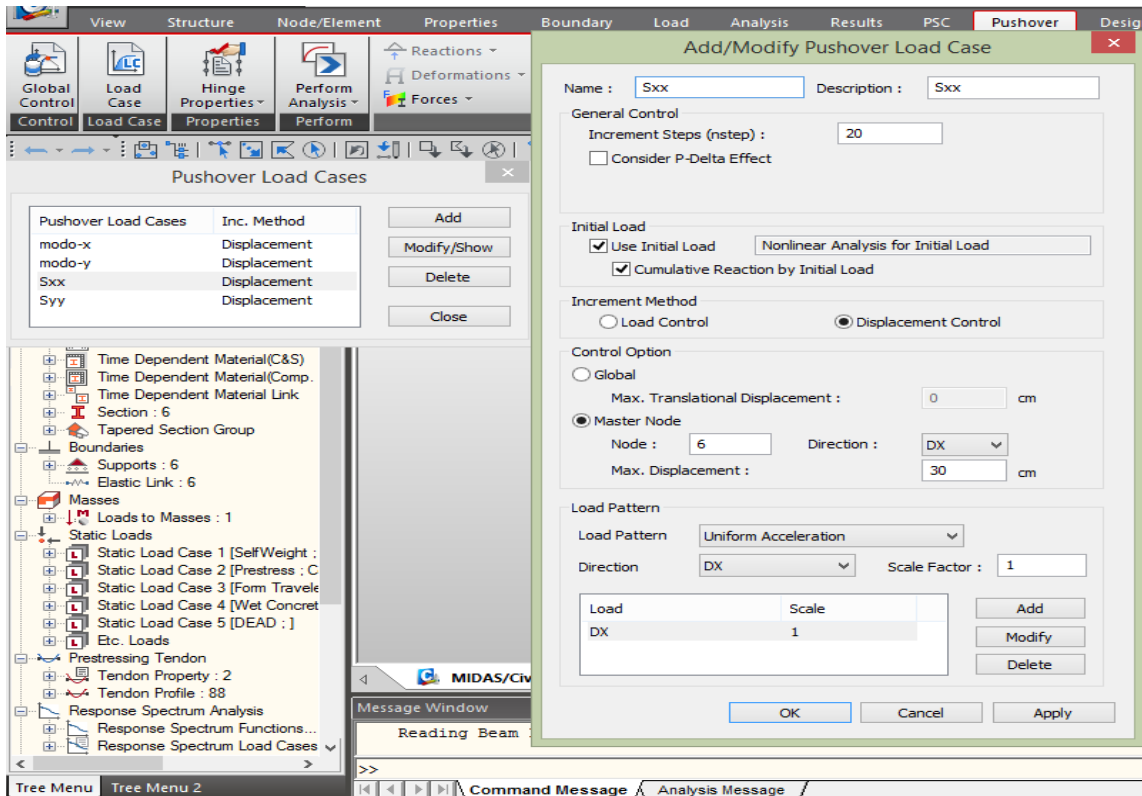


Figura 56: Carga Pushover, elaboración propia

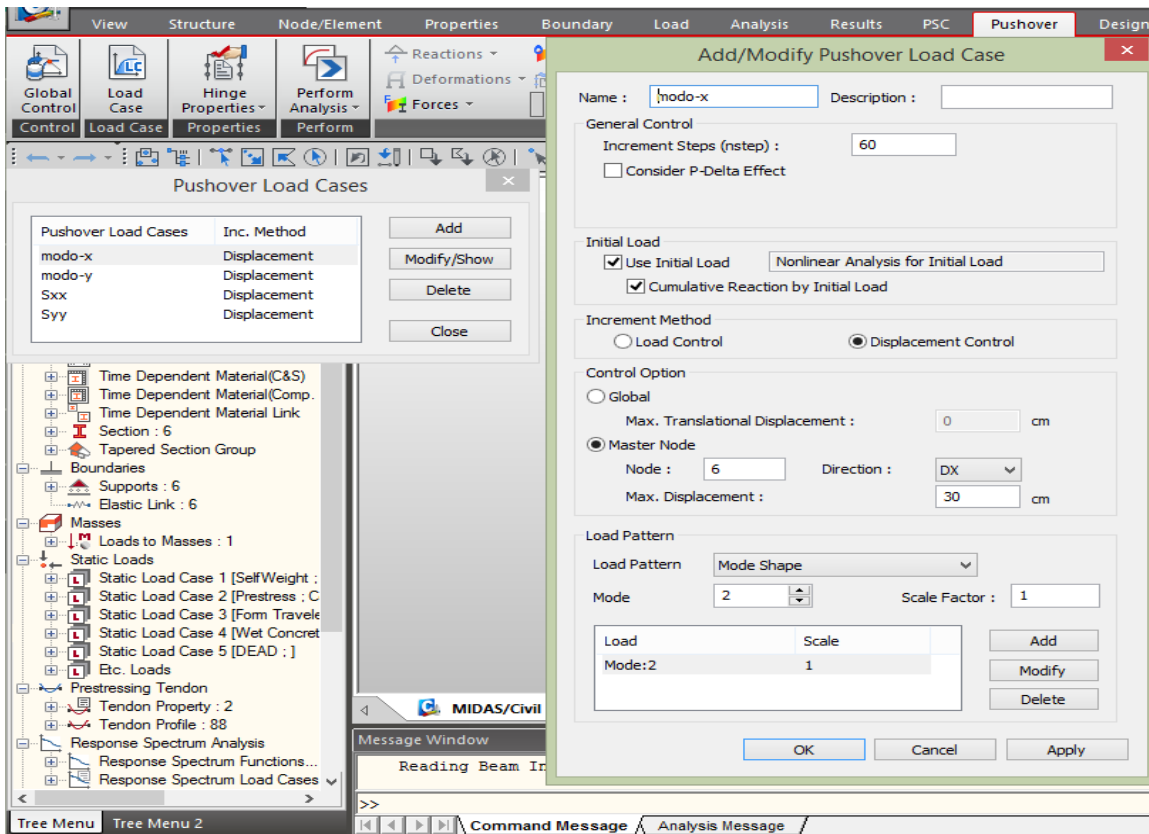


Figura 57: Modificación de Carga Pushover, elaboración propia

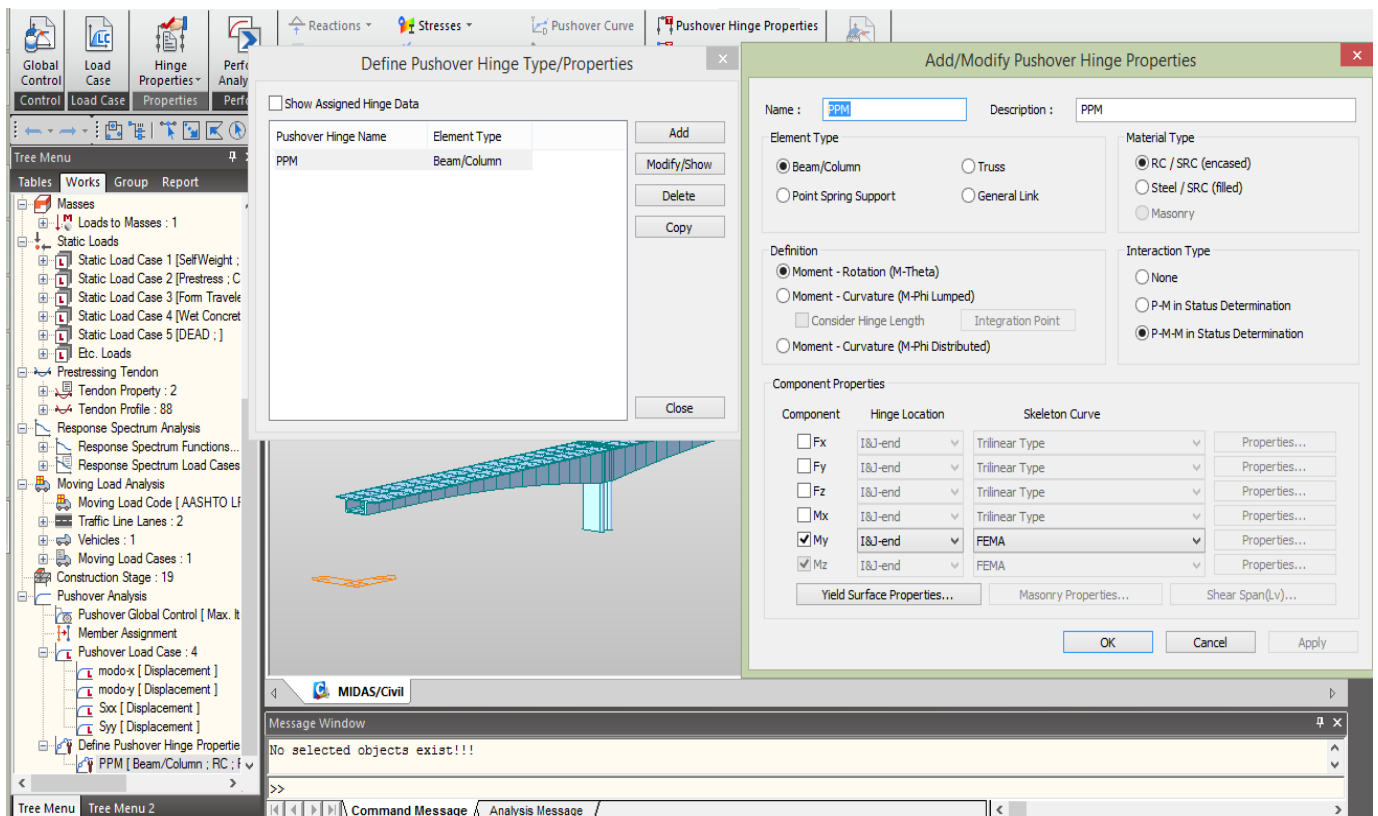


Figura 58: Propiedades Pushover, elaboración propia

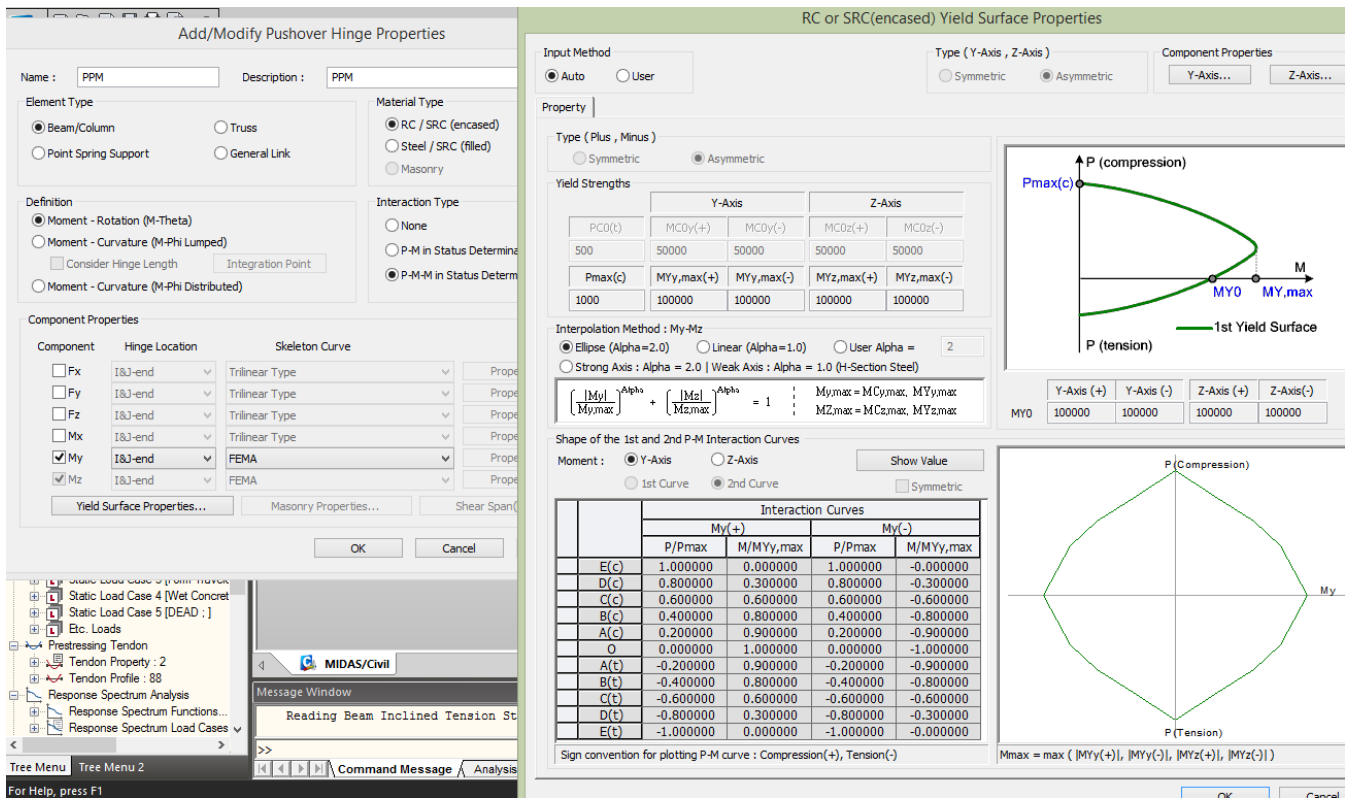


Figura 59: Modificación de Propiedades Pushover, elaboración propia

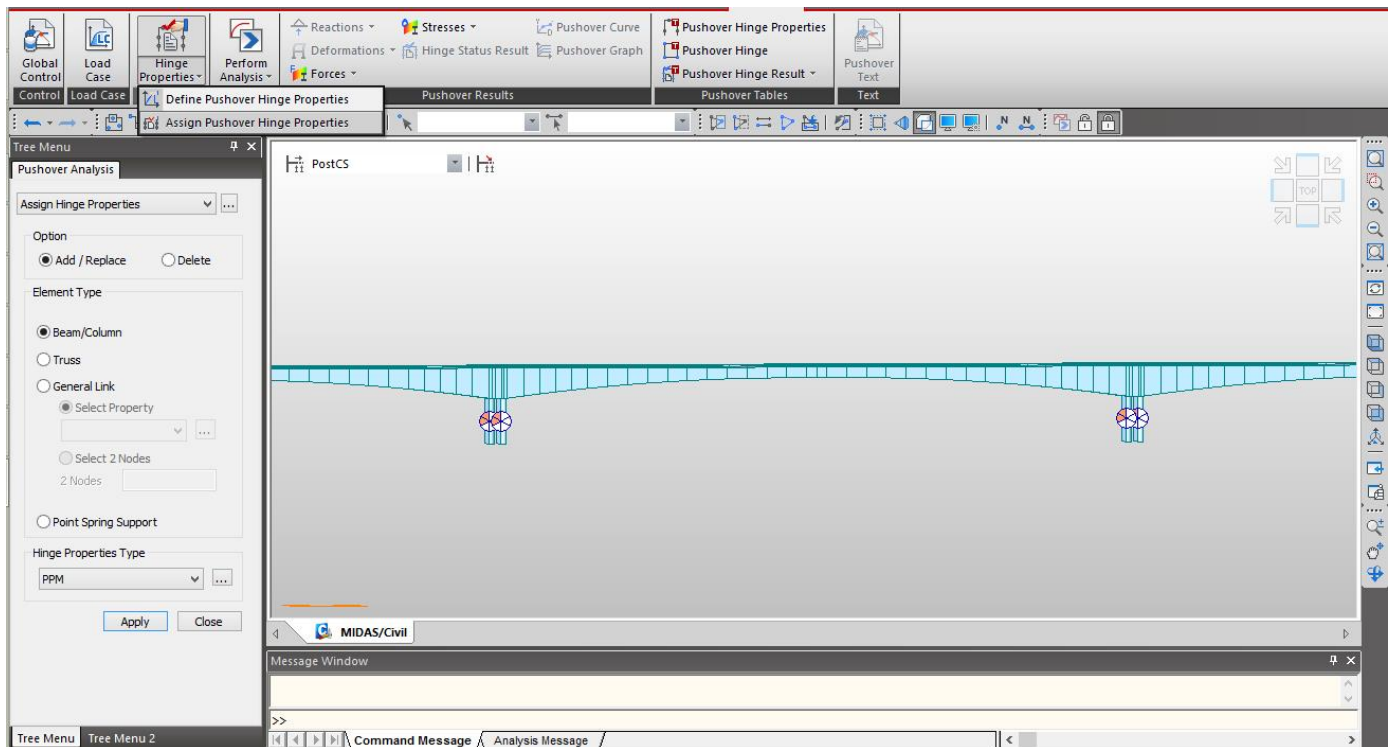


Figura 60: Asignación de Propiedades Pushover , elaboración propia

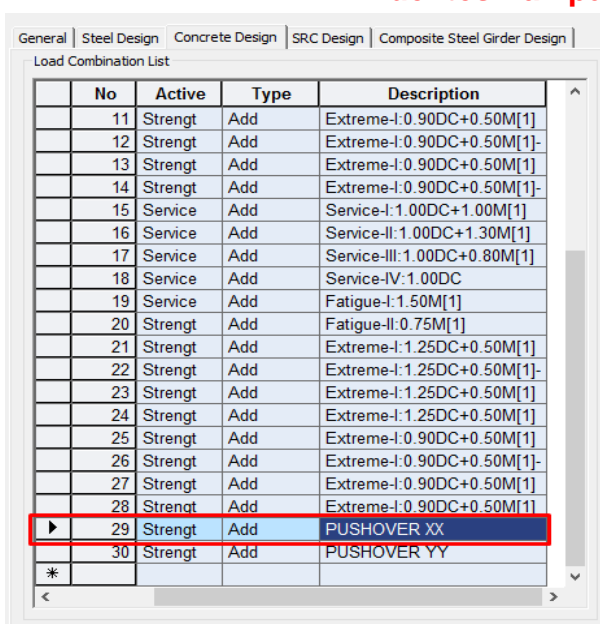
Puentes Pampas

Demanda No lineal

- Desplazamientos con el Análisis Pushover

La apreciación lineal disponiendo este método, tuvo como consecuencia desplazamientos longitudinales y transversales visibles, de los resultados elaborados del análisis ejecutado al puente Pampas los desplazamientos longitudinales en cada pilar 23.777 cm, y el sentido transversal es 31.617 cm.

Puentes Pampas Pushover (X-X)



| No | Active | Type | Description |
|------|---------|------|-----------------------------|
| 11 | Strengt | Add | Extreme-I:0.90DC+0.50M[1] |
| 12 | Strengt | Add | Extreme-I:0.90DC+0.50M[1]- |
| 13 | Strengt | Add | Extreme-I:0.90DC+0.50M[1] |
| 14 | Strengt | Add | Extreme-I:0.90DC+0.50M[1]- |
| 15 | Service | Add | Service-I:1.00DC+1.00M[1] |
| 16 | Service | Add | Service-II:1.00DC+1.30M[1] |
| 17 | Service | Add | Service-III:1.00DC+0.80M[1] |
| 18 | Service | Add | Service-IV:1.00DC |
| 19 | Service | Add | Fatigue-I:1.50M[1] |
| 20 | Strengt | Add | Fatigue-II:0.75M[1] |
| 21 | Strengt | Add | Extreme-I:1.25DC+0.50M[1] |
| 22 | Strengt | Add | Extreme-I:1.25DC+0.50M[1]- |
| 23 | Strengt | Add | Extreme-I:1.25DC+0.50M[1] |
| 24 | Strengt | Add | Extreme-I:1.25DC+0.50M[1] |
| 25 | Strengt | Add | Extreme-I:0.90DC+0.50M[1] |
| 26 | Strengt | Add | Extreme-I:0.90DC+0.50M[1]- |
| 27 | Strengt | Add | Extreme-I:0.90DC+0.50M[1] |
| 28 | Strengt | Add | Extreme-I:0.90DC+0.50M[1] |
| ▶ 29 | Strengt | Add | PUSHOVER XX |
| 30 | Strengt | Add | PUSHOVER YY |
| * | | | |

Figura 61: Demanda No Lineal en eje X, elaboración propia

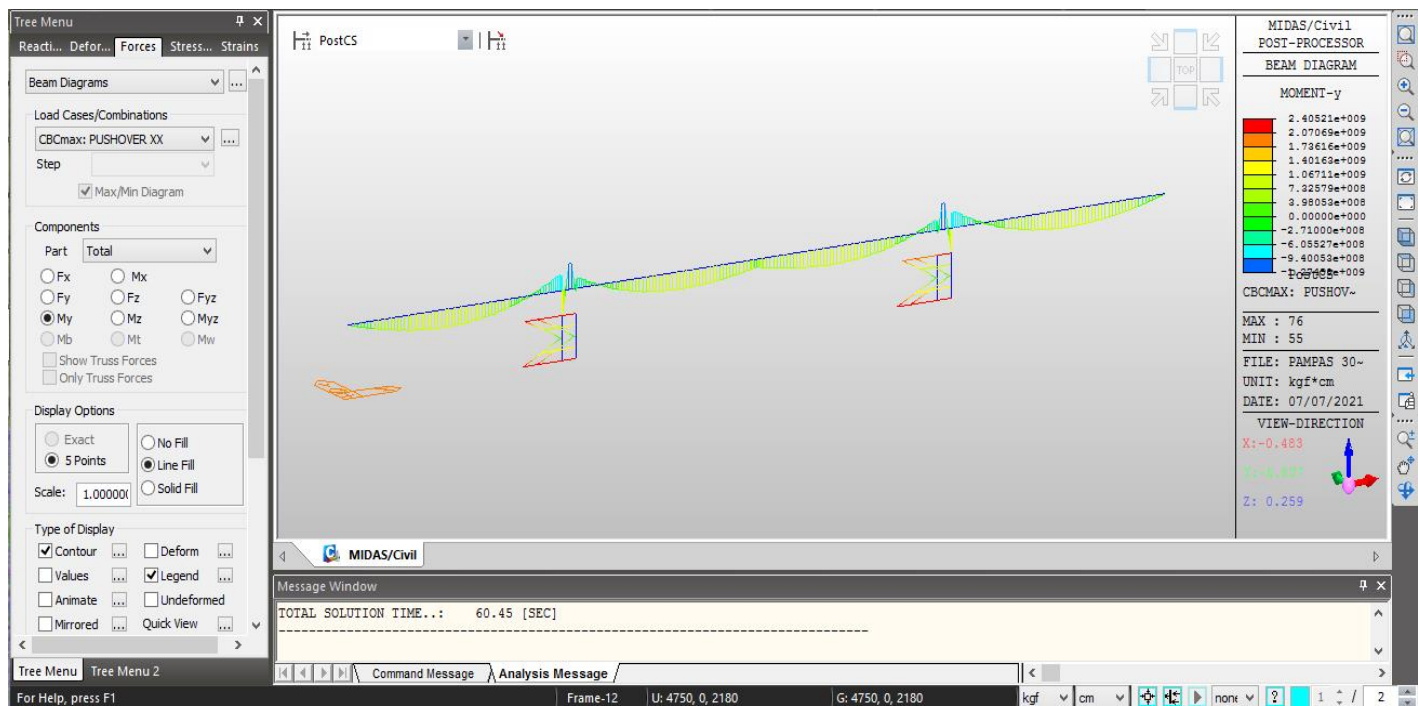


Figura 62: Diagrama de Fuerzas en eje X, elaboración propia

Desplazamiento Longitudinal (X-X)

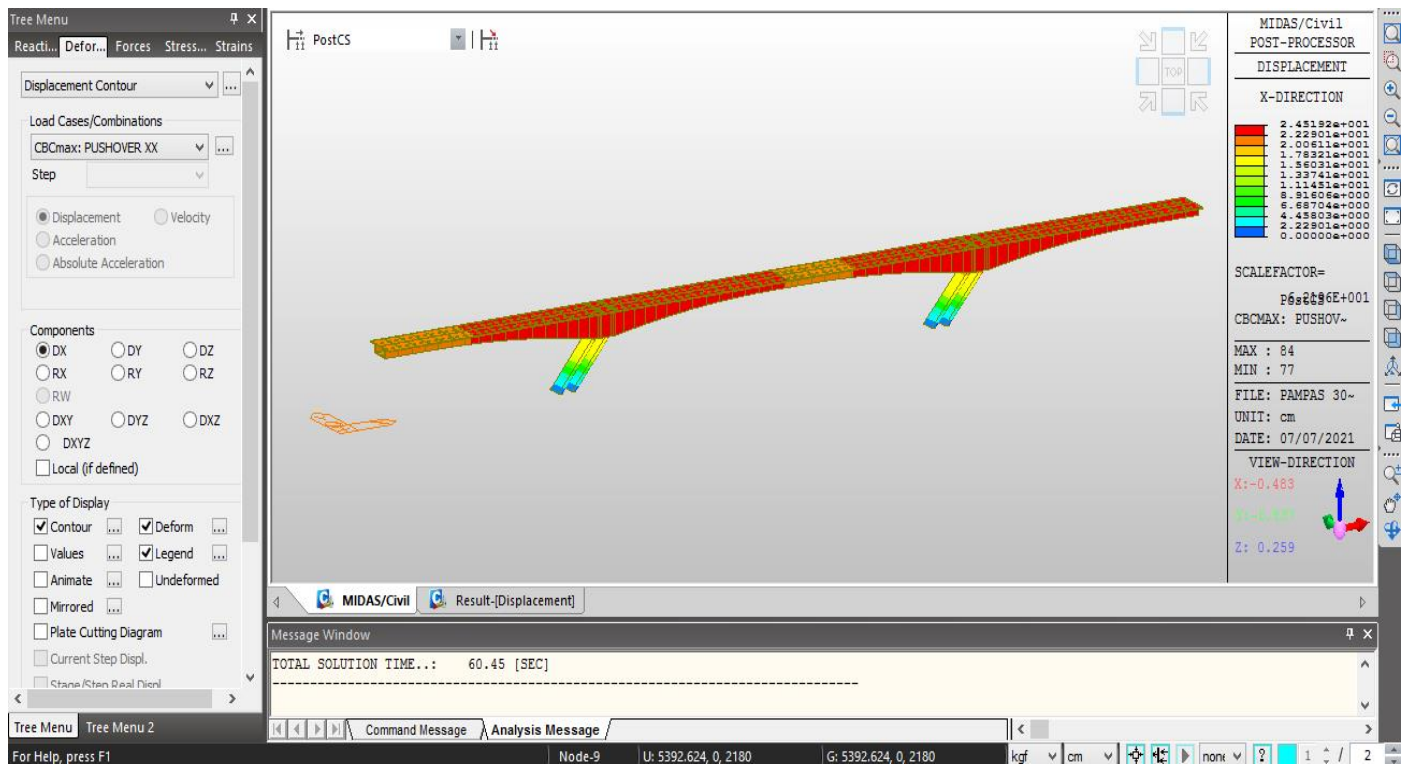


Figura 63: Desplazamiento Longitudinal en eje X, elaboración propia

TABLA DE RESULTADOS

Desplazamiento Longitudinal (X-X)

| Node | Load | DX (cm) | DY (cm) | DZ (cm) | RX ([rad]) | RY ([rad]) | RZ ([rad]) |
|------|---------------------|------------|------------|------------|---------------|---------------|---------------|
| 18 | PUSHOVER XX(max) | 23.027429 | 2.811893 | 0.834026 | 0.001654 | 0.003444 | 0.001113 |
| 19 | PUSHOVER XX(max) | 23.032662 | 2.784169 | 0.5762 | 0.001651 | 0.003461 | 0.001117 |
| 20 | PUSHOVER XX(max) | 23.030267 | 2.760649 | 0.330563 | 0.00165 | 0.003455 | 0.001122 |
| 21 | PUSHOVER XX(max) | 23.069557 | 2.691076 | 0.279874 | 0.001631 | 0.003555 | 0.001164 |
| 22 | PUSHOVER XX(max) | 23.079837 | 2.689553 | 0.493719 | 0.00163 | 0.003584 | 0.001169 |
| 23 | PUSHOVER XX(max) | 23.082437 | 2.693592 | 0.717289 | 0.001632 | 0.003589 | 0.001175 |
| 24 | PUSHOVER XX(max) | 23.115296 | 2.777401 | 1.614489 | 0.001655 | 0.00363 | 0.001219 |
| 25 | PUSHOVER XX(max) | 23.146019 | 2.982339 | 2.601505 | 0.001682 | 0.003662 | 0.001265 |
| 26 | PUSHOVER XX(max) | 23.164782 | 3.284139 | 3.438595 | 0.001707 | 0.003664 | 0.0013 |
| 27 | PUSHOVER XX(max) | 23.170571 | 3.660282 | 4.101102 | 0.001731 | 0.003627 | 0.00132 |
| 28 | PUSHOVER XX(max) | 23.162408 | 4.087881 | 4.561929 | 0.001756 | 0.003535 | 0.001323 |
| 29 | PUSHOVER XX(max) | 23.131419 | 4.663993 | 4.810809 | 0.001788 | 0.003321 | 0.0013 |
| 30 | PUSHOVER XX(max) | 23.076194 | 5.255247 | 4.645208 | 0.001822 | 0.002963 | 0.001247 |
| 49 | PUSHOVER XX(max) | 23.098212 | 3.660308 | 4.100607 | 0.001731 | 0.001568 | 0.001319 |
| 50 | PUSHOVER XX(max) | 23.218153 | 3.284332 | 3.438181 | 0.001707 | 0.002024 | 0.001299 |
| 51 | PUSHOVER XX(max) | 23.333036 | 2.982673 | 2.601192 | 0.001682 | 0.002416 | 0.001265 |
| 52 | PUSHOVER XX(max) | 23.441801 | 2.777825 | 1.614294 | 0.001655 | 0.002751 | 0.001218 |
| 53 | PUSHOVER XX(max) | 23.525224 | 2.694033 | 0.717201 | 0.001633 | 0.002986 | 0.001174 |
| 54 | PUSHOVER XX(max) | 23.534464 | 2.689991 | 0.493657 | 0.00163 | 0.003013 | 0.001169 |
| 55 | PUSHOVER XX(max) | 23.535371 | 2.691508 | 0.279835 | 0.001631 | 0.003015 | 0.001163 |
| 56 | PUSHOVER XX(max) | 23.603254 | 2.76101 | 0.33053 | 0.00165 | 0.00317 | 0.001121 |
| 57 | PUSHOVER XX(max) | 23.615466 | 2.784509 | 0.576148 | 0.001652 | 0.003202 | 0.001117 |
| 58 | PUSHOVER XX(max) | 23.6193 | 2.812211 | 0.833953 | 0.001654 | 0.003209 | 0.001113 |

| | | | | | | | |
|-----------|-----------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 59 | PUSHOVER XX(max) | 23.665661 | 2.997102 | 1.905591 | 0.001688 | 0.003268 | 0.001073 |
| 60 | PUSHOVER XX(max) | 23.712737 | 3.272885 | 3.150989 | 0.001726 | 0.003322 | 0.001009 |
| 61 | PUSHOVER XX(max) | 23.747753 | 3.570778 | 4.30161 | 0.001759 | 0.003348 | 0.000925 |
| 62 | PUSHOVER XX(max) | 23.769564 | 3.863742 | 5.340991 | 0.001789 | 0.003335 | 0.000822 |
| 63 | PUSHOVER XX(max) | 23.777006 | 4.130318 | 6.250903 | 0.001812 | 0.003267 | 0.000698 |
| 64 | PUSHOVER XX(max) | 23.764571 | 4.400968 | 7.17643 | 0.00183 | 0.003081 | 0.000519 |
| 65 | PUSHOVER XX(max) | 23.726353 | 4.578269 | 7.830512 | 0.001831 | 0.002741 | 0.000323 |
| 66 | PUSHOVER XX(max) | 23.66166 | 4.643001 | 8.177015 | 0.001809 | 0.002207 | 0.000167 |
| 67 | PUSHOVER XX(max) | 23.571474 | 4.582327 | 8.190189 | 0.001755 | 0.001442 | 0.00026 |
| 68 | PUSHOVER XX(max) | 23.459119 | 4.38925 | 7.862247 | 0.00166 | 0.000906 | 0.000482 |
| 69 | PUSHOVER XX(max) | 23.330993 | 4.062687 | 7.211127 | 0.001518 | 0.001482 | 0.000717 |
| 70 | PUSHOVER XX(max) | 23.196985 | 3.608414 | 6.285012 | 0.001326 | 0.001953 | 0.00094 |
| 71 | PUSHOVER XX(max) | 23.070721 | 3.037975 | 5.156853 | 0.001092 | 0.002293 | 0.001139 |

Tabla 5: Desplazamiento Longitudinal en eje X, elaboración propia

Puentes Pampas Pushover (Y-Y)

| No | Active | Type | Description |
|----|---------|------|------------------------------|
| 11 | Strengt | Add | Extreme-I: 0.90DC+0.50M[1] |
| 12 | Strengt | Add | Extreme-I: 0.90DC+0.50M[1]- |
| 13 | Strengt | Add | Extreme-I: 0.90DC+0.50M[1] |
| 14 | Strengt | Add | Extreme-I: 0.90DC+0.50M[1]- |
| 15 | Service | Add | Service-I: 1.00DC+1.00M[1] |
| 16 | Service | Add | Service-II: 1.00DC+1.30M[1] |
| 17 | Service | Add | Service-III: 1.00DC+0.80M[1] |
| 18 | Service | Add | Service-IV: 1.00DC |
| 19 | Service | Add | Fatigue-I: 1.50M[1] |
| 20 | Strengt | Add | Fatigue-II: 0.75M[1] |
| 21 | Strengt | Add | Extreme-I: 1.25DC+0.50M[1] |
| 22 | Strengt | Add | Extreme-I: 1.25DC+0.50M[1]- |
| 23 | Strengt | Add | Extreme-I: 1.25DC+0.50M[1] |
| 24 | Strengt | Add | Extreme-I: 1.25DC+0.50M[1]- |
| 25 | Strengt | Add | Extreme-I: 0.90DC+0.50M[1] |
| 26 | Strengt | Add | Extreme-I: 0.90DC+0.50M[1]- |
| 27 | Strengt | Add | Extreme-I: 0.90DC+0.50M[1] |
| 28 | Strengt | Add | Extreme-I: 0.90DC+0.50M[1]- |
| 29 | Strengt | Add | PUSHOVER XX |
| 30 | Strengt | Add | PUSHOVER YY |

Figura 64: Demanda No lineal en eje Y, elaboración propia

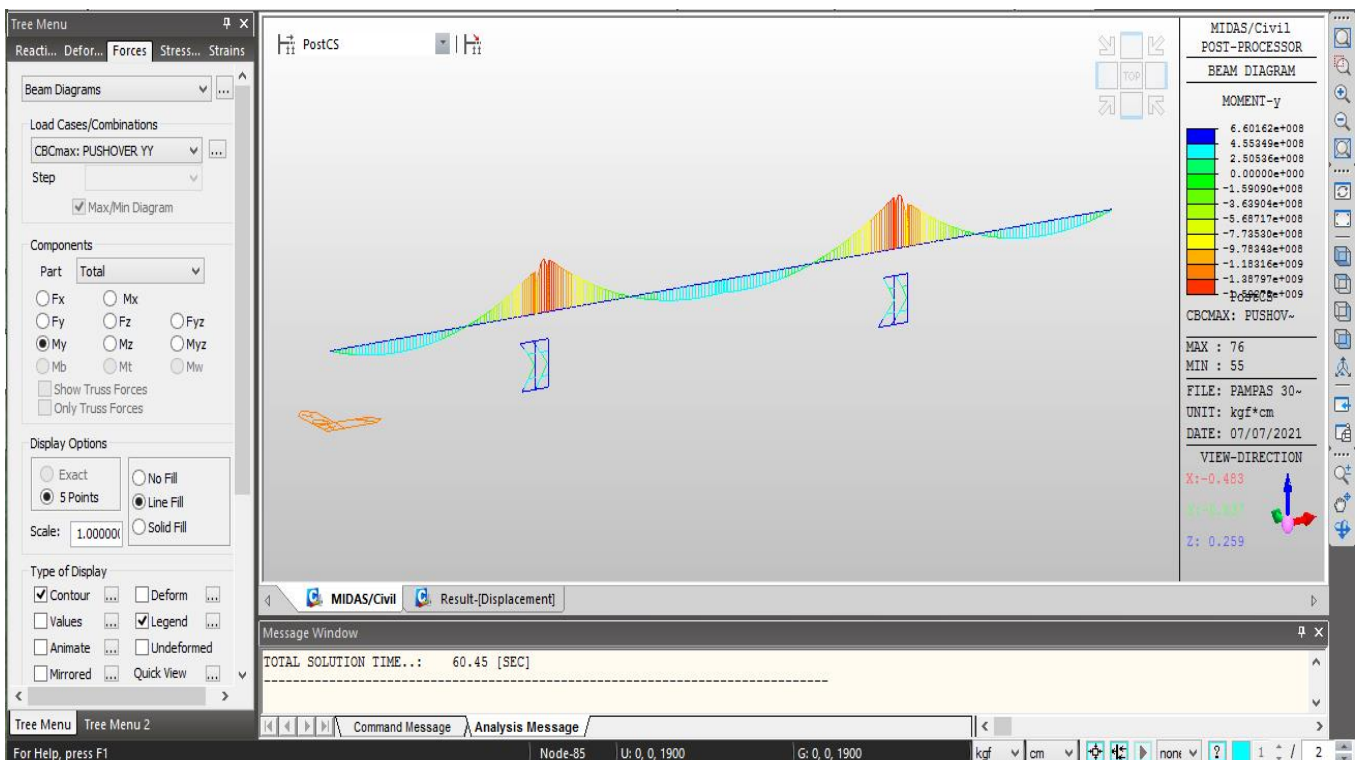


Figura 65: Diagrama de Fuerzas en eje Y, elaboración propia

Desplazamiento Transversal (Y-Y)

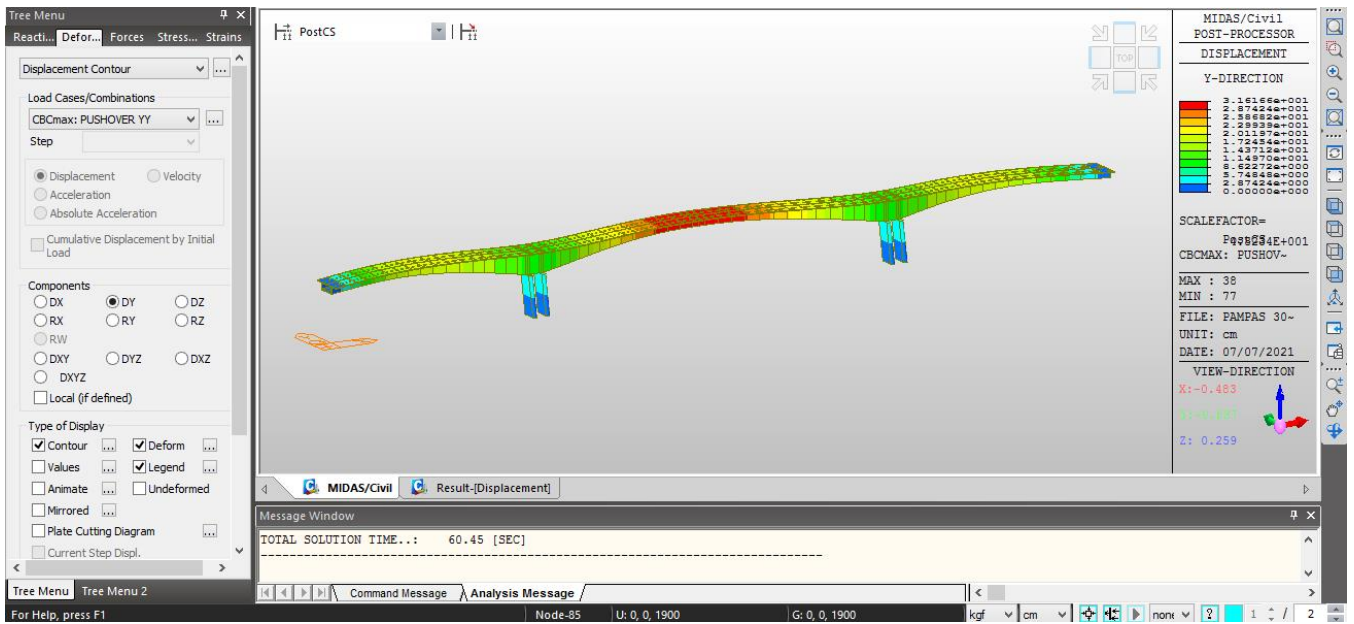


Figura 66: Desplazamiento Transversal en eje Y, elaboración propia

TABLA DE RESULTADOS

Desplazamiento Transversal (Y-Y)

| Node | Load | DX (cm) | DY (cm) | DZ (cm) | RX ([rad]) | RY ([rad]) | RZ ([rad]) |
|-----------|-------------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 36 | PUSHOVER YY(max) | 5.709218 | 31.121032 | 7.704535 | 0.00793 | 0.001952 | 0.001306 |
| 37 | PUSHOVER YY(max) | 5.630075 | 31.561611 | 8.526265 | 0.007959 | 0.001412 | 0.000439 |
| 38 | PUSHOVER YY(max) | 5.592256 | 31.616649 | 8.830924 | 0.007962 | 0.001104 | 0.000003 |
| 39 | PUSHOVER YY(max) | 5.556824 | 31.560941 | 8.526115 | 0.007959 | 0.000779 | 0.000443 |
| 40 | PUSHOVER YY(max) | 5.495475 | 31.119168 | 7.703778 | 0.00793 | 0.000099 | 0.001309 |

Tabla 6: Desplazamiento Transversal en eje Y, elaboración propia

Puentes El Salvador

Demanda No lineal

- **Desplazamiento con el Análisis Pushover**

La apreciación lineal empleando este método otorgo como resultados desplazamientos longitudinales y transversales, del efecto adquirido del análisis elaborado al puente El Salvador podemos exhibir que el desplazamiento longitudinal es 23.687 cm en cada pilar, además el desplazamiento transversal es 34.104 cm iguales en cada pilar.

Puente El Salvador Pushover (X-X)

| No | Name | Active | Type | Description |
|----|--------|---------|------|-------------------------|
| 3 | cLCB3 | Strengt | Add | Strength-II: 1.25DC+1.0 |
| 4 | cLCB4 | Strengt | Add | Strength-II: 0.90DC+1.0 |
| 5 | cLCB5 | Strengt | Add | Strength-IV: 1.50DC |
| 6 | cLCB6 | Strengt | Add | Strength-IV: 0.90DC |
| 7 | cLCB7 | Strengt | Add | Extreme-I: 1.25DC+0.8 |
| 8 | cLCB8 | Strengt | Add | Extreme-I: 1.25DC+0.8 |
| 9 | cLCB9 | Strengt | Add | Extreme-I: 1.25DC+0.8 |
| 10 | cLCB10 | Strengt | Add | Extreme-I: 1.25DC+0.8 |
| 11 | cLCB11 | Strengt | Add | Extreme-I: 0.90DC+0.8 |
| 12 | cLCB12 | Strengt | Add | Extreme-I: 0.90DC+0.8 |
| 13 | cLCB13 | Strengt | Add | Extreme-I: 0.90DC+0.8 |
| 14 | cLCB14 | Strengt | Add | Extreme-I: 0.90DC+0.8 |
| 15 | cLCB15 | Service | Add | Service-I: 1.00DC+1.00 |
| 16 | cLCB16 | Service | Add | Service-II: 1.00DC+1.3 |
| 17 | cLCB17 | Service | Add | Service-III: 1.00DC+0.8 |
| 18 | cLCB18 | Service | Add | Service-IV: 1.00DC |
| 19 | cLCB19 | Service | Add | Fatigue-I: 1.50M[1] |
| 20 | cLCB20 | Service | Add | Fatigue-II: 0.75M[1] |
| ▶ | PUSH X | Strengt | Add | PUSHOVER XX |
| | PUSH Y | Strengt | Add | PUSHOVER YY |
| * | | | | |

Figura 67: Demanda No lineal en eje X, elaboración propia

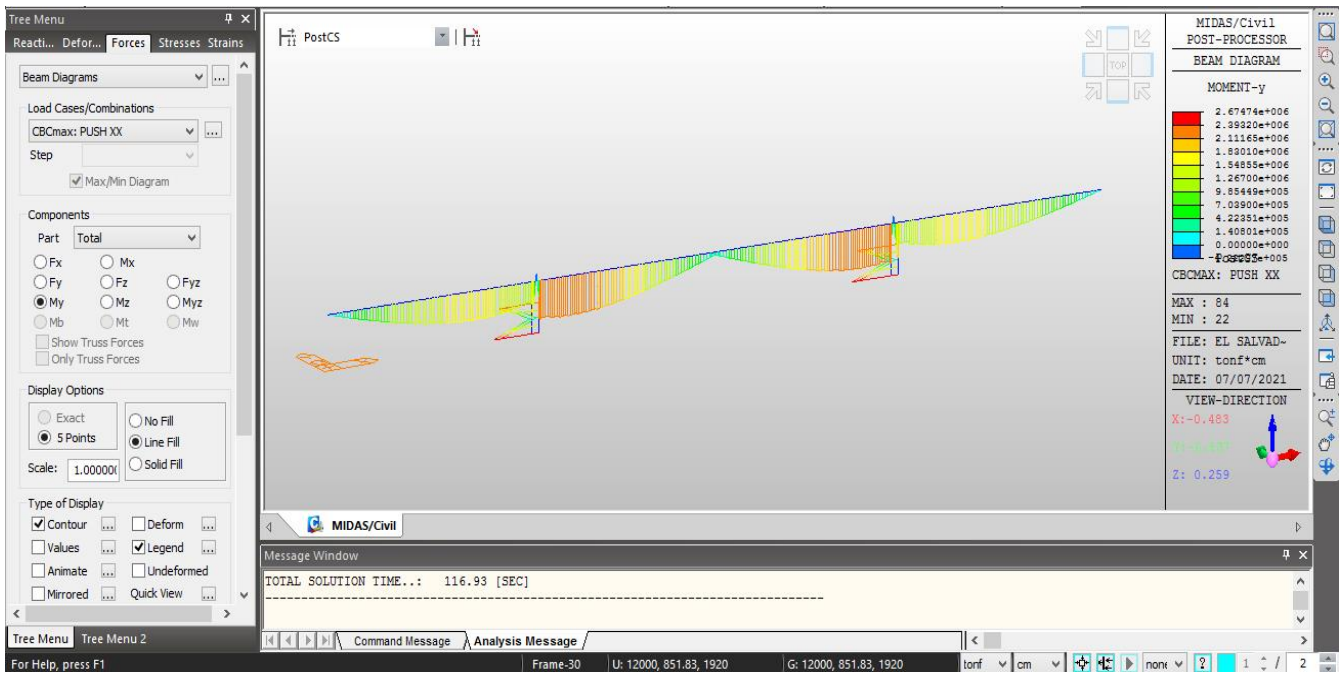


Figura 68: Diagrama de Fuerzas en eje X, elaboración propia

Desplazamiento Longitudinal (X-X)

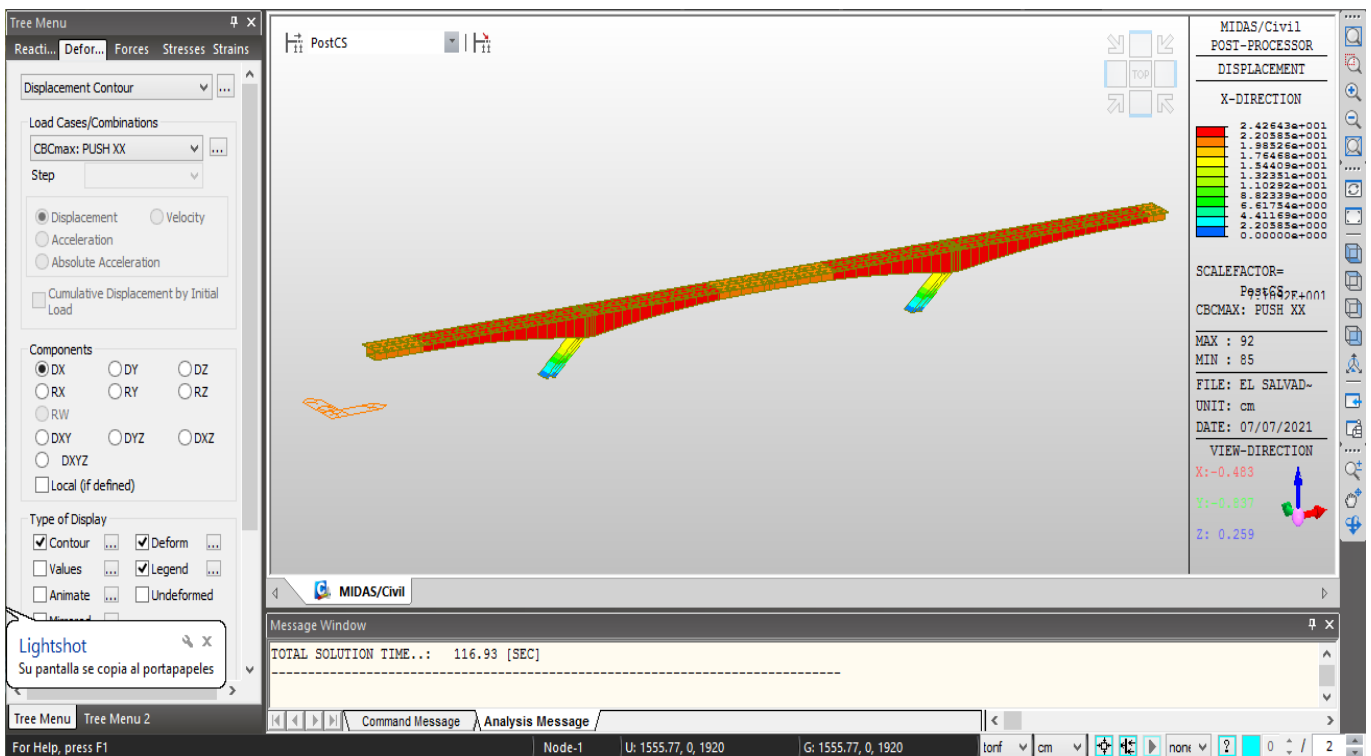


Figura 69: Desplazamiento Longitudinal en eje X, elaboración propia

TABLA DE RESULTADOS

Desplazamiento Longitudinal (X-X)

| Node | Load | DX (cm) | DY (cm) | DZ (cm) | RX ([rad]) | RY ([rad]) | RZ ([rad]) |
|------|-----------------|------------|------------|------------|---------------|---------------|---------------|
| 13 | PUSH XX(max) | 23.04853 | 5.014912 | 14.901245 | 0.001753 | 0.003103 | 0.000578 |
| 14 | PUSH XX(max) | 23.166851 | 4.665665 | 13.21822 | 0.001735 | 0.003754 | 0.000755 |
| 15 | PUSH XX(max) | 23.273134 | 4.235259 | 11.233165 | 0.001704 | 0.004292 | 0.0009 |
| 16 | PUSH XX(max) | 23.349201 | 3.84959 | 9.463412 | 0.001672 | 0.004651 | 0.000991 |
| 17 | PUSH XX(max) | 23.416148 | 3.44446 | 7.558987 | 0.001635 | 0.004952 | 0.001059 |
| 18 | PUSH XX(max) | 23.473695 | 3.040386 | 5.541824 | 0.001594 | 0.005202 | 0.001107 |
| 19 | PUSH XX(max) | 23.521693 | 2.664632 | 3.431229 | 0.00155 | 0.005407 | 0.001136 |
| 20 | PUSH XX(max) | 23.562545 | 2.334865 | 1.077423 | 0.001499 | 0.005585 | 0.001151 |
| 21 | PUSH XX(max) | 23.566518 | 2.300591 | 0.686597 | 0.001495 | 0.005599 | 0.001152 |
| 22 | PUSH XX(max) | 23.562356 | 2.271015 | 0.311596 | 0.001493 | 0.005589 | 0.001153 |
| 23 | PUSH XX(max) | 23.561136 | 2.213411 | 0.293973 | 0.00148 | 0.005589 | 0.001159 |
| 24 | PUSH XX(max) | 23.56501 | 2.197384 | 0.655741 | 0.001478 | 0.0056 | 0.001161 |
| 25 | PUSH XX(max) | 23.560733 | 2.187636 | 1.032053 | 0.00148 | 0.005585 | 0.001164 |
| 26 | PUSH XX(max) | 23.512139 | 2.254311 | 3.261533 | 0.001514 | 0.005405 | 0.001195 |
| 27 | PUSH XX(max) | 23.454547 | 2.460164 | 5.21204 | 0.001542 | 0.005192 | 0.001226 |
| 28 | PUSH XX(max) | 23.384958 | 2.777247 | 7.021601 | 0.00157 | 0.004929 | 0.001254 |
| 29 | PUSH XX(max) | 23.303411 | 3.17365 | 8.666798 | 0.001597 | 0.004606 | 0.001275 |
| 30 | PUSH XX(max) | 23.210111 | 3.622254 | 10.121095 | 0.001624 | 0.004216 | 0.001286 |
| 31 | PUSH XX(max) | 23.077955 | 4.225559 | 11.625574 | 0.001657 | 0.003623 | 0.001284 |
| 54 | PUSH XX(max) | 23.125188 | 3.62211 | 10.119582 | 0.001624 | 0.003468 | 0.001286 |
| 55 | PUSH XX(max) | 23.250169 | 3.173636 | 8.665533 | 0.001597 | 0.003971 | 0.001275 |
| 56 | PUSH XX(max) | 23.366125 | 2.77736 | 7.020596 | 0.00157 | 0.004405 | 0.001254 |
| 57 | PUSH XX(max) | 23.472358 | 2.46038 | 5.211307 | 0.001542 | 0.004776 | 0.001226 |

| | | | | | | | |
|-----------|-------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 58 | PUSH XX(max) | 23.568379 | 2.254577 | 3.261081 | 0.001514 | 0.005092 | 0.001195 |
| 59 | PUSH XX(max) | 23.659823 | 2.187864 | 1.031912 | 0.001481 | 0.005376 | 0.001163 |
| 60 | PUSH XX(max) | 23.667362 | 2.197596 | 0.655651 | 0.001478 | 0.005399 | 0.001161 |
| 61 | PUSH XX(max) | 23.666508 | 2.213605 | 0.293932 | 0.00148 | 0.005396 | 0.001159 |
| 62 | PUSH XX(max) | 23.68192 | 2.271155 | 0.311554 | 0.001493 | 0.005429 | 0.001152 |
| 63 | PUSH XX(max) | 23.68886 | 2.300706 | 0.686506 | 0.001496 | 0.005447 | 0.001151 |
| 64 | PUSH XX(max) | 23.687386 | 2.334954 | 1.077282 | 0.001499 | 0.005439 | 0.001151 |
| 65 | PUSH XX(max) | 23.679857 | 2.664518 | 3.43077 | 0.00155 | 0.005339 | 0.001135 |
| 66 | PUSH XX(max) | 23.66113 | 3.040057 | 5.541064 | 0.001594 | 0.005208 | 0.001106 |
| 67 | PUSH XX(max) | 23.630833 | 3.443909 | 7.557922 | 0.001635 | 0.005033 | 0.001059 |
| 68 | PUSH XX(max) | 23.588745 | 3.848817 | 9.46204 | 0.001672 | 0.004807 | 0.000991 |
| 69 | PUSH XX(max) | 23.534741 | 4.234271 | 11.231487 | 0.001704 | 0.004521 | 0.0009 |
| 70 | PUSH XX(max) | 23.450775 | 4.664425 | 13.216167 | 0.001735 | 0.004066 | 0.000755 |
| 71 | PUSH XX(max) | 23.348845 | 5.013446 | 14.898827 | 0.001753 | 0.003485 | 0.000577 |
| 72 | PUSH XX(max) | 23.230098 | 5.260592 | 16.221086 | 0.001754 | 0.002763 | 0.000371 |
| 73 | PUSH XX(max) | 23.096619 | 5.389628 | 17.122755 | 0.001735 | 0.001891 | 0.00015 |
| 93 | PUSH XX(max) | 23.842118 | 0 | 0 | 0 | 0.007056 | 0.001677 |

Tabla 7: Desplazamiento Longitudinal en eje X, elaboración propia

Puentes El Salvador Pushover (Y-Y)

| No | Name | Active | Type | Description |
|----|--------|---------|------|-------------------------|
| 3 | cLCB3 | Strengt | Add | Strength-II: 1.25DC+1.0 |
| 4 | cLCB4 | Strengt | Add | Strength-II: 0.90DC+1.0 |
| 5 | cLCB5 | Strengt | Add | Strength-IV: 1.50DC |
| 6 | cLCB6 | Strengt | Add | Strength-IV: 0.90DC |
| 7 | cLCB7 | Strengt | Add | Extreme-I: 1.25DC+0.5 |
| 8 | cLCB8 | Strengt | Add | Extreme-I: 1.25DC+0.5 |
| 9 | cLCB9 | Strengt | Add | Extreme-I: 1.25DC+0.5 |
| 10 | cLCB10 | Strengt | Add | Extreme-I: 1.25DC+0.5 |
| 11 | cLCB11 | Strengt | Add | Extreme-I: 0.90DC+0.5 |
| 12 | cLCB12 | Strengt | Add | Extreme-I: 0.90DC+0.5 |
| 13 | cLCB13 | Strengt | Add | Extreme-I: 0.90DC+0.5 |
| 14 | cLCB14 | Strengt | Add | Extreme-I: 0.90DC+0.5 |
| 15 | cLCB15 | Service | Add | Service-I: 1.00DC+1.00 |
| 16 | cLCB16 | Service | Add | Service-II: 1.00DC+1.3 |
| 17 | cLCB17 | Service | Add | Service-III: 1.00DC+0.8 |
| 18 | cLCB18 | Service | Add | Service-IV: 1.00DC |
| 19 | cLCB19 | Service | Add | Fatigue-I: 1.50M[1] |
| 20 | cLCB20 | Service | Add | Fatigue-II: 0.75M[1] |
| 21 | PUSH X | Strengt | Add | PUSHOVER XX |
| 22 | PUSH Y | Strengt | Add | PUSHOVER YY |
| * | | | | |

Figura 70: Demanda No lineal en eje Y, elaboración propia

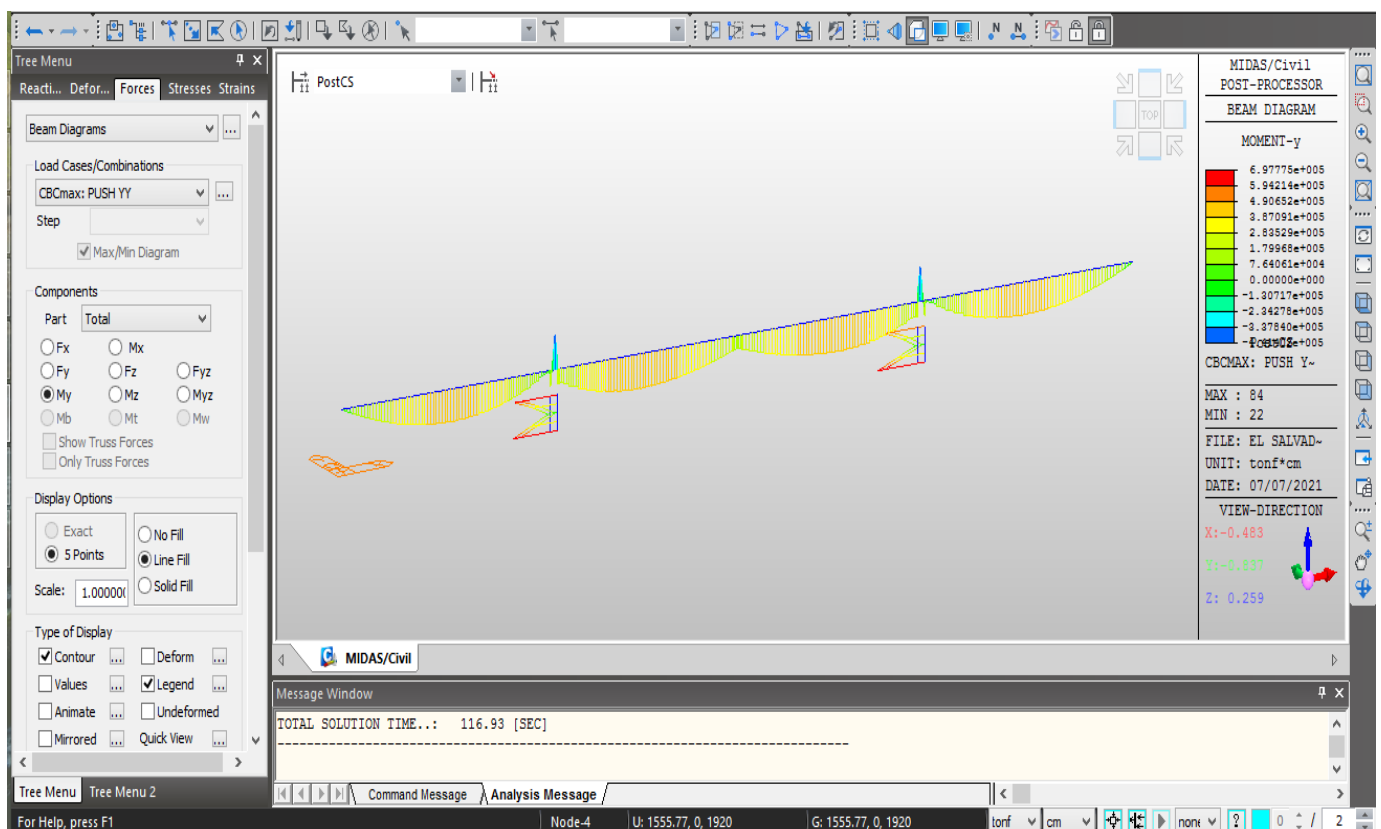


Figura 71: Diagrama de Fuerzas en eje Y, elaboración propia

Desplazamiento Transversal (Y-Y)

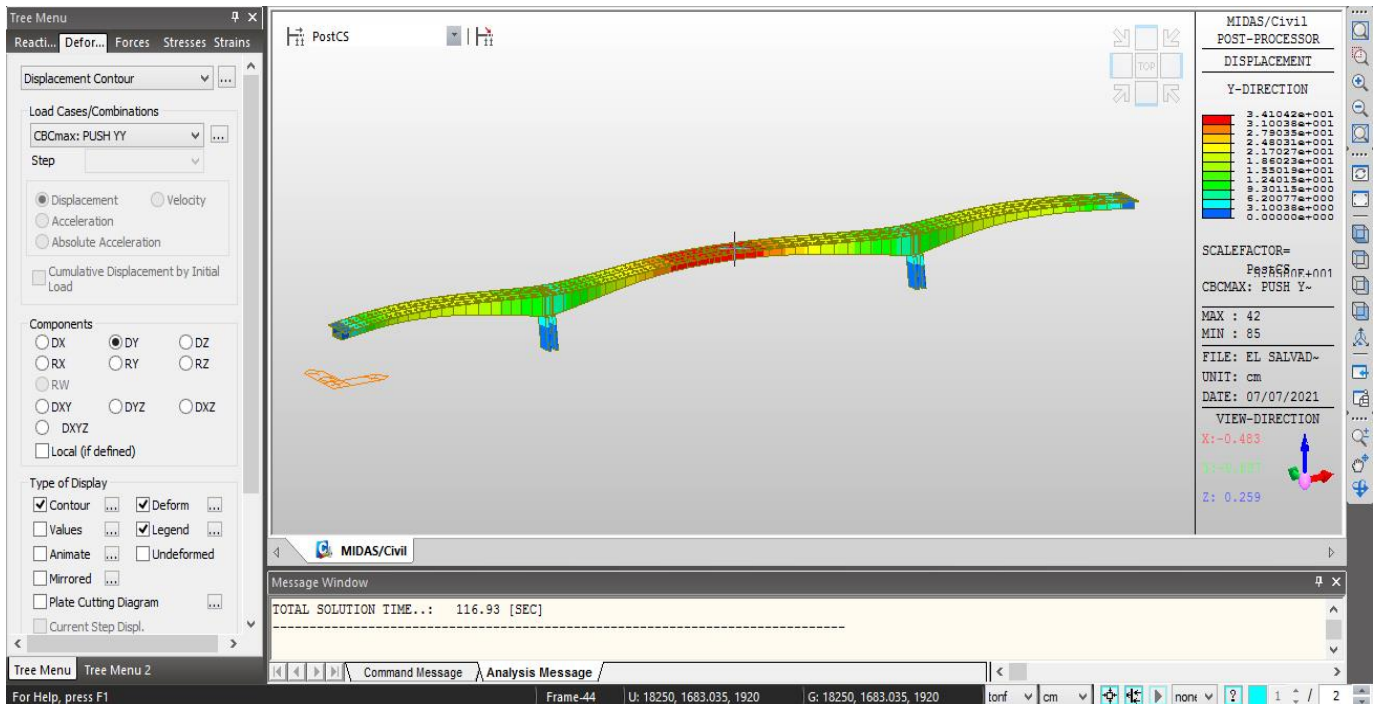


Figura 72: Desplazamiento Transversal en eje Y, elaboración propia

TABLA DE RESULTADOS

Desplazamiento Transversal (Y-Y)

| Node | Load | DX (cm) | DY (cm) | DZ (cm) | RX ([rad]) | RY ([rad]) | RZ ([rad]) |
|------|--------------|----------|------------------|----------|------------|------------|------------|
| 35 | PUSH YY(max) | 5.733244 | 26.443329 | 2.251956 | 0.007068 | 0.000996 | 0.004196 |
| 36 | PUSH YY(max) | 5.683627 | 28.483838 | 1.793927 | 0.007205 | 0.00128 | 0.003727 |
| 37 | PUSH YY(max) | 5.63163 | 30.266426 | 1.193016 | 0.007336 | 0.001526 | 0.003175 |
| 38 | PUSH YY(max) | 5.579645 | 31.747239 | 0.472027 | 0.007452 | 0.001709 | 0.002549 |
| 39 | PUSH YY(max) | 5.531622 | 32.88919 | 0.335125 | 0.007542 | 0.001811 | 0.001864 |
| 40 | PUSH YY(max) | 5.491158 | 33.663887 | 1.186342 | 0.007597 | 0.001821 | 0.001136 |
| 41 | PUSH YY(max) | 5.459736 | 34.055384 | 2.036355 | 0.007622 | 0.001741 | 0.000381 |
| 42 | PUSH YY(max) | 5.447848 | 34.104227 | 2.447234 | 0.007625 | 0.00167 | 0.000003 |

| | | | | | | | | |
|----|-----------------|----------|-----------|----------|---|----------|---------|----------|
| 43 | PUSH YY(max) | 5.438926 | 34.054805 | 2.037024 | - | 0.007622 | 0.00158 | 0.000384 |
|----|-----------------|----------|-----------|----------|---|----------|---------|----------|

Tabla 8: Desplazamiento Transversal en eje Y, elaboración propia

| CAPACIDAD DE DEFORMACIÓN | | | |
|---|--------------|---------------|--------------------|
| | | PUENTE PAMPAS | PUENTE EL SALVADOR |
| ANÁLISIS LINEAL CON ESPECTRO DE DISEÑO (CONVENCIONAL) | LONGITUDINAL | 12.408 cm | 11.952 cm |
| | TRANSVERSAL | 15.824 cm | 17.067 cm |
| ANÁLISIS NO LINEAL CON ESPECTRO DE DISEÑO (PUSHOVER) | LONGITUDINAL | 23.777 cm | 23.687 cm |
| | TRANSVERSAL | 31.617 cm | 34.104 cm |

Tabla 9: Comparación de la Capacidad de Deformación en ambos puentes, elaboración propia

Se realizó la reducción del pilar en un 2 cm el diámetro ya que este no mostraba un cambio excesivo de desplazamiento pudiendo obtener una mejora económica sin perjudicar la estructura

| | Presupuesto | Puente Pampas | Puente Salvador |
|---------------------|--|----------------------|----------------------|
| método convencional | trabajos preliminares | 5,158,306.49 | 7,014,590.72 |
| | subestructura | 13,078,604.89 | 25,524,355.62 |
| | superestructura | 16,628,999.91 | 23,671,199.02 |
| | Accesos-manejo ambiental-transporte | 4,099,478 | 7,864,532 |
| | señalización y seguridad vial -protocolo sanitario | 1,258,771.79 | 1,857,435.95 |
| | General-utilidades-IGV | 20,022,869.69 | 33,458,652.65 |
| | Presupuesto total | 60,247,030.58 | 99,390,765.96 |
| método no lineal | trabajos preliminares | 5,158,306.49 | 7,014,590.72 |
| | subestructura | 12,978,890.76 | 25,418,162.33 |
| | superestructura | 16,628,999.91 | 23,771,199.02 |
| | Accesos-manejo ambiental-transporte | 4,099,478 | 7,664,532 |
| | señalización y seguridad vial -protocolo sanitario | 1,258,771.79 | 1,857,435.95 |
| | General-utilidades-IGV | 19,985,940.82 | 33,432,573.39 |
| | Presupuesto total | 60,110,387.58 | 99,158,493.41 |
| | Ahorro Económico | 136,643.00 | 232,272.55 |

Tabla 10: Comparación de costos con método convencional y no lineal en ambos puentes, elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Discusión 1

En el presente trabajo se realizó el análisis no lineal de dos puentes con características similares donde se pudo evaluar mediante el software MIDAS CIVIL que el coeficiente de reducción R influyen en la configuración de la estructura ya que teniendo como estructura dos puentes posee más irregularidad en su ductilidad

Carrión y ligarda (2021) En su investigación concluyeron que los valores del coeficiente de reducción R influyen en la estructura, por su relación directamente al diseño sísmico estructural por el que utilizó el método de AENL-Pushover, utilizando el programa ETABS, obteniéndose un resultado con valor promedio de 7 y que es menor a lo planteado en la norma E.030 la cual es igual a 8.

Discusión 2

El desplazamiento que consiguió como resultado del pushover que proporcionara precisar la capacidad estructural de los puentes y teniendo en cuenta que el método en uso es el más exactos para determinar la ductilidad estructural.

Gamonal y yaipen (2019) Concluyeron en su investigación que el método pushover proporciona precisar la capacidad y ductilidad que posee la estructura teniendo como resultado inelástico determinando que el desplazamiento inelástico máximo antes que la estructura colapse para la dirección x-x 39.83 cm con un cortante 1146.75 Tn y para la dirección yy 16.03 cm.

Discusión 3

Podemos decir que el análisis Pushover determina los eslabones débiles y los modos de fallo de la estructura de puente que se muestra a través de rotulas plásticas definidas en el pilar a la distancia específica cómo se puede observar en nuestros resultados, al definirse las rotulas plásticas el estudio deja de ser lineal, y pasa a un estado no lineal.

Chancha (2018) Concluyo en su investigación que el análisis no lineal (Pushover) y el análisis dinámico no lineal (historia en el tiempo), es la correcta metodología apto para el análisis sísmico, para calcular el desplazamiento y fuerza.

Discusión 4

El desplazamiento que se consiguió como resultado del método pushover que permite determinar la capacidad estructural de los puentes y teniendo en cuenta que el método en uso es el más exactos para determinar la ductilidad estructural.

Cabanillas y Roldan (2018) Concluyeron en su investigación que se observó la distribución más uniforme del acero longitudinal en las vigas del pórtico analizado, esto debido a la redistribución de momentos elásticos a la hora del análisis, por consecuencia proporciono un ahorro considerable en términos económicos y una mejor respuesta estructural verificado en los mecanismos de colapso.

Discusión 5

En el presente trabajo se realizó el análisis no lineal con el software midas civil ya que es uno de los softwares más utilizados en estructuras como puentes ya que nos da el modelamiento y el análisis con el método no lineal y un análisis más profundo de los elementos finitos

Tacuche (2019) Concluye en su investigación que la ayuda del software ETABS v2016 le permitió realizar un análisis sísmico y dinámico óptimo debido a las interacciones desarrolladas en el análisis estructural de la estructura, obteniendo resultados favorables para el proyecto de investigación en un lapso corto de tiempo planteado.

Discusión 6

La aplicación de este método en análisis es muy esencial ya que observamos como resultados diferentes comportamientos de la estructura donde nos da cada característica dentro del modelamiento donde hallamos los puntos críticos de la estructura y su grado de deformación, actualmente este método se va empleado más en el Perú.

Gonzales (2018) en su investigación concluye que este método que nos ayuda dándonos resultados más reales de la estructura nos ayuda económicamente ya que con los resultados que nos va dando detalla donde son los puntos donde la estructura va a tener más falla.

VI. CONCLUSIONES

-Se determinó que, en la comparación de resultados obtenidos de ambos puentes mediante el método no lineal y un puente convencional, son de gran diferencia, ya que en un puente convencional y en un puente aplicando el método no lineal, cambian significativamente sus valores, ya que en un puente donde no aplican este método dan valores con menor exactitud, comparado con un puente donde aplican el método no lineal, donde nos dan valores con mayor exactitud empleando en el Software Midas.

-En el término de linealidad, mediante modal espectral: Del puente Pampas destaca que el desplazamiento longitudinal son 12.408 cm en cada pilar, además el desplazamiento transversal son 15.824 cm iguales en cada pilar. En el puente San Salvador el desplazamiento longitudinal en cada pilar es 11.952 cm, y en el sentido transversal es de 17.067 cm.

-En alusión al análisis no lineal, Para el Puente Pampas se lograron capacidad de deformación de 23.777 cm longitudinalmente y 31.617 cm transversalmente, y para el Puente Salvador se logró 23.687 cm longitudinalmente y 34.104 cm transversalmente desplazamientos logrados a través del método Análisis Espectral es más bajo porque el análisis solo está en el rango lineal.

- El análisis no lineal (Pushover) nos ayuda a predecir los desplazamientos máximos (capacidad de deformación) en la que generaran las rotulas plásticas, en el caso del Puente Pampas es 23.777 cm y en El Salvador es de 23.687 cm.

-Se realizó la reducción del pilar en un 2 cm el diámetro ya que este no mostraba un cambio excesivo de desplazamiento pudiendo obtener una mejora económica sin perjudicar la estructura.

-Se determinó que para esta exploración se desarrolló un análisis de costos y presupuestos para el mejoramiento estructural y económico de los Puentes obteniendo lo siguiente:

El Puente Pampas (convencional) tuvo un costo de S/. 64.228,791.38. El presupuesto está conformado por el costo directo, gastos generales, utilidades e impuestos general a las ventas obteniendo una reducción de S/. 136,643.00.

El Puente el Salvador (convencional) tuvo un costo de S/. 99,390,765.96. El presupuesto está conformado por el costo directo, gastos generales, utilidades e impuestos general a las ventas, obteniendo una reducción de S/. 232,272.55.

VII.RECOMENDACIONES

-Se recomienda realizar el método no lineal a diferentes puentes, para así tener un cálculo finito, y así poder prevenir futuros sismos en el Perú.

-Se recomienda hacer un reforzamiento a muchos puentes en el Perú empleando el método no lineal, ya que en la actualidad podemos ver que muchas edificaciones cuentan con muchas fisuras y están a punto de desplomarse.

-Se recomienda a la población y al gobierno, que contraten a profesionales capacitados para hacer una edificación u puente, para que, en el momento de sismos, poder salvaguardar vidas en el momento de temblores y sismos en el Perú.

-Se recomienda brindar información a los futuros ingenieros acerca de este programa, ya que este programa se especializa en este método, y es utilizado en centro América y Europa por muchos profesionales de esos continentes, para tener una mayor exactitud en cuanto a resultados.

-Se recomienda tener conocimiento acerca del Programa Midas, para la utilización de este software, y así poder aplicar el método no lineal en este, para luego tener resultados y compararlos.

-Se recomienda el uso del programa Midas Civil para la simulación del Puentes, ya que este programa es especializado para puentes, y puede brindar cálculos con mayor precisión comparados con otros softwares que no son tan exactos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carrion y Ligarda (2020). Evaluación del coeficiente de reducción para diseño estructural, edificio centro tecnológico Universidad José María Arguedas aplicando método PUSHOVER, Andahuaylas – 2020(Tesis de titulación).

Recuperada de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60857>

Meza (2020). Desempeño sísmico de una edificación esencial mediante métodos de análisis sísmico no lineal– Institución Educativa Santa Rosa, Abancay, Apurímac 2020 (Tesis de titulación).

Recuperada de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57611>

Marin (2020). Nivel de desempeño sísmico de un edificio multifamiliar mediante el análisis estático no Lineal Pushover, Jesús María, 2020(Tesis de titulación).

Recuperada de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60076>

Quispe (2020). Comportamiento estructural de edificaciones esenciales mediante métodos sísmicos lineales convencionales, Institución Educativa N°54259 Huaquirca-Apurímac, 2020(Tesis de titulación).

Recuperada de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57755>

Samaniego y Sánchez (2020). Vulnerabilidad sísmica empleando el análisis dinámico no lineal incremental de una vivienda multifamiliar Ate-Lima 2020(Tesis de titulación).

Recuperada de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57396>

Campos y Morales (2020). Evaluación del desempeño sísmico mediante el análisis estático no lineal del palacio municipal del C.P. de Jirac, Pira, Huaraz, 2020(Tesis de titulación).

Recuperada de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57752>

Moncada y Villanueva (2020). Análisis y diseño sismorresistente estructural entre los sistemas MDL y albañilería confinada en vivienda unifamiliar, Nuevo Chimbote, Santa, Áncash – 2020(Tesis de titulación). Recuperada de:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60898>

Ñaupas, Valdivia, Palacios y Romero (2020). Metodología de la investigación cuantitativa cualitativa y redacción de la tesis. Recuperada de:
<https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>

Vento (2019) Diseño sismorresistente de un edificio multifamiliar de 11 niveles con 2 sótanos aplicando la norma E.030-2006 y E.030-2018, Surco 2019(Tesis de titulación). Recuperada de:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57467>

Blas, Jose.y Sosa, Paul (2019). Evaluación del desempeño sísmico bajo el método de análisis estático no lineal pushover, caso puente ricito ubicado en el distrito de Bellavista – Piura. (Tesis de titulación). Recuperada:
https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2634/T030_71129000-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Valle (2019) Desempeño sismorresistente a través del análisis estático no lineal de un edificio de concreto armado de 8 pisos y un sótano, Santa Luzmila – Comas – Lima - 2019(Tesis de titulación). Recuperada de:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49934>

Correa (2019). Análisis estático no lineal aplicado al diseño sismorresistente del bloque N° 02 de aulas del Colegio Militar Elías Aguirre – Chiclayo (Tesis de titulación). Recuperada de:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36959>

Gamonal y Yaipen(2019). Evaluación del desempeño sísmico aplicando un análisis estático no lineal del Hospital Naylamp – EsSalud Chiclayo – Lambayeque (Tesis de titulación). Recuperada de:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/38907>

Palhua(2019). Comportamiento estático no lineal de una vivienda de adobe de 2 niveles con y sin reforzamiento de geomalla en el distrito de Puente Piedra, 2019(Tesis de titulación).

Recuperada de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/52748>

Tacuche (2019). Análisis comparativo del diseño estructural de un edificio de concreto armado (dual) aplicando las normas E.030 2006 y la E.030 2018 diseño sismorresistente, 2019(Tesis de titulación).

Recuperada de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46487>

Muñoz (2019). Metodología de la Investigación

Recuperada de:

<https://corladancash.com/wp-content/uploads/2019/08/56-Metodologia-de-la-investigacion-Carlos-I.-Munoz-Rocha.pdf>

Domínguez y Moreno (2018). Diseño estructural sismorresistente de un edificio de siete niveles bajo la metodología bim en la provincia de Pomabamba, Ancash, 2018(Tesis de titulación).

Recuperada de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26694>

Tito (2018). Vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas mediante la aplicación del modelo estático no lineal en la Av. El Parral, Comas” (Tesis de titulación).

Recuperada de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/19527>

Avila (2018). Evaluación del coeficiente de reducción (R) de una estructura aporticada con el análisis estático no lineal, San Martín de Porres, Lima – 2018 (Tesis de titulación).

Recuperada de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/22436>

Chancha (2018). Evaluación del Desempeño Estructural Mediante Procedimiento no lineales en Puentes de Concreto Reforzado, Huancavelica. (Tesis de titulación).

Recuperada de:

http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2107/TESIS_2018_ING.%20CIVIL_JULIO%20CESAR%20CHANCHA%20CALDERON.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cabanillas Benedicto y Rondan Luther (2018). Evaluación y diseño por capacidad en la estructura de la oficina central de admisión de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, mediante el análisis estático no lineal – pushover, Huacho. (Tesis de titulación).

Recuperada de:

<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/2375>

Álvarez (2018). Análisis del Comportamiento no Lineal del Hormigón en Vigas Isostáticas en Puentes, Pinar del Río.

Recuperada de:

[http://94.23.80.242/~aec/ivia/CUBA_An%C3%A1lisis del Comportamiento no Lineal del Hormig%C3%B3n en Vigas Isost%C3%A1ticas en Puentes \(Agust%C3%ADn %C3%81lvarez Bencomo\).pdf](http://94.23.80.242/~aec/ivia/CUBA_An%C3%A1lisis%20del%20Comportamiento%20no%20Lineal%20del%20Hormig%C3%B3n%20en%20Vigas%20Isost%C3%A1ticas%20en%20Puentes%20(Agust%C3%ADn%20%C3%81lvarez%20Bencomo).pdf)

González Camilo (2018). Análisis estático no lineal (pushover) de estructura aporticada de hormigón armado con diferentes grados de ductilidad. Empleando la norma sismo resistente colombiana 2010 (NSR-10), Colombia. (Tesis de titulación)

Recuperada de:

https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/100307/AP126853_TFM_15_210268005073786756152079113915.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Pantoja Bryan (2018). Análisis dinámico de estructuras de hormigón armado mediante elementos finitos.

Sánchez, Reyes y Mejía (2018) Manual de términos en investigación científica tecnológica y humanística, Lima.

Recuperada de:

<https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>

Tejada (2018). Evaluación estructural y sismorresistente del diseño estructural del Pabellón –D– de la Universidad César Vallejo bajo las Normas E.030 2003 y E.030 2016 – Trujillo 2018(Tesis de titulación). Recuperada de:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25148>

Soto (2017). Modelaje No Lineal de Metodología de Reparación y Rehabilitación de la Pila N°3 del Puente sobre el Río Tárcoles en la Ruta N°34 mediante FRP, Costa Rica (Tesis de titulación).

Recuperada de:

https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/9951/modelaje_lineal_metodolog%c3%ada_reparacion_rehabilitacion.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Hé Hernández (2017). Evaluación del desempeño sísmico estructural del Hospital “María Auxiliadora” mediante el análisis estático no lineal. San Juan de Miraflores. Lima 2017(Tesis de titulación).

Recuperada de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39198>

Quesada (2017). Evaluación del desempeño sismorresistente del Colegio Matemático Honores usando el análisis estático no lineal del distrito de Los Olivos, Lima-Perú 2017(Tesis de titulación).

Recuperada de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46317>

Medina Ricardo y Music Juan (2017). Determinación del nivel de desempeño de un edificio habitacional estructurado en base a muros de hormigón armado y diseñado según normativa chilena, Chile. (Tesis de titulación)

Recuperada de:

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-28132018000100063&lng=pt&nrm=iso&tlng=es

Duarte Cesar, Martínez Marlon y Santamaría José (2017). Análisis estático no lineal (pushover) del cuerpo central del edificio de la facultad de medicina de la universidad de El Salvador, El Salvador. (Tesis de titulación).

Recuperada de:

<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/13405/1/An%C3%A1lisis%20est%C3%A1tico%20no%20lineal%20%28Pushover%29%20del%20cuerpo%20central%20del%20edificio%20de%20la%20Facultad%20de%20Medicina%20de%20la%20Universidad%20de%20El%20Salvador.pdf>

Meza (2017). Desempeño sismorresistente mediante el análisis estático no lineal Pushover de la I.E. JCM N°2048 – Pabellón “G” – Comas – 2017, Lima (Tesis de titulación).

Recuperada de:

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26637/Meza_CAE.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Huapaya, R. (2017). Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado a través del método estático no lineal, Lima. (Tesis de titulación).

Recuperada de:

<https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1305/TESIS%20-%20HUAPAYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Esteba (2017). Análisis estático y dinámico no lineal en el desempeño de un edificio de concreto armado diseñado bajo la norma E-030 en Puno, Puno. (Tesis de titulación).

Recuperada de:

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6079>

Sánchez (2017). Evaluación del desempeño sísmico de una edificación esencial, aplicando metodologías no lineales estáticas, 2017 (Tesis de titulación).

Recuperada de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31368>

Carpio (2017). Análisis comparativo de una edificación aporticada con y sin aislación sísmica mediante el Método Estático no Lineal-caso Hospital Pichanaqui, Junín en el 2017(Tesis de titulación).

Recuperada de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1385>

Ruiz (2017). Desempeño Sísmico De Tres Geometrías En Edificios De Cinco Niveles Por El Método No Lineal En El Perú En El Año 2017(Tesis de titulación).

Recuperada de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/33216>

Torres (2017). Evaluación del desempeño sismorresistente de la I.E. Mariano Melgar - pabellón "A" usando el análisis estático no lineal – Lima 2017(Tesis de titulación).

Recuperada de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53832>

Cumpa (2017). Diseño estructural sismorresistente del edificio nivel primaria, de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Chachapoyas, Amazonas, 2017(Tesis de titulación).

Recuperada de:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40640>

SENCICO (2016). Actualización del programa de cómputo orientado a la determinación del peligro sísmico en el país. Lima – Perú, Lima. (Tesis de titulación).

Recuperada de:

<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3204/01.%20Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Paredes (2016). Evaluación del desempeño sismo resistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de Lima aplicando el análisis estático no lineal PUSHOVER, Lima. (Tesis de titulación).

Recuperada de:

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/620673/paredes_ma.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Azaña (2016). Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de Lima aplicando el análisis estático no lineal pushover, Lima. (Tesis de titulación).

Recuperada de:

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/620673/paredes_ma.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gómez J, Villasís, Novales (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio, México.

Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/322345752_El_protocolo_de_investigacion_III_la_poblacion_de_estudio

Loayza José y Chávez Roberto (2015). Diseño de un edificio de concreto armado de 5 niveles, Lima. (Tesis de titulación).

Recuperada de:

http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/6106/LOAYZA_JOSE_CHAVEZ_ROBERTO_DISE%c3%91O_EDIFICIO_CONCRETO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Llano Alex (2015). Diseño estructural en una edificación de seis pisos, mediante el análisis lineal controlado por derivas inelásticas y comprobación con un análisis estático no lineal, aplicando la técnica pushover, Quito. (Tesis de titulación).

Recuperada de:

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10782/1/CD-6316.pdf>

Vergara y Zevallos (2014). Análisis sísmico por desempeño estático no lineal de un edificio de 6 niveles en la ciudad de Trujillo, La Libertad. 2014, Trujillo. (Tesis de titulación).

Recuperada de:

<http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/585>

Batista Fernández (2014) El diseño cuasi experimental.

Recuperada de:

<https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/download/707/808/>

Asociación Argentina (2013) Caracterización y Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Puentes, Argentina.

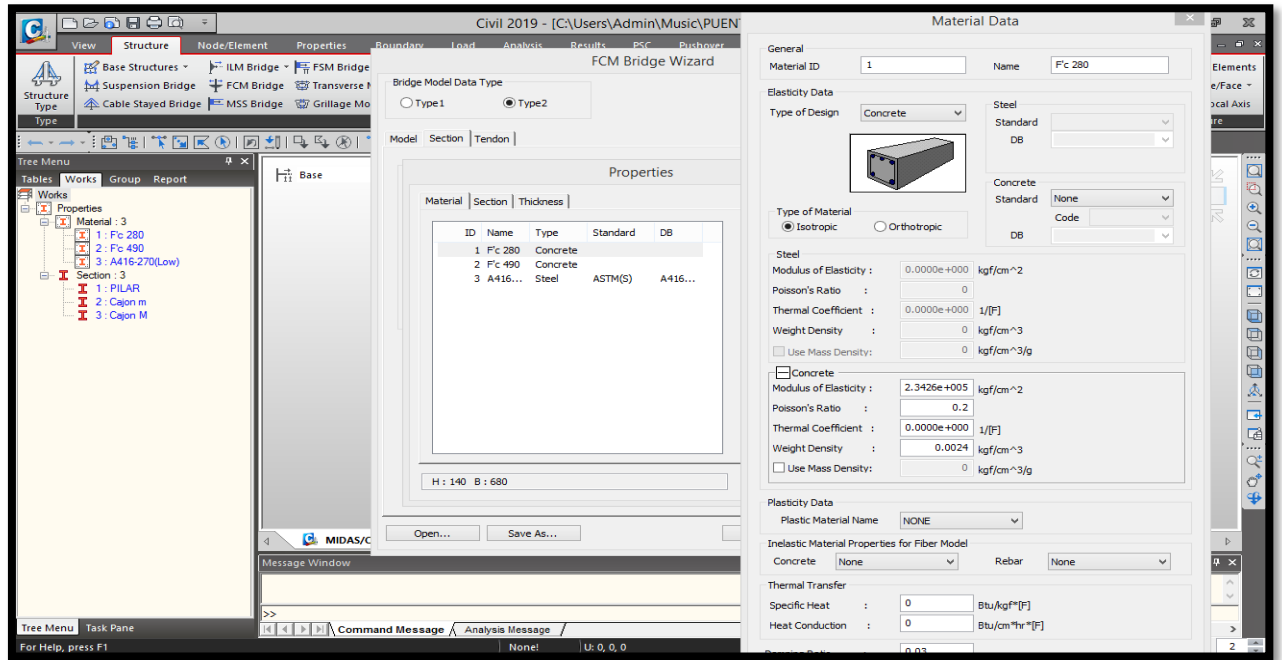
Recuperada de:

<https://cimec.org.ar/ojs/index.php/mc/article/download/4559/4488>

ANEXOS

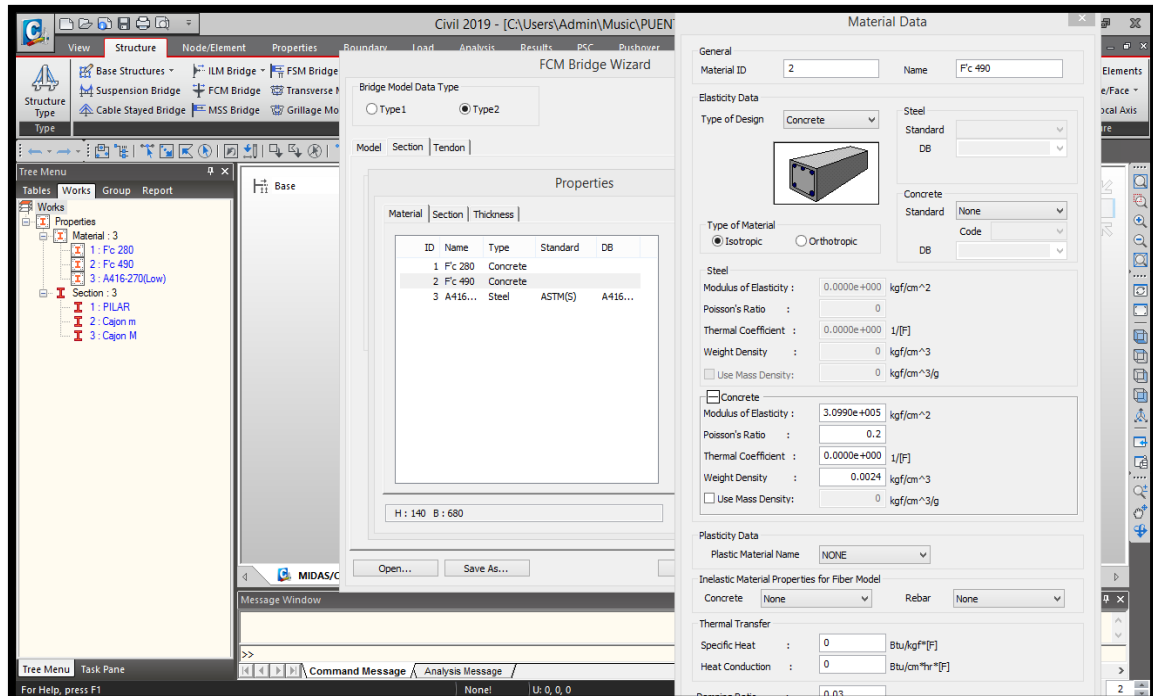
PASOS DE LOS CALCULOS EN EL SOFTWARE CIVIL MIDAS:

Materiales:



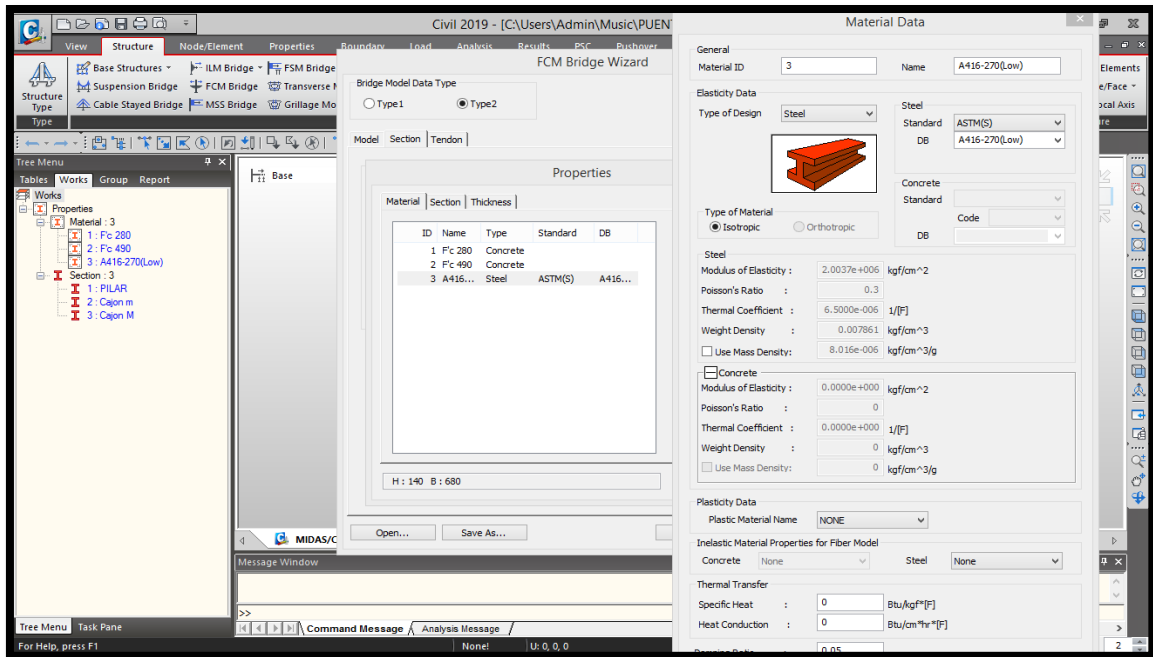
Anexo 1: Concreto para sección pilares

Fuente: Propia



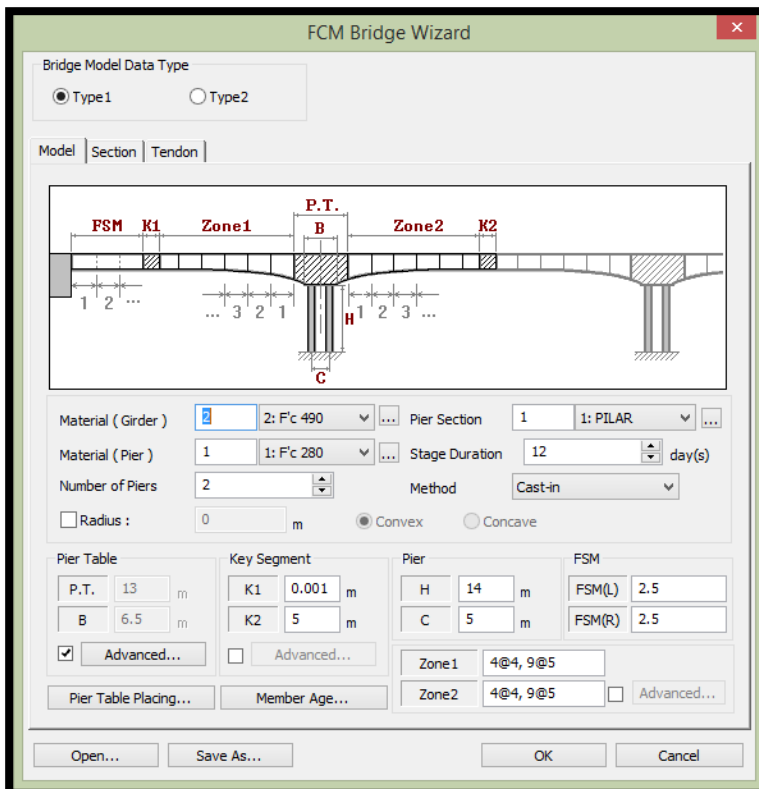
Anexo 2: Concreto para sección cajón

Fuente: Propia



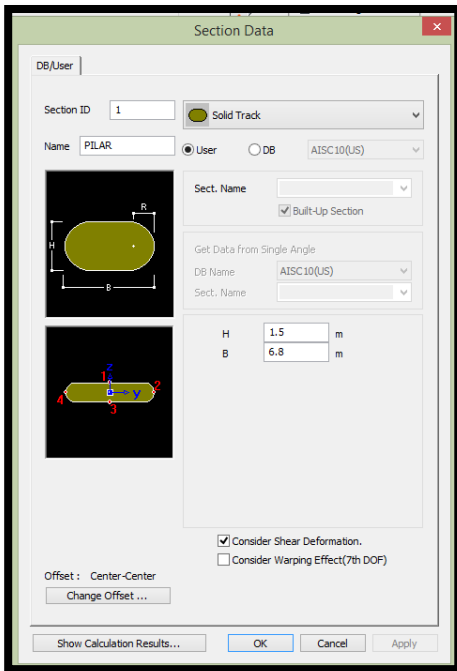
Anexo 3: Acero para torones

Fuente: Propia

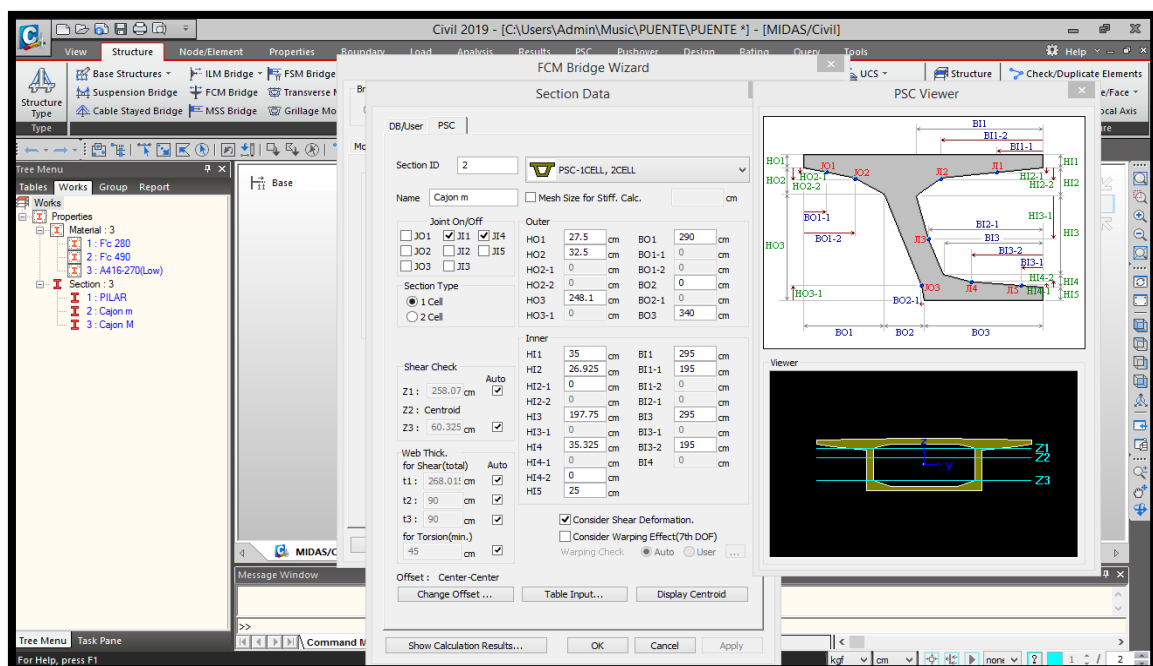


Anexo 4: Modelo de puente: **FCM BRIDGE WIZARD**

Fuente: Propia

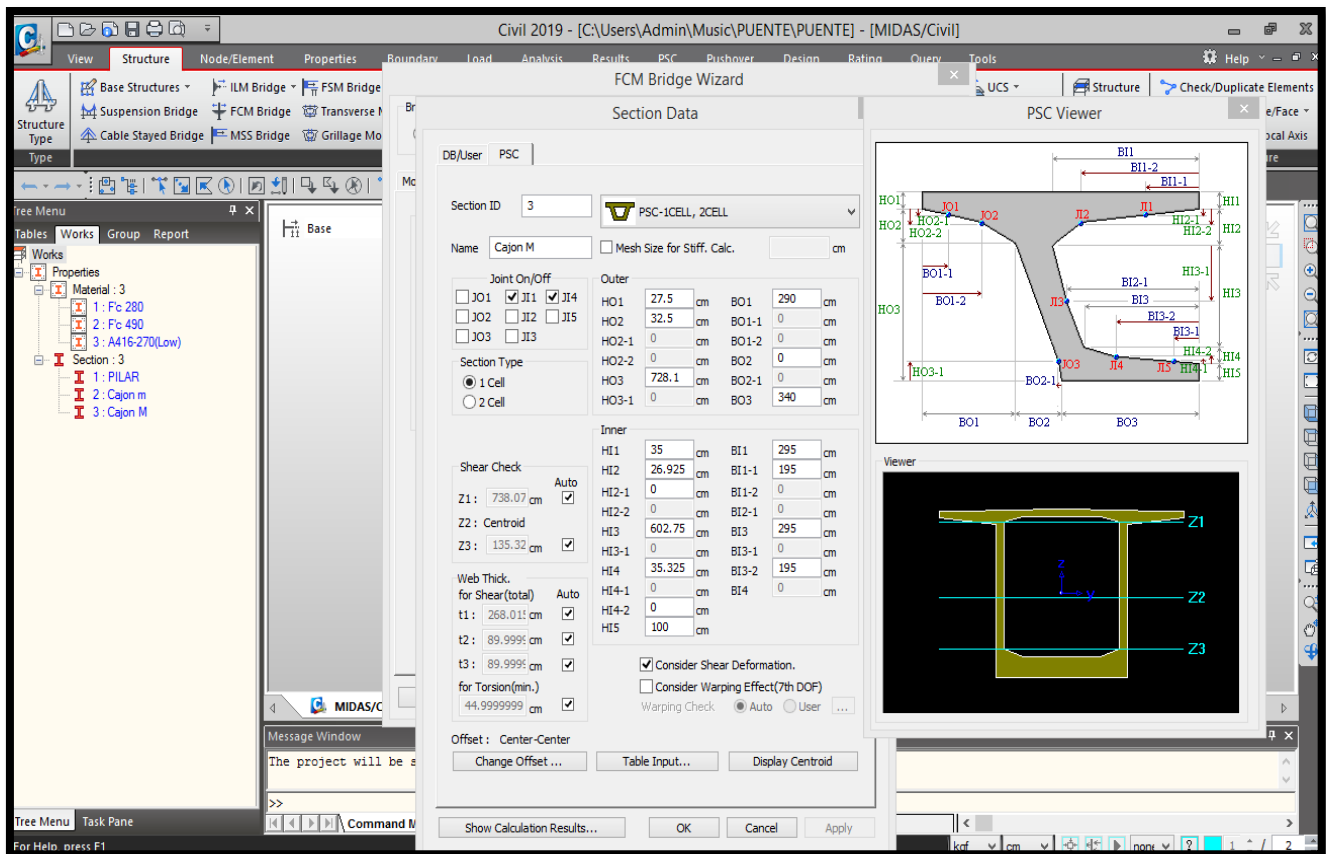


Anexo 5: Sección de Pilares de Doble Diafragma:
Fuente: Propia



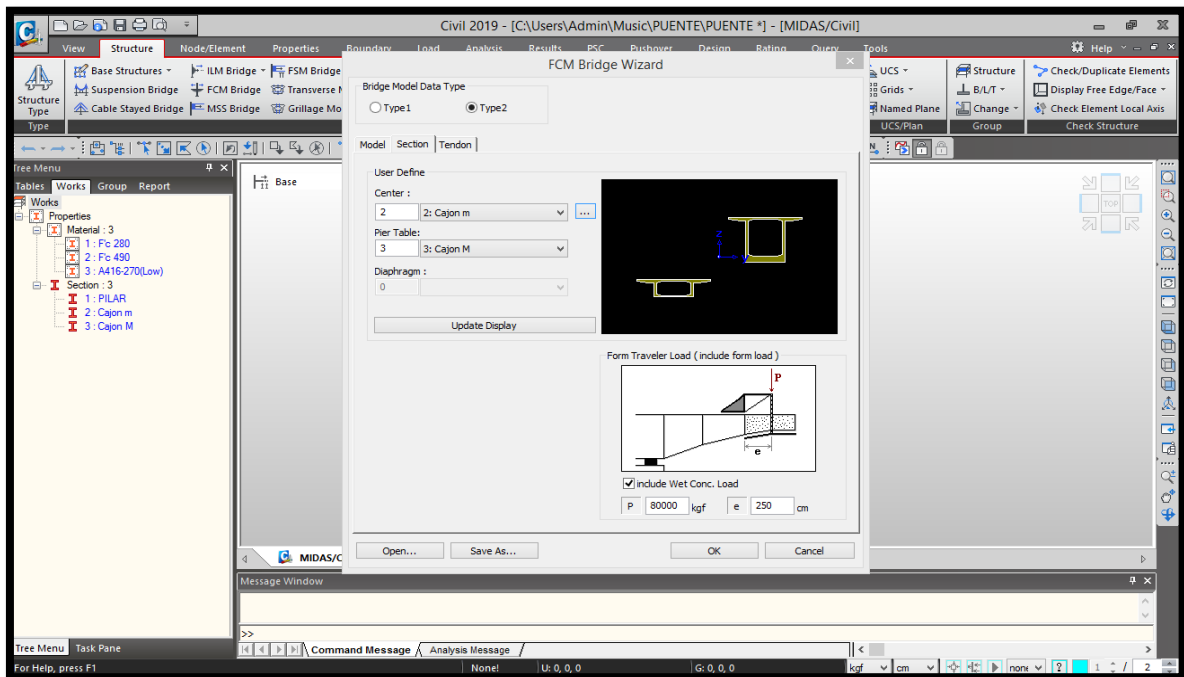
Anexo 6: Sección de puente tipo cajón

Fuente: Propia



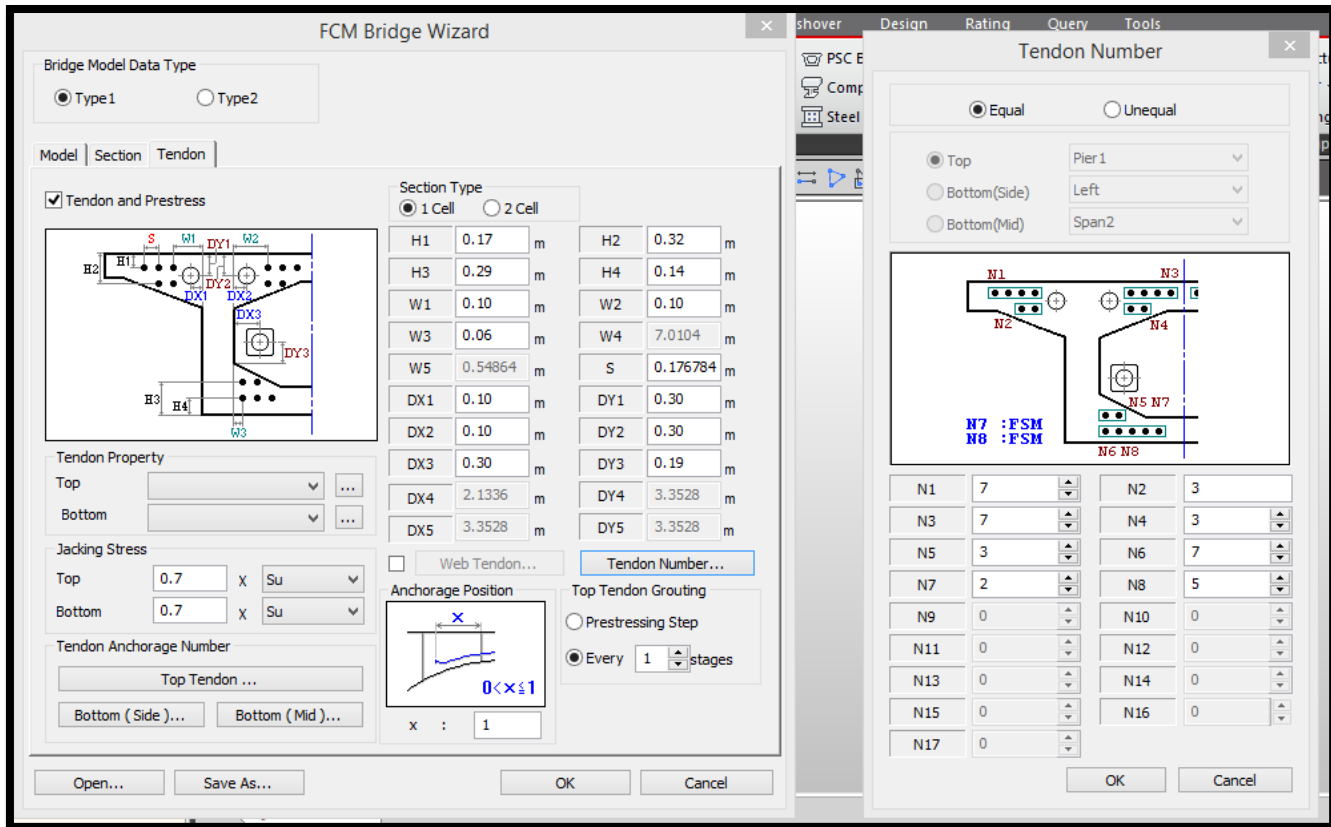
Anexo 7: Sección de puente tipo cajón

Fuente: Propia



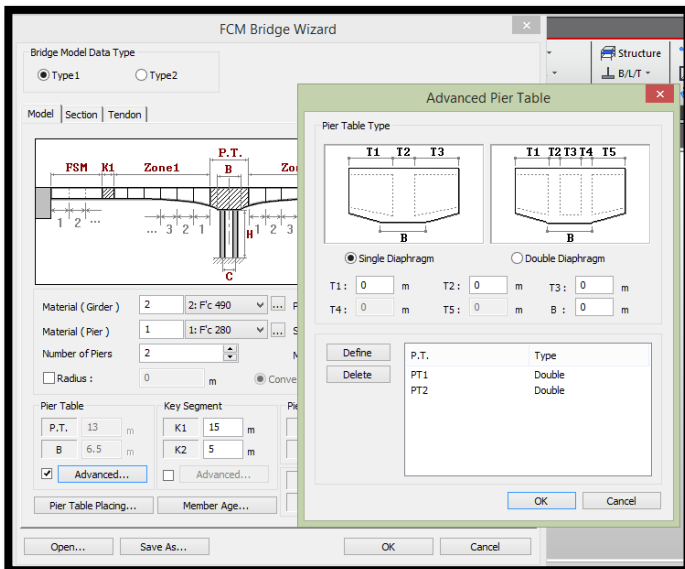
Anexo 8: Carga de instalación:

Fuente: Propia



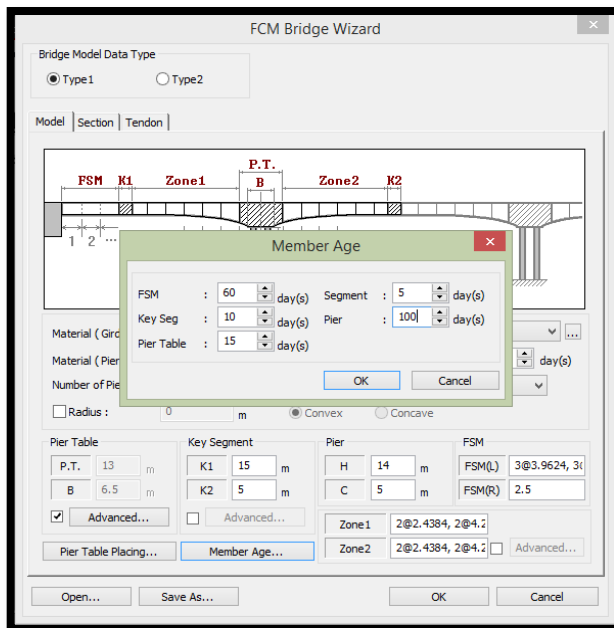
Anexo 9: Ubicación de Torones:

Fuente: Propia



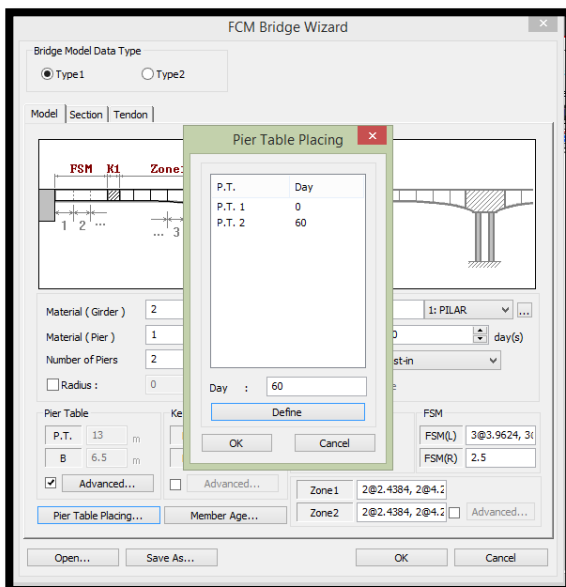
Anexo 10: Ubicación de Diafragma

Fuente: Propia



Anexo 11: Tipo del Puente

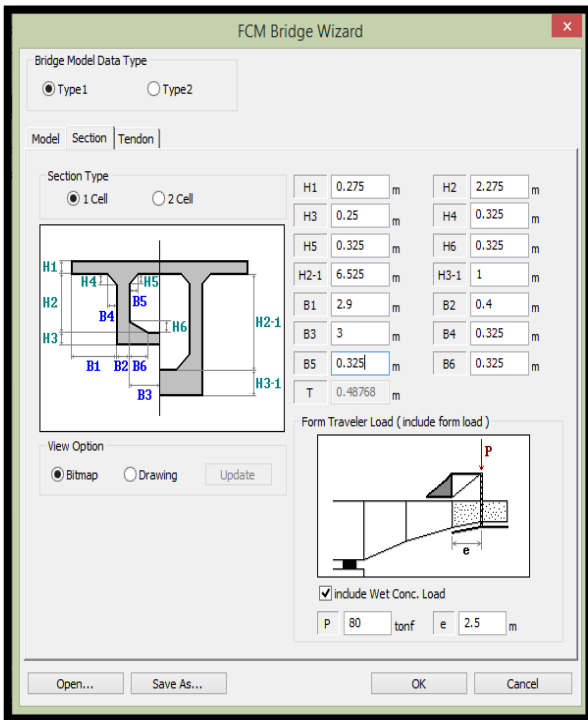
Fuente: Propia



Anexo 12: Tipo del Puente

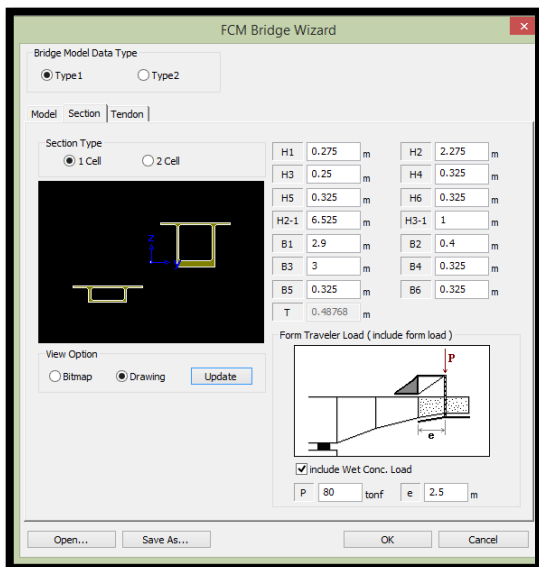
Fuente: Propia

- En una construcción típica de puentes dobles voladizos, no todas las pilas (subestructuras) se construyen simultáneamente.
- Al final del proceso constructivo, los dos cantiléver, se unirán con el segmento clave y estos tendrán diferentes edades al momento de colocar el segmento de cierre.
- Por lo tanto, los dos cantiléver tendrán diferentes coeficientes de flujo plástico, contracción y perdidas en los torones de pre esfuerzo, lo que con lleva a diferentes esfuerzos y deflexiones al momento de colocar le segmento clave. Tales diferencias deben reflejarse preparando las etapas constructivas para el análisis.



Anexo 13: Sección del Puente

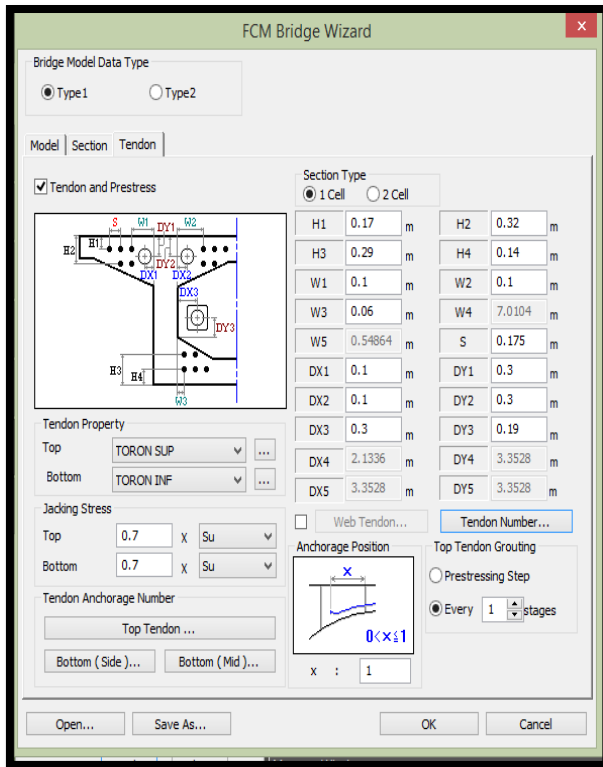
Fuente: Propia



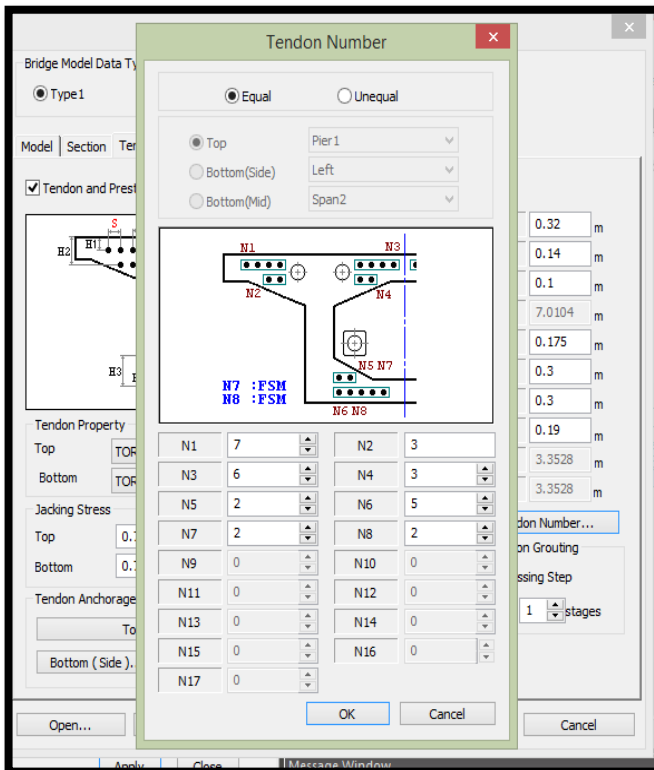
Anexo 14: Sección del Puente

Fuente: Propia

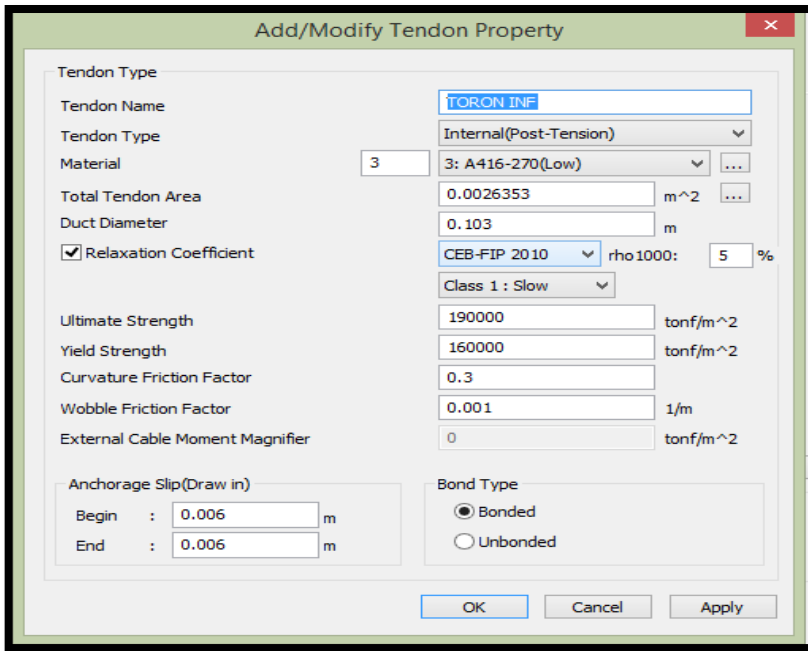
- El peso del carro de colado, el cual incluye la cimbra y sus dispositivos de apoyo, se introduce con una excentricidad. Esto hace que se convierta en una fuerza vertical y en un momento, los cuales son aplicados en los extremos del segmento en cantiléver.
- Se considerará el peso del concreto fresco en el momento de completar la colocación de la cimbra y las barras de refuerzo.



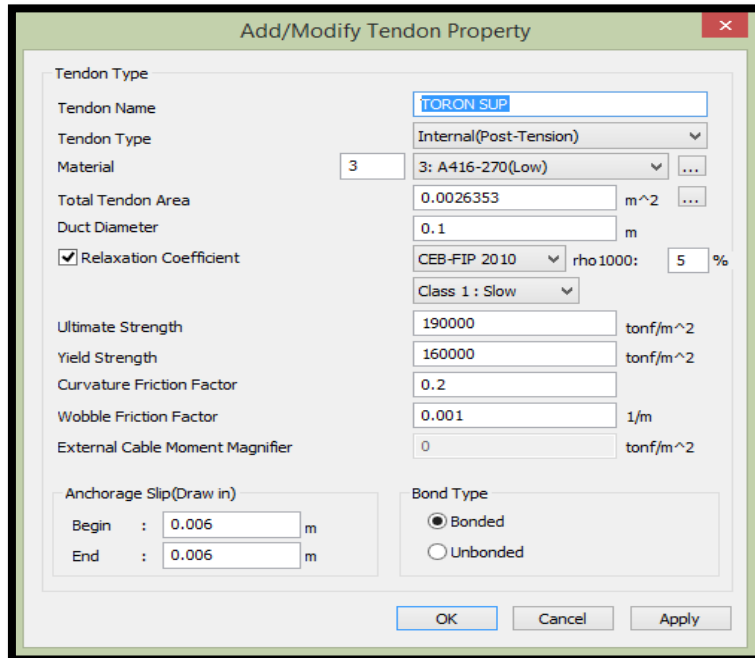
Anexo 15: Torones
Fuente: Propia



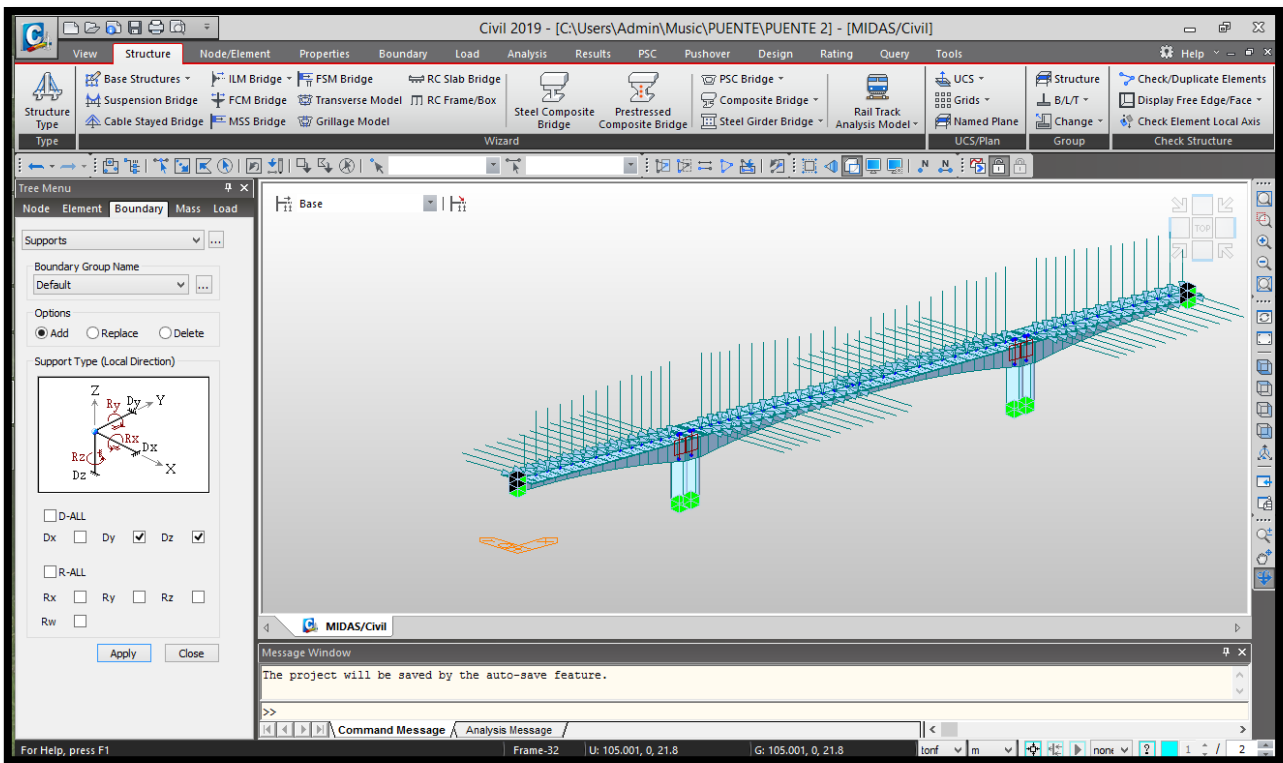
Anexo 16: Torones
Fuente: Propia



Anexo 17: Tipo de Tendón
Fuente: Propia

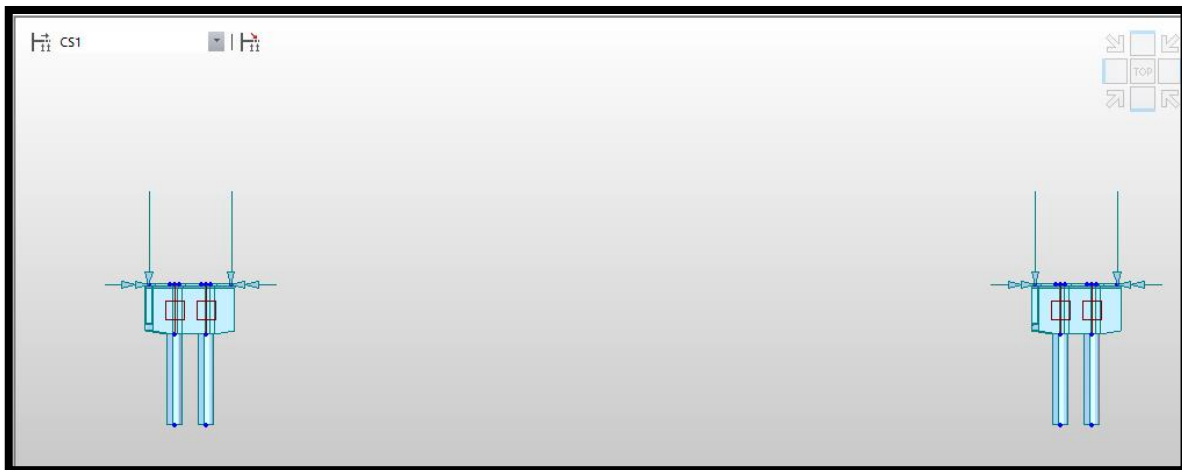


Anexo 18: Tipo de Torón
Fuente: Propia



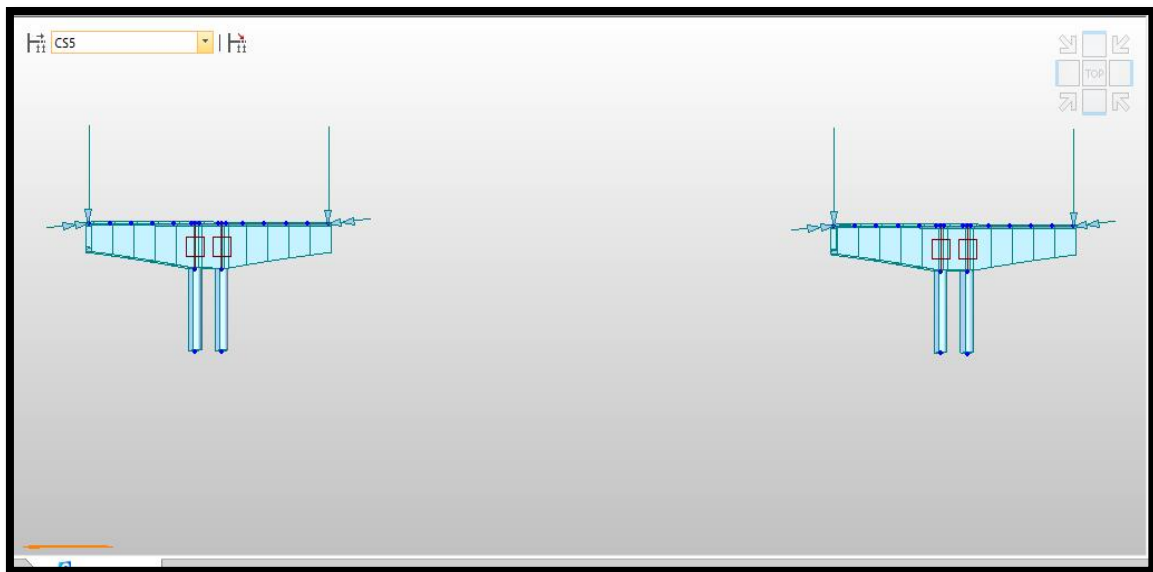
Anexo 19: Modelo del Puente

Fuente: Propia



Anexo 20: Etapa 1

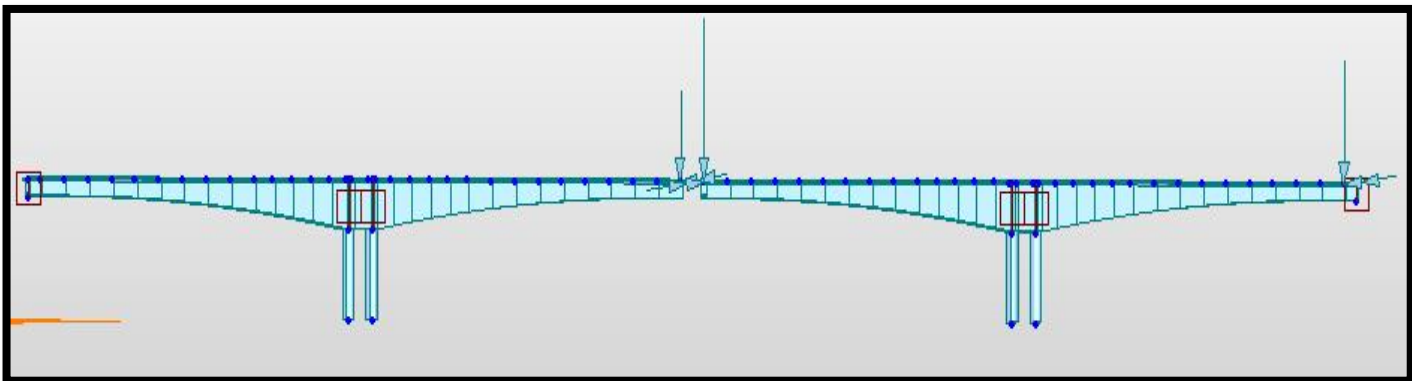
Fuente: Propia



Anexo 21: Etapa 5

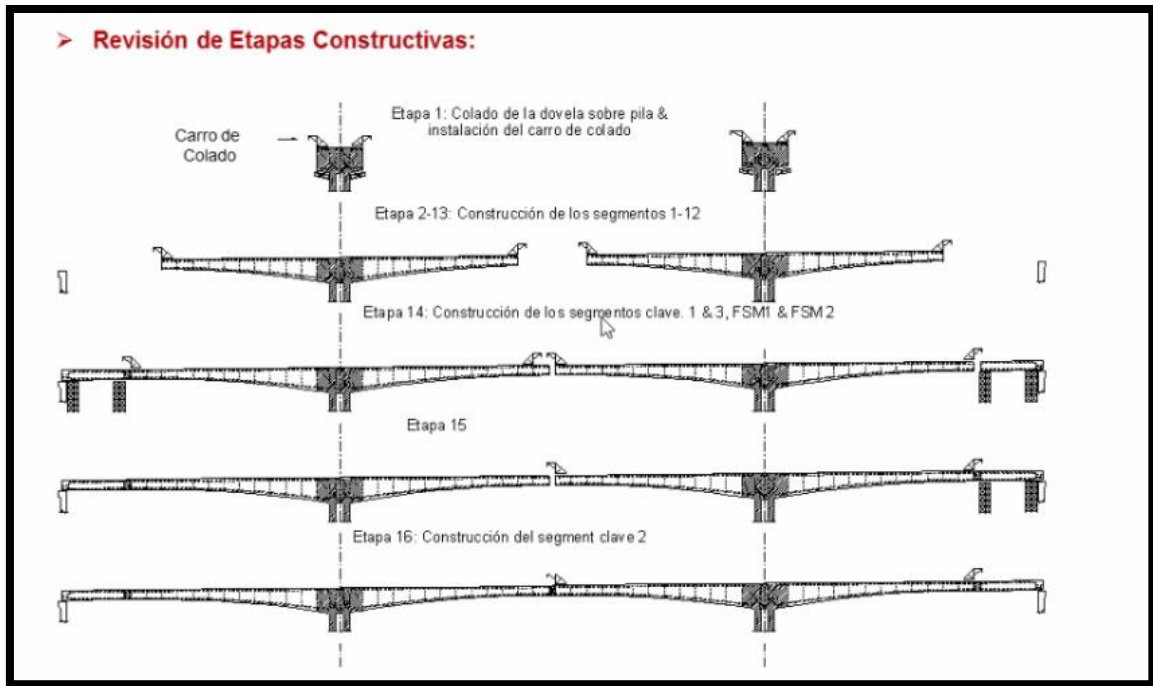
Fuente: Propia

- El carro de colado se va modificando de acuerdo a las etapas constructivas.
- Va variando hasta el cierre de segmento.



Anexo 22: Etapa 10

Fuente: Propia

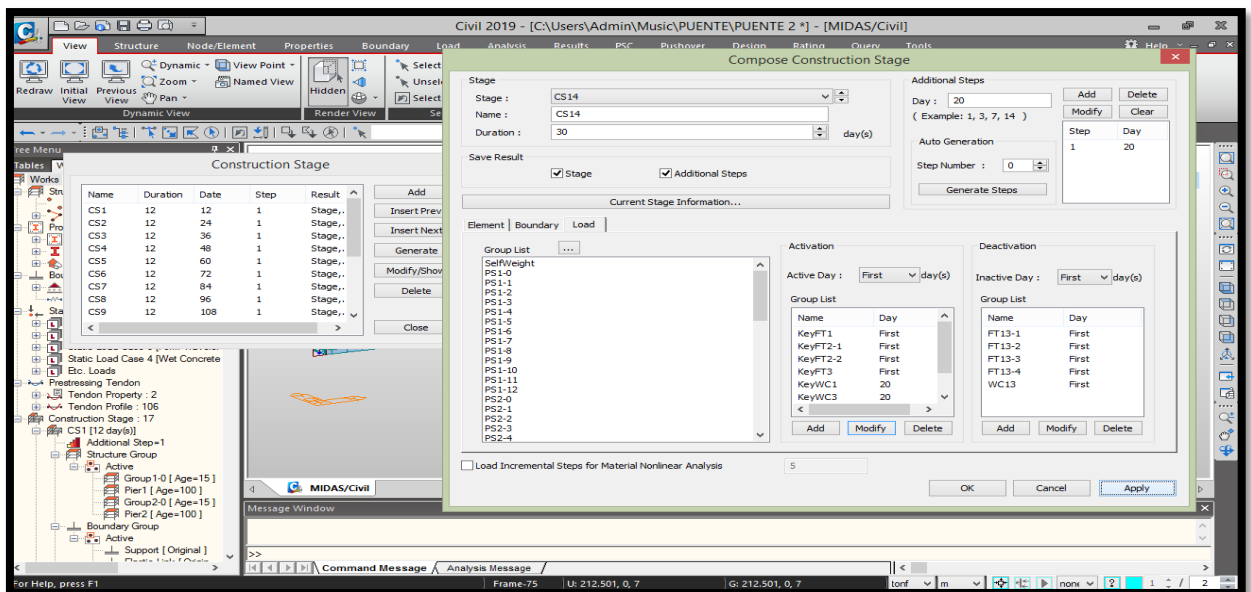


Anexo 22: Etapas Constructivas

Fuente: Internet

CORRECCIÓN DE LAS ETAPAS CONSTRUCTIVAS:

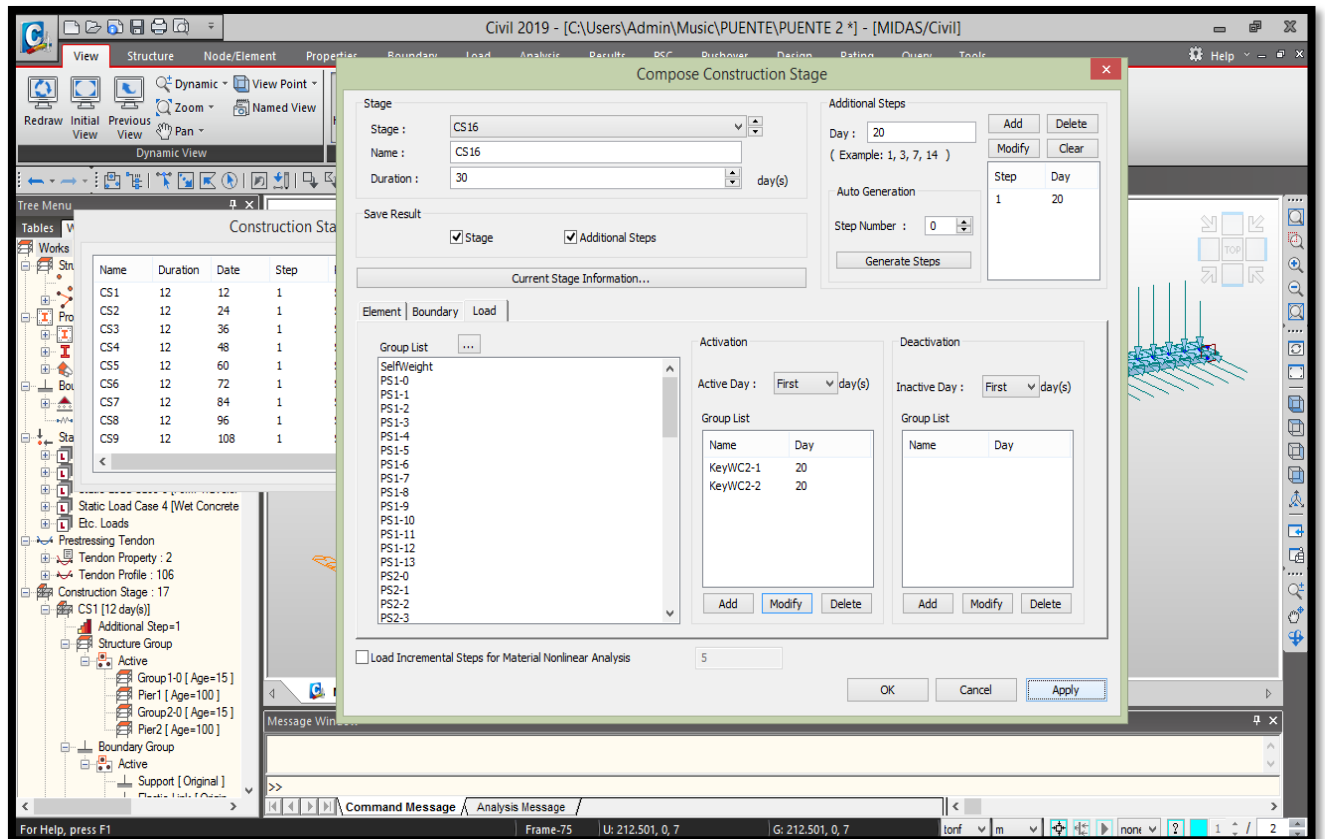
- Se requiere 30 días para la construcción de un segmento clave. En consecuencia, después de activar el segmento 14, la preparación para el segmento clave es $30-10=20$ días (donde 10 es la edad inicial del segmento clave).



Anexo 23: Etapa Construcción

Fuente: Propia

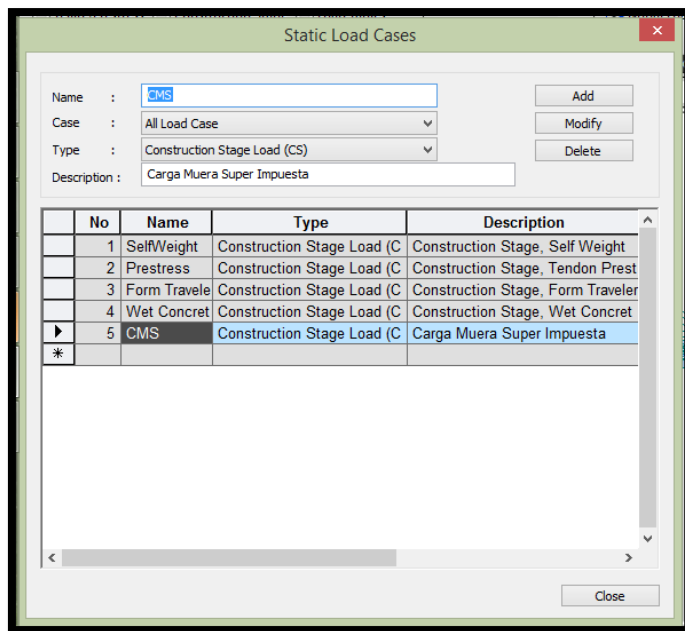
- Se requiere 30 días para la construcción de un segmento clave. En consecuencia, después de activar el segmento 16, la preparación para el segmento clave es $30-10=20$ días (donde 10 es la edad inicial del segmento clave).



Anexo 24: Etapa Construcción

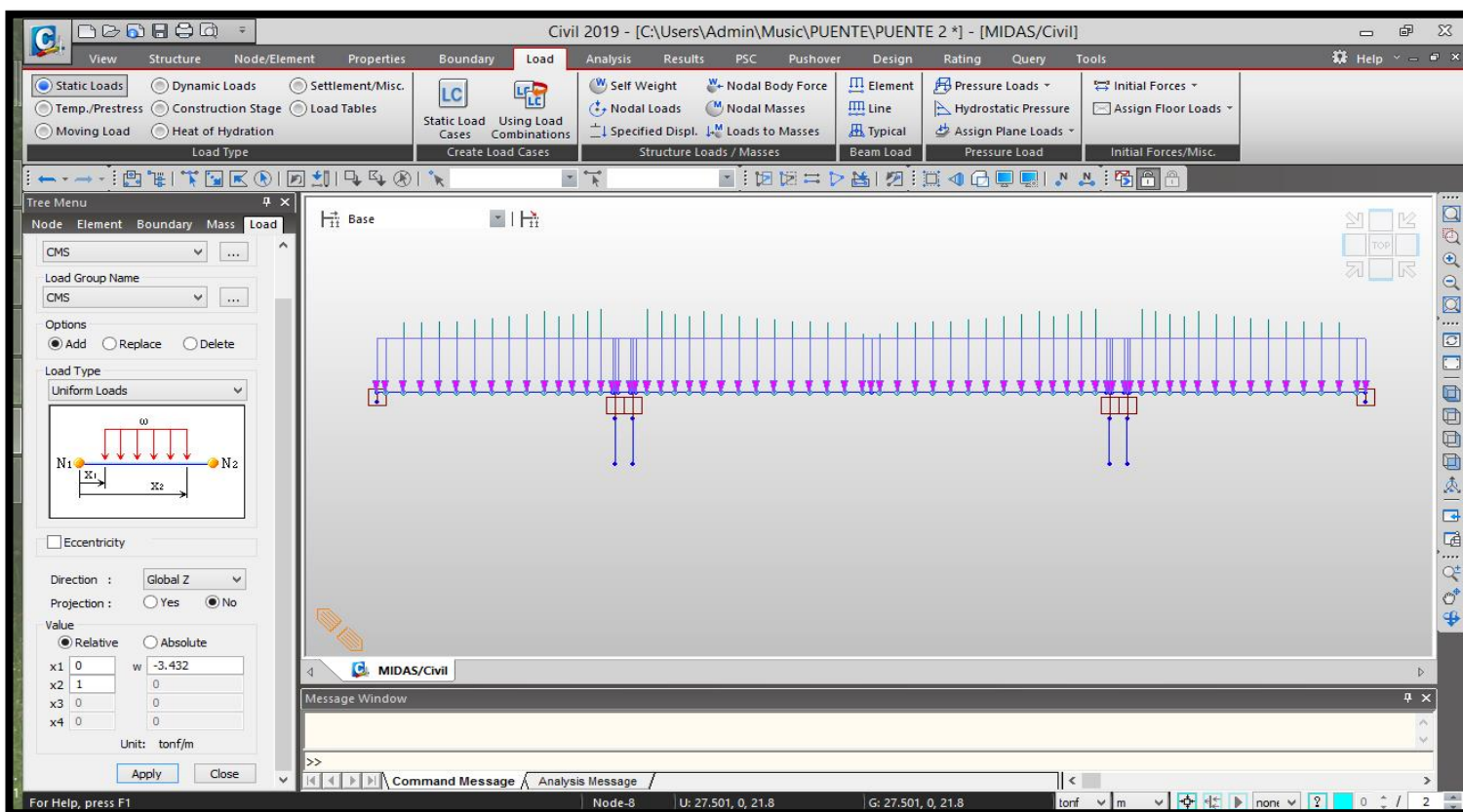
Fuente: Propia

CARGAS:



Anexo 25: Carga Muerta Súper Impuesta

Fuente: Propia

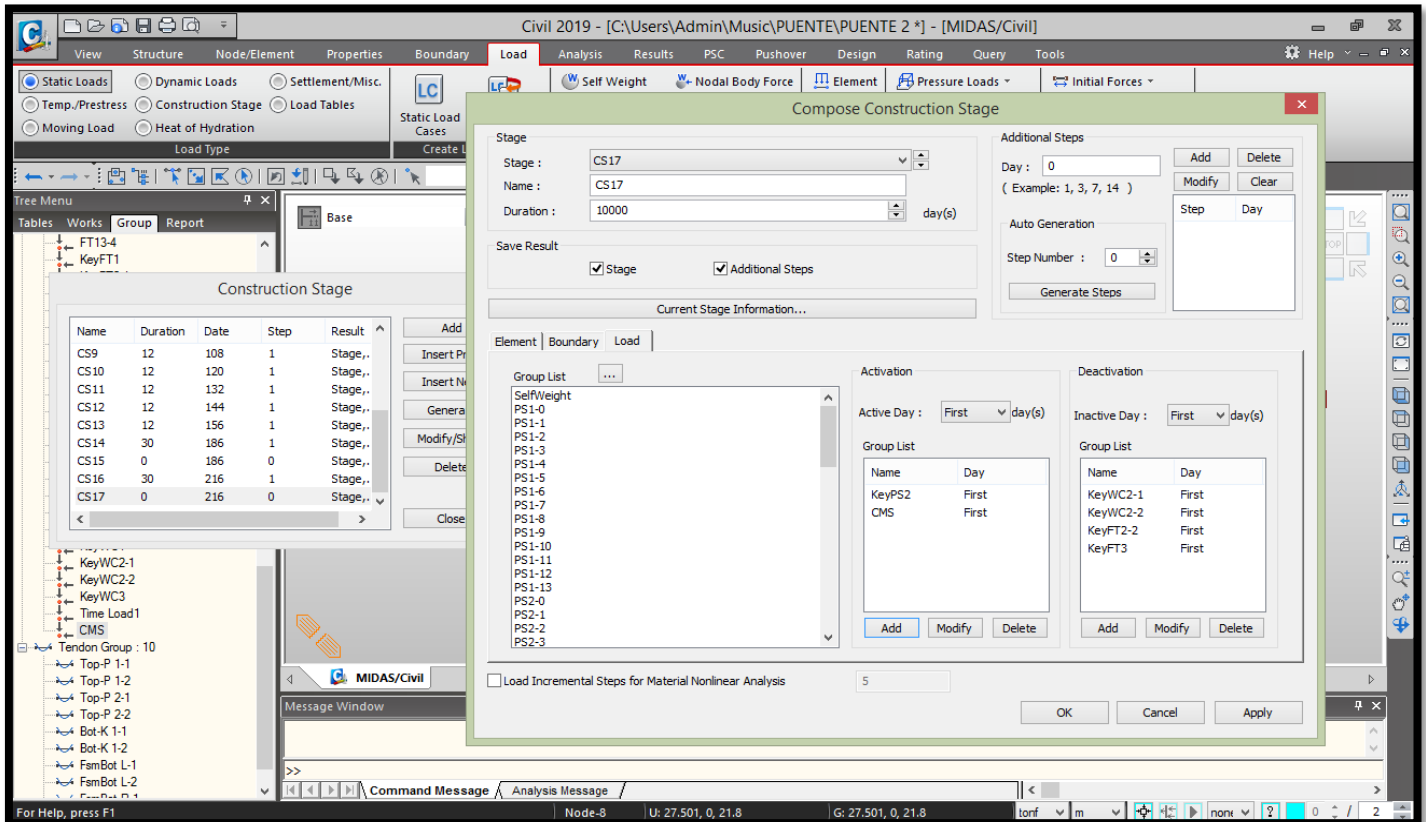


Anexo 26: Cargas en el Puente

Fuente: Propia

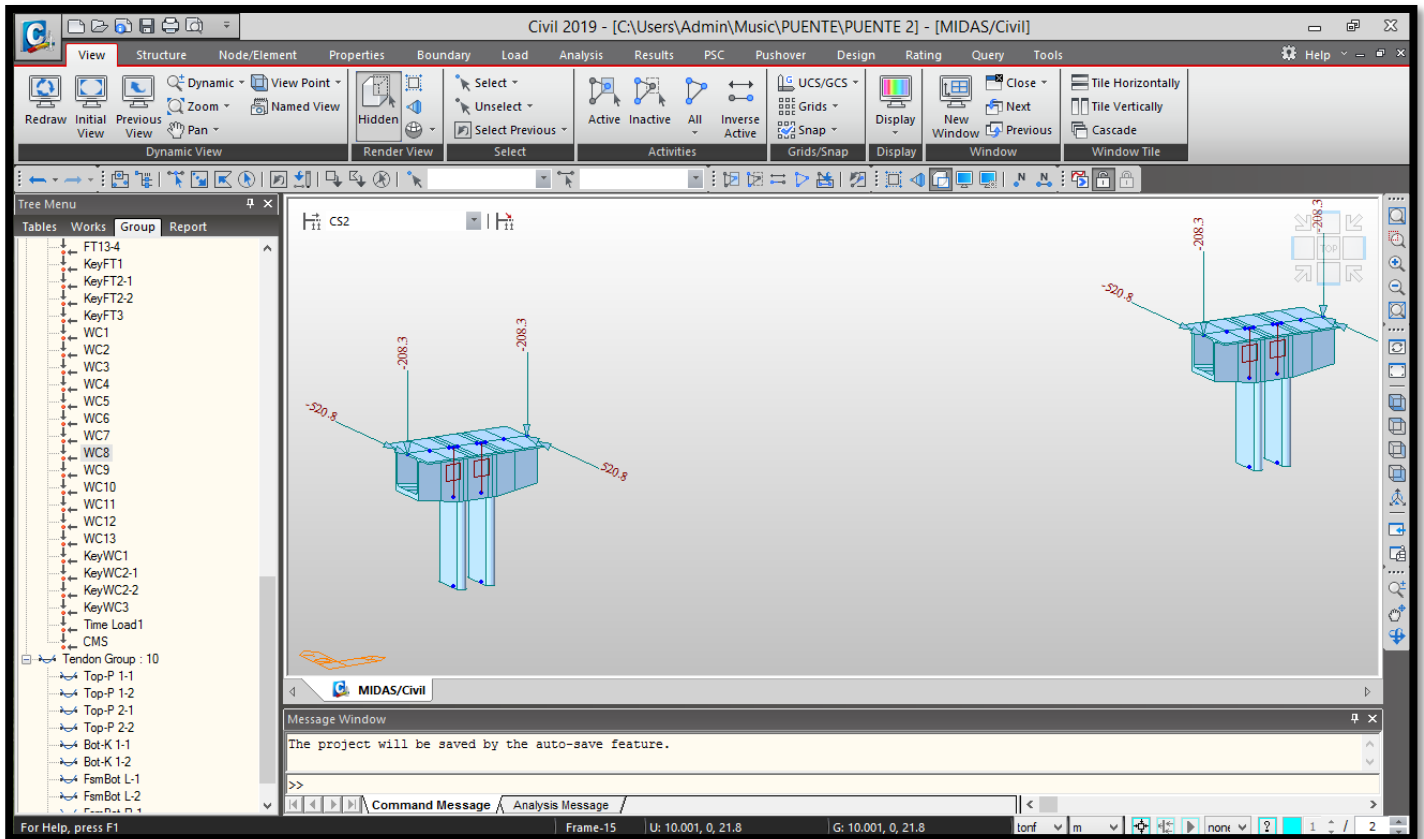
CORRECCIÓN DE LAS ETAPAS CONSTRUCTIVAS:

- Se le dará una cantidad de 10 000 días para poder observar todos los efectos de flujo plástico, resistencia de compresión del concreto.
- Se activará del primer día de la etapa 16.



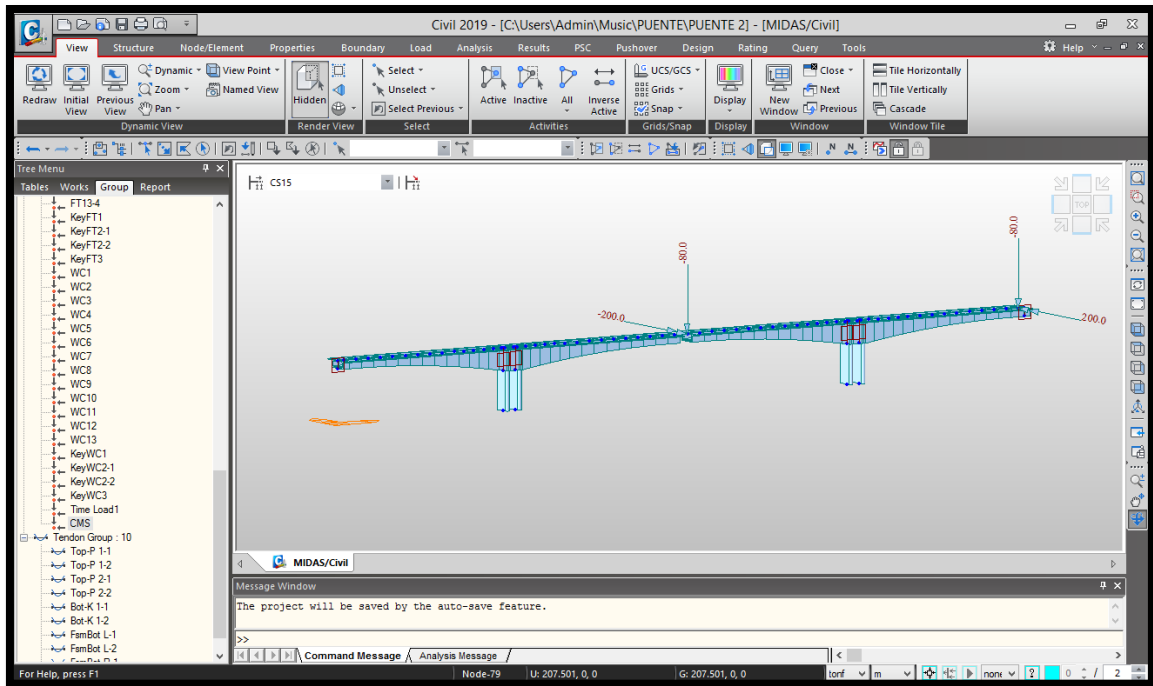
Anexo 27: Composición del Puente

Fuente: Propia



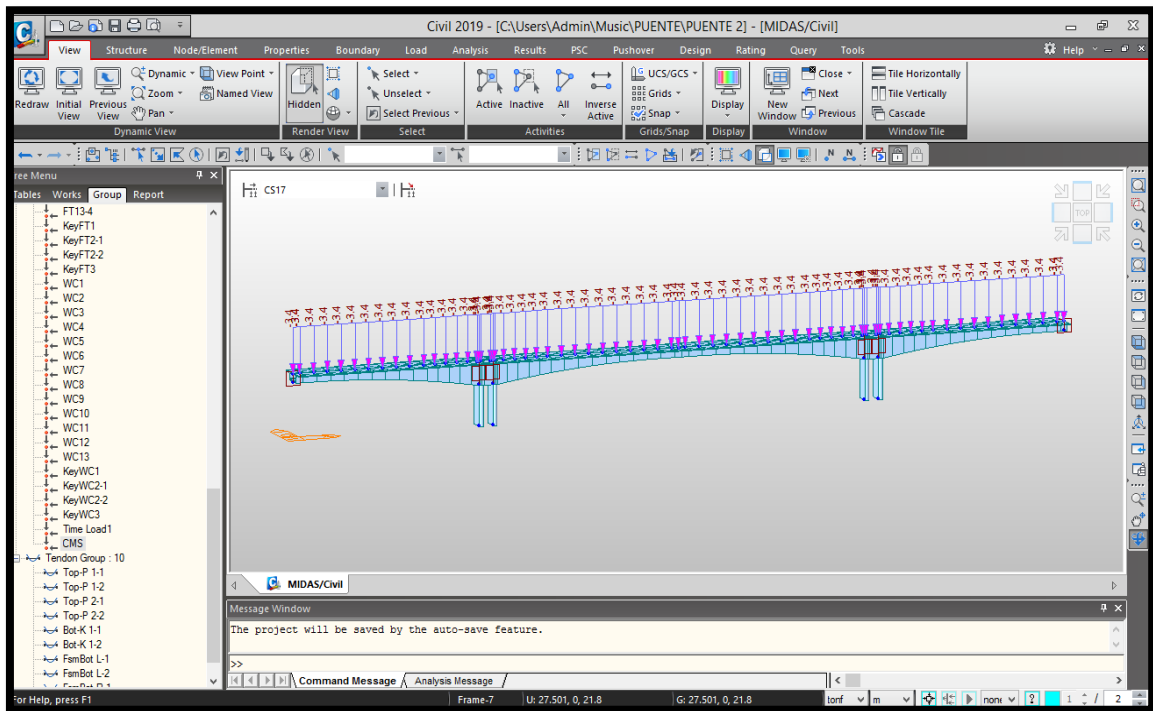
Anexo 28: Cargas utilizadas para todas las etapas

Fuente: Propia



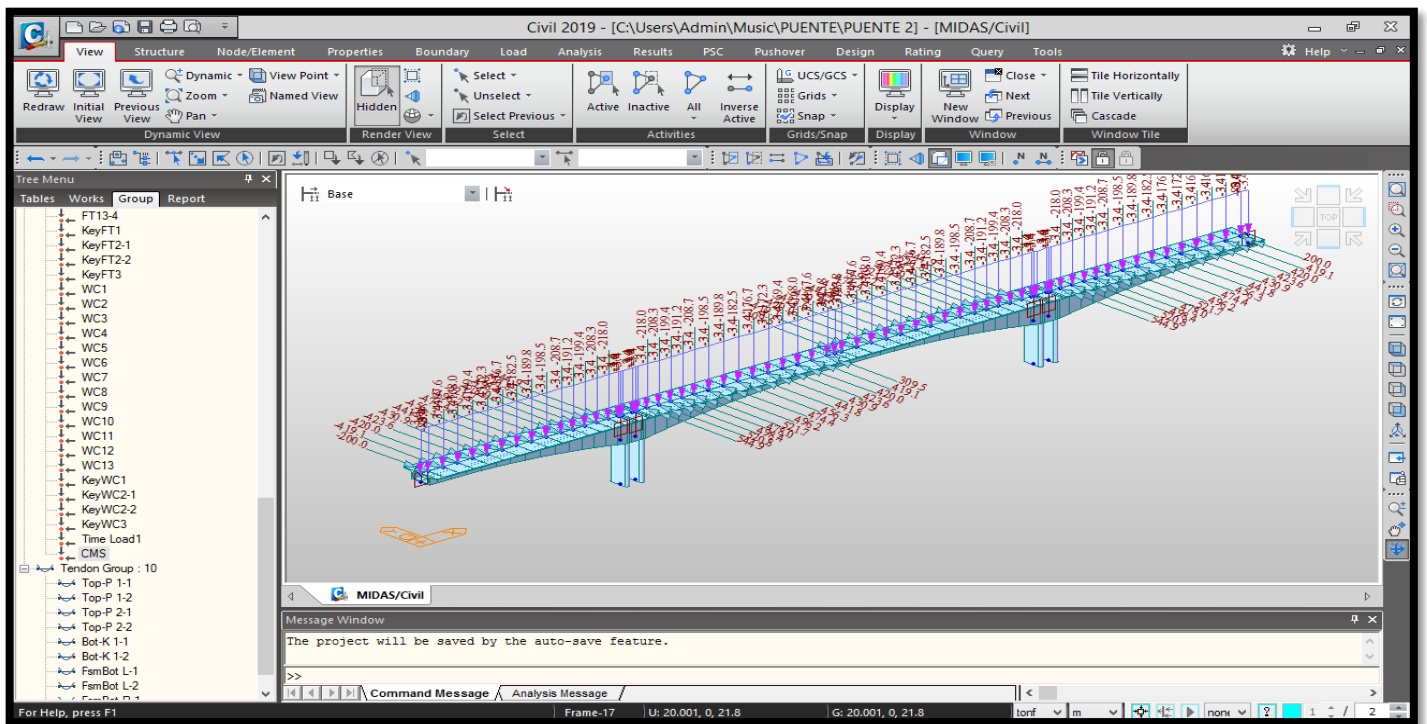
Anexo 29: Cargas para todas las etapas

Fuente: Propia



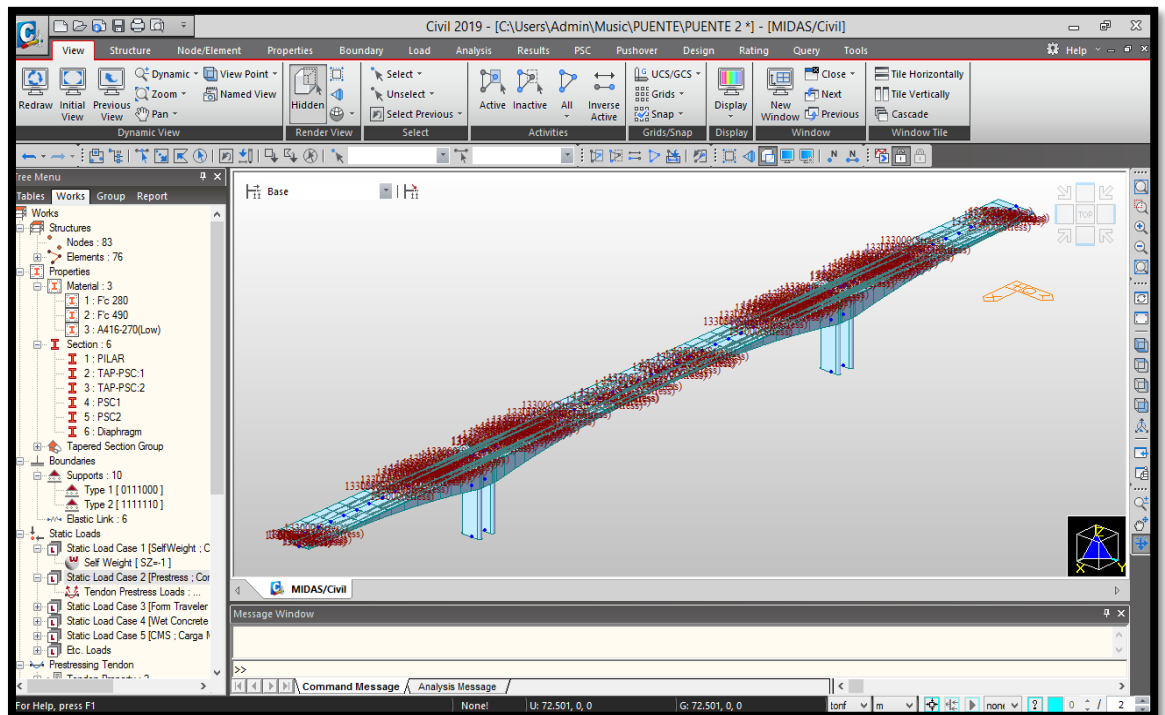
Anexo 30: Carga debido a la carpeta asfáltica y otros componentes

Fuente: Propia



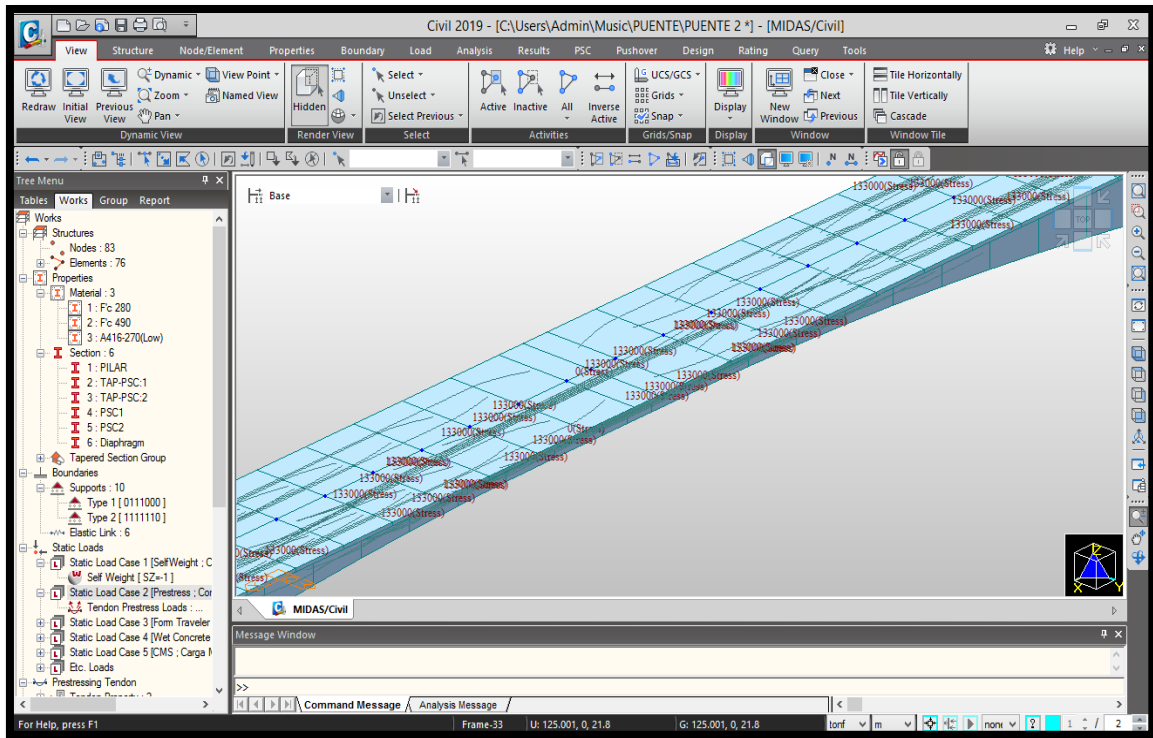
Anexo 31: Todas las cargas

Fuente: Propia



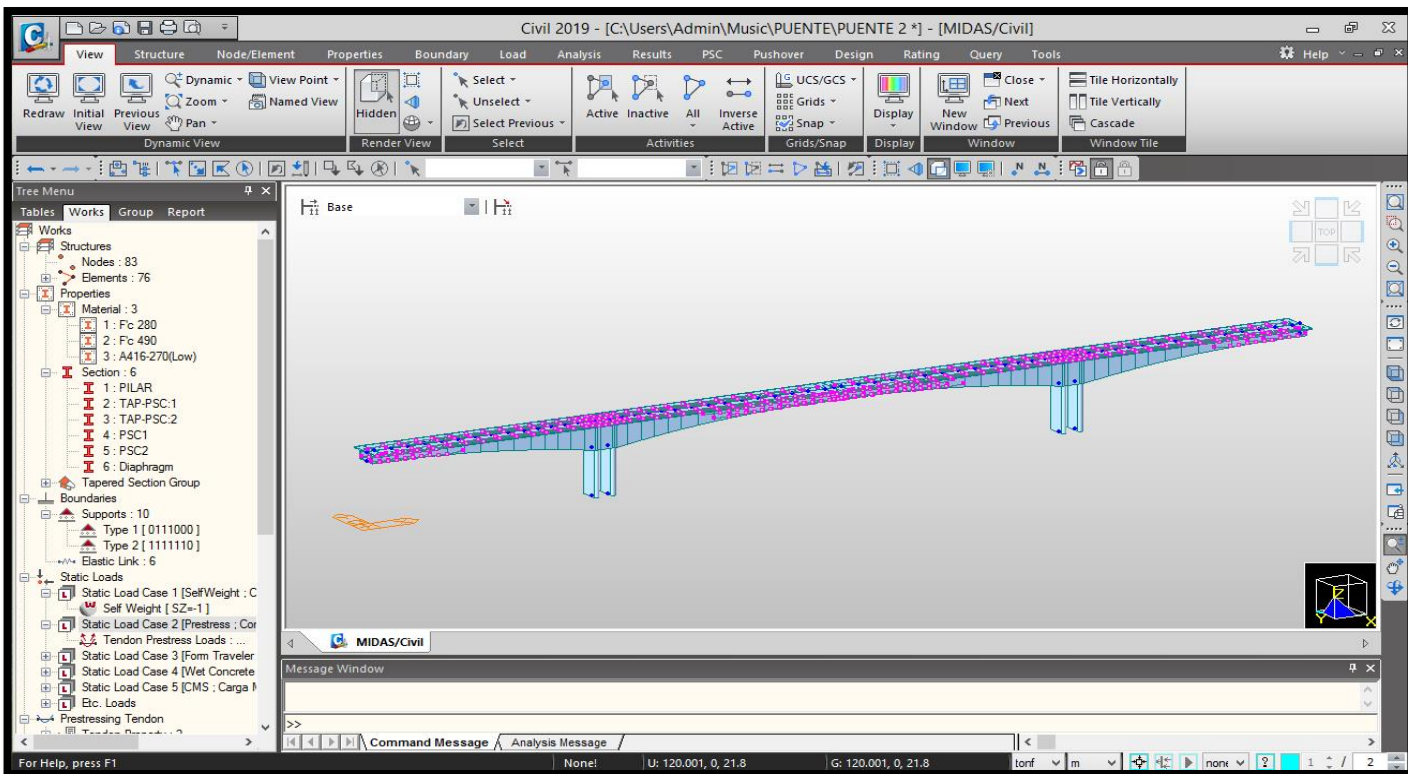
Anexo 32: Carga del pretensado:

Fuente: Propia



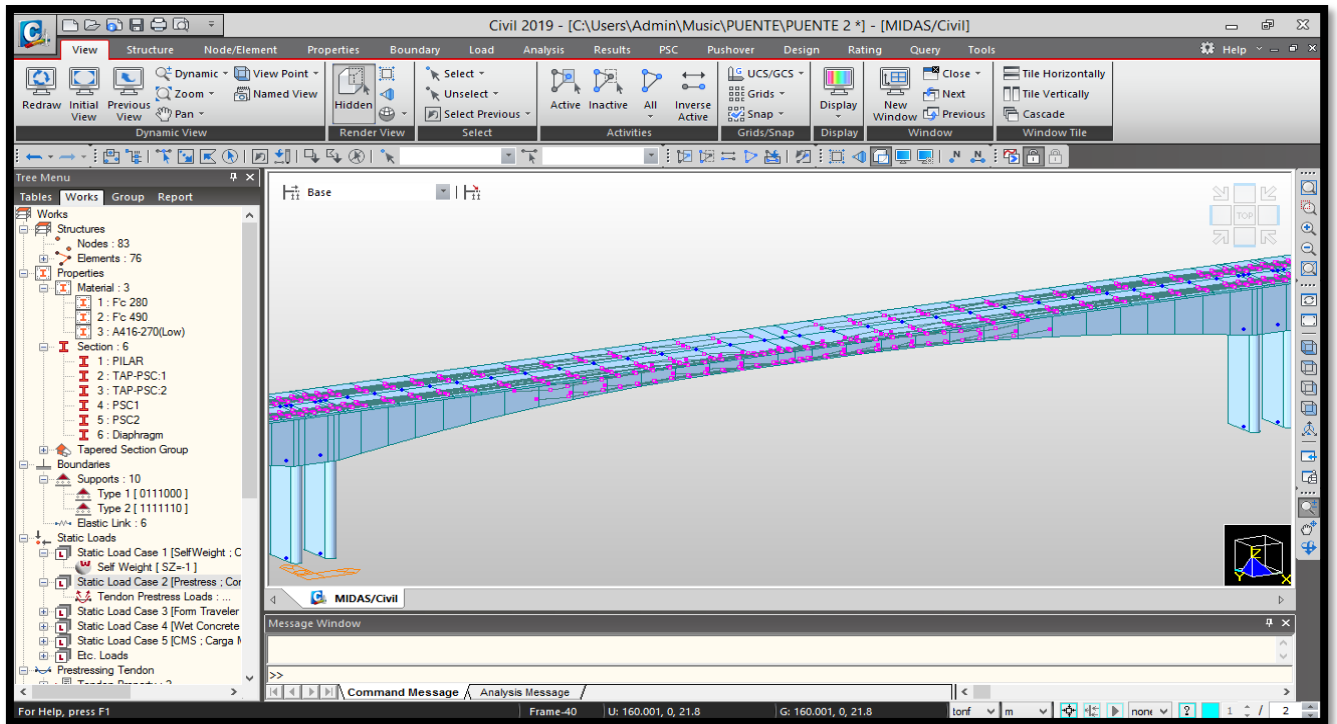
Anexo 33: Carga cercana del pretensado

Fuente: Propia



Anexo 34: Traza de Torones

Fuente: Propia

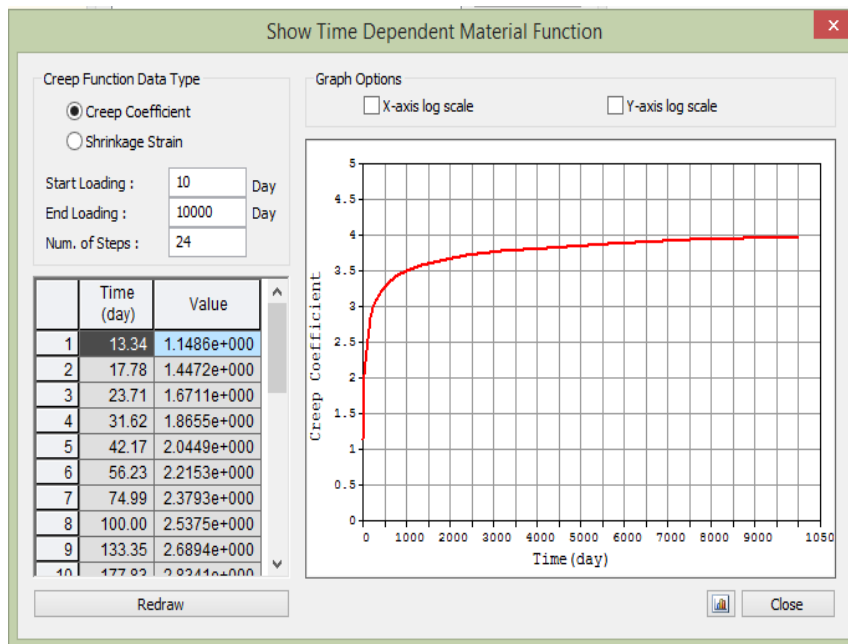


Anexo 35: Traza cercana de Torones

Fuente: Propia

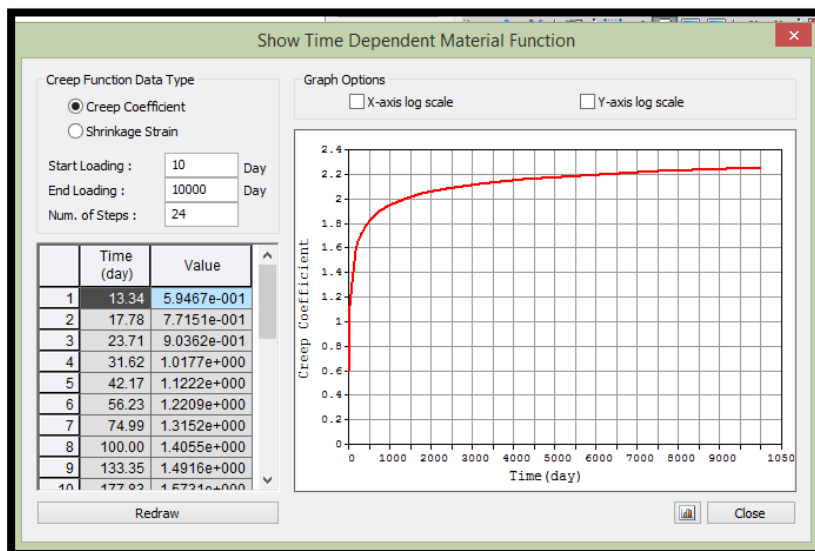
-Los torones se colocan probando diferentes configuraciones, diferentes propiedades así tratar de optimizar el diseño.

PROPIEDADES DEL CONCRETO:



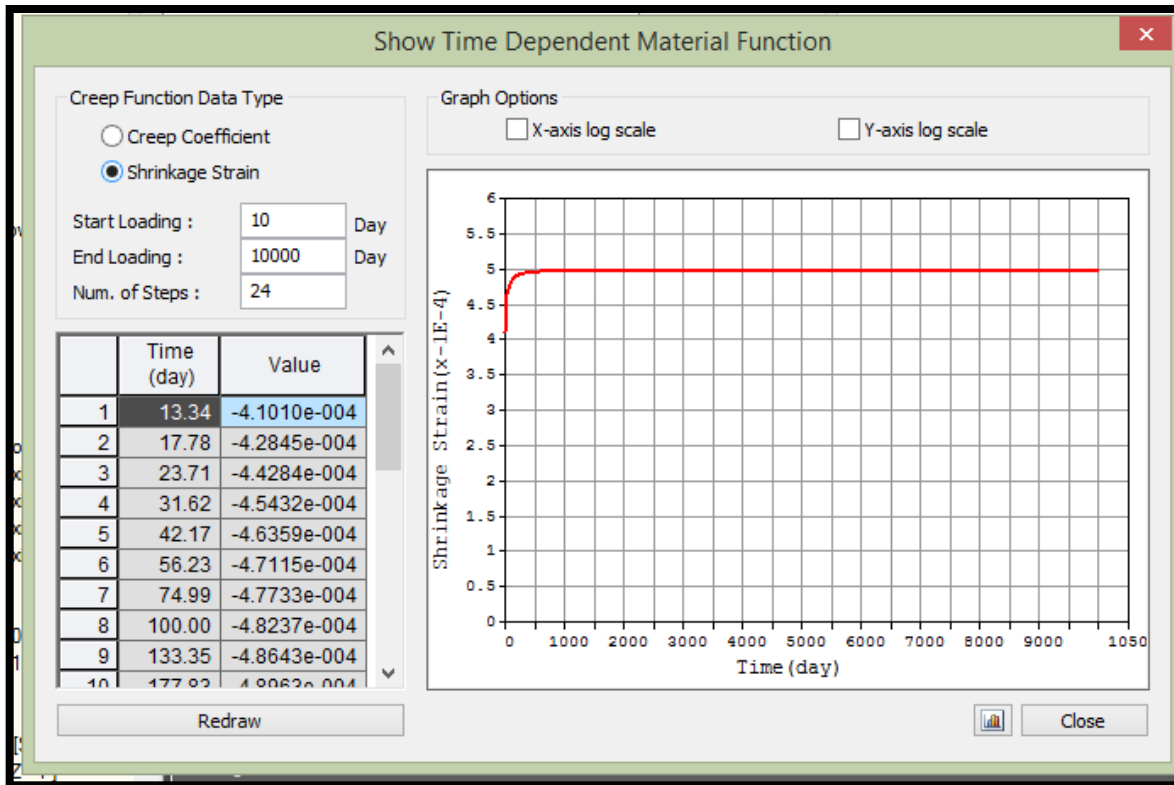
Anexo 36: Curva de Coeficiente Flujo Plástico

Fuente: Propia



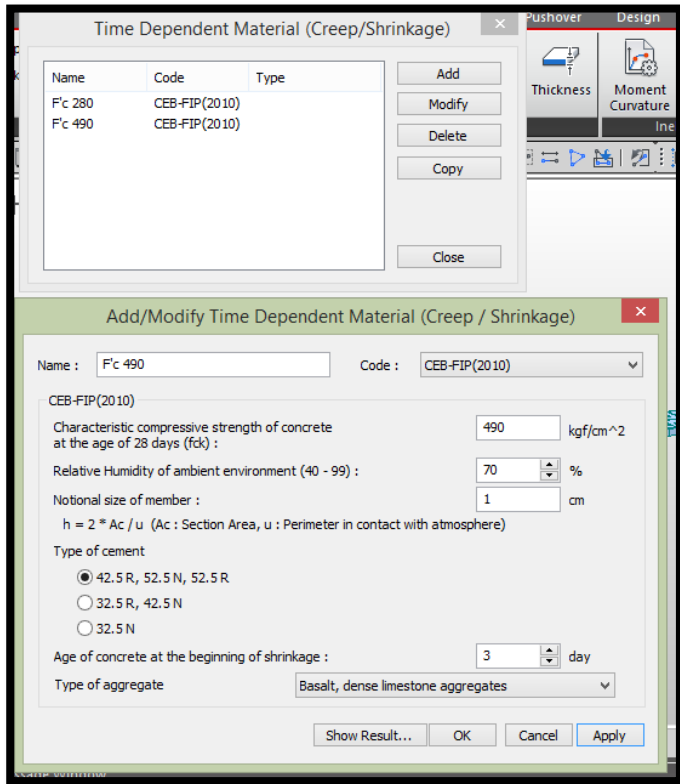
Anexo 37: Coeficiente de fluencia

Fuente: Propia

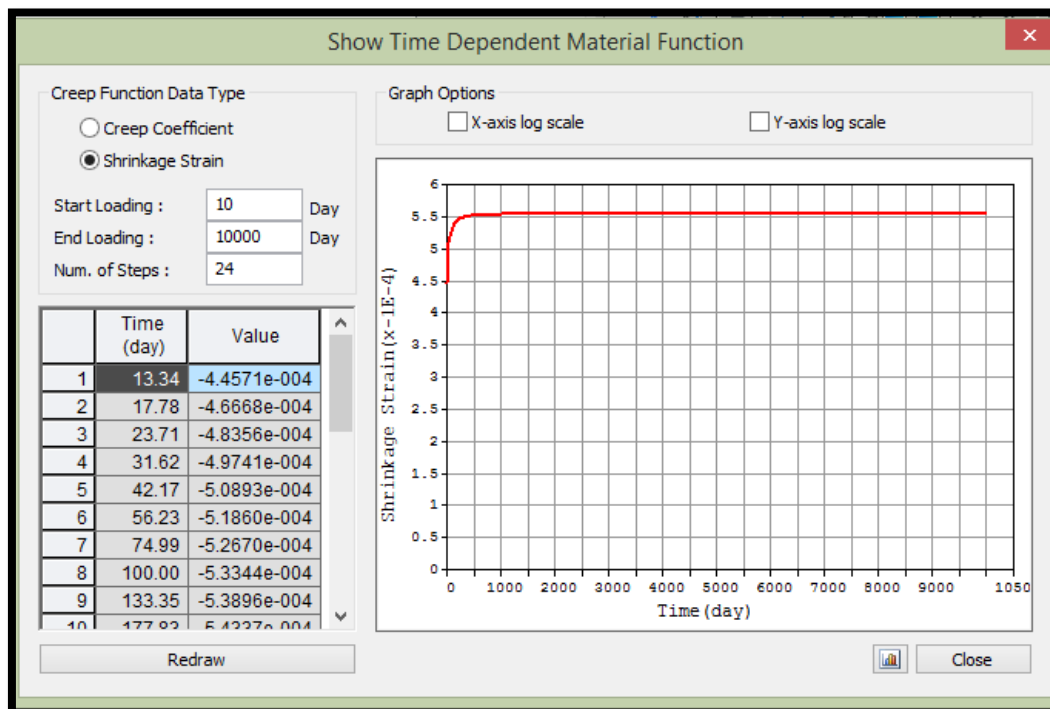


Anexo 38: Curva de Contracción

Fuente: Propia

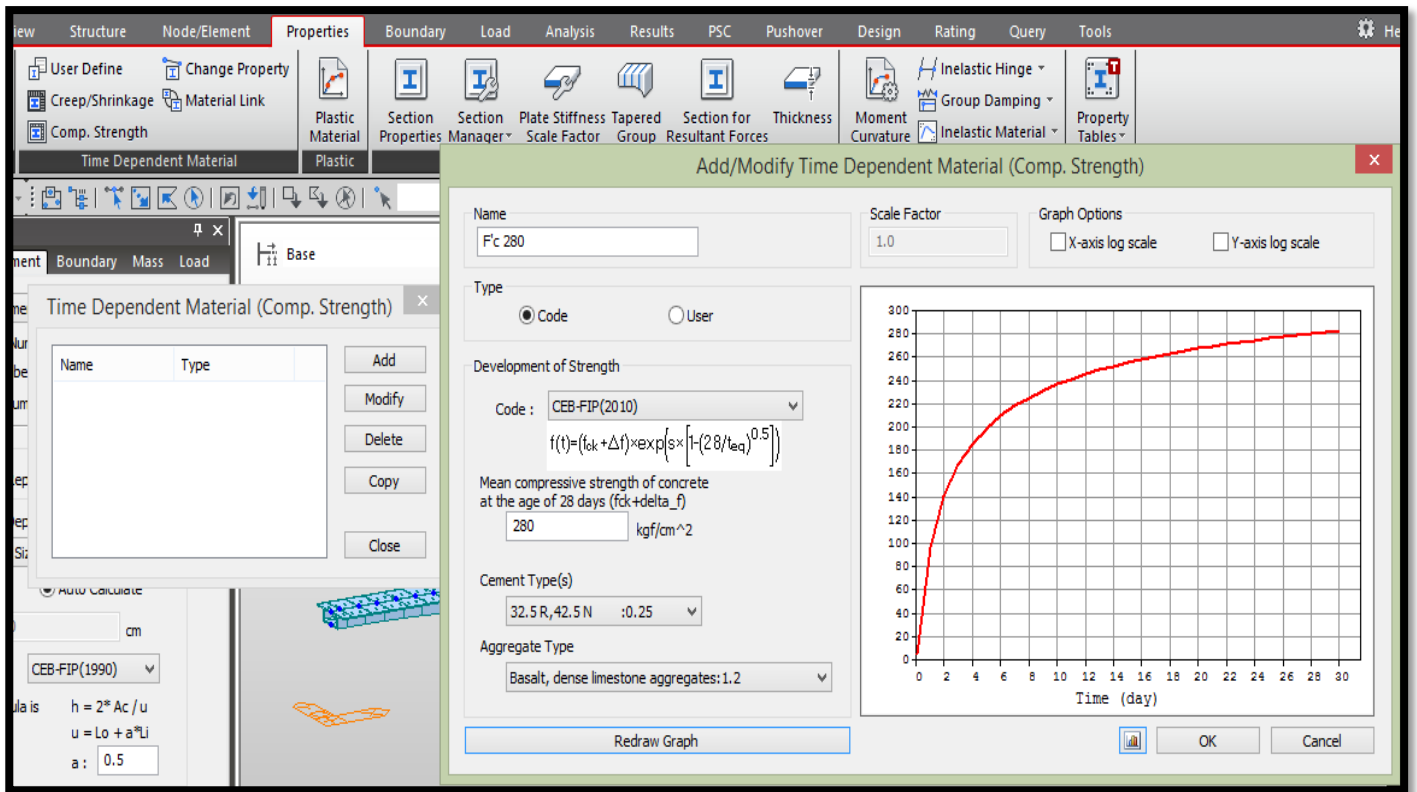


Anexo 39: Coeficiente Flujo Plástico
Fuente: Propia



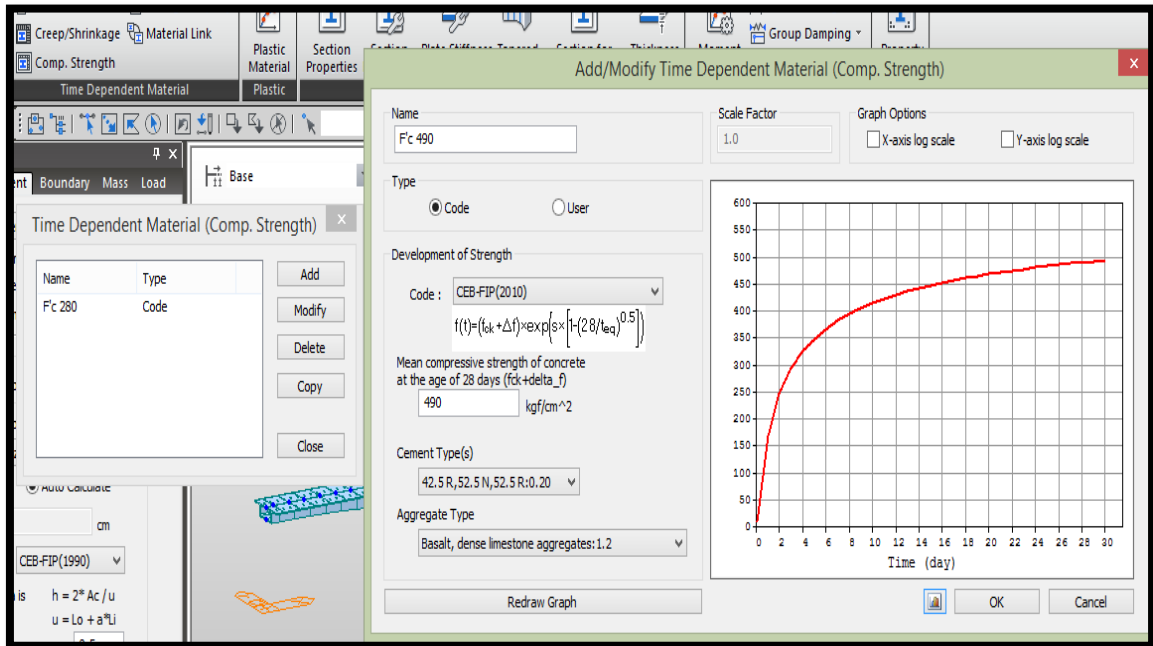
Anexo 40: Curva de Contracción

Fuente: Propia



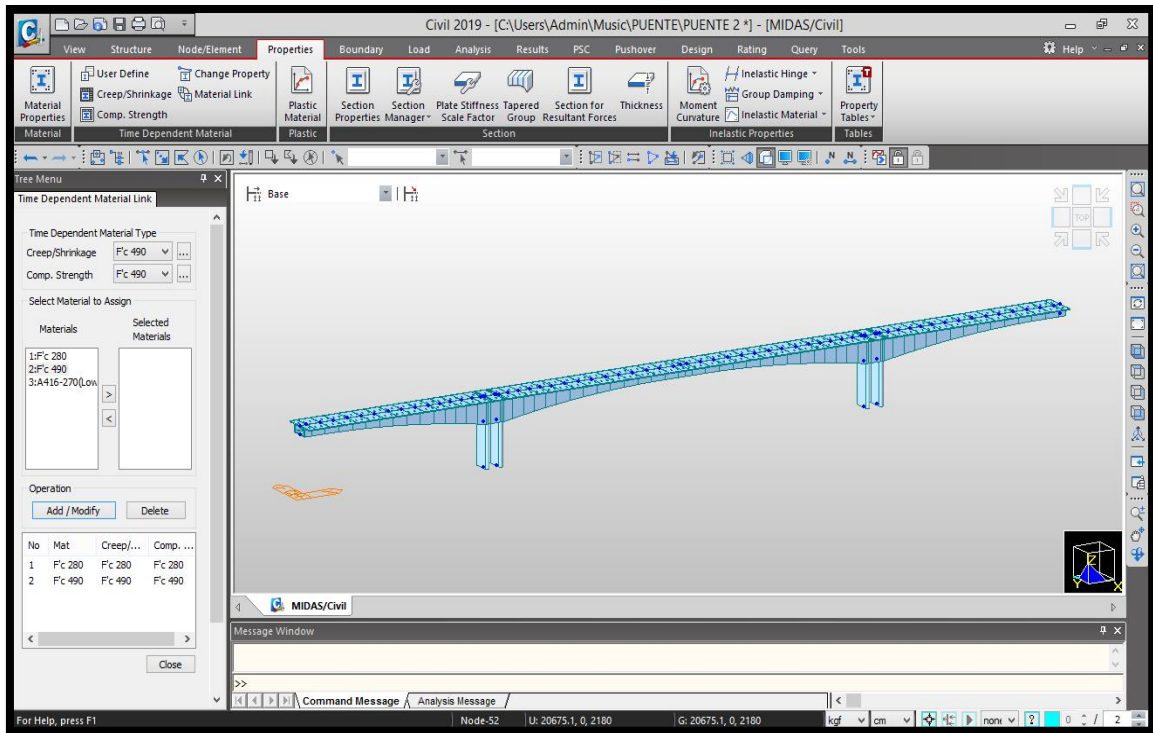
Anexo 41: Curva de F'c 280

Fuente: Propia



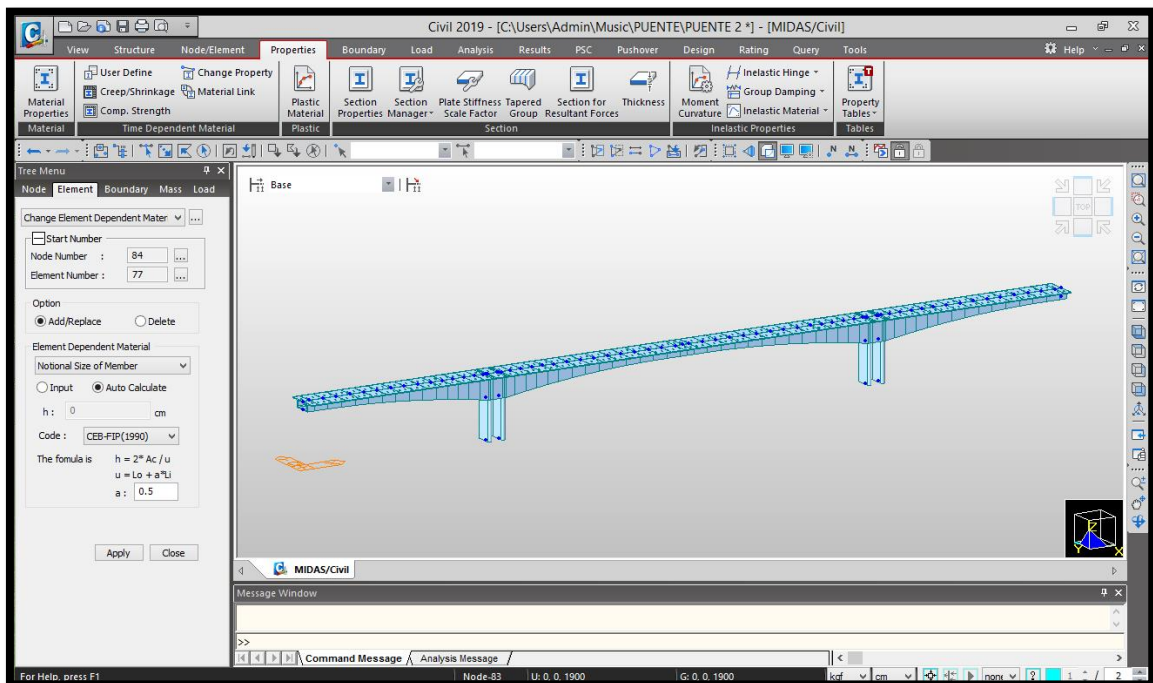
Anexo 42: Curva de F'c 490

Fuente: Propia



Anexo 43: Modelamiento con los F'c

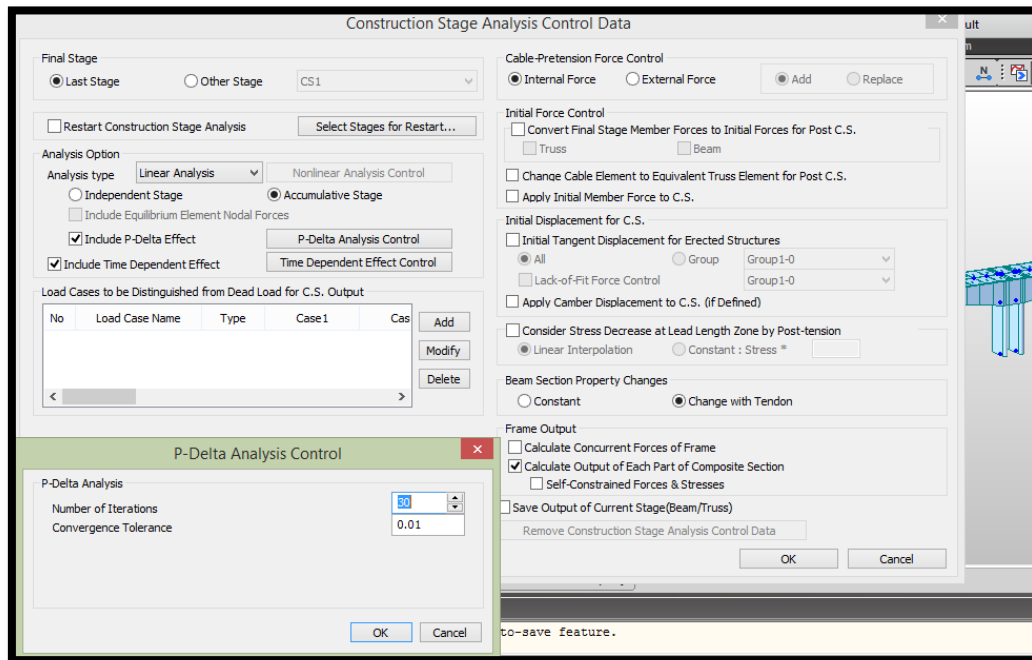
Fuente: Propia



Anexo 44: Elementos

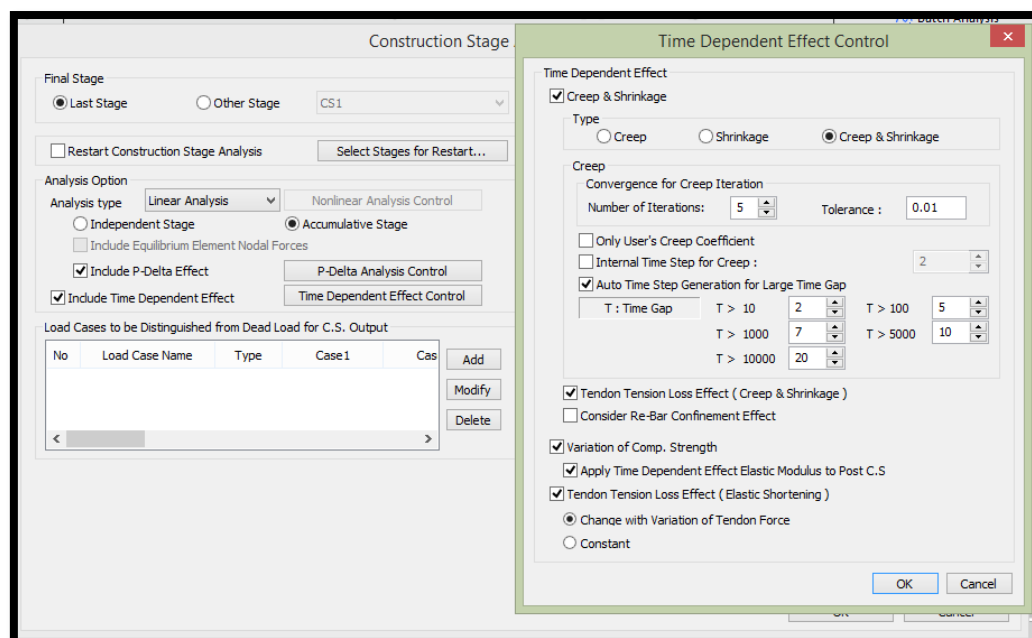
Fuente: Propia

CONTROL DE ANÁLISIS PARA LAS ETAPAS CONSTRUCTIVAS:



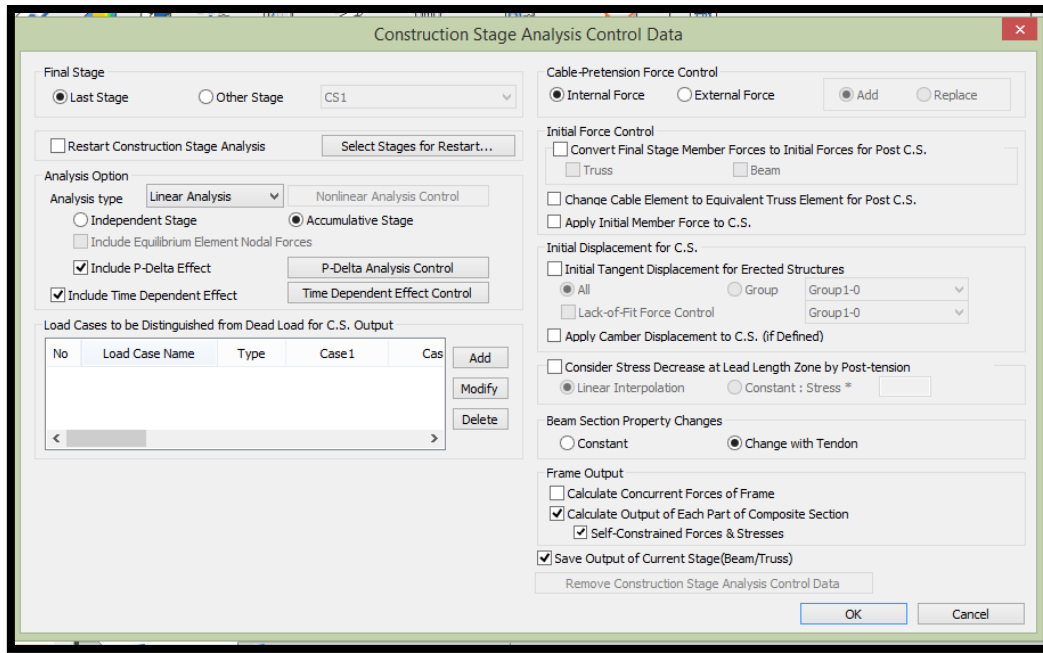
Anexo 45: Etapa Constructiva 1

Fuente: Propia



Anexo 46: Etapa Constructiva 2

Fuente: Propia

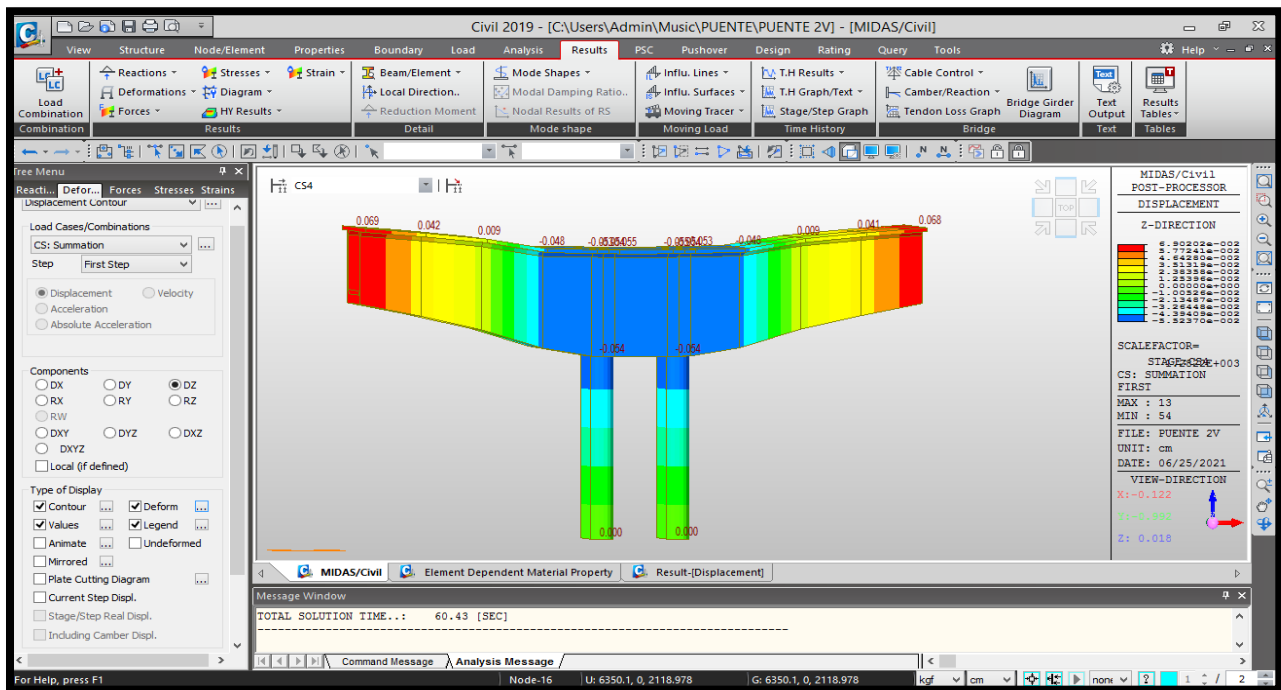


Anexo 47: Etapa Constructiva 3

Fuente: Propia

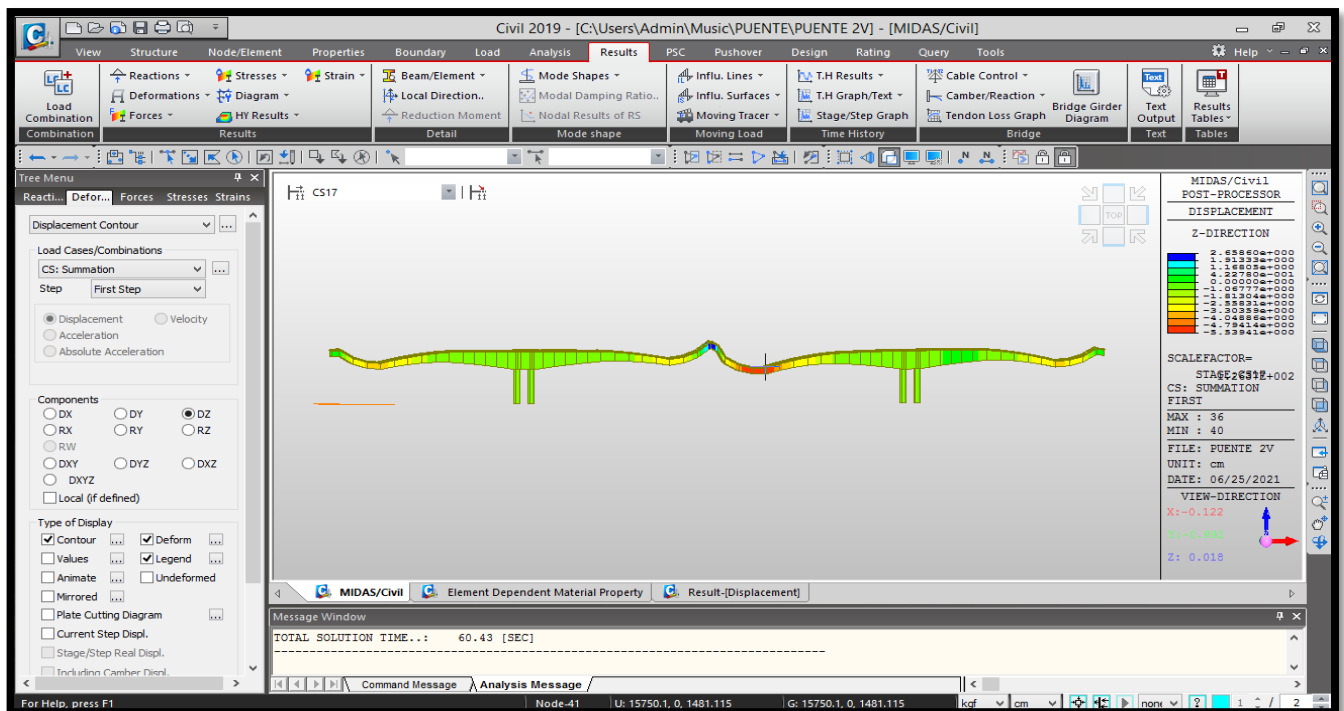
REVISIÓN DE RESULTADOS:

Deformación por sumatoria CARGA MUERTA, TORÓN, FLUJO PLÁSTICO, CONTRACCIÓN.



Anexo 48: Deformaciones

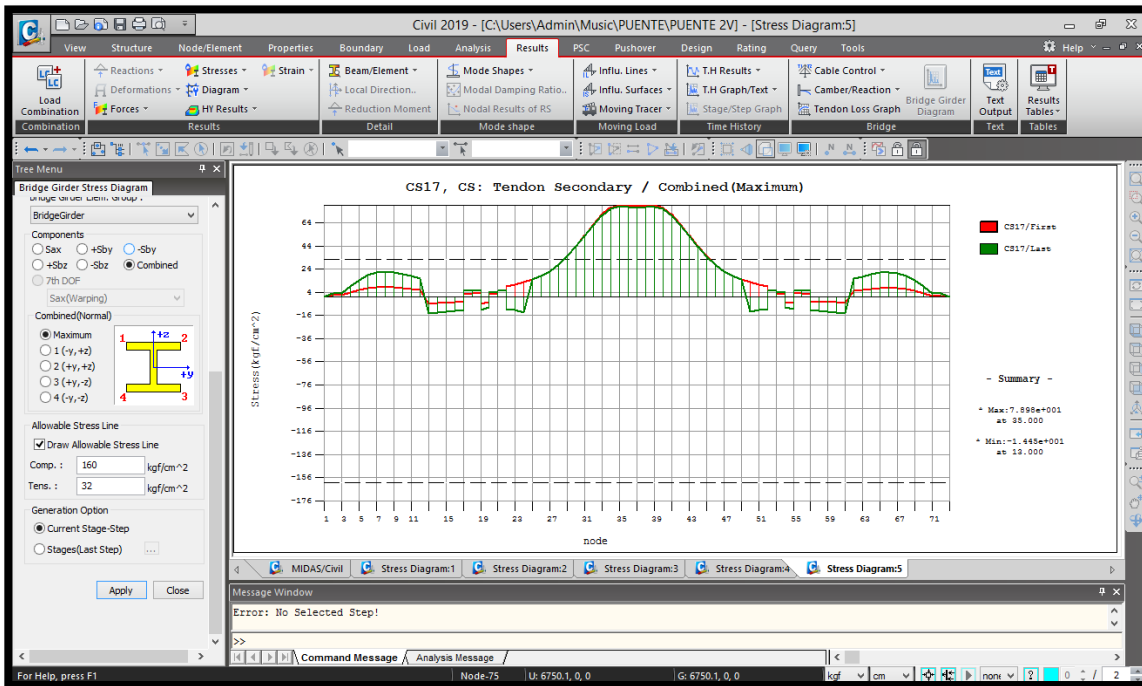
Fuente: Propia



Anexo 49: Deformaciones en todo el Puente

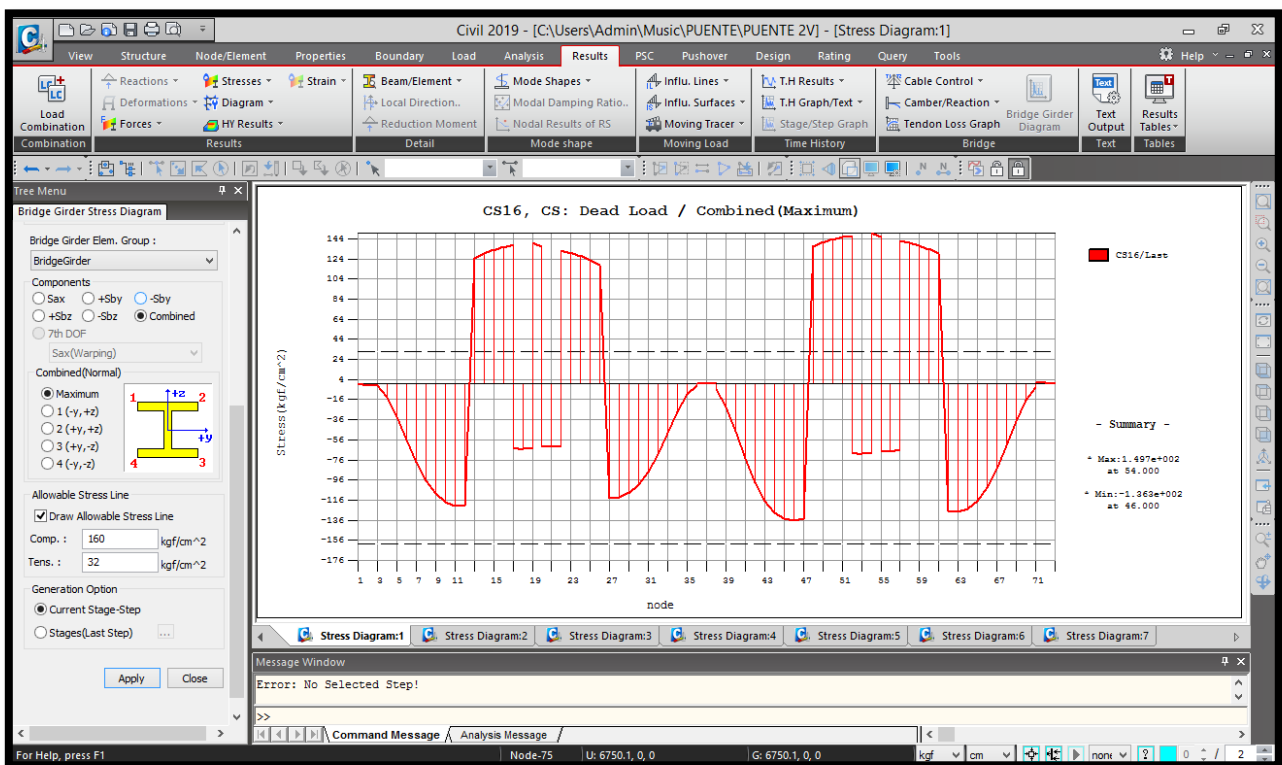
Fuente: Propia

Diagrama de esfuerzos



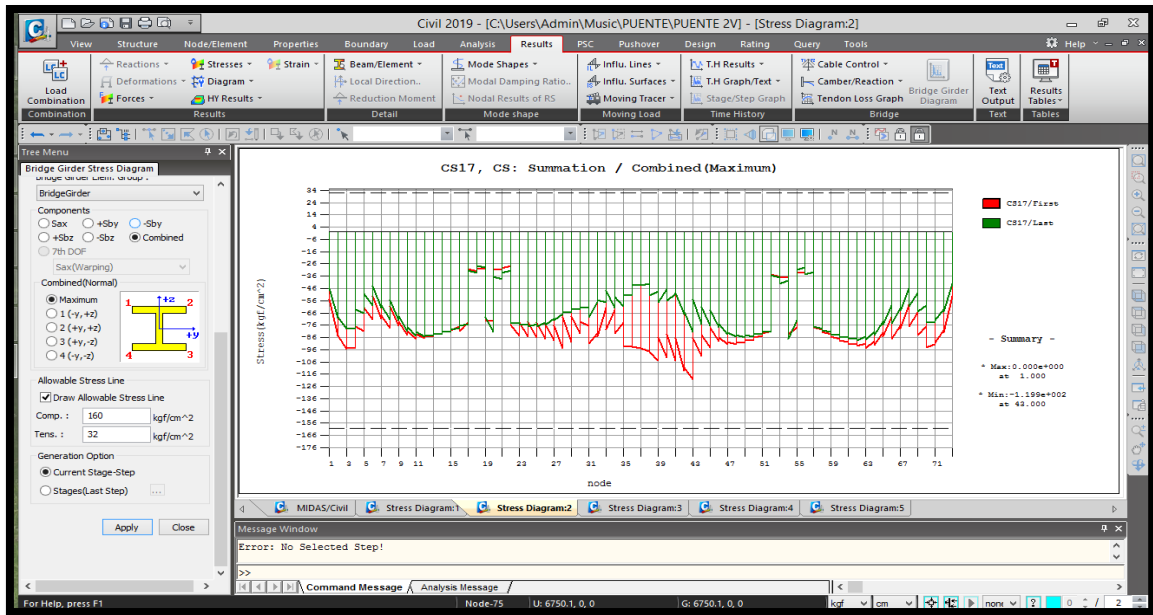
Anexo 50: Tendón Secundario

Fuente: Propia



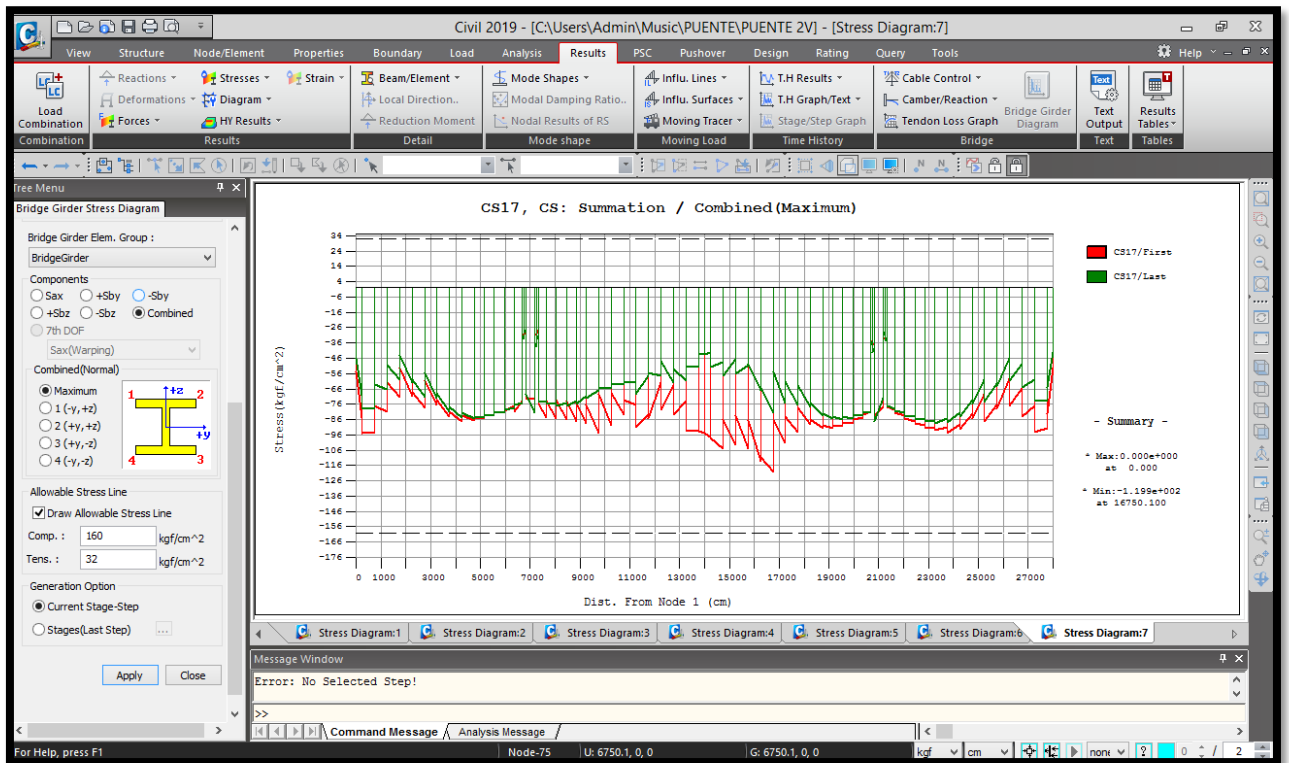
Anexo 51: Carga Muerta

Fuente: Propia



Anexo 52: Diagrama 2

Fuente: Propia



Anexo 53: Diagrama 7

Fuente: Propia

Puente Pampa-Metrado

| Item | Descripción | Unidad | Cantidad | precio S/ | Parcial S/ |
|----------|------------------------------------|---------|----------|-----------|----------------|
| 1 | Señalización y Delimitación | | | | |
| 1.1 | camioneta 4x2 | hm | 8 | 300.00 | 2400.00 |
| 1.2 | Choler - combustible | num/día | 8 | 300.00 | 2400.00 |
| 1.3 | Cemento | bis | 1 | 20.00 | 20.00 |
| 1.4 | arena fina | m3 | 1 | 60.00 | 60.00 |
| 1.5 | arena gruesa | m3 | 1 | 45.00 | 45.00 |
| 1.6 | piedra chancada | m3 | 1 | 45.00 | 45.00 |
| 1.7 | Panel metálico | u | 1 | 100.00 | 100.00 |
| 1.8 | Tubos metálico | u | 2 | 50.00 | 100.00 |
| 1.9 | Operario | hh | 8 | 80.00 | 640.00 |
| 1.10 | Ayudante | hh | 8 | 60.00 | 480.00 |
| 1.11 | Ayudante | hh | 8 | 60.00 | 480.00 |
| | TOTAL SIN IGV | | | | 6770.00 |
| | TOTAL CON IGV (18%) | | | | 7988.60 |

| Item | Descripción | Unidad | Cantidad | Numero | precio S/ | Parcial S/ |
|------------|---|---------|----------|--------|-------------|--------------|
| 1 | Personal | | | | | |
| 1.1 | Trabajo de Campo | | | | | |
| 1.1.2 | Arqueólogo Coordinador | num/mes | 1 | 4 | S/ 9,000.00 | S/ 36,000.00 |
| 1.1.3 | Arqueólogo Jefe de Campo y que manejen AUTOCAD | num/mes | 1 | 1 | S/ 6,000.00 | S/ 6,000.00 |
| 1.1.4 | Topografo (incluye estación) | num/mes | 1 | 1 | S/ 3,000.00 | S/ 3,000.00 |
| 1.1.5 | Asistente de topografía | num/mes | 1 | 1 | S/ 2,000.00 | S/ 2,000.00 |
| 1.1.6 | Peón | num/mes | 2 | 1 | S/ 1,000.00 | S/ 2,000.00 |
| 1.2 | Trabajo de Laboratorio (CAMPO) - Inventario y Catalogación | | | | | S/ 0.00 |
| 1.2.1 | 1 Computadoras | num/mes | 1 | 1 | S/ 2,000.00 | S/ 2,000.00 |
| 2 | Otros Costos Directos | | | | | S/ 0.00 |
| 2.1 | Logísticos | | | | | S/ 0.00 |
| 2.2.1 | Alojamiento | num/mes | 4 | 2 | S/ 1,000.00 | S/ 8,000.00 |
| 2.2.2 | Alimentación | num/día | 4 | 60 | S/ 60.00 | S/ 14,400.00 |
| 2.2.3 | camioneta 4x2 | num/día | 1 | 60 | S/ 500.00 | S/ 30,000.00 |
| 2.2.4 | Choler, combustible | num/día | 1 | 60 | S/ 300.00 | S/ 18,000.00 |
| 2.2.5 | EPP | u | 1 | 6 | S/ 400.00 | S/ 2,400.00 |
| 2.2 | Herramientas de campo | | | | | |
| 2.2.1 | Badilejos | u | 1 | 2 | S/ 10.00 | S/ 20.00 |
| 2.2.2 | Baldes Plásticos | u | 1 | 1 | S/ 15.00 | S/ 15.00 |
| 2.2.3 | brochas | u | 1 | 2 | S/ 15.00 | S/ 30.00 |
| 2.2.4 | Cucharas | u | 1 | 2 | S/ 15.00 | S/ 30.00 |
| 2.2.5 | jalon | u | 1 | 1 | S/ 20.00 | S/ 20.00 |
| 2.2.6 | Madejas de cordel | u | 1 | 1 | S/ 20.00 | S/ 20.00 |
| 2.2.7 | Nivel de burbuja | u | 1 | 1 | S/ 25.00 | S/ 25.00 |
| 2.2.8 | Norte | u | 1 | 1 | S/ 50.00 | S/ 50.00 |
| 2.2.9 | Palas | u | 1 | 1 | S/ 50.00 | S/ 50.00 |
| 2.2.10 | Picos | u | 1 | 1 | S/ 50.00 | S/ 50.00 |
| 2.2.11 | Picetas | u | 1 | 1 | S/ 50.00 | S/ 50.00 |
| 2.2.12 | Pizarras acrílicas | u | 1 | 1 | S/ 20.00 | S/ 20.00 |
| 2.2.13 | Plomadas | u | 1 | 1 | S/ 30.00 | S/ 30.00 |
| 2.2.14 | Winchas x 5m | u | 1 | 2 | S/ 10.00 | S/ 20.00 |
| 2.2.15 | bombillas | u | 1 | 2 | S/ 10.00 | S/ 20.00 |
| 2.2.16 | zarandas | u | 1 | 1 | S/ 100.00 | S/ 100.00 |
| 2.3 | Materiales de laboratorio | | | | | S/ 0.00 |
| 2.3.1 | Block Milimetrados- A4 | u | 1 | 1 | S/ 7.00 | S/ 7.00 |
| 2.3.2 | Bolsas Plásticas (cientos) | u | 1 | 1 | S/ 22.00 | S/ 22.00 |
| 2.3.3 | Bolsas Plásticas x 4 | u | 1 | 1 | S/ 70.00 | S/ 70.00 |
| 2.3.4 | Borradores | u | 1 | 2 | S/ 3.00 | S/ 6.00 |

| | | | | | | |
|------------|---|---|---|----|--------------|----------------|
| 2.3.5 | Cajas de Cartón | u | 1 | 2 | S/. 5.00 | S/. 10.00 |
| 2.3.6 | Cintas de embalaje | u | 1 | 2 | S/. 5.00 | S/. 10.00 |
| 2.3.7 | cintas plastificadas | u | 1 | 2 | S/. 6.50 | S/. 13.00 |
| 2.3.8 | Cuadernos Empastados cuadrículados | u | 1 | 2 | S/. 5.00 | S/. 10.00 |
| 2.3.9 | Lapiceros azules | u | 1 | 4 | S/. 2.00 | S/. 8.00 |
| 2.3.10 | Papel Aluminio | u | 1 | 2 | S/. 20.00 | S/. 40.00 |
| 2.3.11 | Papel Kraft | u | 1 | 2 | S/. 20.00 | S/. 40.00 |
| 2.3.12 | Papel Mantequilla | u | 1 | 2 | S/. 10.00 | S/. 20.00 |
| 2.3.13 | Fichas de papel | u | 1 | 2 | S/. 1.00 | S/. 2.00 |
| 2.3.14 | Plumones punta fina | u | 1 | 2 | S/. 3.00 | S/. 6.00 |
| 2.3.15 | Plumones indelebles negros puntagruoso | u | 1 | 2 | S/. 5.00 | S/. 10.00 |
| 2.3.16 | Plumones negros para pizarra acrílica | u | 1 | 2 | S/. 5.00 | S/. 10.00 |
| 2.3.17 | Portaminas | u | 1 | 2 | S/. 5.00 | S/. 10.00 |
| 2.3.18 | Reglas de 30 cm | u | 1 | 2 | S/. 1.00 | S/. 2.00 |
| 2.3.19 | Repuestos para portaminas | u | 1 | 2 | S/. 1.50 | S/. 3.00 |
| 2.3.20 | mascanillas (ciento) | u | 1 | 4 | S/. 25.00 | S/. 100.00 |
| 2.5 | Elaboración e impresión de informes (6)-estimado | | | | | S/. 0.00 |
| | Informe Final | | | | | S/. 0.00 |
| 2.5.1 | CDs | u | 1 | 2 | S/. 2.00 | S/. 4.00 |
| 2.5.2 | Pioners | u | 1 | 2 | S/. 30.00 | S/. 60.00 |
| 2.5.3 | planos y plantas | u | 1 | 20 | S/. 10.00 | S/. 200.00 |
| 2.5.4 | impresiones a color | u | 1 | 50 | S/. 1.50 | S/. 75.00 |
| 2.5.5 | Impresiones B/N | u | 1 | 50 | S/. 1.00 | S/. 50.00 |
| 2.5.6 | Fotocopias A4 | u | 1 | 50 | S/. 0.10 | S/. 5.00 |
| 2.5.7 | Fotocopias A3 | u | 1 | 10 | S/. 0.50 | S/. 5.00 |
| 2.5.8 | Otros (separadores, bolsas para planos, etc) | u | 1 | 20 | S/. 10.00 | S/. 200.00 |
| 2.6 | Pagos al Ministerio de Cultura | | | | | S/. 0.00 |
| 2.6.1 | Pago al MC Autorización | u | 1 | 1 | S/. 1,030.20 | S/. 1,030.20 |
| 2.6.2 | Pago al MC Aprobación | u | 1 | 1 | S/. 1,300.60 | S/. 1,300.60 |
| 2.6.3 | Trámite CIRA por región. | u | | 2 | S/. 1,240.70 | S/. 2,481.40 |
| | TOTAL SIN IGV | | | | | S/. 130,160.20 |
| | TOTAL CON IGV (18%) | | | | | S/. 153,589.04 |
| | Delimitación y señalización de S.A. | | | | | S/. 7,988.60 |
| | TOTAL | | | | | S/. 161,577.64 |

Anexo 54: Metrado 1 Puente Pampas

Fuente: Expediente del Puente Pampas

| Descripción | Unidad | Cantidad | Numero | precio S/ | Parcial S/ |
|--|---------|----------|--------|------------|-------------|
| Monitoreo en Obra | | | | | |
| Trabajo de Campo | | | | | |
| 1 Arqueólogo Director | num/mes | 1 | 4 | S/5,000.00 | S/20,000.00 |
| 1 Arqueólogo Monitor | num/mes | 1 | 4 | S/3,000.00 | S/12,000.00 |
| Trabajo de Gabinete - Procesamiento y Elaboración de Informes | | | | | |
| Logísticos | | | | | |
| Alimentación | num/día | 2 | 120 | S/10.00 | S/2,400.00 |
| camioneta 4x2 | num/día | 1 | 120 | S/100.00 | S/12,000.00 |
| EPP | u | 2 | 1 | S/100.00 | S/200.00 |
| Herramientas de campo | | | | | |
| Badilejos -Brocha | u | 2 | 1 | S/6.00 | S/12.00 |
| jalon - Norte | u | 1 | 1 | S/5.00 | S/5.00 |
| Pabito (cono) | u | 1 | 1 | S/3.00 | S/3.00 |
| Pizarras acrílicas | u | 1 | 1 | S/5.00 | S/5.00 |
| Winchas x 5m | u | 1 | 1 | S/5.00 | S/5.00 |
| Materiales de gabinete | | | | | |
| Block Milimetrados- A4 | u | 1 | 1 | S/5.00 | S/5.00 |
| Bolsas | ciento | 2 | 1 | S/10.00 | S/20.00 |
| Cajas de Cartón | u | 1 | 1 | S/5.00 | S/5.00 |
| Cintas de embalaje | u | 1 | 1 | S/5.00 | S/5.00 |
| Cuadernos Empastados cuadrículados | u | 2 | 1 | S/5.00 | S/10.00 |
| Lapiceros - Lapicero - regla | u | 2 | 1 | S/3.00 | S/6.00 |
| Bateas -Cepillo | u | 1 | 1 | S/5.00 | S/5.00 |
| Elaboración e impresión de informes (6)-estimado | | | | | |
| Informe Final | | | | | |
| CDs | u | 3 | 1 | S/2.00 | S/6.00 |
| Pioners | u | 2 | 1 | S/30.00 | S/60.00 |
| planos y plantas | u | 20 | 1 | S/10.00 | S/200.00 |
| impresiones a color | u | 50 | 1 | S/1.50 | S/75.00 |
| Impresiones B/N | u | 100 | 1 | S/1.00 | S/100.00 |
| Fotocopias A4 | u | 100 | 1 | S/0.10 | S/10.00 |
| Fotocopias A3 | u | 100 | 1 | S/0.50 | S/50.00 |
| Pagos al Ministerio de Cultura | | | | | |
| Pago al MC | u | 1 | 1 | S/1,932.60 | S/1,932.60 |
| Pago al MC | u | 1 | 1 | S/1,071.20 | S/1,071.20 |
| TOTAL SIN IGTV | | | | | S/50,190.80 |
| TOTAL CON IGTV (18%) | | | | | S/59,225.14 |

Anexo 55: Metrado 2 Puente Pampas

Fuente: Expediente del Puente Pampas

El costo total del Puente Pampa es de 228,791.38 (Doscientos veinte y ocho mil setecientos noventa y uno treinta y ocho nuevos soles).

Puente El Salvador-Metrado

Presupuesto

Presupuesto 0301001 ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE SALVADOR
 Subpresupuesto 001 PUENTE
 Cliente MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES
 Lugar HUANUCO - LEONCIO PRADO - JOSE CRESPO Y CASTILLO Costo al 30/11/2018

| Item | Descripción | Und. | Metrado | Precio Si. | Parcial Si. |
|----------|---|------|------------|--------------|---------------|
| 01 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | 7,014,580.72 |
| 01.01 | MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO | gb | 1.00 | 561,302.50 | 561,302.50 |
| 01.02 | DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO | ha | 2.87 | 7,136.67 | 20,481.67 |
| 01.03 | TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN | m2 | 17,406.14 | 6.58 | 114,532.40 |
| 01.04 | CAMPAMENTOS | gb | 1.00 | 1,092,662.88 | 1,092,662.88 |
| 01.05 | MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL | gb | 1.00 | 248,942.89 | 248,942.89 |
| 01.06 | ACCESO A CANTERAS, DME, PLANTAS Y FUENTES DE AGUA | km | 2.23 | 21,862.34 | 48,084.02 |
| 01.07 | TRANSPORTE INTERNO VERTICAL Y HORIZONTAL EN RÍO | gb | 1.00 | 4,928,684.36 | 4,928,684.36 |
| 02 | SUB ESTRUCTURA | | | | 25,524,868.82 |
| 02.01 | PILOTES EXCAVADOS - PILARES | | | | 11,239,293.94 |
| 02.01.01 | MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS DE PILOTAJE | gb | 1.00 | 346,213.26 | 346,213.26 |
| 02.01.02 | PLATAFORMA DE OPERACIONES | m3 | 6,768.01 | 87.91 | 594,975.76 |
| 02.01.03 | PILOTES EXCAVADOS (D= 1.5m) | m | 1,358.00 | 2,753.41 | 3,747,183.96 |
| 02.01.04 | ACERO DE REFUERZO fy= 4,200 Kg/m ² EN PILOTES BAJO AGUA | kg | 783,833.00 | 6.45 | 5,055,722.85 |
| 02.01.05 | CONCRETO (TIPO C) fc = 280 kg/m ² BAJO AGUA EN PILOTES | m3 | 1,895.26 | 658.95 | 1,248,891.58 |
| 02.01.06 | DESCABEZADO DE PILOTES | und | 30.00 | 2,880.50 | 86,415.00 |
| 02.01.07 | PRUEBA DE INTEGRIDAD | und | 30.00 | 5,330.05 | 159,901.50 |
| 02.02 | PILOTES EXCAVADOS - ESTRIBOS | | | | 3,848,626.38 |
| 02.02.01 | PLATAFORMA DE OPERACIONES | m3 | 3,008.00 | 87.91 | 265,730.00 |
| 02.02.02 | PILOTES EXCAVADOS (D= 1.5m) | m | 464.00 | 2,753.41 | 1,282,222.24 |
| 02.02.03 | ACERO DE REFUERZO fy= 4,200 Kg/m ² EN PILOTES BAJO AGUA | kg | 261,016.00 | 6.45 | 1,693,953.20 |
| 02.02.04 | CONCRETO (TIPO C) fc = 280 kg/m ² BAJO AGUA EN PILOTES | m3 | 728.05 | 658.95 | 479,765.14 |
| 02.02.05 | DESCABEZADO DE PILOTES | und | 18.00 | 2,880.50 | 46,089.00 |
| 02.02.06 | PRUEBA DE INTEGRIDAD | und | 16.00 | 5,330.05 | 85,280.80 |
| 02.03 | ESTRIBOS | | | | 1,356,895.47 |
| 02.03.01 | EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMÚN EN SECO | m3 | 381.15 | 9.11 | 3,472.28 |
| 02.03.02 | EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMÚN BAJO AGUA EN ESTRIBOS | m3 | 283.69 | 19.92 | 5,652.50 |
| 02.03.03 | RELLENO PARA ESTRUCTURAS MATERIAL DE PRÉSTAMO | m3 | 193.34 | 73.13 | 14,138.96 |
| 02.03.04 | RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO | m3 | 168.97 | 56.20 | 9,552.31 |
| 02.03.05 | CAPA FILTRANTE EN ESTRUCTURAS | m3 | 20.78 | 32.60 | 678.02 |
| 02.03.06 | CONCRETO (TIPO F1) fc= 100 Kg/m ² EN SECO (SOLADO) | m3 | 5.60 | 296.99 | 1,663.14 |
| 02.03.07 | CONCRETO (TIPO F1) fc= 100 Kg/m ² BAJO AGUA (SOLADOS) | m3 | 5.60 | 326.70 | 1,829.52 |
| 02.03.08 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN SECO | m2 | 86.40 | 87.46 | 7,569.54 |
| 02.03.14 | CONCRETO (TIPO C) fc= 280 Kg/m ² BAJO AGUA | m3 | 222.78 | 652.63 | 145,373.33 |
| 02.03.15 | BARRAS POST-TENSADAS Ø 36 mm L= 6.4 | und | 4.00 | 3,265.07 | 13,140.28 |
| 02.03.16 | BARRAS POST-TENSADAS Ø 36 mm L= 4.4 | und | 4.00 | 2,799.02 | 11,196.08 |
| 02.04 | PILARES | | | | 9,088,048.83 |
| 02.04.01 | EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMÚN BAJO AGUA EN PILARES | m3 | 2,997.23 | 1,329.00 | 3,993,318.67 |
| 02.04.02 | EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN ROCA BAJO AGUA | m3 | 897.75 | 39.43 | 35,398.26 |
| 02.04.03 | RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO | m3 | 2,046.48 | 56.20 | 115,012.18 |
| 02.04.04 | CONCRETO (TIPO F1) fc= 100 Kg/m ² BAJO AGUA EN SOLADOS | m3 | 29.21 | 326.70 | 9,542.91 |
| 02.04.05 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO BAJO AGUA | m2 | 403.20 | 143.60 | 57,990.16 |
| 02.04.06 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA EN SECO | m2 | 345.84 | 226.36 | 78,284.34 |
| 02.04.07 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA BAJO AGUA | m2 | 345.84 | 175.69 | 60,780.83 |

| Item | Descripción | Und. | Metrado | Precio \$i. | Parcial \$i. |
|----------|--|----------------|--------------|--------------|----------------------|
| 02.04.08 | ACERO DE REFUERZO fy= 4,200 Kg/cm ² EN SECO (ASTM A708) | kg | 98,356.00 | 5.78 | 556,937.58 |
| 02.04.09 | ACERO DE REFUERZO fy= 4,200 Kg/cm ² BAJO AGUA | kg | 351,919.00 | 6.19 | 2,178,378.61 |
| 02.04.10 | ACERO DE REFUERZO fy= 4,200 Kg/cm ² BAJO AGUA (ASTM A708) | kg | 98,356.00 | 6.19 | 596,443.64 |
| 02.04.11 | CONCRETO (TIPO C) fc= 280 Kg/cm ² EN SECO | m ³ | 305.72 | 634.33 | 130,494.37 |
| 02.04.12 | CONCRETO (TIPO C) fc= 280 Kg/cm ² BAJO AGUA | m ³ | 1,989.72 | 652.63 | 1,295,498.36 |
| 03 | SUPERESTRUCTURA | | | | 23,671,169.02 |
| 03.01 | TABLERO | | | | 23,648,088.34 |
| 03.01.01 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA - DOVELA 0 | m ² | 1,545.36 | 402.06 | 651,533.44 |
| 03.01.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA - TABLERO CON CARRROS DE AVANCE | m ² | 11,542.08 | 150.78 | 1,750,392.82 |
| 03.01.03 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA - TABLERO DOVELAS EXTREMAS | m ² | 128.81 | 199.66 | 25,678.27 |
| 03.01.04 | ACERO DE REFUERZO fy= 4,200 Kg/cm ² - DOVELA 0 | kg | 82,330.00 | 6.36 | 523,618.80 |
| 03.01.05 | ACERO DE REFUERZO fy= 4,200 Kg/cm ² - TABLERO CON CARRROS DE AVANCE | kg | 529,572.00 | 7.14 | 3,781,144.00 |
| 03.01.06 | ACERO DE REFUERZO fy= 4,200 Kg/cm ² - DOVELAS EXTREMAS | kg | 12,064.00 | 6.34 | 76,485.76 |
| 03.01.07 | CONCRETO (TIPO H) fc= 490 Kg/cm ² - DOVELA 0 | m ³ | 683.59 | 766.32 | 525,215.87 |
| 03.01.08 | CONCRETO (TIPO H) fc= 490 Kg/cm ² - TABLERO CON CARRROS DE AVANCE | m ³ | 3,276.76 | 774.27 | 2,537,996.87 |
| 03.01.09 | CONCRETO (TIPO H) fc= 490 Kg/cm ² - TABLERO DOVELA EXTREMAS | m ³ | 73.30 | 768.32 | 56,317.86 |
| 03.01.10 | POST TENSADO LONGITUDINAL | T-m | 2,966,642.25 | 2.13 | 6,380,717.99 |
| 03.01.11 | POST TENSADO TRANSVERSAL | T-m | 228,254.81 | 2.13 | 486,182.75 |
| 03.01.12 | MOVILIZACIÓN, MONTAJE, OPERACIÓN Y DESMONTAJE Y DESMOVILIZACION DE CARRROS DE AVANCE | glb | 1.00 | 6,886,069.30 | 6,886,069.30 |
| 03.01.13 | RIEGO DE LIGA | m ² | 2,713.50 | 5.96 | 16,172.40 |
| 03.01.14 | CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2" | m ² | 2,713.50 | 43.28 | 117,386.01 |
| 03.01.15 | BARRAS POST-TENSADAS Ø 36 mm L= 2.82 | und | 8.00 | 2,384.62 | 19,076.56 |
| 03.02 | LOSA DE APROXIMACIÓN | | | | 23,119.68 |
| 03.02.01 | CONCRETO (TIPO F1) fc= 100 Kg/cm ² EN SECO (SOLADOS) | m ³ | 3.40 | 327.38 | 1,113.09 |
| 03.02.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN SECO | m ² | 13.00 | 89.41 | 1,162.33 |
| 03.02.03 | ACERO DE REFUERZO fy= 4,200 Kg/cm ² EN SECO | kg | 1,912.00 | 5.78 | 11,051.36 |
| 03.02.04 | CONCRETO (TIPO D) fc= 210 Kg/cm ² EN SECO | m ³ | 18.00 | 543.58 | 9,783.90 |
| 04 | VARIOS | | | | 1,093,883.70 |
| 04.01 | JUNTA DE DILATACIÓN DE PUENTE | m | 25.20 | 4,935.30 | 124,369.56 |
| 04.02 | DISPOSITIVOS DE APOYO | und | 4.00 | 27,577.95 | 110,311.80 |
| 04.03 | DISPOSITIVO DE DRENAJE - TUBO DE ACERO GALVANIZADO 4", L= 0.75 M | und | 120.00 | 1,265.87 | 151,904.40 |
| 04.04 | BARANDA METALICA | m | 603.00 | 278.47 | 167,917.41 |
| 04.05 | BARRERA DE SEGURIDAD NEW JERSEY | m | 603.00 | 701.26 | 422,859.78 |
| 04.06 | PRUEBA DE CARGA | glb | 1.00 | 76,039.96 | 76,039.96 |
| 04.07 | TAPA DE BOCA DE INSPECCION | und | 1.00 | 480.80 | 480.80 |
| 05 | ACCESOS | | | | 6,008,134.73 |
| 05.01 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | 649,331.25 |
| 05.01.01 | EXCAVACIÓN EN MATERIAL SUELTO | m ³ | 6,741.85 | 4.96 | 30,742.84 |
| 05.01.02 | PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE | m ² | 4,291.77 | 2.34 | 10,042.74 |
| 05.01.03 | TERRAPLENES CON MATERIAL DE CANTERAS | m ³ | 17,877.37 | 34.04 | 608,546.57 |
| 05.02 | MURO DE SUELO REFORZADO | | | | 1,421,893.37 |
| 05.02.01 | MURO DE SUELO REFORZADO | m ³ | 16,361.26 | 86.80 | 1,421,893.37 |
| 05.03 | AFIRMADO | | | | 191,697.45 |
| 05.03.01 | AFIRMADO GRANULAR | m ³ | 1,656.80 | 39.11 | 65,269.77 |
| 05.03.02 | IMPRESIÓN ASFALTICA MC-30 (SIN ASFALTO) | m ² | 8,091.91 | 3.30 | 26,703.30 |
| 05.03.03 | MORTERO ASFALTICO (m=10 mm) | m ² | 8,091.91 | 7.37 | 59,637.38 |
| 05.04 | VARIOS | | | | 3,785,302.71 |
| 05.04.01 | BARANDA METALICA | m | 485.44 | 278.47 | 135,160.48 |
| 05.04.02 | VEREDA | m | 485.44 | 439.59 | 213,394.57 |

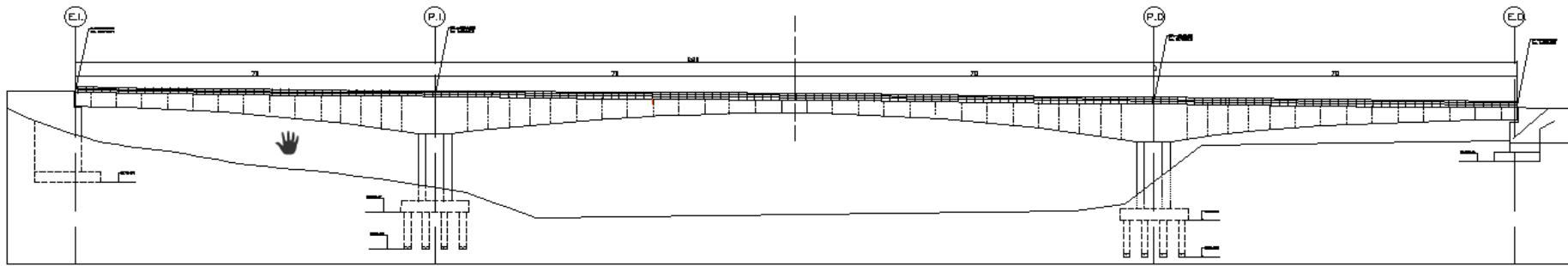
| Item | Descripción | Und. | Metrado | Precio \$/. | Parcial \$/. |
|----------|--|------|------------|--------------|---------------|
| 05.04.03 | ALCANTARILLA | glb | 1.00 | 1,524,341.18 | 1,524,341.18 |
| 05.04.04 | ZANJA DE DRENAJE | m | 1,030.00 | 197.30 | 203,219.00 |
| 05.04.05 | GAVIONES | m3 | 1,260.00 | 1,172.58 | 1,477,450.80 |
| 05.04.06 | DISPOSITIVO DE DRENAJE - TUBO DE ACERO GALVANIZADO 4", L= 3.6 M | und | 102.00 | 1,281.34 | 131,716.68 |
| 06 | TRANSPORTES | | | | 1,804,891.21 |
| 06.01 | TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA DISTANCIAS MAYORES A 1.000m | m3k | 611,653.38 | 2.85 | 1,743,212.08 |
| 06.02 | TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA DISTANCIAS ENTRE 120m Y 1000m | m3k | 7,030.84 | 8.73 | 61,379.23 |
| 07 | SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL | | | | 351,142.22 |
| 07.01 | SEÑALES PREVENTIVAS | und | 9.00 | 292.21 | 2,629.89 |
| 07.02 | SEÑAL REGLAMENTARIA | und | 6.00 | 696.37 | 4,190.22 |
| 07.03 | SEÑALES INFORMATIVAS | und | 6.00 | 660.41 | 3,902.46 |
| 07.04 | BARRERA DE SEGURIDAD NEW JERSEY | m | 485.44 | 701.25 | 340,418.65 |
| 08 | PLAN DE MANEJO AMBIENTAL | | | | 530,448.42 |
| 08.01 | PROGRAMA DE SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL | | | | 4,725.70 |
| 08.01.01 | SEÑALES AMBIENTALES PERMANENTES | m2 | 2.00 | 457.02 | 914.04 |
| 08.01.02 | ESTRUCTURA DE SOPORTE DE SEÑALES TIPO E1 | und | 2.00 | 1,906.33 | 3,812.66 |
| 08.02 | PROGRAMA DE DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL | | | | 234,436.51 |
| 08.02.01 | MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA | pto | 21.00 | 1,448.48 | 30,417.66 |
| 08.02.02 | MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE | pto | 49.00 | 3,901.88 | 191,192.12 |
| 08.02.03 | MONITOREO DE RUIDOS | pto | 49.00 | 251.77 | 12,826.73 |
| 08.03 | PROGRAMA DE CIERRE | | | | 291,285.21 |
| 08.03.01 | RETIRO Y ALMACENAMIENTO DE TOP SOIL | m2 | 40,000.00 | 1.35 | 54,000.00 |
| 08.03.02 | ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN DME | m3 | 13,718.85 | 5.43 | 74,493.36 |
| 08.03.03 | RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE PATIO DE MÁQUINAS | ha | 1.00 | 26,212.17 | 26,212.17 |
| 08.03.04 | RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE PLANTA DE CONCRETO | ha | 2.00 | 31,283.47 | 62,566.94 |
| 08.03.05 | RESTAURACION AMBIENTAL DE CANTERAS | ha | 3.33 | 18,594.18 | 61,918.62 |
| 08.03.06 | SUBPROGRAMA DE REVEGETACION | ha | 4.00 | 3,023.53 | 12,094.12 |
| | COSTO DIRECTO | | | | 65,958,056.79 |
| | GASTOS GENERALES 17.70% | | | | 11,674,718.61 |
| | UTILIDAD 10.09% | | | | 6,395,835.83 |
| | SUBTOTAL | | | | 84,229,462.68 |
| | IMPUESTO (IGV 18%) | | | | 15,161,303.28 |
| | TOTAL PRESUPUESTO | | | | 99,390,765.96 |

Anexo 56: Metrado Puente El Salvador

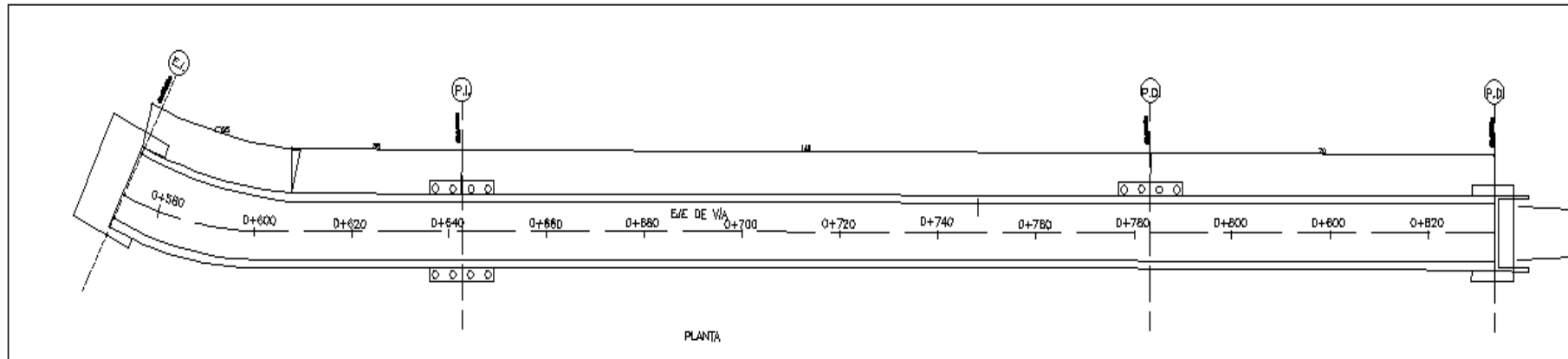
Fuente: Expediente del Puente El Salvador

El Costo total del Puente El Salvador es de 99,390,765.96 (Noventa y nueve millones trescientos noventa mil setecientos setenta y cinco y 96 nuevos soles).

PLANOS DEL PUENTE PAMPA



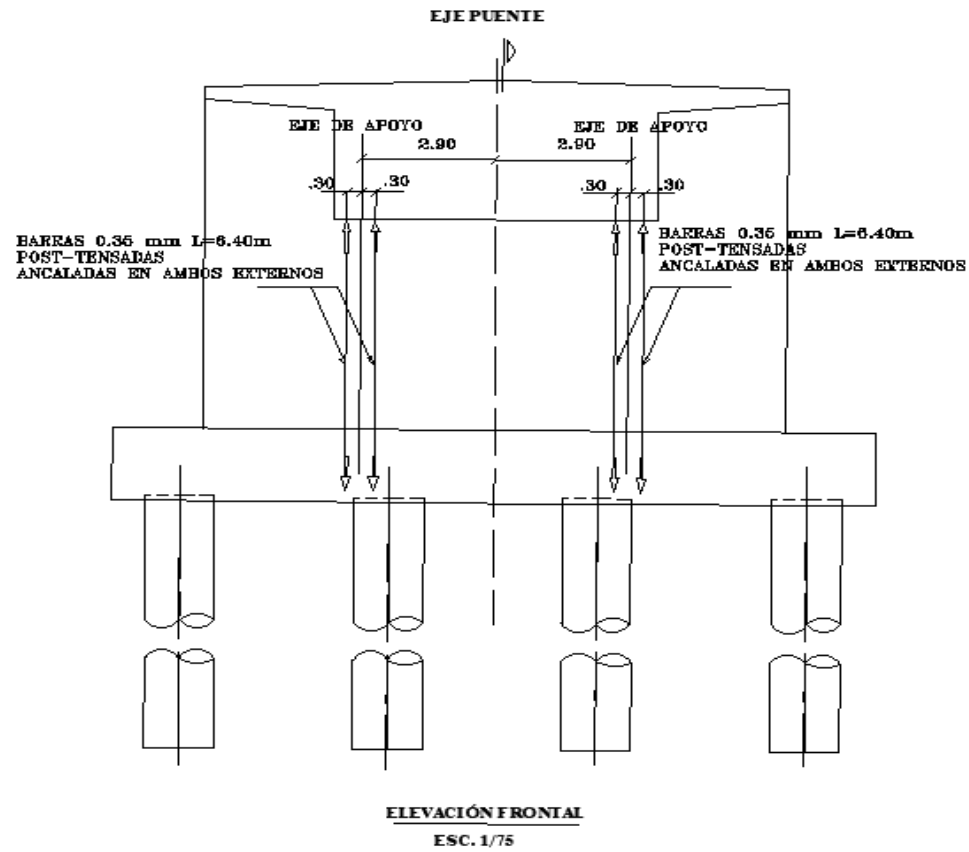
PLANTA



Anexo 57: Plano de Planta del Puente Pampa

Fuente: Propia

EJE DEL PUENTE:

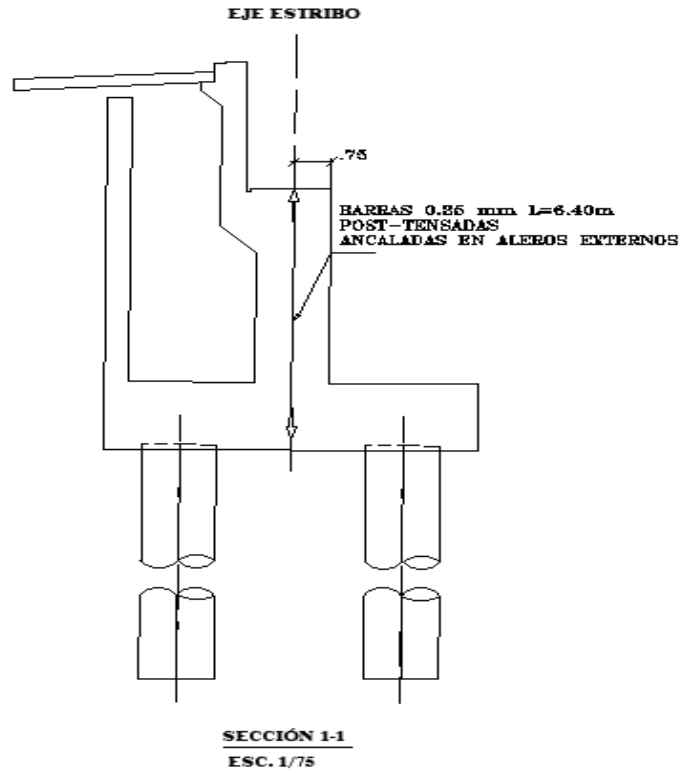


Anexo 58: Plano del Eje del Puente Pampa

Fuente: Propia

EJE DEL ESTRIBO

SECCION 1-1

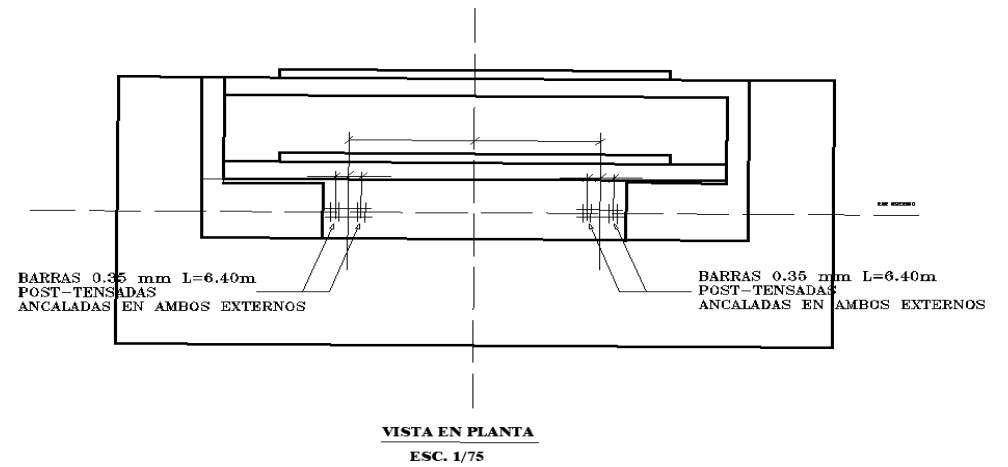


Anexo 59: Plano del Eje del Puente Pampa

Fuente: Propia

Elevación Frontal

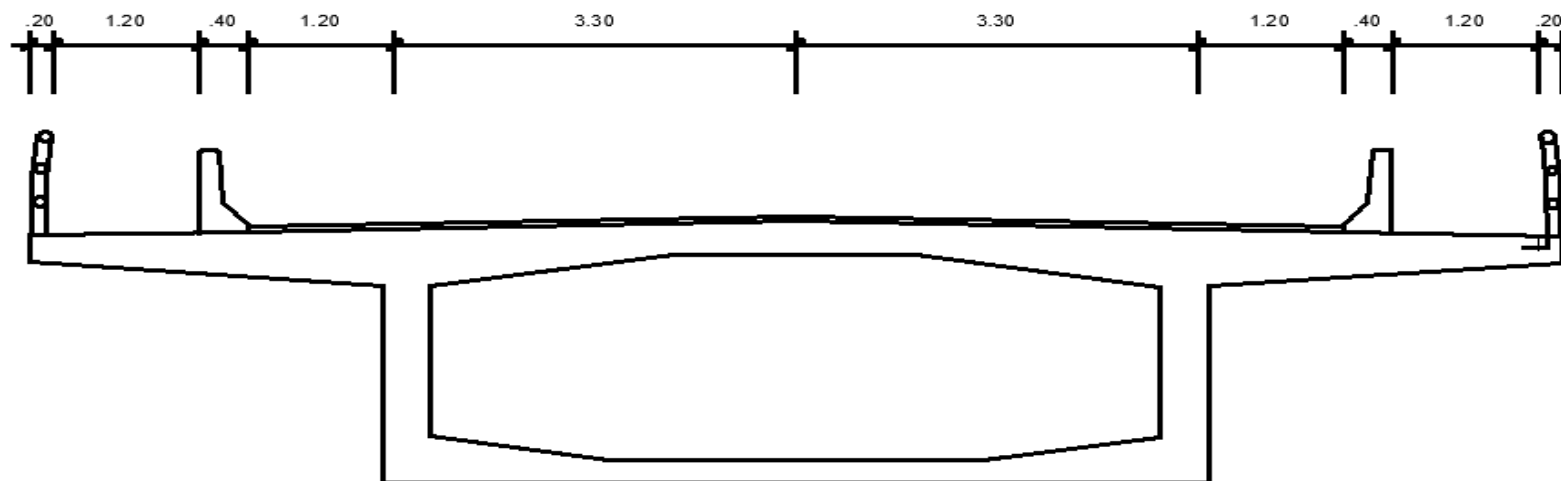
Vista en Planta



Anexo 60: Plano en Planta del Puente Pampa

Fuente: Propia

Sección Típica

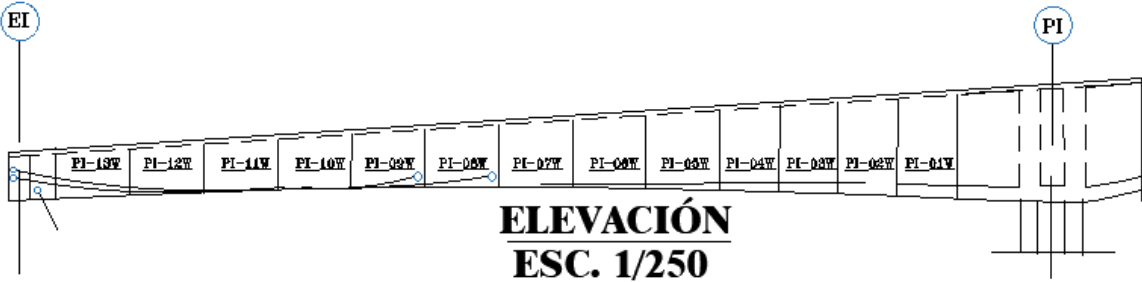


SECCIÓN TÍPICA

Anexo 61: Sección Típica del Puente Pampa

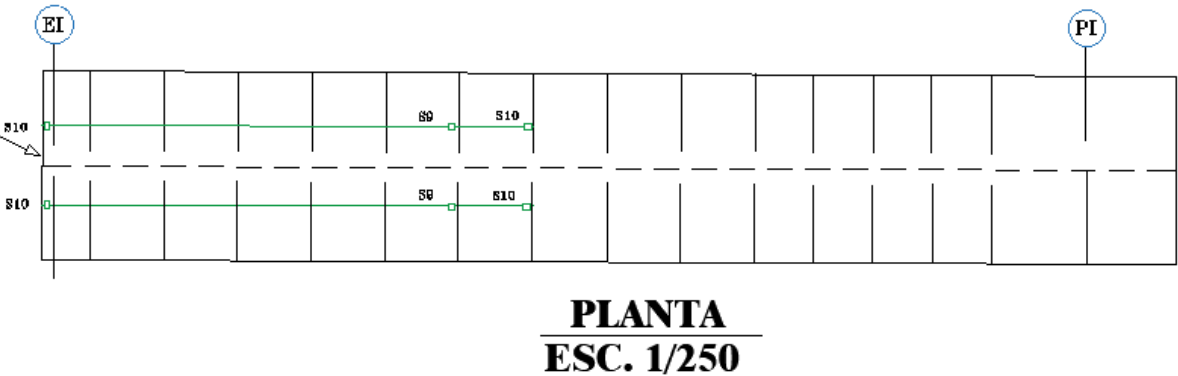
Fuente: Propia

Plano de Elevación



| TENDON | TORONES | ESFUERZO TENSADO |
|--------|---------|------------------|
| S9 | 12X.06" | 75% |
| S10 | 12X.06" | 75% |

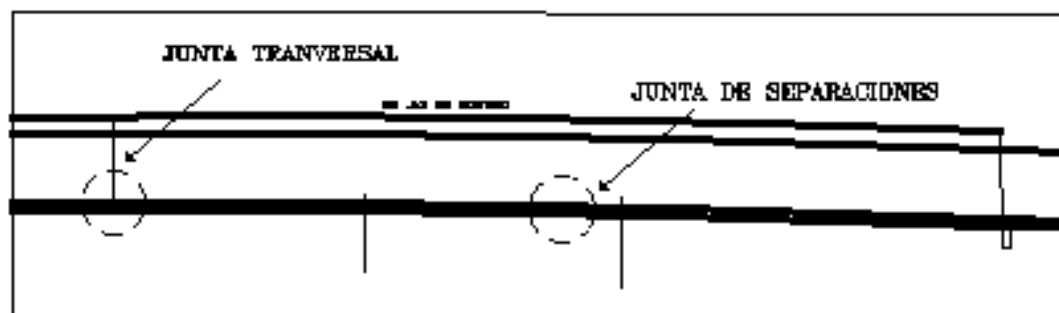
EJE DE PUENTE



Anexo 62: Elevación y Planta del Puente Pampa

Fuente: Propia

Puntos de Anclaje

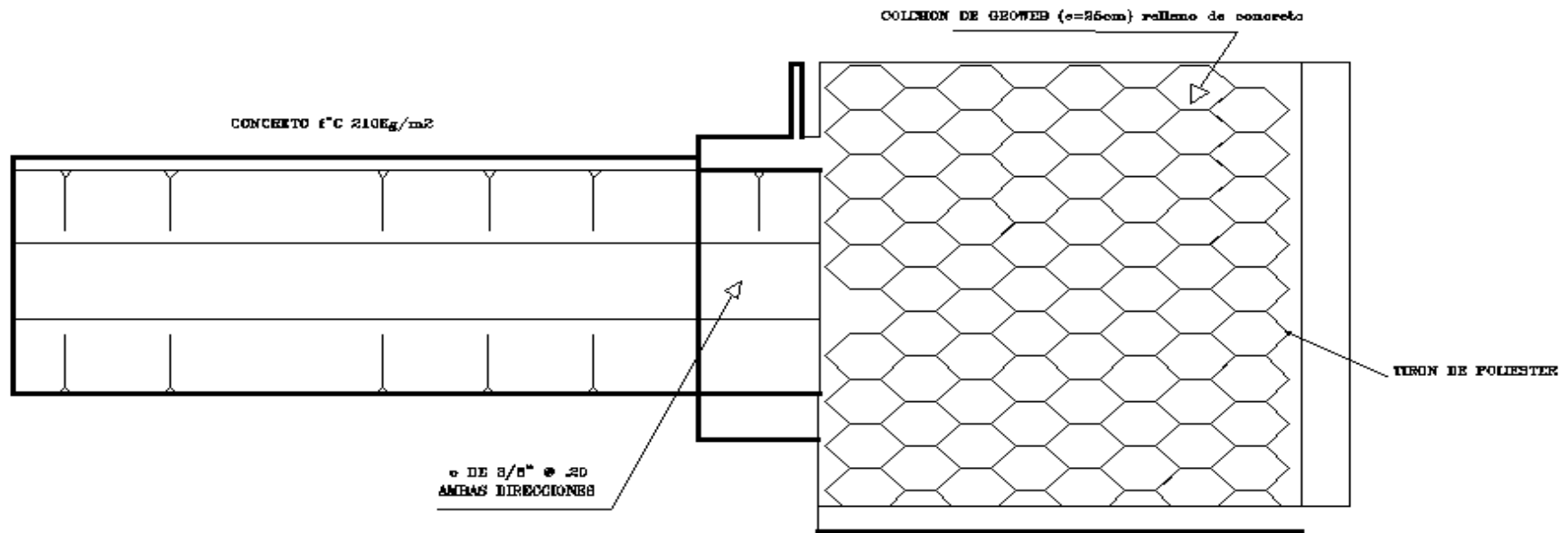


S= 3% DE DRENAJE DERECHO

ANCLAJE EN CANAL DE ALTA PENDIENTE

Anexo 63: Plano de anclaje de Puente Pampa

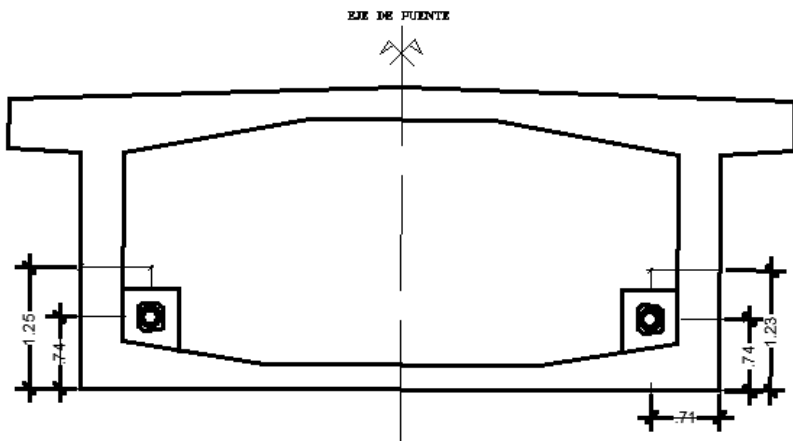
Fuente: Propia



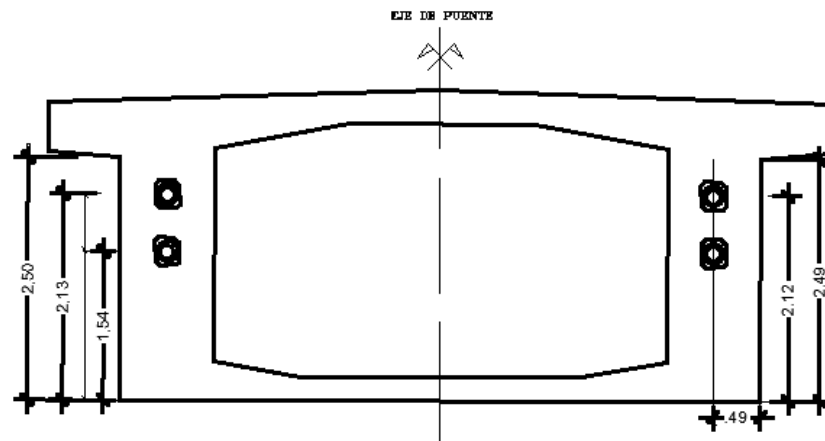
ANCLAJE DE BASE DE PUENTE

Anexo 64: Plano de anclaje de Base del Puente Pampa

Fuente: Propia



CONFIGURACIÓN DEL ANCLAJE A LO LARGO DEL TRAMO LATERAL



CONFIGURACIÓN DEL ANCLAJE A LO LARGO DEL TRAMO LATERAL

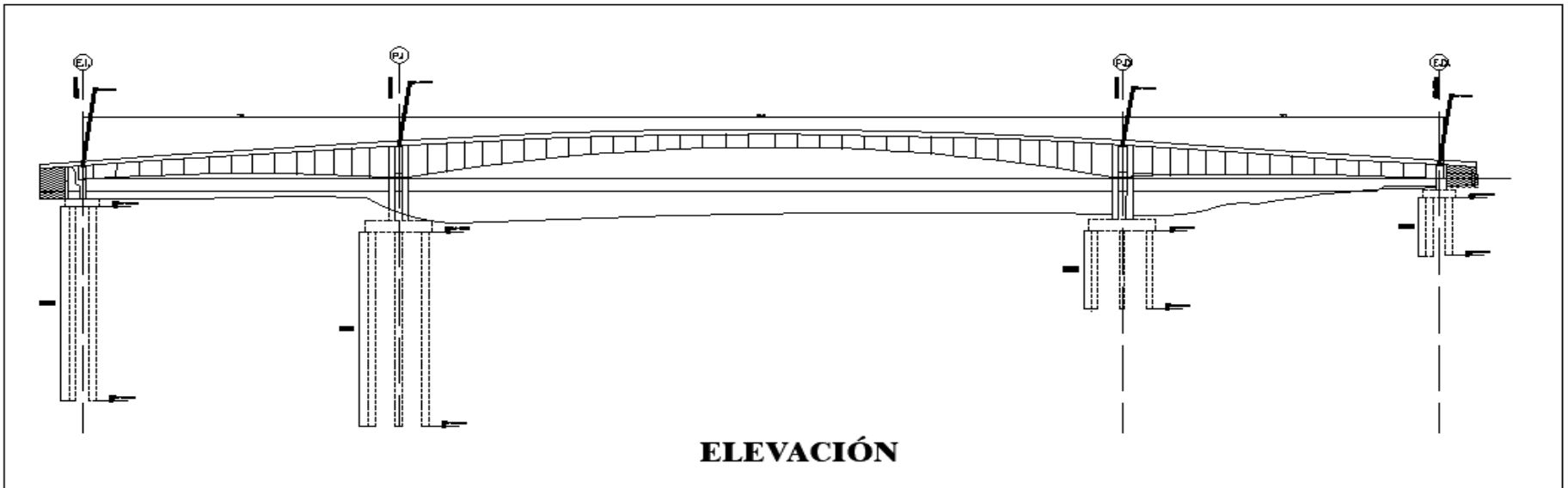
CONFIGURACIÓN DEL ANCLAJE A LO LARGO DEL TRAMO LATERAL

Anexo 65: Plano de configuración de anclaje del Puente Pampa

Fuente: Propia

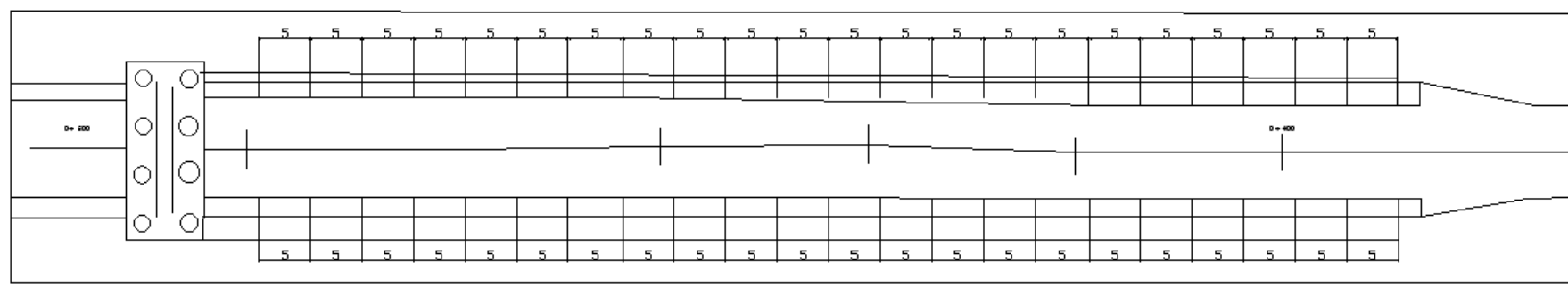
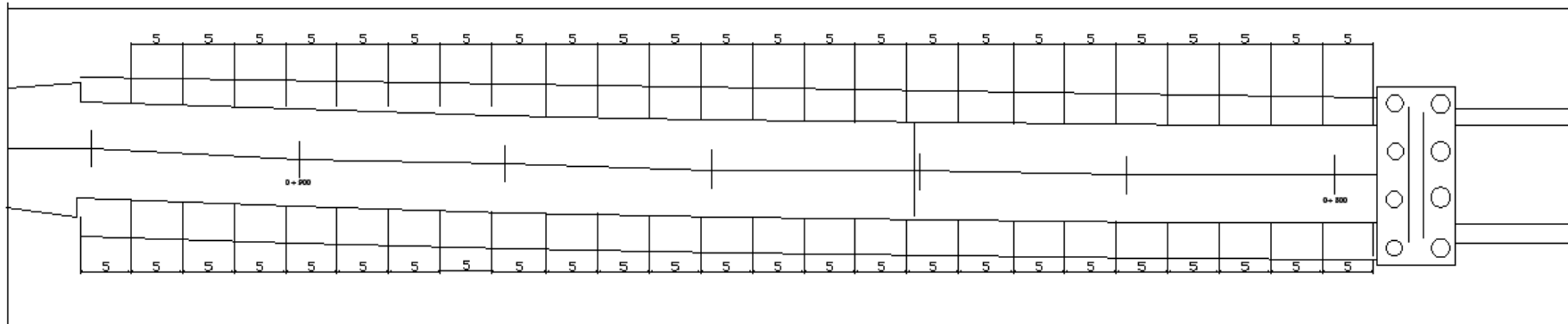
PLANOS DEL PUENTE EL SALVADOR

Plano de Elevación



Anexo 66: Plano de Elevación del Puente El Salvador

Fuente: Propia

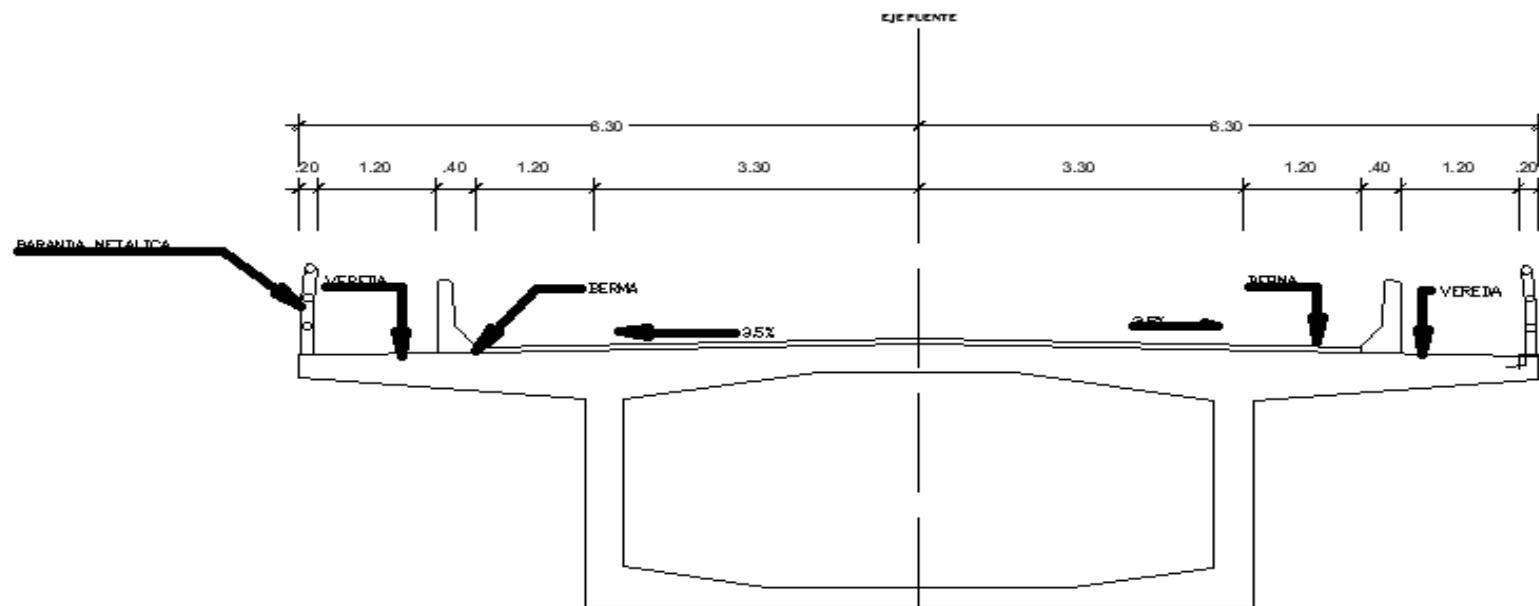


PLANTA_MARGEN-IZQUIERDA

Anexo 67: Plano de Planta del Puente El Salvador

Fuente: Propia

Eje del Puente

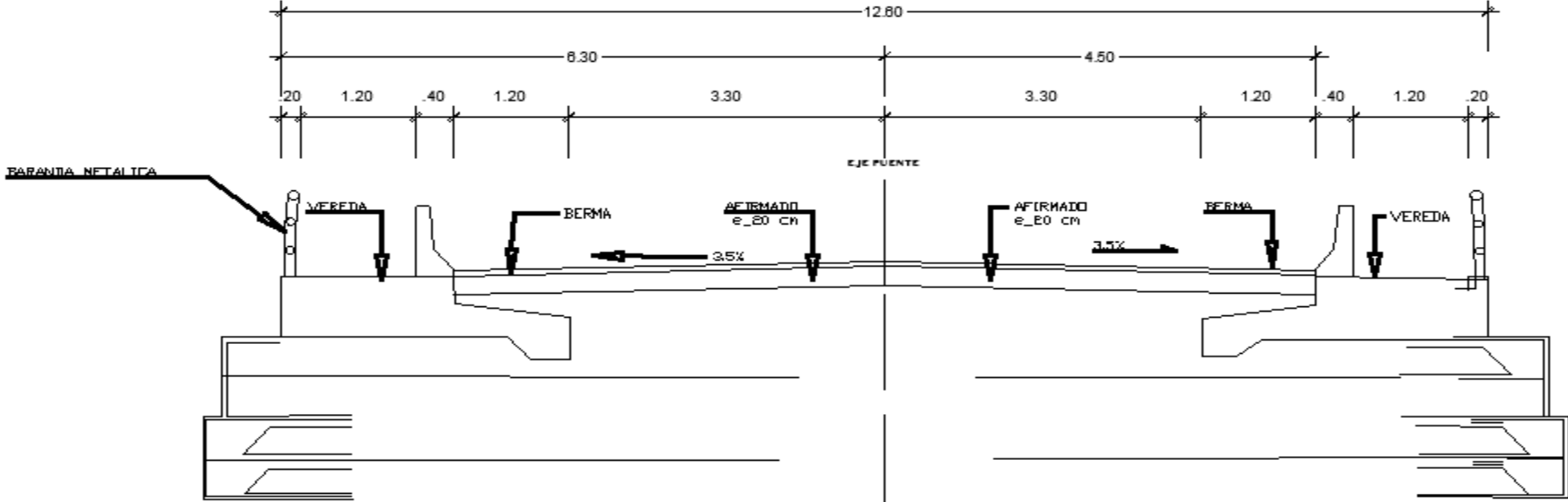


SECCIÓN TÍPICA

Anexo 68: Sección Típica del Puente El Salvador

Fuente: Propia

Sección Típica del Puente

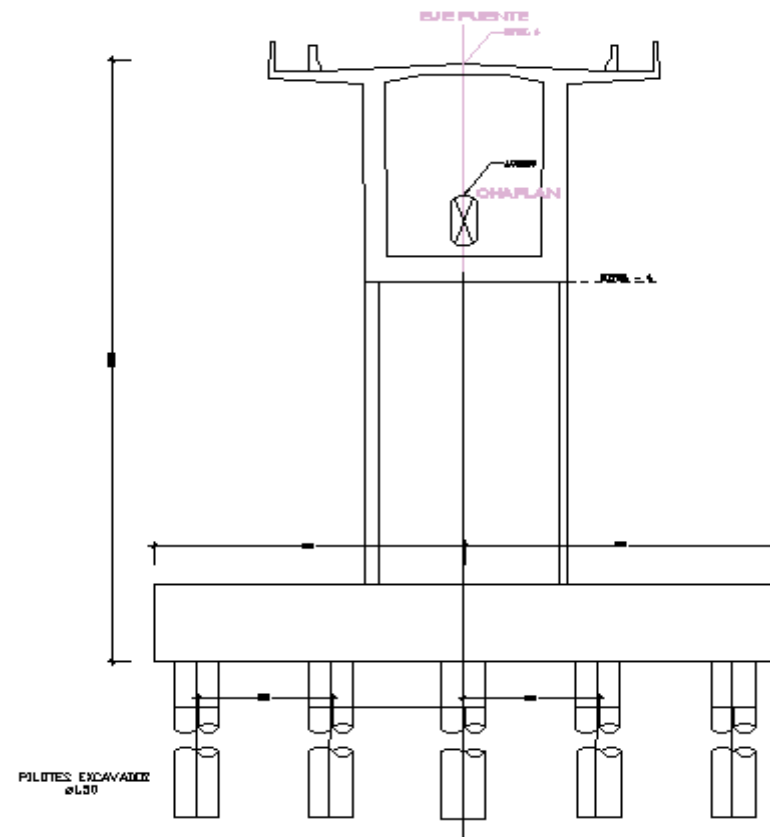


SECCIÓN TÍPICA ACCESO PUENTE

Anexo 69: Sección Típica Acceso del Puente El Salvador

Fuente: Propia

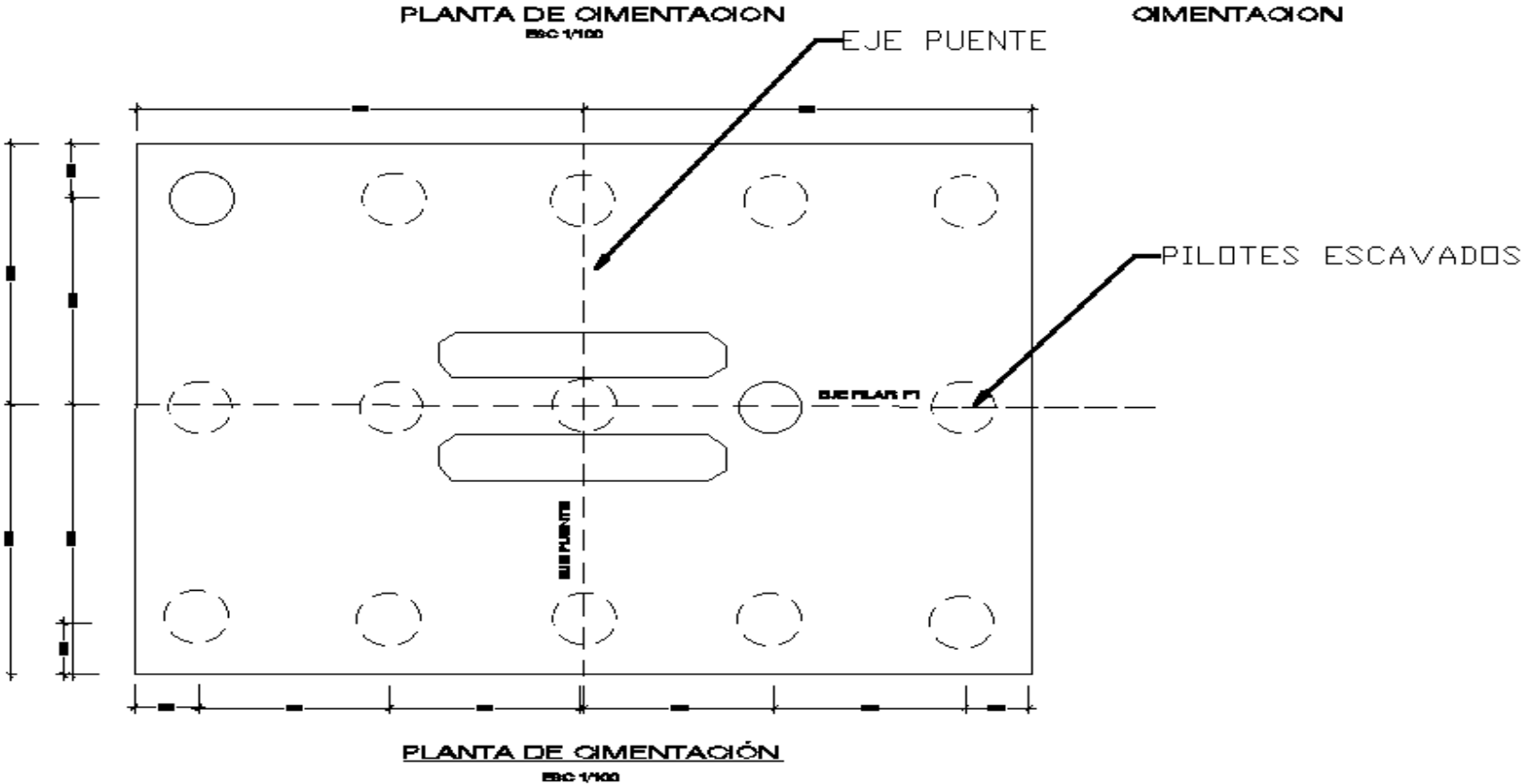
Pilote del Puente



Anexo 70: Pilote del Puente El Salvador

Fuente: Propia

Planta de Cimentación

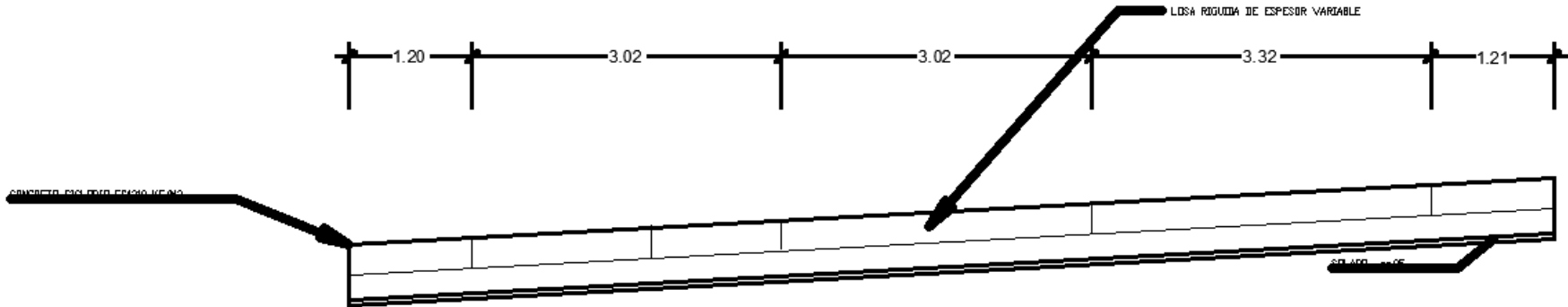


Anexo 71: Planta de Cimentación del Puente El Salvador

Fuente: Propia

Sección Transversal del Puente

EJE DE PUENTE



SECCIÓN TRANSVERSAL

Anexo 72: Sección Transversal del Puente El Salvador

Fuente: Propia

Manual de diseño de puentes 2018(MTC)

Tabla 2.6.4.2.2b-1 Factor de Distribución de Carga Viva para Momento en Vigas Interiores.
(4.6.2.2.2b-1 ASSHTO)

| Tipo de Superestructura | Aplicable para Sección transversal Tabla 2.6.4.2.2.1-1 | Factores de Distribución | Rango de aplicación |
|--|--|---|---|
| Tableros madera sobre vigas madera o acero. | a, 1 | Ver tabla 2.6.4.2.2.2a-1 | |
| Tablero de concreto sobre vigas de madera | 1 | Un carril de diseño cargado: $S/12.0$ Dos o más carriles de diseño cargados: $S/10.0$ | $S \leq 6.0$ |
| Tablero de concreto, Emparrillado con vanos llenos o parcialmente llenos, o emparrillados con vanos no llenos compuesto con losa de concreto armado sobre vigas de acero u concreto; vigas T de concreto, Secciones T y Doble T. | a, e, k y también l, j si está suficiente conectada para actuar como una unidad | Un carril de diseño cargado: $0.06 + \left(\frac{S}{14}\right)^{0.4} \left(\frac{S}{L}\right)^{0.2} \left(\frac{K_g}{12.0Ll^2}\right)^{0.1}$ Dos o más carriles de diseño cargados: $0.075 + \left(\frac{S}{9.5}\right)^{0.6} \left(\frac{S}{L}\right)^{0.2} \left(\frac{K_g}{12.0Ll^2}\right)^{0.1}$ Usar el menor de los valores entre el obtenido de la ecuación anterior con $N_b = 3$ o la Ley de Momentos (Regla de la palanca) | $3.5 \leq S \leq 16.0$ $4.5 \leq t_s \leq 12.0$ $20 \leq L \leq 240$ $N_b \geq 4$ $10,000 \leq K_g \leq 7,000,000$ $N_b = 3$ |
| Viga cajón multi-celdas, de concreto, vaciadas in situ | d | Un carril de diseño cargado: $\left(1.75 + \frac{S}{3.6}\right) \left(\frac{1}{L}\right)^{0.35} \left(\frac{1}{N_c}\right)^{0.45}$ Dos o más carriles de diseño cargados: $\left(\frac{13}{N_c}\right)^{0.3} \left(\frac{S}{5.8}\right) \left(\frac{1}{L}\right)^{0.25}$ | $7.0 \leq S \leq 13.0$ $60 \leq L \leq 240$ $N_c \geq 3$ Si $N_c > 8$ usar $N_c = 8$ |
| Tablero de concreto sobre vigas cajón de concreto separadas o maestras | b, c | Un carril de diseño cargado: $\left(\frac{S}{3.0}\right)^{0.15} \left(\frac{Sd}{12.0L^2}\right)^{0.25}$ Dos o más carriles de diseño cargados: $\left(\frac{S}{6.3}\right)^{0.4} \left(\frac{Sd}{12.0L^2}\right)^{0.125}$ Usar la Ley de momentos (Regla de la Palanca) | $6.0 \leq S \leq 18.0$ $20 \leq L \leq 140$ $18 \leq d \leq 65$ $N_b \geq 3$ $S > 18.0$ |
| Vigas de concreto usadas en tableros multi-viga | f, g | Un carril de diseño cargado: $k \left(\frac{b}{33.3L}\right)^{0.3} \left(\frac{l}{L}\right)^{0.25}$ Donde: $k = 2.5 (N_b)^{0.2} \geq 1.5$ Dos o más carriles de diseño cargados: $k \left(\frac{b}{30.5}\right)^{0.6} \left(\frac{b}{12.0L}\right)^{0.2} \left(\frac{l}{L}\right)^{0.06}$ | $35 \leq b \leq 60$ $20 \leq L \leq 120$ $5 \leq N_b \leq 20$ |

Anexo 73: Factor de Distribución de Carga Viva, Manual de Diseño de Puentes (MTC)

Anexo 74: Cuadro de Superestructura, Manual de Diseño de Puentes (MTC)

| Tipo de Superestructura | Sección Transversal Aplicable de la Tabla 2.6.4.2.2.1-1 | Un Carril de Diseño Cargado | Dos o más Carriles de Diseño Cargados | Rango de Aplicación |
|--|---|---|---|--------------------------|
| Tablero de madera sobre vigas de madera o acero | a, 1 | Ley de momentos | Ley de momentos | N/A |
| Tablero de concreto sobre vigas de madera | 1 | Ley de momentos | Ley de momentos | N/A |
| Tablero de concreto, emparrillado con vanos llenos o parcialmente llenos, o tablero de emparrillado con vanos no llenos compuesto con losa de concreto reforzado sobre vigas de acero o concreto; vigas T de concreto, vigas T y doble T | a, e, k y también i, j si está suficientemente conectada para actuar como una unidad | Ley de momentos | $g = e g_{interior}$ $e = 0.6 + \frac{d_c}{10}$ | $-1.0 \leq d_s \leq 5.5$ |
| | | | Ley de momentos | $N_b = 3$ |
| Viga cajón multiceldas, de concreto, vaciadas en sitio | d | Ley de momentos | $g = e g_{interior}$ $e = 0.64 + \frac{d_c}{12.5}$ | $-2.0 \leq d_s \leq 5.0$ |
| | | o los requisitos para diseño de estructuras que abarcan la totalidad del ancho especificado en el Artículo 2.6.4.2.2.1 (4.6.2.2.1 AASHTO) | | |

2.6.4.1.2.2 Superestructuras de una Sola Viga Torsionalmente Rígida

(4.6.1.2.2 AASHTO)

Excepto para puentes de viga cajón de concreto, una superestructura horizontalmente curva de una sola viga torsionalmente rígida que reúne los requerimientos del Artículo 2.6.4.1.1 (4.6.1.1 AASHTO) puede ser analizado para solicitaciones globales como si se tratara de una viga de eje curvo.

La ubicación del eje neutro será tomada en el centro de gravedad de la sección transversal y la excentricidad de las cargas muertas será establecida por consideración volumétrica.

2.6.4.1.2.3 Puentes de Vigas Cajón de Concreto.

(4.6.1.2.3 AASHTO)

Las Vigas cajón de concreto curvas horizontalmente, pueden ser diseñadas con segmentos rectos, para ángulos hasta 12 grados dentro de un tramo, a no ser que otras solicitaciones afecten y se prescriban otras cosas.

Vigas cajón horizontalmente curvas, multicelulares, llenadas en sitio, pueden ser diseñadas como vigas de un solo eje con segmentos rectos lineales, para ángulos centrales de hasta 34° dentro de un tramo, a menos que como consecuencia por otras solicitaciones se determine de otro modo.

Anexo 75: Definiciones de Superestructura y Puente Cajón, Manual de Diseño de Puentes (MTC)

Tabla 2.6.4.2.2d-1 Factor de Distribución de Carga Viva para Momento en Vigas Longitudinales Exteriores (4.6.2.2.2d-1 ASSHTO).

| Tipo de Superestructura | Sección Transversal Aplicable Tabla 2.6.4.2.2.1-1 | Un Carril de Diseño Cargado | Dos o más Carriles de Diseño Cargados | Rango de Aplicación |
|---|---|---|---|--|
| Tablero de madera sobre vigas de madera o acero | a, 1 | Ley de momentos (regla de la palanca) | Ley de momentos (regla de la palanca) | N/A |
| Tablero de concreto sobre vigas de madera | 1 | Ley de momentos | Ley de momentos | N/A |
| Tablero de concreto, emparrillado con vanos llenos o parcialmente llenos, o emparrillado con vanos no llenos, compuesto con losa de concreto reforzado sobre vigas de acero u concreto; vigas T de concreto, Secciones T y Doble T. | a, e, k y también i, j si está suficiente conectada para actuar como una unidad | Ley de momentos | $g = e g_{interior}$ $e = 0,77 + \frac{d_e}{9.1}$ | $-1.0 \leq d_e \leq 5.5$ |
| | | | Usar el menor de los valores obtenidos de la ecuación anterior con $N_b = 3$ o la ley de momentos | $N_b = 3$ |
| Viga cajón multi-celdas, de concreto, vaciadas in situ | d | $g = \frac{W_e}{14}$ | $g = \frac{W_e}{14}$ | $W_e \leq S$ |
| | | O lo previsto para diseño a todo ancho especificado en el Art. 2.6.4.2.2.1 (4.6.2.2.1 AASHTO) | | |
| Tablero de concreto sobre vigas cajón de concreto separadas o maestras | b, c | Ley de momentos | $g = e g_{interior}$ $e = 0.97 + \frac{d_e}{28.5}$ | $0 \leq d_e \leq 4.5$ $6.0 < S \leq 18.0$ |
| | | | Usar la Ley de momentos | $S > 18.0$ |
| Vigas cajón de concreto usadas en tableros multi-viga | f, g | $g = e g_{interior}$ $e = 1.125 + \frac{d_e}{30} \geq 1.0$ | $g = e g_{interior}$ $e = 1.04 + \frac{d_e}{25} \geq 1.0$ | $d_e \leq 2.0$ |
| Vigas de concreto excepto vigas cajón de concreto usadas en tableros multi-viga | H, también i, j si está conectada solo lo suficiente para prevenir el desplazamiento vertical relativo en la zona de contacto | Ley de momentos | Ley de momentos | N/A |
| Tablero de concreto sobre múltiples vigas cajón de acero | b, c | Como se especifica en la Tabla 2.6.4.2.2.2b-1 | | |

Anexo 76: Factor de Distribución de Carga Viva, Manual de Diseño de Puentes (MTC)

Tabla 2.6.4.2.2.3c-1 Factores de Corrección para Factores de Distribución de Carga Viva para el Corte en el Apoyo de la Esquina Obtusa.

(4.6.2.2.3c-1 ASSHTO)

| Tipo de Superestructura | Aplicable a la Sección Transversal de la Tabla 2.6.4.2.2.1 | Factor de Corrección | Rango de Aplicación |
|---|--|--|--|
| Tablero de concreto, Emparrillado con vanos llenos o parcialmente llenos o tablero emparrillado no lleno, compuesto por losa de concreto reforzado sobre vigas de concreto o acero; vigas T de concreto, Secciones T y Doble T. | a, e, k y también i, j si está suficientemente conectada para actuar como una unidad | $1.0 + 0.20 \left(\frac{12.0 L e_i^2}{K_g} \right)^{0.33} \tan \theta$ | $0^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$ $3.5 \leq S \leq 16.0$ $20 \leq L \leq 240$ $N_b \geq 4$ |
| Viga cajón multi-celda, de concreto, vaciadas in situ. | d | Para la viga exterior $1.0 + \left(0.25 + \frac{12.0 L}{70 d} \right) \tan \theta$ Para la primera viga interior $1.0 + \left(0.042 + \frac{12.0 L}{420 d} \right) \tan \theta$ | $0^\circ < \theta \leq 60^\circ$ $6.0 < S \leq 13.0$ $20 \leq L \leq 240$ $35 \leq d \leq 110$ $N_c \geq 3$ |
| Tablero de concreto sobre vigas cajón de concreto separadas o maestras | b, c | $1.0 + \frac{\sqrt{Ld}}{63} \tan \theta$ | $0^\circ < \theta \leq 60^\circ$ $6.0 \leq S \leq 11.5$ $20 \leq L \leq 140$ $18 \leq d \leq 65$ $N_b \geq 3$ |
| Vigas cajón de concreto usadas en tableros multi-viga | f, g | $1.0 + \frac{12.0 L}{90 d} \sqrt{\tan \theta}$ | $0^\circ < \theta \leq 60^\circ$ $20 \leq L \leq 120$ $17 \leq d \leq 60$ $35 \leq b \leq 60$ $5 \leq N_b \leq 20$ |

Anexo 77: Factor de Corrección para Carga Viva, Manual de Diseño de Puentes (MTC)

2.6.5.6.2.1.1 Longitud de Desarrollo en Tracción

(5.11.2.1.1 AASHTO)

La longitud de desarrollo en tracción, ℓ_d , no deberá ser menor que el producto entre la longitud básica de desarrollo en tracción, ℓ_{db} , aquí especificada y el factor o los factores de modificación especificados en los Artículos 2.6.5.6.2.1.2 y 2.6.5.6.2.1.3 (5.11.2.1.2 y 5.11.2.1.3 AASHTO). La longitud de desarrollo en tracción no deberá ser menor que 12.0 in, excepto para empalmes solapados como se especifica en el Artículo 2.6.5.6.4.3.1 (5.11.5.3.1 AASHTO) y la longitud de desarrollo del refuerzo de corte especificado.

Anexo 78: Longitud de Desarrollo en Tracción, Manual de Diseño de Puentes (MTC)

2.6.5.4.5 P-Δ Requisitos

(4.7.4.5 AASHTO)

El desplazamiento de cada columna o pilar en el sentido longitudinal o transversal deberá satisfacer:

$$\Delta P_u < 0.25 \phi M_n \quad 2.6.5.4.5-1 \quad (4.7.4.5-1 \text{ AASHTO})$$

En la cual:

$$\Delta = R_d \Delta_e \quad 2.6.5.4.5-2 \quad (4.7.4.5-2 \text{ AASHTO})$$

- Si $T < 1.25 T_s$, entonces:

$$R_d = \left(1 - \frac{1}{R}\right) \frac{1.25 T_s}{T} + \frac{1}{R} \quad 2.6.5.4.5-3 \quad (4.7.4.5-3 \text{ AASHTO})$$

- Si $T \geq 1.25 T_s$, entonces:

$$R_d = 1 \quad 2.6.5.4.5-4 \quad (4.7.4.5-4 \text{ AASHTO})$$

Donde:

Δ = desplazamiento del punto de contra flexión en la columna o pilar a el punto de fijeza para la fundación (ft.)

Δ_e = desplazamiento calculado por análisis sísmico elástico (in.)

T = periodo de modo fundamental de vibración (sec.)

T_s = periodo de esquina especificado en Artículo 2.4.3.11.3.2 (sec.)

R = R-factor especificado en Artículo 2.4.3.11.6 (3.10.7 AASHTO)

P_u = carga axial sobre la columna o pilar (kip.)

ϕ = factor de resistencia a la flexión para columnas especificada en el Artículo 2.6.5.5.4.1b (5.10.11.4.1b AASHTO).

M_n = resistencia nominal a la flexión de la columna o pilar calculada con la carga axial sobre la columna o pilar (kip-ft).

Anexo 79: Requisitos y Formulas, Manual de Diseño de Puentes (MTC)

Matriz de Operacionalidad

| Variables de estudio | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensión | Indicadores | Escala de medición |
|--|--|---|--------------------------|---|--------------------|
| Variable Independiente : Método no lineal | Milt(2017) Es un sistema de igualdades y desigualdades sujetas a un grupo de restricciones sobre un conjunto de variables reales desconocidas, con función maximizar o minimizar ,cuando alguna de las restricciones o la función objetivo no son lineales | El método no lineal permite una determinación más precisa de tensiones, esfuerzos, deformaciones, fuerzas y desplazamientos de componentes críticos, resultados que luego se pueden utilizar para la evaluación de la capacidad global y ductilidad del puente. | Peligro Sísmico | - Factor Zona - Perfil de Suelo - Parámetros de Sitio S, Tp y Ti - Construir la función Factor de Amplificación - Sistema Estructural - Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas Ro | Nominal |
| | | | Estudio de Trafico | - Tránsito de vehículos en la zona - Sistema Estructural - Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas Ro | |
| | | | Análisis Puntos Críticos | - Estimación del Peso - Análisis estático | |

Anexo 80: Variable Independiente

Fuente: Propia

| Variables de estudio | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensión | Indicadores | Escala de medición |
|---|--|---|-----------------------------|---|--------------------|
| Variable Dependiente: Diseño Estructural Sismo Resistente | Chevarria (2014) Es un conjunto de elementos conectados con el fin de resistir y/o resistentes organizados en un solo sistema que soportan acciones externas (a estas cargas externas se les llama solicitaciones) porque la estructura es solicitada a soportar cargas; la idea de una estructura conjuga dos aspectos muy importantes: Resistir: soportar cargas, Resistentes: para soportar cargas hay que hacer elementos estructurales. | El diseño estructural consiste en evitar pérdidas de vidas, asegurar la continuidad de los servicios básicos, minimizar los daños a la propiedad. La estructura no debe colapsar sino debería soportar movimientos sísmicos moderados, que puedan ocurrir en el sitio durante su vida de servicio, experimentando posibles daños dentro de límites aceptables | Peligro Sísmico | <ul style="list-style-type: none"> - Factor Zona - Perfil de Suelo - Parámetros de Sitio S, Tp y Ti - Construir la función Factor de Amplificación - Sistema Estructural - Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas Ro | Nominal |
| | | | Estudio de Trafico | <ul style="list-style-type: none"> - Tránsito de vehículos en la zona - Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas Ro - Sistema Estructural | |
| | | | Análisis de Puntos Críticos | <ul style="list-style-type: none"> - Estimación del Peso - Análisis estático | |

Anexo 81: Variable Dependiente

Fuente: Propia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “Análisis Comparativo del Diseño Estructural Sismorresistente empleando el Método no Lineal del Puente Pampas y Salvador, Ayacucho - Apurímac, Huánuco 2021 “

| PROBLEMA | OBJETIVO | HIPOTESIS | VARIABLES | INDICADORES | MÉTODOS | TÉCNICAS | INSTRUMENTOS |
|--|--|---|--|--|--|--|--|
| <p>Problema General:</p> <p>¿De qué manera el empleo del método no lineal influye en el diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <p>¿Cuáles serían los resultados comparativos obtenidos mediante el método no lineal y un método convencional en el diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021?</p> <p>¿Cuáles serían las mejoras estructurales obtenidas mediante el método no lineal en el diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021?</p> <p>¿Cuáles serían los costos comparativos obtenidos mediante el método no lineal y un método convencional en el diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021?</p> | <p>Objetivo General:</p> <p>Determinar de qué manera el empleo del método no lineal influye en el diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>Comparar los resultados obtenidos mediante el método no lineal y un método convencional en el diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021.</p> <p>Determinar las mejoras estructurales obtenidas mediante el método no lineal en el diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021.</p> <p>Comparar los costos obtenidos mediante el método no lineal y un método convencional en el diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021.</p> | <p>Hipótesis General:</p> <p>El empleo del método no lineal influye significativamente en el Diseño Estructural Sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021.</p> <p>Hipótesis Específicas:</p> <p>Los resultados obtenidos mediante el método no lineal y un método convencional influirán significativamente en la comparación del diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021.</p> <p>Las mejoras estructurales obtenidas mediante el método no lineal influirán significativamente en el diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021.</p> <p>Los costos obtenidos mediante el método no lineal y un método convencional influirán significativamente en el diseño estructural sismorresistente de los puentes Pampas y Salvador ,2021.</p> | <p>Variable Independiente:</p> <p>Método no Lineal</p> <p>Variable Dependiente:</p> <p>Diseño Estructural Sismorresistente</p> | <p>Desplazamiento máximo</p> <p>Pre dimensionamiento</p> <p>Modelamiento</p> <p>Análisis estático no lineal pushover</p> <p>PROPIEDADES DEL SUELO</p> <p>PELIGRO SISMICO -FACTORES DE SITIO</p> <p>Flujo vehicular</p> <p>DISEÑO DE DRENAJE</p> <p>NIVEL DE SOCAVACIÓN DE PILARES</p> <p>ESTUDIO DE TRAFICO]</p> | <p>Tipo de Investigación: Cualitativo</p> <p>Nivel de Investigación: Descriptiva</p> <p>Metodología de la Investigación:</p> <p>Diseño de la Investigación: No experimental - transaccional.</p> <p>Universe: Diseño estructural de los puentes ubicado en Ayacucho-Apurímac, Huánuco.</p> <p>Muestra: Diseño estructural de los puentes en Ayacucho-Apurímac, Huánuco 2021.</p> | <p>La técnica usada para la recopilación de datos fue la observación indirecta del comportamiento sísmico en el puente</p> | <p>El software Midas Civil fue el instrumento que se usó para la respectiva recopilación de datos relativo al análisis estructural del puente.</p> |

Anexo 82: Matriz de Consistencia

Fuente: Propia

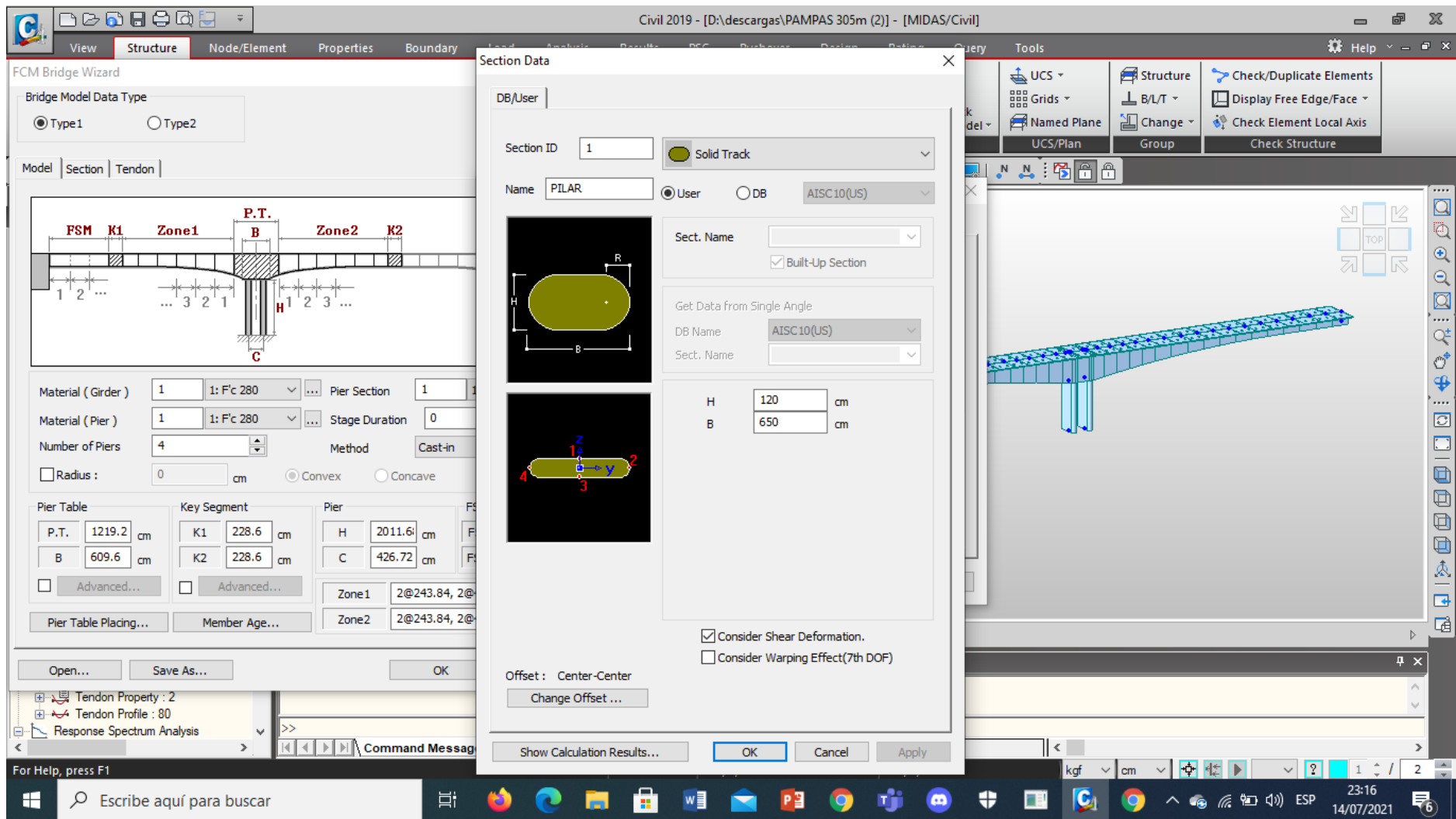
Reducción de Pilares en Puente Pampas

The screenshot displays the 'Section Data' dialog box in the MIDAS/Civil software. The dialog is configured for a pier section with the following details:

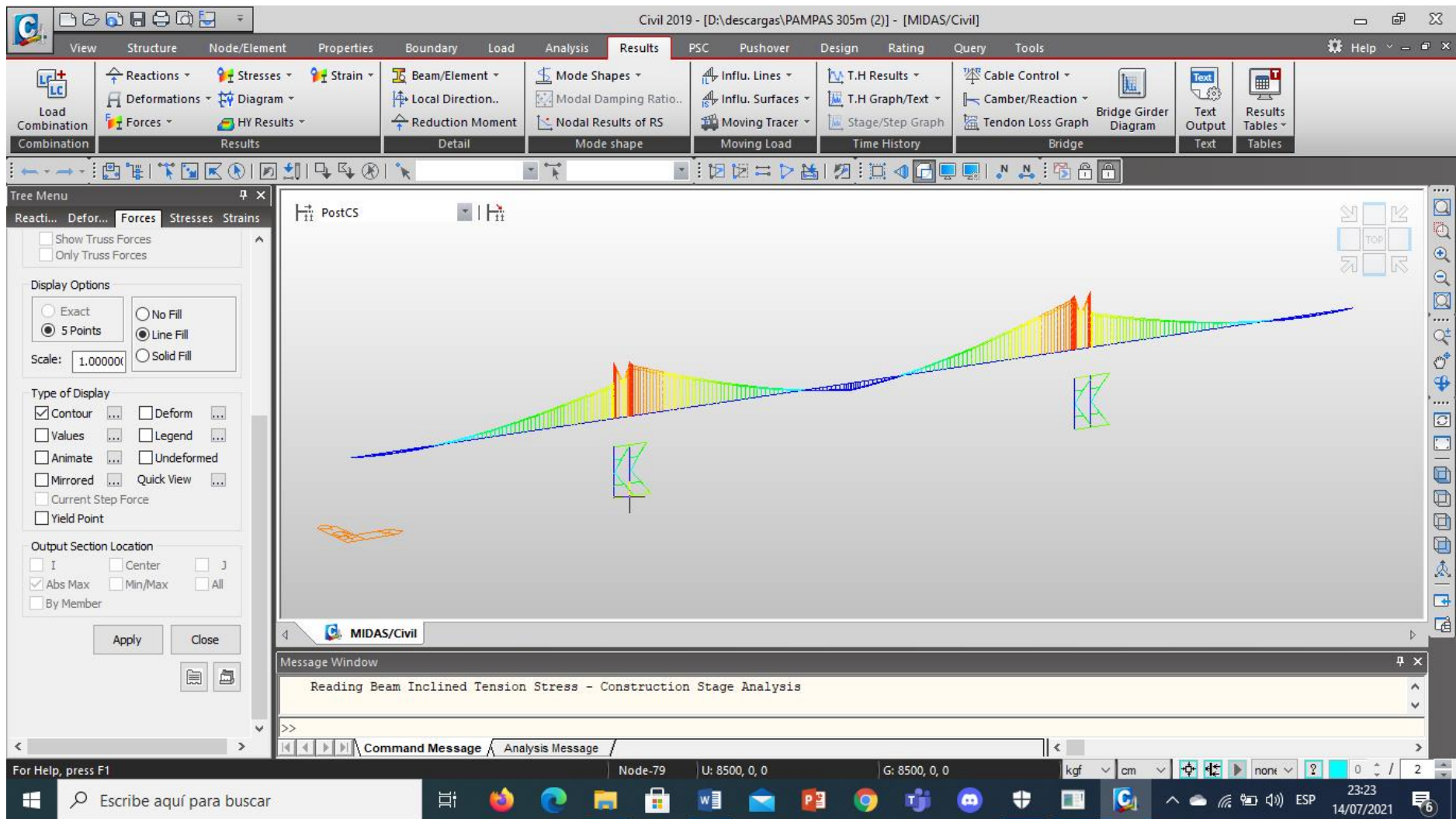
- Section ID:** 1
- Name:** PILAR
- Material:** Solid Track
- DB/User:** User
- DB Name:** AISC10(US)
- Sect. Name:** (empty)
- Built-Up Section:**
- Dimensions:**
 - H: 150 cm
 - B: 680 cm
- Options:**
 - Consider Shear Deformation.
 - Consider Warping Effect(7th DOF)
- Offset:** Center-Center

The background interface shows the 'FCM Bridge Wizard' with a bridge model diagram. The diagram labels various zones (Zone1, Zone2), key segments (K1, K2), and a pier (P.T.). The pier section is highlighted in red. The software interface also shows a table for pier dimensions and a command message window at the bottom.

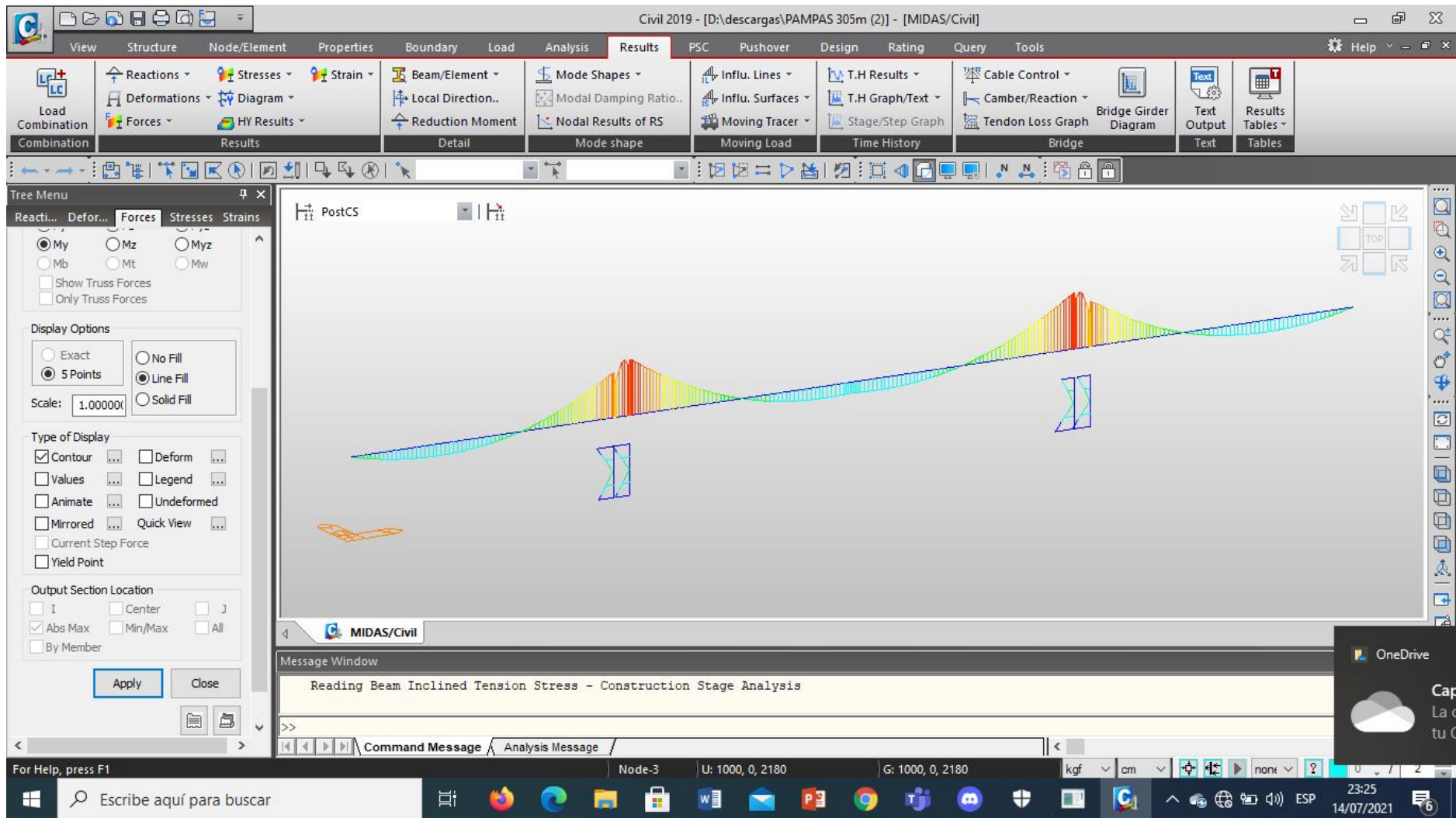
Anexo 83: Dimensiones de Pilar(Normal), elaboración Propia



Anexo 84: Dimensiones de Pilar Reducida(Cambiado), elaboración Propia



Anexo 85: Diagrama con Pilar Reducida (Cambiado), elaboración Propia



Anexo 86: Diagrama con Pilar Reducida en el eje Y (Cambiado), elaboración Propia

Reducción de Pilares en Puente El Salvador

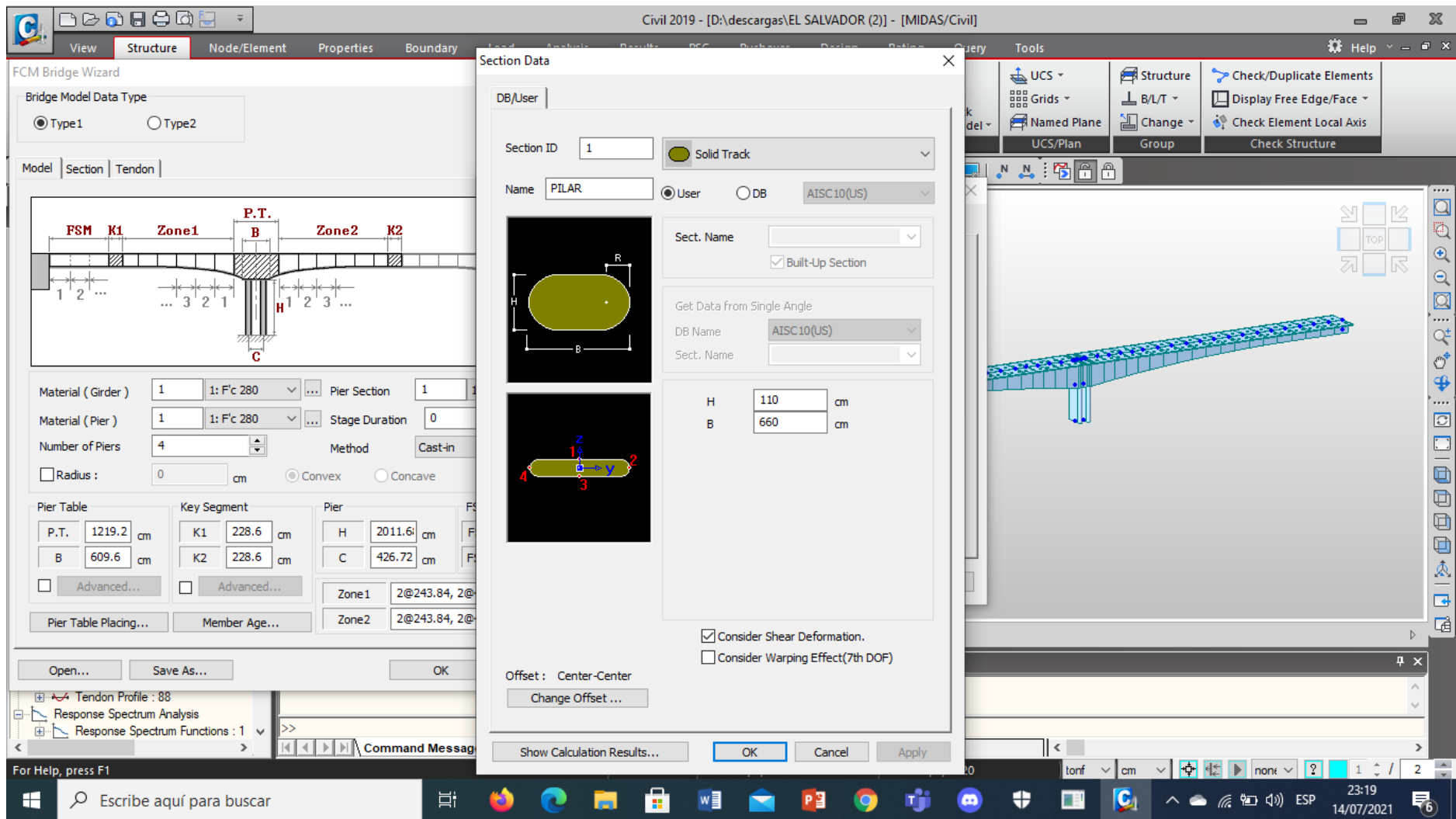
The screenshot displays the 'Section Data' dialog box in the MIDAS/Civil software. The dialog is configured for a pier section with the following details:

- Section ID:** 1
- Name:** PILAR
- Material:** AISC10(US)
- Dimensions:** H = 140 cm, B = 680 cm
- Options:** Built-Up Section, Consider Shear Deformation, Consider Warping Effect(7th DOF)
- Offset:** Center-Center

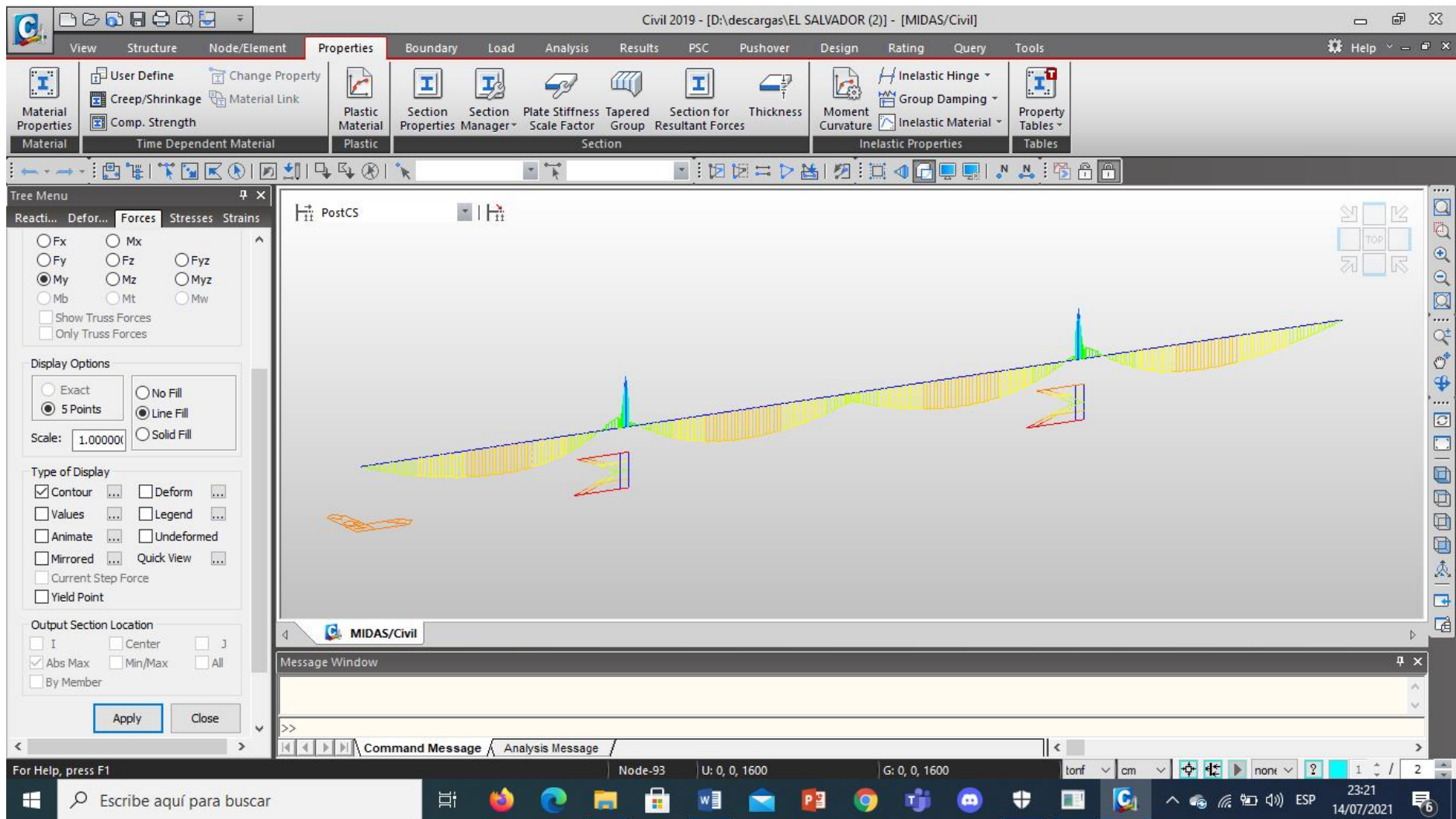
The background 'FCM Bridge Wizard' interface shows a bridge layout with zones (Zone1, Zone2) and key segments (K1, K2). A table below the layout provides the following dimensions:

| Key Segment | Value |
|-------------|-----------------|
| P.T. | 1219.2 cm |
| B | 609.6 cm |
| K1 | 228.6 cm |
| K2 | 228.6 cm |
| H | 2011.6 cm |
| C | 426.72 cm |
| Zone1 | 2@243.84, 2@... |
| Zone2 | 2@243.84, 2@... |

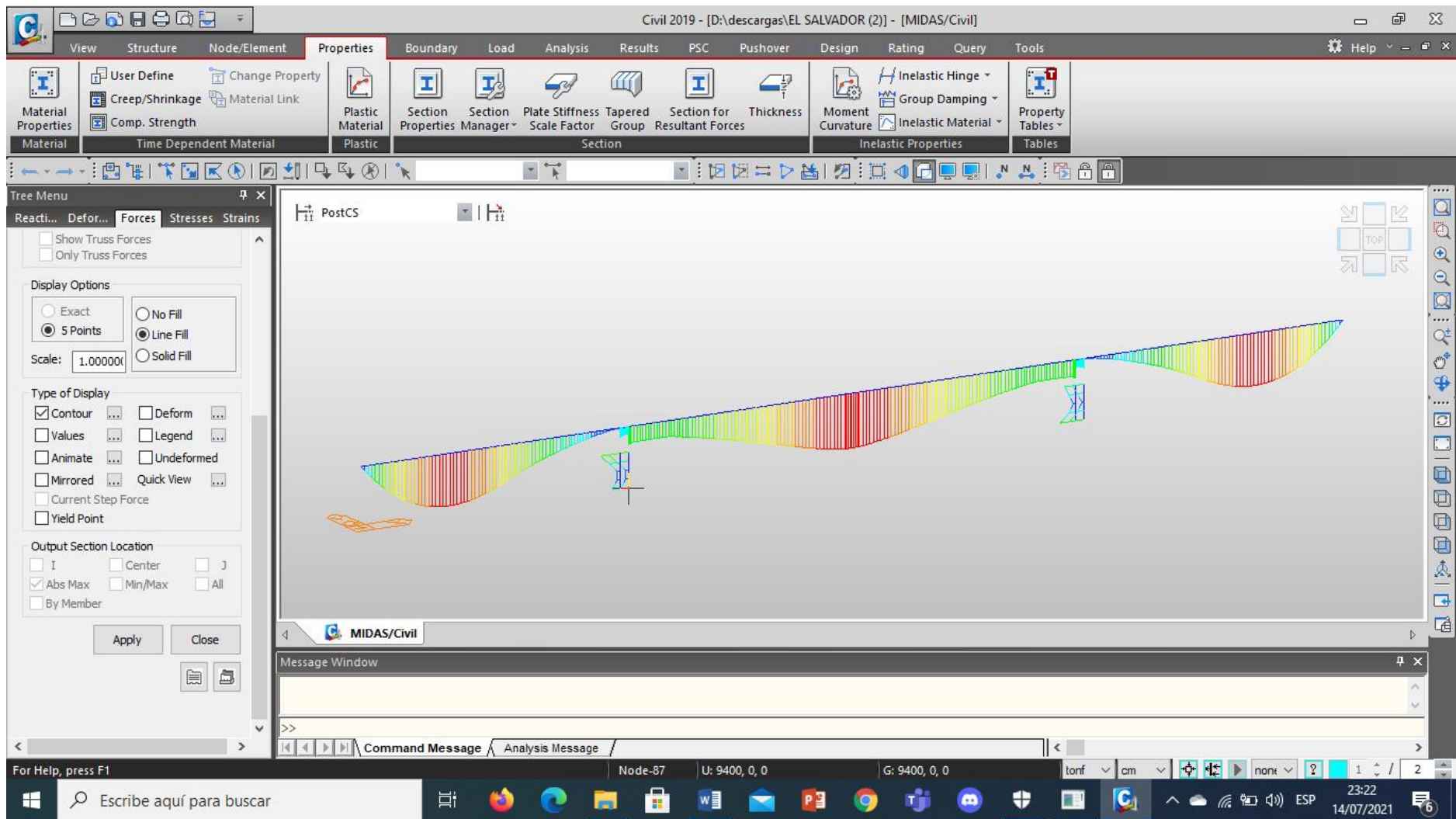
Anexo 87: Dimensiones de Pilar (Normal), elaboración Propia



Anexo 88: Dimensiones de Pilar Reducida(Cambiado), elaboración Propia



Anexo 89: Diagrama con Pilar Reducida en el eje Y (Cambiado), elaboración Propia



Anexo 90: Diagrama con Pilar Reducida en el eje X (Cambiado), elaboración Propia



Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CARBAJAL CCORAHUA GIAMPIERRE JAMFRIN, INJOQUE GONZALES ENMANUEL CALET ALEXANDER estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE EMPLEANDO EL MÉTODO NO LINEAL DEL PUENTE PAMPAS Y SALVADOR, AYACUCHO - APURÍMAC, HUÁNUCO 2021 ", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

| Nombres y Apellidos | Firma |
|---|---|
| INJOQUE GONZALES ENMANUEL CALET ALEXANDER DNI: 73585937 ORCID 0000-0002-6452-401X | Firmado digitalmente por: GONZALESEN el 21-07- 2021 09:50:11 |
| CARBAJAL CCORAHUA GIAMPIERRE JAMFRIN DNI: 73891364 ORCID 0000-0003-0970-8745 | Firmado digitalmente por: GCARBAJALCC el 09-07- 2021 23:46:59 |

Código documento Trilce: INV - 0295316

