

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“MODELO BIM PARA LA PLANEACIÓN DE LA OBRA DEL NUEVO
PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RÍO HUALLAGA – SAN MARTÍN, 2022”**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. CHÁVEZ ZAVALETA, Royer Jaison

ASESOR:

Mg. Ing. MIRANDA TEJADA, Héctor Hugo

CAJAMARCA – PERÚ

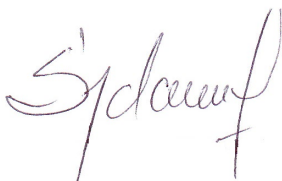

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

FACULTAD DE INGENIERÍA

- Investigador:** CHÁVEZ ZAVALA ROYER JAISON
DNI: 71484515
Escuela Profesional: Ingeniería Civil
- Asesor:** Héctor Hugo Miranda Tejada
Facultad: Ingeniería
- Grado académico o título profesional**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:**
"MODELO BIM PARA LA PLANEACIÓN DE LA OBRA DEL NUEVO PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RÍO HUALLAGA – SAN MARTÍN, 2022"
- Fecha de evaluación:** 29/10/2024
- Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 24 %
- Código Documento:** 3117:399970588
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 31/10/2024

 <hr/> <p>FIRMA DEL ASESOR Nombres y Apellidos Héctor Hugo Miranda Tejada DNI: 26617213</p>	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN</p>  <hr/> <p>Dra. Ing. Laura Sofía Bazán Díaz DIRECTORA</p> <hr/> <p>UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI</p>
--	--

COPYRIGHT © 2024 by
ROYER JAISON CHÁVEZ ZAVALA
Todos los derechos reservados

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme dado la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesarias para completar este trabajo. A mi familia, especialmente a mis padres, por su amor incondicional, paciencia y apoyo constante en cada paso de mi formación académica y personal.

Agradezco de manera especial a mi asesor de tesis, el Mg. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada, por su orientación experta, sus valiosas sugerencias y su paciencia durante todo el proceso de investigación. Su dedicación y compromiso han sido fundamentales para la culminación exitosa de este trabajo.

Quiero extender mi más sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Cajamarca por proporcionarme un ambiente académico enriquecedor y las herramientas necesarias para desarrollar esta investigación. Su apoyo y recursos han sido esenciales para el desarrollo de este trabajo.

También quiero expresar mi gratitud a mis compañeros de estudio y amigos, quienes con su compañía, apoyo moral y estímulo me ayudaron a mantener la motivación en los momentos más difíciles. Sus palabras de aliento y confianza en mis capacidades han sido de gran valor.

Finalmente, quiero agradecer a las personas que, de alguna manera, contribuyeron a la realización de este proyecto, brindándome su tiempo, conocimientos y recursos. A cada uno de ustedes, mi más sincero agradecimiento.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a todas las personas que han sido una fuente inagotable de inspiración y apoyo en mi vida.

A mis padres, quienes, con su amor, sacrificio y dedicación, me han enseñado el valor del esfuerzo y la importancia de la educación. Su ejemplo y constante apoyo me han permitido llegar hasta este punto y me han dado la fortaleza para superar cada obstáculo.

A mis hermanos, por ser mi refugio en los momentos difíciles y por confiar siempre en mí. Su apoyo incondicional y sus palabras de ánimo han sido una motivación constante para seguir adelante.

A mis amigos, que han estado a mi lado en cada etapa de este proceso. Su amistad y compañía me han brindado el equilibrio necesario para seguir adelante con este proyecto.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
CONTENIDO	v
RESUMEN	xiii
ASBSTRACT	xiv
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.4. DEFINICIÓN DE VARIABLES	3
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.6. ALCANCES Y DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.7. LIMITACIONES	6
1.8. OBJETIVOS.....	7
1.9. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO.....	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN	10
2.1.1. Antecedentes Internacionales	10
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	13
2.1.3. Antecedentes Locales	15

2.2.	BASES TEÓRICAS	17
2.2.1.	Planificación de obra	17
2.2.2.	Beneficios de la planificación de obra.....	18
2.2.3.	Cronograma de Trabajo	18
2.2.4.	Presupuesto de Obra	19
2.2.5.	BIM (Building Information Modeling)	19
2.2.6.	Beneficios de la aplicación BIM	21
2.2.7.	Modelo BIM	23
2.2.8.	Usos BIM.....	23
2.2.9.	Fases del Modelo BIM	25
2.2.10.	Dimensiones BIM.....	26
2.2.11.	Nivel de Información Necesaria (LOIN).....	28
2.3.	Definición de Términos Básicos	37
2.3.1.	BIM (Building Information Modeling)	37
2.3.2.	Metrado.....	37
2.3.3.	Costo.....	37
2.3.4.	Gestión de Proyectos	37
2.3.5.	Innovación	37
2.3.6.	Planificación.....	38
2.3.7.	Tecnología	38
2.3.8.	Tiempo de Construcción.....	38

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	39
3.2. PERÍODO DE INVESTIGACIÓN	41
3.3. METODOLOGÍA	42
3.4. POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	42
3.5. MUESTRA.....	42
3.6. UNIDAD DE ANALISIS.....	43
3.7. PROCEDIMIENTO	43
Cuantificación de la Reducción de Metrados:.....	43
Evaluación de la Variación de Costos:.....	44
Comparación de la Programación de la Obra:.....	44
Evaluación del Impacto en la Coordinación Multidisciplinaria:.....	44
3.7.1. Cuantificación de la Reducción de Metrados.....	45
3.7.2. Determinar la Variación de Costos:.....	62
3.7.3. Contrastar la Programación de la Obra:	72
3.7.4. Realizar una simulación constructiva y Detectar Interferencias:	77
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	79
4.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	79
4.1.1. Análisis y Discusión en los Metrados.....	79
4.1.2. Análisis y Discusión de los Costos.....	81
4.1.3. Análisis y Discusión en los Tiempos del proyecto.....	82

4.1.4.	Análisis y Discusión con Respecto a la Simulación Constructiva y la Detección de Interferencias	83
4.2.	CORROBORACIÓN DE HIPÓTESIS.....	86
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		88
5.1	CONCLUSIONES.....	88
5.2	RECOMENDACIONES	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		90
APÉNDICE		94
APÉNDICE A: VISTA REALISTA DEL MODELADO BIM EN PLANTA.....		94
APÉNDICE B: VISTA REALISTA DEL MODELADO BIM EN CORTE.....		94
APÉNDICE C: VISTA REALISTA DEL MODELADO BIM EN ISOMÉTRICO.....		95
APÉNDICE D: VISTA DEL MODELADO BIM CON EL ACERO MODELADO.....		96
APÉNDICE E: VISTA DEL MODELADO BIM CON LA ESTRUCTURA METÁLICA		97
APÉNDICE F: VISTA DEL MODELADO BIM CON LA INTERFERENCIA DETECTADA EN EL ASPECTO CONSTRUCTIVO		98
APÉNDICE G: HOJA RESUMEN Y PRESUPUESTO ELABORADO EN DELPHIN EXPRESS		99
APÉNDICE H: CRONOGRAMA DE OBRA ELABORADO CON DELPHIN EXPRESS		102
APÉNDICE I: INFORME DE INTERFERENCIAS EN NNAVISWORKS		104
ANEXOS 113		

ANEXO A: RESUMEN DE METRADOS DEL PROYECTO DEL PUENTE HUALLAGA (Resaltados los Ítems Evaluados).....	113
ANEXO B: CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO DEL PUENTE HUALLAGA (Resaltados los Ítems Evaluados).....	119
ANEXO C: PRESUPUESTO DEL PROYECTO DEL PUENTE HUALLAGA (Resaltados los Ítems Evaluados).....	125
ANEXO D: MODELADO DE LA SUB-ESTRUCTURA	132
ANEXO E: MODELADO DE LA SUPER-ESTRUCTURA	140
ANEXO F: PLANOS DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PROYECTO DEL PUENTE ATIRANTADO HUALLAGA.....	145

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Componentes del grupo de procesos de planificación.....	17
Tabla 2. Coordenadas de Ubicación del Puente Huallaga.....	39
Tabla 3. Período y Actividades de la presente investigación	41
Tabla 4. Parámetros de diseño Vial del Puente Huallaga.....	45
Tabla 5. Variación Porcentual de Metrados	57
Tabla 6. Variación Porcentual del presupuesto: Metodología Tradicional VS Metodología BIM.....	64
Tabla 7. Comparativa del cronograma de Actividades Metodología Tradicional VS Metodología BIM.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema General para la Elaboración de un Presupuesto Total de Obra.....	19
Figura 2. Usos BIM Nacionales	24
Figura 3. Fases de Metodología BIM en el ciclo de vida de un Proyecto.....	25
Figura 4. Ciclo de vida de un Proyecto según BIM	26
Figura 5. Dimensión BIM.....	27
Figura 6. Nivel de Información Necesaria (LOIN)	29
Figura 7. Progresividad del nivel de información necesaria según las fases del Ciclo de Inversión.....	30
Figura 8. Niveles de LOD	33
Figura 9. Matriz de NIVEL DE DETALLE (LOD).....	34
Figura 10. Ejemplo de LOD en Infraestructura: Viaductos/Puentes.....	35
Figura 11. Matriz de Nivel de Información (LOI)	36
Figura 12. Ubicación Departamental, Región San Martín	39
Figura 13. Ubicación Provincial en la Región de San Martín, Provincia de Tocache	40
Figura 14. Ubicación Distrital del Área del Proyecto	40
Figura 15. Vista General del Área del Proyecto.....	41
Figura 16. Puente Huallaga-Sección Transversal.....	46
Figura 17. Torre de Concreto Armado-Super Estructura Puente Huallaga.....	48
Figura 18. Cimentación de las Torres-Puente Huallaga.....	50
Figura 19. Cimentación de Estribos-Puente Huallaga.....	51
Figura 20. Importación de archivo IFC a Delphin Express.....	56
Figura 21. Variación Porcentual de la Metodología BIM frente a la Tradicional en Metrados	61

Figura 22. Integración de los Datos del presupuesto y la información del modelado BIM al Presupuesto en Delphin Express.....	62
Figura 23. Variación Porcentual de la Metodología BIM frente a la Tradicional en Costos	71
Figura 24. Modelo Importado para la gestión y programación 4D	72
Figura 25. Variación en días de las partidas del proyecto Metodología Tradicional VS BIM	77
Figura 26. Simulación Constructiva con el uso de Navisworks.....	78
Figura 27. Interferencia Detectada en el Proceso Constructivo	84
Figura 28. Detección de Interferencias con el Clash Detective en Navisworks.....	85

RESUMEN

En la presente investigación se analizó la implementación del modelo BIM (Building Information Modeling) en la planificación del nuevo puente vehicular sobre el río Huallaga, en la región de San Martín, Perú. El objetivo fue evaluar cómo el uso de BIM impacta en la reducción de metrados, costos, tiempos de ejecución y en la detección temprana de interferencias y errores constructivos, en comparación con los métodos tradicionales de planificación. A través de herramientas como Revit, Navisworks y Delphin Express, se realizaron simulaciones y análisis comparativos. Los resultados indicaron que el uso de BIM permitió una reducción significativa del 41.5% en partidas clave de metrados, reduciendo el presupuesto total del proyecto en un 6.26%. Asimismo, BIM mejoró el cronograma de obra, logrando disminuir el tiempo total de ejecución en hasta 126 días o un 19.09% de las partidas evaluadas. Gracias a la simulación constructiva, se detectaron interferencias en elementos estructurales y un error en el proceso de construcción. Estos resultados subrayan la relevancia de implementar BIM en futuros proyectos de puentes, especialmente en contextos como el de Perú, donde sus beneficios en términos de reducción de costos, eficiencia temporal y optimización de recursos pueden transformar la gestión de proyectos complejos.

PALABRAS CLAVE: Modelo BIM, Planificación de proyectos, Infraestructura, Reducción de Metrados, Coordinación multidisciplinaria, Simulación, BIM 4D, BIM 5D

ASBSTRACT

This study analyzed the implementation of the Building Information Modeling (BIM) approach in planning the new vehicular bridge over the Huallaga River in the San Martín region of Peru. The objective was to assess how BIM impacts quantity estimation, cost reduction, execution time, and the early detection of structural interferences and construction errors, compared to traditional planning methods. Through tools such as Revit, Navisworks, and Delphin Express, simulations and comparative analyses were conducted. The findings revealed that BIM enabled a significant reduction of 41.5% in key quantity estimates, optimizing the project budget by 6.26%. Additionally, BIM enhanced the project timeline, reducing the total execution time by up to 126 days or 19.09% of the evaluated tasks. Constructive simulation allowed for the detection of structural interferences and an error in the construction process. These results highlight the importance of implementing BIM in future bridge projects, especially in contexts like Peru, where benefits in terms of cost reduction, time efficiency, and resource optimization can significantly transform complex project management.

KEYWORDS: BIM Model, Project Planning, Infrastructure, Quantity Reduction, Multidisciplinary Coordination, Simulation, BIM 4D, BIM 5D.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desarrollo de infraestructuras en regiones emergentes, como San Martín, Perú, es crucial para mejorar la conectividad y el progreso económico y social. No obstante, a nivel nacional, la construcción de puentes sigue basándose en sistemas tradicionales, que dependen de herramientas no integradas, como AutoCAD, Excel, S10 y Ms Project, para las etapas de diseño, planificación y ejecución. Esta fragmentación tecnológica genera problemas de coordinación, lo que lleva a frecuentes errores, demoras y sobrecostos en los proyectos. Según la Contraloría General de la República, hay 867 obras paralizadas en el país, muchas de las cuales se deben a deficiencias técnicas en la planificación y ejecución, derivadas de la falta de un sistema unificado que integre las distintas especialidades y fases del proyecto (Vidal Merino, 2021).

Un estudio realizado por Bohórquez Castellanos y Mejía Aguilar (2018) revela que los proyectos de infraestructura, como los puentes, clasificados como TIP II, son particularmente propensos a sobrecostos considerablemente mayores en comparación con otros tipos de infraestructuras viales, como carreteras. Su análisis global indica que los puentes presentan un sobrecosto promedio del 26.9%, atribuible a errores en la planificación y falta de coordinación interdisciplinaria, así como a modificaciones de diseño no anticipadas y deficiencias en la gestión de la información durante la ejecución del proyecto. Estos sobrecostos y problemas de ejecución subrayan la necesidad urgente de modernizar los métodos de construcción mediante la adopción de tecnologías más avanzadas.

En el ámbito de la construcción de puentes, estos problemas se agravan debido a la complejidad estructural de las obras y a las altas exigencias de precisión durante las etapas de diseño y ejecución. Los métodos tradicionales han demostrado ser ineficientes para

mitigar estos desafíos, lo que resalta la importancia de explorar alternativas como el Modelado de Información de Construcción (BIM), una metodología avanzada que facilita la integración de todas las fases del proyecto, desde la planificación hasta la ejecución.

El motivo de la elección del puente Huallaga como objeto de estudio para la presente investigación radica en su relevancia estratégica en la región de San Martín, Perú. Este puente representa una obra de infraestructura crítica para la conectividad y el desarrollo socioeconómico de los poblados aledaños, como Santa Lucía y Nueva Unión, quienes dependen de esta estructura para el transporte de bienes y el acceso a servicios. Además, al ser un proyecto complejo que incluye todas las partidas necesarias para su ejecución, el puente Huallaga exige un nivel de planificación detallado y preciso. Su diseño único como puente atirantado y su construcción mediante volados sucesivos representan un desafío que pone a prueba la capacidad de la metodología BIM para mejorar el proceso. La implementación de BIM en este proyecto permite una evaluación exhaustiva de sus beneficios, como la reducción de errores y costos, la disminución del tiempo de ejecución y la detección temprana de interferencias en proyectos de alta envergadura.

Este estudio tiene como propósito analizar cómo la implementación de BIM puede mejorar la precisión en la planificación del nuevo puente vehicular sobre el río Huallaga, comparando los resultados con los obtenidos mediante métodos tradicionales. Se busca evidenciar los beneficios de esta metodología en términos de reducción de errores, costos y tiempos de ejecución, ofreciendo un marco de referencia sólido para su adopción en futuros proyectos de infraestructura en Perú y en otras regiones con características similares.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿En cuánto reduce la implementación del Modelado de Información de Construcción (BIM) los metrados, costos, tiempos de ejecución y errores en la planificación de la construcción del nuevo puente vehicular sobre el río Huallaga, en comparación con los métodos tradicionales?

1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

La implementación del Modelado de Información de Construcción (BIM) en la planificación del nuevo puente vehicular sobre el río Huallaga reduce aproximadamente un 30% los metrados, un 5% en los costos y en un 20% los tiempos de ejecución. Asimismo, la simulación constructiva facilitó la detección de errores de diseño y permitió identificar interferencias y conflictos entre las disciplinas involucradas en el proyecto.

1.4. DEFINICIÓN DE VARIABLES

En la presente tesis se tienen las siguientes variables:

1.4.1. *Variable Independiente*

- **Implementación de un Modelo BIM (Building Information Modeling).** Abarca el uso de la metodología BIM en la fase de la planeación del proyecto del Puente Vehicular sobre el Río Huallaga.

1.4.2. *Variables Dependientes*

- **Metrados:** Se evaluó la precisión en la obtención de metrados (cálculos exactos de cantidades de materiales necesarios para la obra) utilizando BIM frente a los métodos tradicionales. BIM permitió generar metrados de manera automatizada, lo que puede reducir los errores y mejorar la precisión en la planificación de materiales, impactando directamente en los costos y tiempos del proyecto.

- **Costos:** Se incluyó la medición de la reducción de sobrecostos en comparación con los métodos tradicionales. Se evaluó el efecto del uso de BIM en la reducción de gastos adicionales imprevistos durante la planificación.
- **Tiempo:** Se midió el tiempo total que llevó completar el proyecto, desde la planificación hasta la ejecución final, evaluando si BIM permitió una reducción en los plazos en comparación con los métodos tradicionales.
- **Detección de Interferencias:** Se recreó virtualmente el proceso de construcción del proyecto, lo que facilitó la identificación temprana de posibles problemas en esta etapa de planificación. Además, fue posible detectar interferencias o conflictos entre las diferentes disciplinas involucradas.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación adquiere justificación práctica al tener como objetivo introducir mejoras en la planificación del nuevo puente vehicular sobre el río Huallaga mediante la implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling). Esta metodología busca resolver problemas comunes en proyectos de infraestructura, tales como la inadecuada planificación, la falta de coordinación entre disciplinas y los altos costos derivados de errores y modificaciones inesperadas durante la construcción.

El uso de BIM, con sus modelos digitales detallados e inteligentes, tiene el potencial de transformar la forma en que se planifican, gestionan y ejecutan este tipo de proyectos, proporcionando una mayor precisión en los metrados, una reducción significativa de costos y tiempos, así como la mejora en la gestión de la información y la detección temprana de interferencias. De esta manera, se espera mejorar los procesos de formulación, evaluación y ejecución del proyecto.

Desde el punto de vista metodológico, esta investigación se justifica al introducir una metodología de vanguardia que ha demostrado ser eficaz en otros contextos. Su implementación en este proyecto ofreció un modelo replicable para futuros proyectos de infraestructura en Perú, contribuyendo a la modernización de los procesos de planificación y ejecución de obras públicas.

Finalmente, esta investigación busca generar evidencia sólida sobre los beneficios tangibles de BIM en la gestión de proyectos de infraestructura, contribuyendo significativamente al campo de la ingeniería civil. Los hallazgos obtenidos no solo serán útiles para mejorar la adopción de tecnologías avanzadas en Perú, sino que también podrán servir como referencia para proyectos similares a nivel internacional, especialmente en regiones que enfrentan desafíos relacionados con la modernización de su infraestructura.

1.6. ALCANCES Y DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. Alcances y Delimitaciones

La presente investigación se enfoca en la aplicación de la metodología BIM (Building Information Modeling) en la fase de **planificación** de la construcción del nuevo puente vehicular sobre el río Huallaga, ubicado en la región de San Martín, Perú. El análisis se centra exclusivamente en la primera parte del presupuesto del proyecto, correspondiente al **Ítem 01: "Puente Atirantado Huallaga"**, sin abarcar el subpresupuesto del Ítem 02, relacionado con los accesos al puente. El alcance del estudio está delimitado al uso de BIM para el análisis y documentación de los siguientes aspectos:

- **Modelado digital** del puente utilizando herramientas BIM, como Revit, para proporcionar una representación clara y precisa de las estructuras y procesos necesarios para la construcción.

- **Reducción de errores:** Se analizó la capacidad de BIM para minimizar errores en la estimación de metrados, costos y tiempos, comparando los resultados con los métodos tradicionales.
- **Análisis comparativo:** Se realizó un análisis comparativo entre el uso de BIM y los métodos tradicionales de planificación en términos de metrados, costo, tiempos y la simulación constructiva para la detección de interferencias.
- **Herramientas BIM específicas:** El uso de herramientas específicas, como Revit, Navisworks, Delphin Express delimita el análisis a estas plataformas tecnológicas, lo que puede influir en la generalización de los resultados para otros proyectos que usen diferentes softwares de modelado, coordinación, u otras dimensiones BIM usadas.
- **Disponibilidad de datos:** El análisis estará condicionado por la disponibilidad de información técnica, tales como planos y especificaciones técnicas, proporcionada por los documentos del proyecto. La falta de acceso a ciertos datos podría limitar el alcance del estudio y la precisión de las conclusiones.

1.7. LIMITACIONES

Enfoque limitado a la fase de planificación: Esta investigación se centra exclusivamente en la fase de planificación del proyecto, dejando fuera las etapas de diseño estructural, construcción, operación y mantenimiento.

Limitación Geográfica: Actualmente, la investigación se limita a un caso específico en San Martín por lo que los resultados obtenidos pueden no ser directamente generalizables a otros contextos geográficos o tipos de infraestructura.

Interdisciplinariedad y coordinación: Aunque el modelo BIM facilita la coordinación interdisciplinaria, esta investigación no profundiza en cómo la implementación de BIM afecta la colaboración y comunicación entre los distintos profesionales involucrados en el proyecto, como arquitectos, ingenieros, entre otros.

Costos asociados a la implementación de BIM: Aunque este estudio aborda los beneficios del BIM en la reducción de costos del proyecto, no se realizó un análisis exhaustivo sobre los costos adicionales asociados a la implementación de esta metodología, tales como la adquisición de software, la capacitación del personal o la adaptación tecnológica de las empresas.

Estas limitaciones delimitan el alcance de la investigación, asegurando que se enfoque en aspectos manejables y específicos, permitiendo un análisis detallado y relevante dentro de las restricciones definidas. A pesar de estas limitaciones, la investigación pretende proporcionar información valiosa y aplicable a la implementación de BIM en proyectos de infraestructura similares.

1.8. OBJETIVOS

Los objetivos de esta investigación se clasifican en un objetivo general y varios objetivos específicos.

1.8.1. Objetivo General

- Evaluar cómo la implementación de la metodología BIM puede reducir metrados, costos, tiempo y detectar errores o interferencias mediante la coordinación interdisciplinaria en la planificación del nuevo puente vehicular sobre el Río Huallaga en la región de San Martín, Perú.

1.8.2. *Objetivos Específicos*

- Cuantificar la reducción de metrados mediante la planificación más precisa proporcionado por la metodología BIM.
- Determinar la variación de costos asociados a los metrados, identificando las partidas con mayor incidencia y su impacto en el presupuesto general del proyecto.
- Plantear una programación de obra con BIM y contrastarla con la del expediente técnico, identificando la reducción en el tiempo total de ejecución y evaluando su influencia en las fases de construcción.
- Realizar una simulación constructiva integrando todas las disciplinas involucradas en el proyecto, con el fin de identificar errores, así como detectar interferencias y conflictos que puedan afectar la planificación de la obra.

1.9. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

Este proyecto de investigación se estructura en varios capítulos que ofrecen un resumen conciso de su contenido:

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Este capítulo abarca el planteamiento y formulación del problema, las hipótesis de la investigación, la justificación del estudio, el alcance de la investigación, los objetivos propuestos y una descripción general del contenido.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

En este capítulo se incluyen los antecedentes teóricos, las bases conceptuales y la definición de los términos clave.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y METODOS

Este apartado cubre la ubicación geográfica del estudio, los procedimientos detallados que describen el desarrollo cronológico de la investigación, así como el análisis de datos y la presentación de los resultados.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se exponen, explican y analizan los resultados obtenidos, siguiendo el orden de los objetivos planteados en la investigación.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Finalmente, este capítulo recoge las conclusiones correspondientes a cada objetivo de la investigación, junto con las recomendaciones derivadas del estudio.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

Se incluyen las fuentes bibliográficas que respaldaron la investigación.

APÉNDICE

ANEXOS

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. *Antecedentes Internacionales*

Bustamante (2021), en su investigación titulada “Propuesta de implementación de la metodología BIM 5D para obras de cimentaciones industriales en la Planta de Oxígeno de Arauco”, tuvo como objetivo gestionar la información para prevenir errores y asegurar una correcta ejecución del proyecto mediante la metodología BIM 5D, que abarca un modelo 3D, además de tiempo y costo. Para ello, desarrolló una estrategia aplicada al proyecto de la Planta de Oxígeno, implementando BIM en dicho contexto. Los resultados mostraron beneficios en el control de costos de las actividades y se estimaron los costos asociados a la implementación de BIM. Asimismo, se logró una mejora en la gestión de datos complejos, en la comprensión y las expectativas del cliente a través de modelos 3D, en la planificación de costos y tiempos, y en la sustentabilidad y eficiencia del proyecto. El principal aporte de este estudio es demostrar que la metodología BIM 5D optimiza la gestión de información, mejora la eficiencia y reduce los costos en proyectos de cimentaciones industriales, ofreciendo una herramienta valiosa para la industria de la construcción.

Carmona (2020) en su investigación “Propuesta para la implementación de la metodología BIM en los proyectos de obra pública de Costa Rica”, se propusieron como objetivo establecer un proceso de adopción para la incorporación de la metodología BIM durante las fases de planificación, diseño, construcción y operación de la obra pública en Costa Rica. Para lo cual desarrollaron un análisis de la situación costarricense mediante entrevistas con sectores público, privado y académico, y utilizaron los modelos de “Punto de Adopción” y “Componentes de Macro-Madurez” desarrollados por Succar y Kassen. La

investigación llegó a los siguientes resultados: se identificaron los beneficios potenciales del BIM en la mejora del manejo y la transparencia de la información en proyectos de obra pública, permitiendo análisis más completos durante el diseño, una ejecución más eficiente y una mayor transparencia y trazabilidad de la información, lo que fortalecería la confianza en los proyectos de inversión por parte de las instituciones estatales. El principal aporte al trabajo de investigación es la elaboración de una hoja de ruta para la adopción de la metodología BIM en Costa Rica, validada por un comité de expertos, que serviría como herramienta para mejorar la gestión de proyectos constructivos en el país, facilitando una mejor planificación y gestión del mantenimiento de las obras de infraestructura.

Barbosa (2019) en su investigación “Uso de las herramientas Building Information Modeling (BIM) para la planeación y control de una edificación en Ocaña, N. de S.”, se propusieron como objetivo demostrar los beneficios que conlleva implementar la metodología BIM en los proyectos de construcción a lo largo de su ciclo de vida. Para lo cual desarrollaron un estudio de caso aplicando esta metodología en la planeación y control de un edificio proyectado en Ocaña. La investigación llegó a los siguientes resultados: se evidenció que la implementación de BIM reduce inconsistencias en la planeación, permite reducciones significativas tanto en costos como en tiempos, y garantiza un mejor control de obra. El principal aporte al trabajo de investigación es la demostración práctica de cómo la metodología BIM puede optimizar la gestión de proyectos constructivos, mejorando la eficiencia y reduciendo los costos y tiempos asociados.

Chavarría (2023), en su estudio titulado “Modelado digital BIM y estimación de costos de puentes viales con vigas de concreto presforzado tipo T, Canaleta y Doble T en Costa Rica”, planteó como objetivo desarrollar un modelo de costos para puentes viales con vigas de concreto presforzado de tipologías T, Canaleta y Doble T, empleando el modelado

de información de costos para servir como referencia en la construcción de puentes en Costa Rica. Para esto, utilizó el software Revit y la herramienta Dynamo para procesar datos, extraer y cuantificar materiales, y estimar costos. Los resultados del estudio incluyen la cuantificación precisa de materiales necesarios para estas tipologías de puentes y la creación de una base de datos que detalla los costos unitarios de cada material, subcontratos, alquileres de equipo, costos de mano de obra directa e indirecta, y servicios generales necesarios. El aporte principal de esta investigación es el desarrollo de un modelo de costos que puede ser utilizado como referencia por entidades públicas y empresas constructoras, permitiéndoles prever costos estimados y optimizar la planificación y gestión de proyectos de infraestructura vial en Costa Rica.

López (2022) en su investigación “Implementación de metodología BIM hasta 5D en un puente vehicular ubicado en la ciudad de Bucaramanga”, se propusieron como objetivo aplicar la metodología BIM hasta la dimensión 5D en el diseño de un puente vehicular para determinar los impactos en su fase de planificación. Para lo cual desarrollaron un estudio comparativo utilizando las herramientas BIM y metodologías convencionales en la planificación, diseño y presupuesto del proyecto. La investigación llegó a los siguientes resultados: se demostró que la metodología BIM permite una mejor integración y precisión en la planificación y control de costos, reduciendo significativamente los errores y aumentando la eficiencia en el proceso de construcción. Se observaron mejoras en la visualización del proyecto, permitiendo identificar y resolver conflictos potenciales antes de la fase de construcción. El principal aporte al trabajo de investigación es la validación del uso de BIM 5D como una herramienta eficaz para la gestión de proyectos de infraestructura, destacando su capacidad para optimizar la planificación y ejecución, reducir costos y tiempos, y mejorar la calidad general del proyecto.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Campoverde (2022), en su estudio "Control de la productividad en obras aplicando la metodología BIM, Tarapoto 2021", se planteó como objetivo principal gestionar la productividad en proyectos de construcción mediante la implementación de la metodología BIM en el distrito de Tarapoto. Para lograrlo, el estudio abarcó la evaluación del nivel de conocimiento de los profesionales sobre BIM, el análisis de los obstáculos que complican su adopción y la comparación de su eficiencia en términos de tiempo, ejecución y costos frente a los métodos tradicionales. Los hallazgos demostraron que la metodología BIM mejora considerablemente el control del tiempo de ejecución y la administración económica en las obras viales de Tarapoto. Su implementación permitió una planificación y gestión de recursos más efectiva, resultando en una reducción de costos y tiempos, así como en una mayor productividad en obra. El aporte central de esta investigación es la validación de BIM como una herramienta eficaz para potenciar la productividad en proyectos de construcción, optimizando la gestión de tiempo y recursos y reduciendo los costos en comparación con los métodos convencionales.

Arrunátegui (2021) en su investigación "Análisis comparativo del modelo tradicional y del modelo BIM en la construcción de losa deportiva, Talara, Piura", se propusieron como objetivo comparar el modelo tradicional y el modelo BIM en la construcción de una losa deportiva en Talara, Piura. Para lo cual desarrollaron un estudio aplicando ambas metodologías en un proyecto específico y evaluaron las incompatibilidades, metrados y presupuestos utilizando los softwares Revit y Navisworks para el modelado BIM. La investigación llegó a los siguientes resultados: se identificaron 417 incompatibilidades y se demostró que el uso de BIM permitió una mejor visualización y planificación, reduciendo errores y optimizando los tiempos y costos en comparación con el método tradicional. El principal aporte al trabajo de investigación es la validación de la

metodología BIM como una herramienta que optimiza el proceso de diseño en la construcción, promoviendo buenas prácticas constructivas y permitiendo una ejecución del proyecto de mejor calidad, con una significativa reducción en costos y tiempos, mejorando la eficiencia y productividad de la construcción.

Mendoza (2020) en su investigación “Aplicación de la metodología BIM para la etapa de planificación y control de obra bajo lineamientos Lean Construction en proyectos multifamiliares”, se propuso como objetivo aplicar la metodología BIM junto con la filosofía Lean Construction para optimizar la planificación y el control de obras en proyectos multifamiliares. Para lo cual desarrolló un análisis de diez proyectos previos y evaluó indicadores similares. La metodología comenzó con la verificación del diseño y los procesos constructivos, aplicando el modelo y sectorización para obtener los metrados, y finalmente midiendo diferentes indicadores en proyectos recientes para demostrar la mejora de procesos y tiempos de entrega. La investigación llegó a los siguientes resultados: la implementación de BIM, junto con los principios de Lean Construction, mejoró la eficiencia en la planificación y control de obras, reduciendo las interferencias y mejorando la precisión en los metrados y la gestión de la información. El principal aporte al trabajo de investigación es la validación de que la sinergia entre BIM y Lean Construction mejora significativamente la productividad y la gestión de proyectos multifamiliares, proporcionando una metodología eficaz para optimizar los procesos y reducir tiempos y costos.

Briceño (2020), en su estudio “Implementación de Gestión BIM para una constructora de Edificios Multifamiliares como soporte del área de planificación de una obra en ejecución”, planteó como objetivo analizar el impacto que habría tenido la implementación de la gestión BIM en un proyecto en curso desde su inicio. Para ello, realizó un análisis cuantitativo y cualitativo de diez proyectos anteriores, utilizando herramientas como Revit y Navisworks para el modelado y el control de obra. Los resultados mostraron

que la metodología BIM aumentó la eficiencia en la planificación y control del proyecto, reduciendo inconsistencias, optimizando los tiempos de entrega y disminuyendo los costos de ejecución. El principal aporte de esta investigación es demostrar que la gestión BIM puede optimizar notablemente la planificación y el control de proyectos multifamiliares, mejorando la eficiencia, reduciendo costos y tiempos de ejecución, y ofreciendo una herramienta valiosa para la gestión integral de proyectos en construcción.

Julca (2024), en su estudio “Implementación de la metodología BIM en el diseño del puente carrozable sobre el río Cancha Corral en la Comunidad Campesina de La Encañada, distrito La Encañada, provincia y departamento de Cajamarca”, se propuso evaluar el impacto de la metodología BIM en la fase de ingeniería del proyecto. Para ello, aplicó BIM en el procesamiento de datos topográficos, en el modelado del puente, en la coordinación de modelos, en la simulación 4D y en la obtención de metrados. Los hallazgos de la investigación revelaron interferencias constructivas y discrepancias en los metrados, destacando la utilidad de BIM para la detección temprana de errores y la optimización de recursos. El principal aporte de este estudio es mostrar que la metodología BIM incrementa la precisión en el levantamiento topográfico, permite obtener metrados más exactos y facilita la coordinación de modelos en la fase de ingeniería, promoviendo así una gestión más eficiente y el uso óptimo de recursos en proyectos de infraestructura vial.

2.1.3. Antecedentes Locales

anda (2023), en su estudio titulado “Aplicación de la metodología BIM para el diseño vial urbano del Jr. Jesús Alberto Miranda Calle, Moyobamba, San Martín, 2023”, buscó aplicar la metodología BIM en el diseño vial urbano de dicha calle. Para ello, realizó el modelado 3D de las especialidades del proyecto empleando las herramientas BIM de Autodesk Civil 3D e Infracore. Los resultados indicaron que el enfoque BIM facilita el desarrollo fluido de un proyecto vial a lo largo de sus diversas etapas, además de permitir la

selección entre múltiples opciones de diseño. En este modelo de diseño vial, el uso eficiente del software y la comunicación efectiva con todos los involucrados son fundamentales para agilizar el proceso, asegurando la entrega a tiempo, menores costos, una administración optimizada de los recursos y una mayor calidad del producto final. El principal aporte de esta investigación es la validación de BIM como una herramienta que optimiza el diseño y la gestión de proyectos viales, mejorando la eficiencia y reduciendo costos y tiempos de ejecución.

Sajamí (2021) en su investigación “Innovación tecnológica con metodología BIM y su relación en el control de obras viales en el distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín”, se propusieron como objetivo elaborar una propuesta de innovación tecnológica con metodología BIM para mejorar el control de obras viales en el distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín. Para lo cual desarrollaron una investigación descriptiva evaluando las causas y efectos del uso de la metodología BIM en el control del tiempo de ejecución y el control económico de las obras viales. La investigación llegó a los siguientes resultados: se comprobó una relación positiva entre la metodología BIM y la mejora en el control del tiempo de ejecución y control económico de las obras viales, con una significancia del 95% en las pruebas de hipótesis. El nivel de significancia calculado para la muestra fue de 0.049, menor a 0.05, lo cual confirma que la metodología BIM mejora significativamente el control económico de las obras viales en el distrito de Tarapoto. El principal aporte al trabajo de investigación es la demostración de que la metodología BIM no solo optimiza el control de tiempo y recursos en las obras viales, sino que también mejora la eficiencia económica y la calidad del proceso constructivo, proporcionando una herramienta valiosa para la gestión integral de proyectos de infraestructura vial.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. *Planificación de obra*

La planificación de una obra también puede ser considerada como la gestión del tiempo del proyecto, y toma en cuenta todos aquellos procesos requeridos para la realización de un proyecto a tiempo centrándose en las actividades, su secuenciación y su duración (Mattos & Valderrama, 2014).

A pesar de que la planificación como tal se refiere a la administración de los tiempos del proyecto, es importante destacar que todas las áreas de conocimiento involucradas en el desarrollo de un proyecto tienen su propio proceso de planificación, tal como se muestra en la tabla 1 (Mattos & Valderrama, 2014).

Tabla 1.

Componentes del grupo de procesos de planificación

Proceso	Planificación
Integración	Desarrollar los planes del proyecto
Alcance	Definir alcance Crear la estructura de desglose de trabajo Definir las actividades
Recurso	Estimar los recursos Definir la organización del proyecto
Tiempo	Secuenciar las actividades Estimar la duración de las actividades Desarrollar el cronograma
Costo	Estimar los costos Desarrollar el presupuesto
Riesgo	Identificar los riesgos Evaluar los riesgos
Calidad	Planificar la calidad
Adquisiciones	Planificar las adquisiciones
Comunicación	Planificar las comunicaciones

Nota: Adaptado de Mattos y Valderrama (2014)

Como se puede observar, la planificación es mucho más que la asignación de fechas y tiempos de ejecución se dedica a la gestión de las personas y agentes necesarios para el desarrollo del proyecto, asignando papeles y responsabilidades, definiendo los procesos constructivos, procesos de contratación, cuantificación del costo de los recursos y estimación del capital necesario para la ejecución.

2.2.2. Beneficios de la planificación de obra

De acuerdo con Mattos y Valderrama (2014), cuando se planifica una obra se conoce más a profundidad el proyecto, lo que permite ser más eficiente en la ejecución, aportando numerosos beneficios, entre los que se pueden mencionar:

- Conocimiento exhaustivo de la obra.
- Detección de problemas.
- Agilidad de las decisiones.
- Relación con el presupuesto.
- Optimización de la asignación de recursos.
- Referencia para el control.
- Estandarización.

2.2.3. Cronograma de Trabajo

El cronograma de un proyecto contiene la estimación de la duración de todas las actividades necesarias para la ejecución de una obra. En este sentido, controlar un cronograma de obra consiste en llevar un monitoreo del estado del proyecto, llevando un registro de las actividades realizadas para gestionar los cambios en la línea base del cronograma (Paredes et al., 2020)

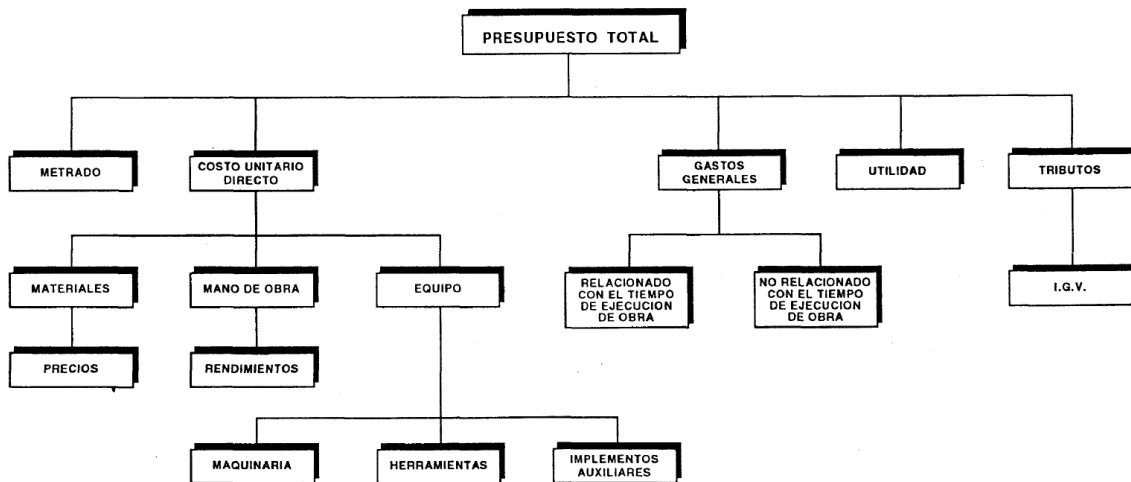
2.2.4. Presupuesto de Obra

El presupuesto de una obra es la valorización económica asignada a las cantidades de obra que resultan del cómputo métrico, dicho presupuesto es realizado antes de la ejecución de la obra. Se presentan de forma detallada cada uno de los trabajos necesarios para la ejecución del proyecto ordenados de forma cronológica, indicando el valor económico de cada una de las tareas (Macchia, 2009).

Para la elaboración de un presupuesto de obra se debe determinar las cantidades de obra (metrados), los precios unitarios específicos de cada actividad del proyecto, añadir los gastos generales, la utilidad esperada, así como los impuestos correspondientes (incluido el IGV si aplica), dicho proceso estructurado se detalla en el siguiente esquema (Ramos Salazar, 2015):

Figura 1.

Esquema General para la Elaboración de un Presupuesto Total de Obra



Nota: (Ramos Salazar, 2015)

2.2.5. BIM (Building Information Modeling)

El National Bim Standart define BIM como una representación de las características físicas y funcionales de una Instalación o Edificación. BIM es una fuente de conocimiento compartido que proporciona información sobre una instalación, estableciendo una base

confiable para la toma de decisiones a lo largo de su ciclo de vida, desde su concepción hasta su demolición (Sciences, 2020).

De acuerdo con el Decreto Supremo N.º 108-2021-EF, esta metodología de trabajo colaborativo gestiona la información de una inversión a través de un modelo de información desarrollado por los participantes del proyecto. Este enfoque facilita la programación multianual, así como la formulación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura, proporcionando una base sólida y confiable para la toma de decisiones (MEF, 2023).

Según la NTP-ISO 19650-1:2021, se define como el uso de una representación digital compartida de un activo construido, con el propósito de facilitar los procesos de diseño, construcción y operación, proporcionando así una base confiable para la toma de decisiones (MEF, 2023).

Esta representación digital abarca toda la información relacionada con una inversión, incluyendo tanto datos gráficos (como tuberías tridimensionales) como datos no gráficos (como presupuestos). Además, el modelo de información se desarrolla simultáneamente con el progreso de la inversión a lo largo de todo su ciclo, desde la Programación Multianual de Inversiones hasta su operación. Este modelo es compartido y elaborado de manera colaborativa por todos los equipos involucrados, lo que mejora la comunicación y el intercambio de información, sin importar el tamaño o la complejidad de la inversión. Es importante destacar que el uso de BIM no se limita a la creación de un modelo 3D, sino que también implica la organización sistemática de toda la información de la inversión y una adaptación organizacional que fortalezca la formulación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de los activos generados por la inversión (MEF, 2023).

2.2.6. Beneficios de la aplicación BIM

De acuerdo con la Guía Nacional BIM (2023), La aplicación de BIM aporta numerosos beneficios a la planificación y ejecución de inversiones, desde la definición de requisitos de activos hasta la finalización de su uso, abarcando todas las fases: concepción, desarrollo, operación, mantenimiento y disposición (MEF, 2023).

A continuación, se presentan los beneficios de adoptar BIM:

- **Transformación digital:** Durante el ciclo de inversión, los diversos actores involucrados suelen trabajar con distintas versiones de documentos, principalmente debido a la falta de intercambio de información digital. La adopción de BIM implica dejar atrás los documentos físicos y avanzar hacia el intercambio de información digital en tiempo real, lo cual garantiza transparencia, trazabilidad, mejora del control de calidad y un procesamiento e intercambio de información auditable más rápidos (MEF, 2023).
- **Integración:** BIM permite integrar y enriquecer tanto la información gráfica como la no gráfica de la inversión con diversos conjuntos de datos. Esto incluye información sobre edificios, infraestructura o activos existentes, datos topográficos, condiciones geotécnicas del terreno, costos de inversión, entre otros (MEF, 2023).
- **Calidad:** BIM mejora la calidad de las inversiones al facilitar el análisis y control de estándares de calidad, así como la verificación del cumplimiento de normas aplicables. Además, asegura la detección de interferencias e incompatibilidades de diseño, mejorando la calidad de los documentos técnicos mediante el trabajo colaborativo y reduciendo las modificaciones durante la ejecución de la obra o los cambios posteriores (MEF, 2023).
- **Eficiencia:** BIM contribuye a la reducción de costos y tiempos durante el desarrollo de las inversiones, así como al uso racional de recursos para su operación y

mantenimiento. También permite generar ahorros en el uso de fondos públicos a lo largo del ciclo de inversión gracias a una mejor gestión de la información (MEF, 2023).

- **Mejor comunicación:** Uno de los principales retos para entidades y empresas públicas al desarrollar inversiones es comunicar soluciones complejas a los ciudadanos y actores involucrados. BIM facilita la visualización de la intención del diseño, destaca riesgos potenciales y articula medidas para minimizar impactos negativos o interrupciones (MEF, 2023).
- **Diseño para fabricación y ensamblaje:** BIM permite considerar y analizar todos los elementos constructivos desde el diseño hasta el control de calidad. Durante el diseño para montaje, se tiene en cuenta que los elementos serán ensamblados en el sitio de construcción, lo que mejora la calidad del producto final (MEF, 2023).
- **Supervisión del avance de obra:** La integración de datos de diseño, costos y programación en un solo modelo de información permite simular gráficamente en tiempo real el progreso de la obra. Al añadir la dimensión del tiempo al modelo, se evalúa la constructibilidad y se planifica el flujo de trabajo, facilitando la visualización y comunicación de los aspectos secuenciales y temporales del avance (MEF, 2023).
- **Rendimiento de activos:** BIM permite incorporar información del fabricante para optimizar el uso de activos o simular diferentes condiciones, mejorando el rendimiento durante la fase de operación (MEF, 2023).
- **Impacto en el medioambiente:** Al optimizar el diseño y ejecución de obras, se reducen los residuos de construcción, contribuyendo a un entorno más sostenible. Además, la simulación de diferentes soluciones de proyectos puede predecir el

consumo de energía y emisiones de carbono, orientando la decisión hacia opciones más sostenibles (MEF, 2023).

- **Transparencia:** Los beneficios mencionados contribuyen a una mayor transparencia en la toma de decisiones en todas las fases del ciclo de inversión, gracias a procesos consistentes para crear, compartir y gestionar la información (MEF, 2023).

2.2.7. Modelo BIM

El modelo BIM es definido como una base de datos digital en la que se almacena e integra toda la información de un proyecto a través de una réplica virtual con la cual se hace posible la gestión de la información con el propósito de mejorar las características del plan y anticiparse a situaciones indeseables durante el ciclo de vida de un proyecto. (Bohórquez et al., 2018). Entonces se puede entender que un Modelo BIM es una representación digital tridimensional que integra información geométrica y alfanumérica de un objeto, reflejando tanto sus características físicas como funcionales. Este modelo se desarrolla mediante software especializado que permite la interoperabilidad del objeto y el ingreso de datos de forma paramétrica.

2.2.8. Usos BIM

El Modelado de Información para la Construcción (BIM) abarca una variedad de procesos y tareas, como la creación y coordinación de diseños. Se han identificado veintisiete usos BIM nacionales; algunos de estos usos son comunes en los proyectos actuales, mientras que otros indican potenciales aplicaciones futuras de BIM (MEF, 2023).

Figura 2.
Usos BIM Nacionales



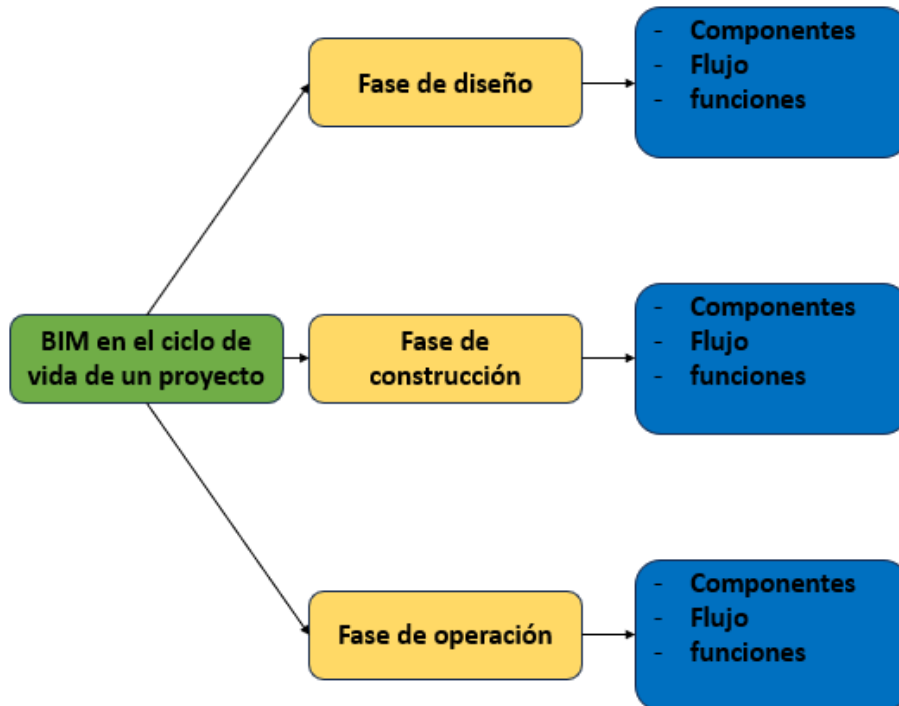
Nota: Adaptado de The New Zeland Handbook (2023)

2.2.9. Fases del Modelo BIM

Las fases del modelo BIM se clasifican como se muestra en la Figura 4.

Figura 3.

Fases de Metodología BIM en el ciclo de vida de un Proyecto

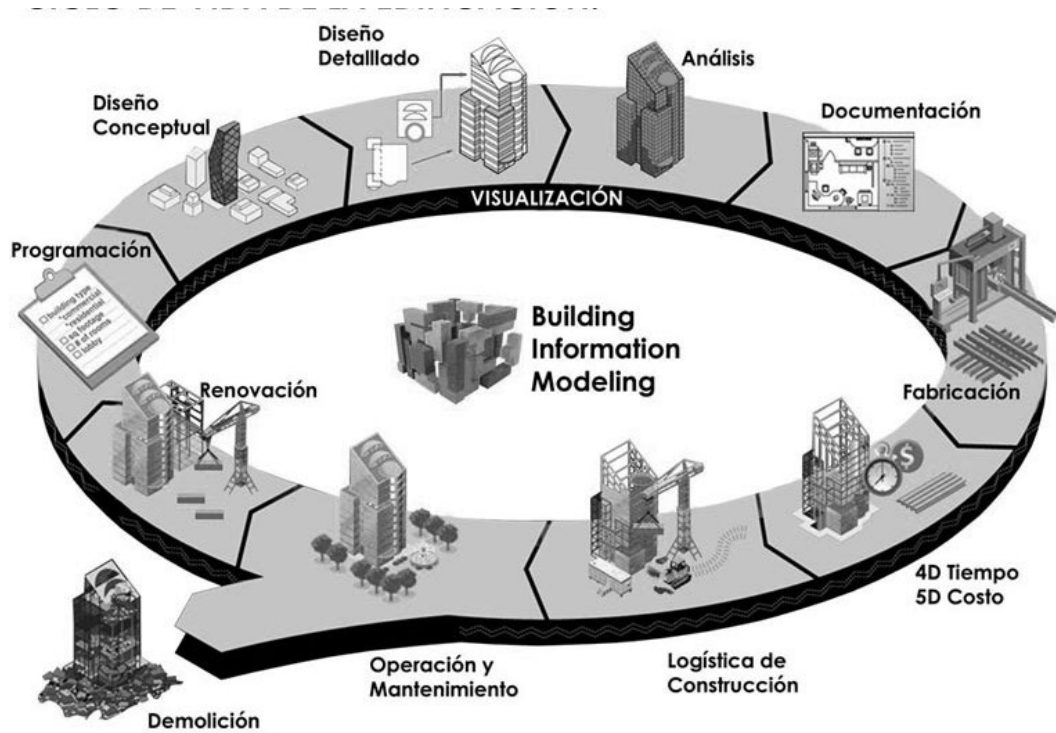


Nota: Adaptado de (Sánchez, 2017).

- Fase de diseño: es la etapa donde se construye el modelo gráfico, la planificación y estimación de costos y el análisis de la participación y colaboración de cada una de las especialidades involucradas (Bustamante et al., 2021).
- Fase de ejecución: se llevan a cabo las actividades programadas y se ejecutan las acciones plasmadas en la documentación gráfica del proyecto (Bustamante et al., 2021).
- Fase de operación: esta fase abarca todas las actividades que deberán ejecutarse después de la entrega de la obra, estas incluyen la gestión de activos, mantenimiento y fin del ciclo de vida (Bustamante et al., 2021)

Además de las fases, se puede observar cuál es el ciclo de vida de un proyecto o edificación según BIM en la Figura 2.

Figura 4.
Ciclo de vida de un Proyecto según BIM

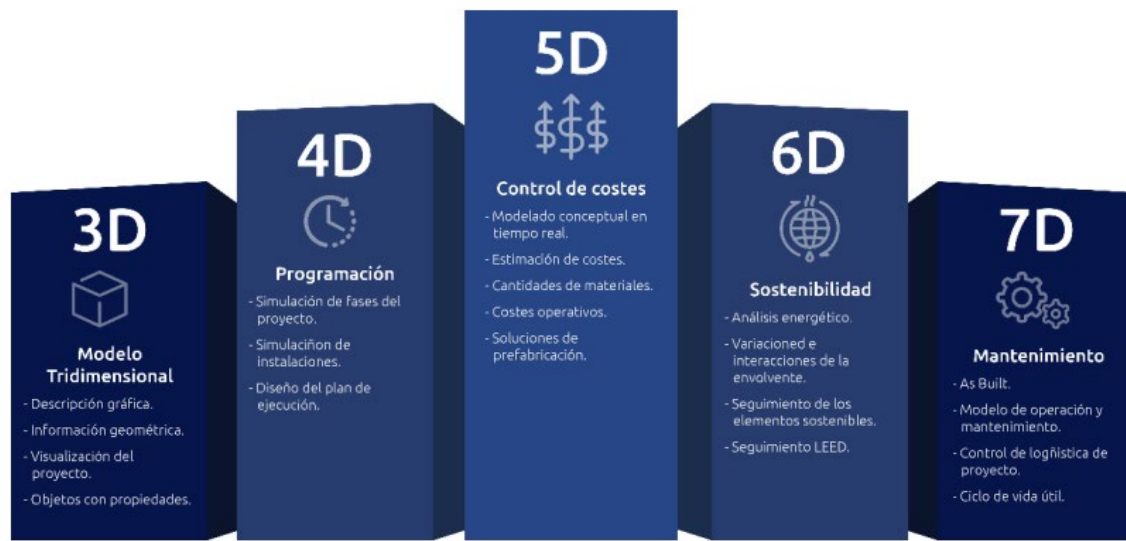


Nota: <https://www.espaciobim.com/bim>

2.2.10. Dimensiones BIM

La metodología BIM combina a personas, procesos y herramientas en un proceso simultaneo y colaborativo que se clasifica en cinco dimensiones, como se muestra en la figura:

Figura 5.
Dimensión BIM



Nota: (Vera Galindo, 2018)

- **Dimensión tridimensional – BIM 3D:** se trata de un modelo virtual del proyecto en tres dimensiones, en el que todos los elementos son una representación fiel de su geometría real y su posición correcta (Vera Galindo, 2018).
- **Análisis de la programación temporal – BIM 4D:** en esta dimensión se añade el factor tiempo al modelo BIM tridimensional, lo cual ayuda a diseñar el plan de ejecución de la obra (Vera Galindo, 2018).
- **Incorporación de costos y presupuestos – BIM 5D:** en esta dimensión se lleva a cabo la incorporación del presupuesto, con lo cual se obtiene una estimación más exacta de los costos del proyecto dado que las cantidades de materiales son determinadas de forma más exacta (Vera Galindo, 2018). El modelo BIM 5D se realiza en tres etapas, iniciando con la creación de un modelo BIM 3D, seguido de la creación del programa de obra y, finalmente, se estiman los costos de las actividades, de esta manera se incorporan las cinco variables principales del modelo BIM 5D: la dimensión en tres ejes (x, y, z), el tiempo y el costo. Una vez finalizado

el modelo BIM 5D, se tendrá una réplica virtual del proceso constructivo que ha sido planificado, a partir del cual se pueden detectar los puntos débiles de la planificación para tomar las acciones necesarias. El modelo creado podrá ser utilizado en el análisis de las diferentes alternativas de los procesos de construcción (Castañeda et al., 2021).

- **Sostenibilidad – BIM 6D:** también es conocido como GreenBIM ya que se enfoca en la sostenibilidad y rendimiento energético del proyecto (Vera Galindo, 2018).
- **Gestión del ciclo de vida, mantenimiento y operaciones – BIM 7D:** con esta dimensión es posible gestionar el ciclo de vida del proyecto, además se puede aplicar un control logístico y operacional del proyecto a lo largo de la vida útil de la edificación (Vera Galindo, 2018).

2.2.11. Nivel de Información Necesaria (LOIN)

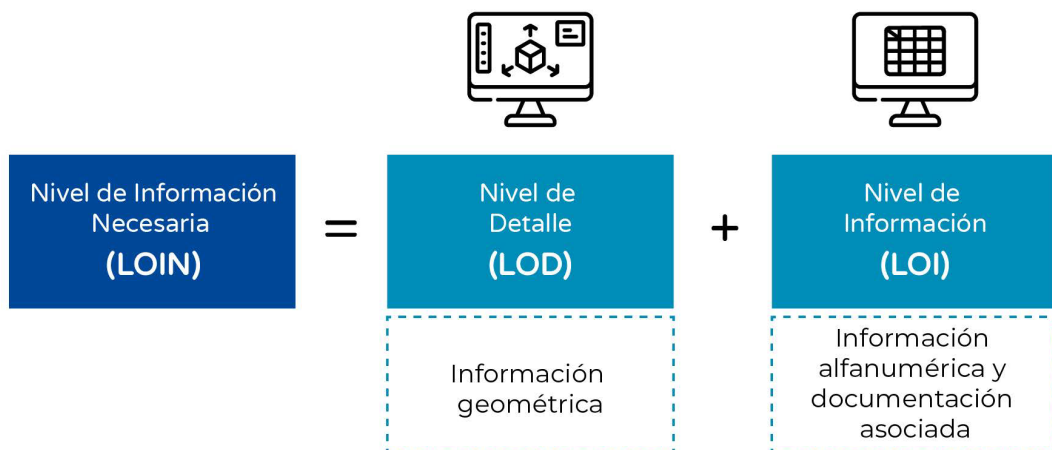
LOIN (por sus siglas en inglés, Level of Information Need) se refiere al nivel de información requerido para cumplir con los objetivos de gestión de la información BIM en un proyecto, en cada etapa de intercambio de información. Los modelos de información deben incluir los datos necesarios para satisfacer los objetivos de gestión de la información BIM y los requisitos de un proyecto específico. Producir información irrelevante puede resultar en un esfuerzo desperdiciado por parte del equipo del proyecto, mientras que la falta de información suficiente puede ser inadecuada para la toma de decisiones o para cumplir los objetivos establecidos. Por lo tanto, el nivel de información necesaria es un concepto amplio que define el alcance de cada entrega de información (MEF, 2023).

Aunque a menudo se asocia el modelo BIM con el nivel de información necesaria, este concepto abarca toda la información producida para satisfacer los requisitos de información y puede incluir tanto el nivel de información gráfica o detalles geométricos

(como elementos tridimensionales), como el nivel de información no gráfica o el alcance de conjuntos de datos (como tablas de contenido e información alfanumérica), así como la documentación vinculada al Contenedor de Información (como informes técnicos) (MacDonald, 2020).

La definición del nivel de información gráfica se realizará a través del nivel de detalle (LOD), mientras que el nivel de información no gráfica se definirá mediante el nivel de información (LOI). Tanto el LOD como el LOI son igualmente importantes y juntos determinan el nivel de información necesaria (LOIN), como se muestra a continuación :

Figura 6.
Nivel de Información Necesaria (LOIN)



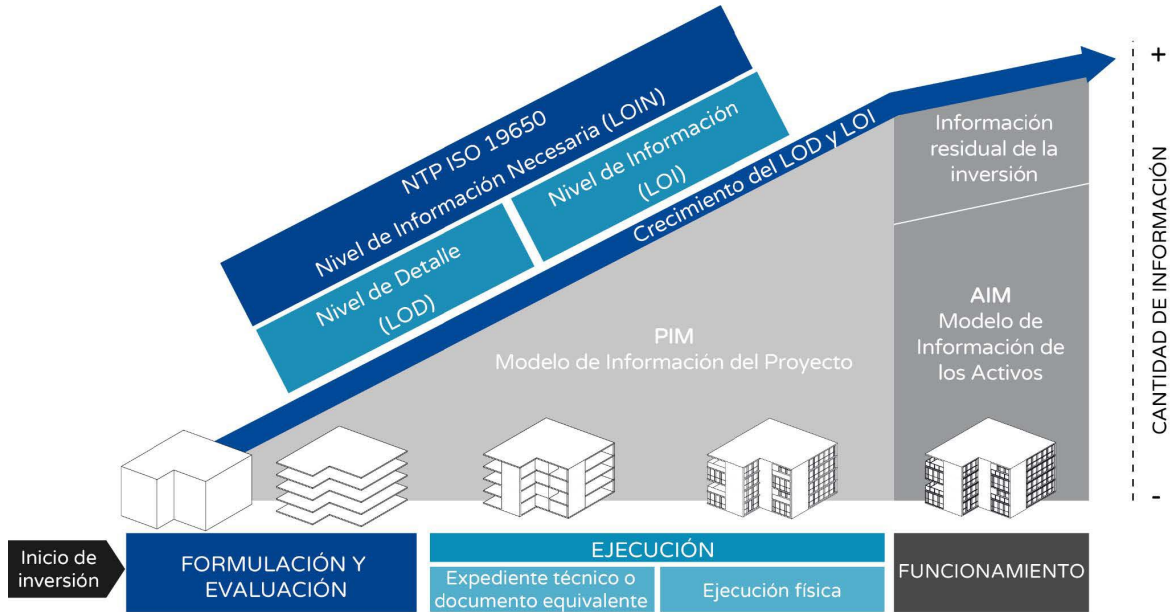
Nota: Adaptado de (MacDonald, 2020)

De esta manera, la progresión del nivel de información necesaria (LOIN) implica que tanto el nivel de detalle (LOD) como el nivel de información (LOI) incrementan la cantidad y confiabilidad de la información a medida que avanza el desarrollo de un proyecto en el Ciclo de Inversión. No obstante, a medida que el ciclo progresa, parte de la información comienza a perder relevancia dependiendo de la etapa en la que se encuentre. Por esta razón, al finalizar el modelo de información del proyecto (PIM), es crucial evaluar qué información

es necesaria para el desarrollo del modelo de información de los activos (AIM), lo cual genera información residual a medida que la inversión progresa, tal como se ilustra en la figura (MEF, 2023):

Figura 7.

Progresividad del nivel de información necesaria según las fases del Ciclo de Inversión



Nota: Adaptado de (MacDonald, 2020)

Es crucial diferenciar entre el nivel de detalle (LOD) y el nivel de información (LOI) para comprender cómo progresa cada uno de estos niveles, ya que no siempre es necesario que sean equivalentes. Según las necesidades de información de cada proyecto, puede ser necesario que el LOI sea más alto que el LOD, o viceversa.

➤ **Nivel de Detalle (LOD)**

En la metodología BIM (Building Information Modeling), el LOD (Level of Development) es un concepto clave que se refiere al grado de desarrollo o nivel de madurez de la información de un elemento dentro del modelo. Es importante señalar que el LOD no se aplica al proyecto en su totalidad ni está relacionado con la fase de desarrollo o

construcción. En cambio, se centra en el contenido y la calidad de la información asignada a cada elemento del modelo. (Inesa-Tech, s.f.)

El LOD está determinado por varios factores, como los requisitos de contenido, los usos permitidos, el costo, la programación y la coordinación. Cada nivel de desarrollo tiene sus propias especificaciones y exigencias, lo que permite establecer estándares y asegurar la interoperabilidad entre los distintos modelos BIM empleados en un proyecto de construcción. (Inesa-Tech, s.f.)

Niveles de LOD en BIM

Según (Inesa-Tech, s.f.), se han definido diferentes niveles de desarrollo (LOD) para clasificar el grado de detalle y precisión de la información de los elementos dentro de un modelo BIM. Estos niveles van desde LOD-100 hasta LOD-500, cada uno con sus propias características y requisitos. A continuación, se describen los niveles más comunes:

- **LOD-100:**

Este es el nivel más elemental, en el que se enumeran los componentes conceptuales de un proyecto en BIM. En esta etapa, no es imprescindible definir con exactitud la geometría de los elementos, pudiendo utilizarse símbolos o representaciones genéricas que faciliten la comprensión de la disposición general de los componentes en el modelo (Inesa-Tech, s.f.).

- **LOD-200:**

En este nivel intermedio, se detallan las dimensiones y las formas generales de los elementos. Se exige una mayor exactitud en la representación geométrica, lo que facilita una mejor comprensión de las relaciones espaciales entre los distintos componentes (Inesa-Tech, s.f.).

- **LOD-300:**

Este es uno de los niveles más utilizados en la práctica de BIM. En esta etapa, se especifican con exactitud las dimensiones, formas y ubicaciones de los elementos, además de incorporar detalles adicionales como las conexiones entre componentes y las características particulares de los materiales (Inesa-Tech, s.f.).

- **LOD-350:**

En este nivel, los elementos del modelo incluyen la información requerida para coordinar distintas especialidades y detectar posibles interferencias (Inesa-Tech, s.f.).

- **LOD-400:**

Este nivel avanzado ofrece información detallada sobre los elementos, incluyendo especificaciones de fabricación y montaje. La información proporcionada debe ser lo suficientemente precisa para generar planos de construcción y realizar análisis más profundos (Inesa-Tech, s.f.).

- **LOD-500:**

Se refiere a la información recopilada durante la fase de construcción que se integra al modelo. Esta información incluye datos sobre el rendimiento real de los elementos, como resultados de pruebas y mediciones realizadas tanto durante la construcción como a lo largo de la vida útil del edificio (Inesa-Tech, s.f.).

Figura 8.
Niveles de LOD



Nota: <https://www.inesa-tech.com/blog/lod-en-metodologia-bim-nivel-de-desarrollo-y-significado-lod/>

Otra clasificación de los Niveles de Detalle (LOD) se encuentran en la siguiente figura:




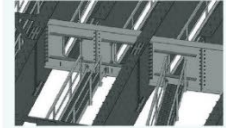
Figura 9.
Matriz de NIVEL DE DETALLE (LOD)

NIVEL DE DETALLE	LOD 1	LOD 2	LOD 3	LOD 4	LOD 5
Referencia	Elementos representados de forma conceptual	Elementos representados de forma genérica	Elementos representados de forma definida	Elementos representados de forma detallada (fabricación e instalación)	Representación de elementos verificados (As-built)
Descripción	<p>*Detalle geométrico: Los elementos BIM son modelados como una volumetría, masa o elemento, de forma esquemática para estimar áreas, volumen, costo, orientación entre otros.</p> <p>*Dimensiones BIM: Adecuado para obtener información de las dimensiones 0D (punto de ubicación), 1D (línea o curva), 2D (Vector), 3D (modelo).</p> <p>*Ubicación: Ubicación y orientación aproximados.</p> <p>*Apariencia: Puede considerarse transparencia, color o texturas en la superficie para representar los tipos de elementos.</p> <p>*Comportamiento paramétrico: No requiere ingresar información paramétrica.</p> <p>Nota: Las características de los elementos BIM tienen muy altas probabilidades de cambiar al avanzar el diseño.</p>	<p>*Detalle geométrico: Los elementos BIM son modelados como un sistema, objeto o ensamblaje específico con características de tamaño y forma genérica. Suficiente para medir el largo, ancho, alto y el diámetro. No presenta detalles o elementos adicionales.</p> <p>*Dimensiones BIM: Adecuado para obtener información de las dimensiones 2D (Vector), 3D (modelo).</p> <p>*Ubicación: Ubicación referencial, permite analizar las interferencias de elementos modelados. La ubicación puede ser de dos tipos: ubicación absoluta (coordenadas georreferenciadas, del proyecto, entre otros) o ubicación relativa (ubicación del elemento referente a otro).</p> <p>*Apariencia: Puede considerarse transparencia, color o texturas en la superficie para representar materiales y tipos de elemento.</p> <p>*Comportamiento paramétrico: Se puede ingresar información paramétrica de manera parcial.</p> <p>Nota: Las características de los elementos BIM tienen altas probabilidades de cambiar al aumentar el nivel de detalle.</p>	<p>*Detalle geométrico: Los elementos BIM son modelados como un sistema, objeto o ensamblaje específico con características de cantidad, tamaño y forma definida. Suficiente para medir el largo, ancho, alto y diámetro del elemento y otras formas geométricas que componen el diseño, como capa de acabados en muro y el perfil II de una viga metálica.</p> <p>*Dimensiones BIM: Adecuado para obtener información de la dimensión 3D (modelo).</p> <p>*Ubicación: Ubicación definida, permite analizar las interferencias de elementos modelados. La ubicación puede ser de dos tipos: ubicación absoluta (coordenadas georreferenciadas, del proyecto, entre otros) o ubicación relativa (ubicación del elemento referente a otro).</p> <p>*Apariencia: Puede considerarse transparencia, color o texturas en la superficie para representar materiales y tipos de elemento.</p> <p>*Comportamiento paramétrico: Se requiere ingresar información paramétrica de manera completa.</p> <p>Nota: Las características de los elementos BIM tienen pocas probabilidades de cambiar en las siguientes etapas del proyecto.</p>	<p>*Detalle geométrico: Los elementos BIM son modelados como un sistema, objeto o ensamblaje específico con características de cantidad, tamaño, forma detallada. Suficiente para medir de forma precisa. Incluye elementos de diseño necesarios para la fabricación, instalación y montaje, como piezas, anclajes, soportes y conexiones.</p> <p>*Dimensiones BIM: Adecuado para obtener información de la dimensión 3D (modelo).</p> <p>*Ubicación: Ubicación definida, permite analizar las interferencias de elementos modelados. La ubicación puede ser de dos tipos: ubicación absoluta (coordenadas georreferenciadas, del proyecto, entre otros) o relativa (ubicación del elemento referente a otro).</p> <p>*Apariencia: Puede considerarse transparencia, color o texturas en la superficie para representar materiales y tipos de elemento.</p> <p>*Comportamiento paramétrico: Se requiere ingresar información paramétrica de manera completa.</p> <p>Nota: Las características de los elementos BIM es improbable que varíen.</p>	<p>Los elementos BIM representan el tamaño, forma, ubicación, cantidad, orientación y cualquier otra información relevante, del proyecto terminado.</p> <p>*Dimensiones BIM: Adecuado para obtener información de la dimensión 3D (modelo).</p> <p>Nota: Las características de los elementos BIM reflejan el estado actual fidedigno del proyecto terminado.</p>

Nota: Extraído de (Level of development specification BIM Forum)

La Guía Nacional Bim Perú nos da un ejemplo de LOD aplicado a Infraestructura que se muestra a continuación:

Figura 10.
Ejemplo de LOD en Infraestructura: Viaductos/Puentes

NIVEL DE DETALLE	LOD 1	LOD 2	LOD 3	LOD 4	LOD 5
Referencia	Elementos representados de forma conceptual	Elementos representados de forma genérica	Elementos representados de forma definida	Elementos representados de forma detallada (fabricación e instalación)	Representación de elementos verificados (As-built)
Descripción	<p>Modelado del entorno en base a las curvas de nivel y modelado esquemático de los elementos BIM. Se considera la ubicación en base a coordenadas.</p> 	<p>El modelo contiene la geometría aproximada de los elementos BIM, como pilares, vigas, rampas y losas considerando la forma y dimensión aproximada. Los acabados son representados por colores, se podrán representar con texturas, en caso los requisitos de la inversión lo soliciten.</p> 	<p>El modelo contiene la geometría definida de los elementos BIM, como pilares, vigas, rampas y losas considerando la forma y dimensión precisa. Asimismo, se modelan las disciplinas involucradas. Se consideran elementos de refuerzo estructural como varillas metálicas, estribos, entre otros, para realizar simulaciones y análisis relevantes. Los acabados son representados por materiales con texturas.</p> 	<p>El modelo contiene la geometría detallada de los elementos BIM, como pilares, vigas, rampas y losas considerando la forma y dimensión precisa, incluyendo uniones y conexiones metálicas. Los acabados son representados por materiales con texturas.</p> 	<p>El modelo contiene elementos BIM que representan el tamaño, forma, ubicación, cantidad y orientación del proyecto terminado.</p> <p>MODELO AS-BUILT</p>

Nota: Guía Nacional BIM, 2023

➤ **Nivel de Información (LOI)**

Es el nivel de información no gráfica se refiere a las especificaciones técnicas y/o la documentación que se inserta, vincula o adjunta, con el propósito de complementar la información gráfica presente en los modelos de información (MEF, 2023).

Figura 11.
Matriz de Nivel de Información (LOI)

NIVEL DE INFORMACIÓN	LOI 1	LOI 2	LOI 3	LOI 4	LOI 5
Referencia	Suficiente información para la identificación y la prefactibilidad	Suficiente información para la investigación y la factibilidad	Suficiente información para el diseño	Suficiente información para la construcción	Suficiente información para la gestión de activos
Descripción	<p>*Identificación de los elementos: Identificación referencial, como el nombre.</p> <p>*Contenido de información: Los elementos BIM contiene información que describe el tipo, características y condiciones espaciales que deberá considerar el diseño</p> <p>Nota: Describe la intensidad del diseño y no contiene parámetros con valores técnicos</p>	<p>*Identificación de los elementos: Identificación general, como el nombre, tipo y categoría.</p> <p>*Contenido de información: Los elementos BIM contienen información general de las propiedades técnicas, que puedan ser basados de normas o estándares de diseño relacionados.</p> <p>Nota: Indica las propiedades generales que cumplen con los requisitos de diseño.</p>	<p>*Identificación de los elementos: Identificación específica, como el nombre, tipo y categorización, códigos o sistema de clasificación nacional o internacional.</p> <p>*Contenido de información: Los elementos BIM contienen información detallada y valores estimados de las propiedades técnicas. Puede utilizar metadatos, atributos y parámetros para procesar información específica como costos, rendimiento energético, análisis estructural, condiciones medioambientales, entre otros.</p> <p>Nota: Indica especificaciones técnicas que cumplen con las propiedades generales del elemento.</p>	<p>*Identificación de los elementos: Identificación específica, indicando marca y modelo del proveedor.</p> <p>*Contenido de información: Los elementos BIM contienen información definida para la compra de los activos del proyecto. Puede utilizar metadatos, atributos y parámetros para procesar información específica en obra, como costos, datos para la fabricación, control de seguridad y salud, entre otros.</p> <p>Nota: Indica especificaciones técnicas que ofrece el proveedor, los cuales cumple con las propiedades generales del elemento.</p>	<p>*Identificación de los elementos: Identificación específica, indicando el código del activo y utilizar formatos de intercambio de información (Open BIM) según requiera el sistema de gestión de activos.</p> <p>*Contenido de información: Los elementos contienen información específica del activo que requiere mantenimiento. Asimismo, se asocia documentos relevantes para la gestión de activos como manuales de mantenimiento, funcionamiento, especificaciones técnicas o información requerida por los Requisitos de Información de los Activos (AIR).</p> <p>Nota: Las propiedades específicas que deben transferirse a una base de datos de activos.</p>
Documentos asociados					
<p>Tipos de documentos: Los documentos de apoyo proporcionan información relevante de los sistemas y/o elementos que puedan ser asociados en los distintos Niveles de información según los requisitos de información de la inversión, como por ejemplo: fotografías, imágenes, bocetos dibujados, esquemas gráficos, informes, especificaciones Técnicas, manual de la instalación, manual de operaciones y mantenimiento, entre otros.</p>			<p>* Los tipos de documentos válidos para los LOI 1 y LOI 2, también se usan para los LOI 3, LOI 4 y LOI 5.</p>		
<p>Formas para asociar los documentos al modelo de información: * Los documentos son insertados dentro del contenedor de información. * Los documentos son vinculados en los elementos dentro del contenedores de información a través de enlaces URL. * Los documentos son anexados al contenedor de información y referencia a los elementos BIM a través de códigos o nombres para identificarlos.</p>			<p>* Las formas de asociar los documentos al modelo de información válidos para los LOI 1 y LOI 2, también se usan para los LOI 3, LOI 4 y LOI 5.</p>		

Nota: Guía Nacional BIM, 2023

2.3. Definición de Términos Básicos

2.3.1. BIM (*Building Information Modeling*)

Proceso apoyado por diversas herramientas y tecnologías que involucra la generación y gestión de representaciones digitales físicas y funcionales de lugares de construcción, utilizado para facilitar el intercambio y la interoperabilidad de información en formato digital (Eastman. C., et al 2011).

2.3.2. *Metrado*

Conjunto ordenado de datos obtenidos de los planos o determinados de las lecturas acotadas, preferentemente, y con excepción de las lecturas a escala de diferentes partidas a cuantificar de la obra correspondiente (Ramos Salazar, 2015)

2.3.3. *Costo*

El valor monetario que se le asigna a la producción de bienes o servicios, considerando los costos directos e indirectos asociados a la construcción (Horngren, et al., 2020).

2.3.4. *Gestión de Proyectos*

Aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para satisfacer sus requisitos y lograr los objetivos deseados dentro del alcance, tiempo y costos previstos (Project Management Institute, 2021).

2.3.5. *Innovación*

Creación o modificación de productos, servicios, procesos o modelos de negocio que agregan valor o mejoran la calidad (Schilling, 2020).

2.3.6. Planificación

Proceso de definición de los objetivos de un proyecto, establecimiento de las tareas y recursos necesarios para lograr dichos objetivos, y determinación de los plazos y costos involucrados (Lock, 2017).

2.3.7. Tecnología

Conjunto de conocimientos y herramientas que facilitan el diseño, creación y uso de soluciones técnicas en diversos campos, incluida la construcción (Volti, 2019).

2.3.8. Tiempo de Construcción

Periodo desde el inicio hasta la finalización de un proyecto de construcción, incluyendo todas las fases de planificación, ejecución y finalización del mismo (Kerzner, 2020).

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El objeto de investigación se ubica sobre el Río Huallaga en la Progresiva Km 462 + 700 en el Tramo Carretero Puente El Chorro – Tres Cruces – Sihuas – Huacraruco – Uchiza – Emp. Ruta 05 N en el Centro Poblado Menor de Santa Lucía, Distrito de Uchiza, Provincia de Tocache en el Departamento de San Martín (Provias, 2019).

El cuadro de coordenadas es:

Tabla 2.
Coordenadas de Ubicación del Puente Huallaga

COORDENADAS UTM	
NORTE:	9077200 m
ESTE:	347700 m
ALTITUD:	497 m.s.n.m

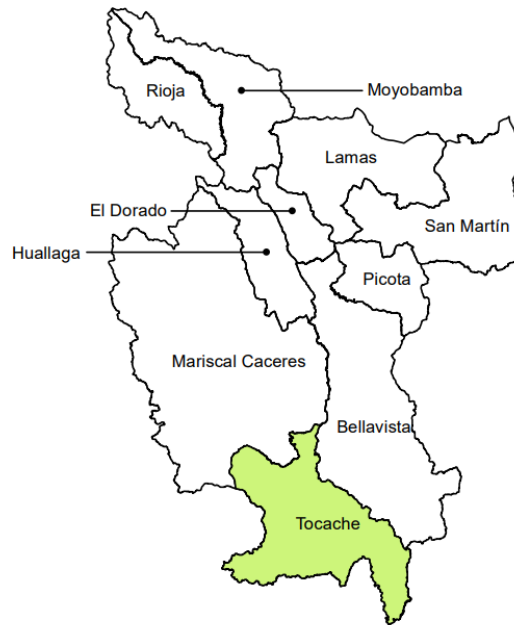
Figura 12.
Ubicación Departamental, Región San Martín



Nota: Mapa Wikipedia

Figura 13.

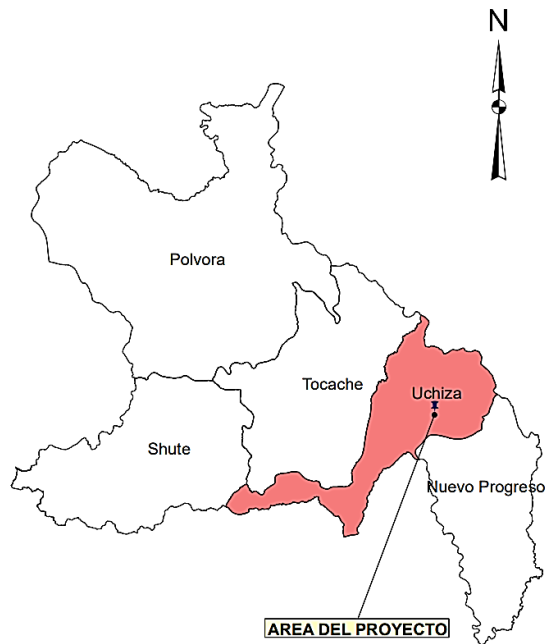
Ubicación Provincial en la Región de San Martín, Provincia de Tocache



Nota: <https://diadelaindependenciadelperu.com/mapa-del-peru/mapa-de-san-martin/>

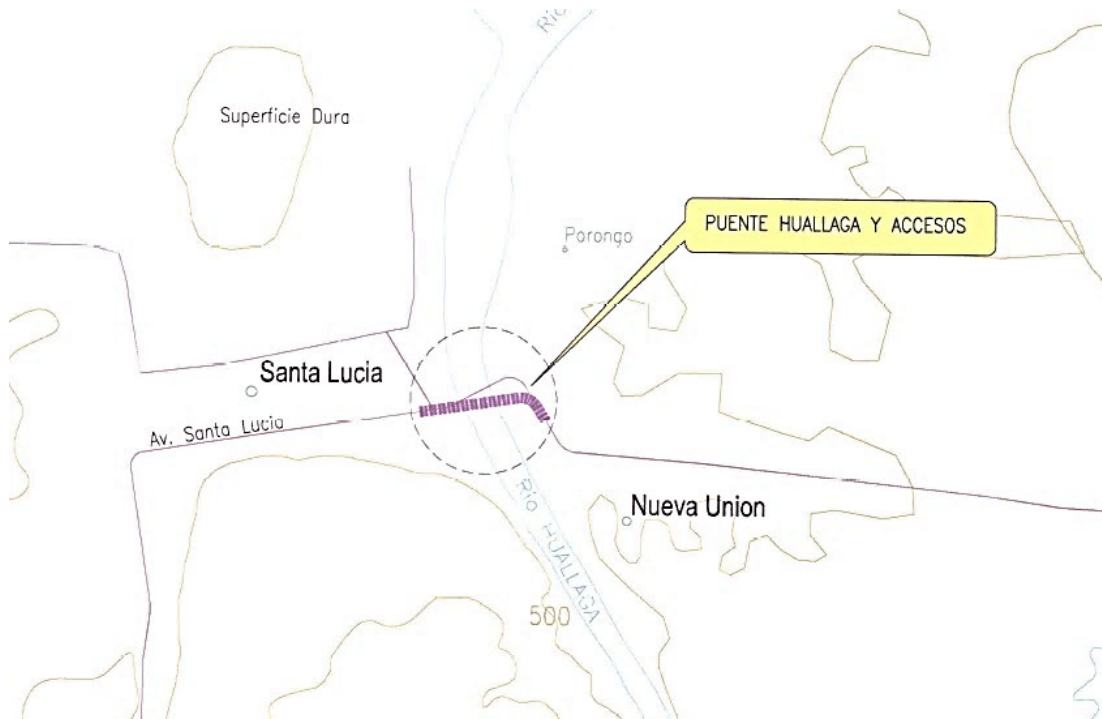
Figura 14.

Ubicación Distrital del Área del Proyecto



Nota: Arcgis 10.8

Figura 15.
Vista General del Área del Proyecto



Nota: Plano de Ubicación del Puente Huallaga

3.2. PERÍODO DE INVESTIGACIÓN

La investigación se ha desarrollado según la siguiente tabla:

Tabla 3.
Período y Actividades de la presente investigación

PERIODO	ACTIVIDAD
Junio 2024	Análisis de las partidas del Puente Atirantado Huallaga utilizando la metodología BIM en contraste con el enfoque tradicional en la construcción del puente.
Junio 2024 – Agosto 2024	Procesamiento y análisis de datos, desarrollo de modelos y planos del proyecto para la aplicación de la metodología BIM. Determinación de las variaciones de costos a través de la implementación de BIM. Evaluación del impacto de la metodología BIM en la eficiencia temporal de la construcción del puente.

3.3. METODOLOGÍA

El presente estudio sigue un **enfoque cuantitativo**, con un **diseño transversal** que permite la recolección de datos en un único punto en el tiempo. Se implementa la metodología BIM (Building Information Modeling) para optimizar la planificación y ejecución del nuevo puente vehicular sobre el río Huallaga. La investigación se clasifica como **aplicada y descriptiva**, buscando aplicar conocimientos teóricos sobre BIM a un caso práctico concreto. El método de recolección de datos se centra en la comparación entre las metodologías tradicional y BIM, evaluando metrados, costos, tiempos y la detección de interferencias o errores mediante la coordinación interdisciplinaria.

3.4. POBLACIÓN DE ESTUDIO

La población de estudio está conformada por proyectos de infraestructura vial en la región de San Martín, Perú. Estos incluyen construcciones de puentes vehiculares y otras infraestructuras viales similares que podrían beneficiarse del uso de la metodología BIM. La elección de estos proyectos responde a la necesidad de evaluar la implementación del BIM en un contexto local de infraestructura vial.

3.5. MUESTRA

La muestra seleccionada para este estudio es de tipo **no probabilística intencional**, y está representada por el proyecto del nuevo puente vehicular sobre el río Huallaga. Este proyecto fue elegido como caso de estudio principal debido a su relevancia en la región y a que representa un ejemplo idóneo para evaluar el impacto de la metodología BIM en la planificación y ejecución de proyectos de infraestructura vial. El método de **muestreo intencional** fue utilizado para seleccionar esta muestra, ya que permite un análisis profundo de un caso que, por sus características particulares, aporta información valiosa y representativa sobre el tema de investigación.

3.6. UNIDAD DE ANALISIS

La unidad de análisis del estudio incluye las actividades específicas de la etapa de planeación del puente vehicular sobre el río Huallaga, como el análisis de las partidas del puente, la evaluación de metrados, costos y tiempos de ejecución. Cada actividad será evaluada para comparar la metodología BIM frente a los métodos tradicionales.

3.7. PROCEDIMIENTO

El proceso de investigación se estructuró en varias etapas, cada una alineada con los objetivos específicos del estudio para evaluar la implementación de la metodología BIM en el nuevo puente vehicular sobre el río Huallaga.

Cuantificación de la Reducción de Metrados:

- **Recolección de Datos Iniciales:** Se inició con la recopilación de información detallada sobre las partidas del Puente Atirantado Huallaga necesarias para la construcción del puente. Esto incluyó la obtención de planos y especificaciones técnicas del proyecto.
- **Modelado BIM de Partidas:** Se utilizó el software Autodesk Revit para crear modelos precisos de las partidas de acero, concreto, Estructura Metálica y encofrado. Estos modelos permitieron evaluar y comparar la cantidad de materiales necesarios en comparación con el método tradicional.
- **Variación de Metrados:** Se realizó un análisis comparativo de los metrados obtenidos con la metodología BIM y los generados por métodos tradicionales, cuantificando la reducción de metrados y evidenciando la precisión proporcionada por BIM.

Evaluación de la Variación de Costos:

- **Integración de Datos del Presupuesto en BIM 5D:** Se incorporaron precios unitarios y costos de equipo, materiales y mano de obra en el modelo BIM, permitiendo una evaluación precisa de los costos asociados a los metrados.
- **Variación de Costos:** Se identificaron las partidas con mayor incidencia en el presupuesto general del proyecto, comparando las variaciones de costos generadas por la metodología BIM frente al enfoque tradicional. Este análisis se centró en cómo la precisión de los metrados impacta en el costo total del proyecto.

Comparación de la Programación de la Obra:

- **Programación 4D del Proyecto:** Utilizando Navisworks, se integró el cronograma del proyecto con el modelo BIM, lo que permitió visualizar la secuencia de actividades constructivas en una simulación 4D. Esto facilitó la comparación de tiempos entre la programación con BIM y sin BIM.
- **Variación de Tiempos:** Se simularon las fases de construcción bajo ambos enfoques (con y sin BIM), evaluando la reducción en el tiempo total de ejecución y la influencia de BIM en las diferentes fases del proyecto. Esto permitió identificar las áreas donde BIM mejora la eficiencia temporal.

Evaluación del Impacto en la Coordinación Multidisciplinaria:

- **Coordinación Interdisciplinaria con BIM:** Se evaluó la integración de las disciplinas de arquitectura, estructura e instalaciones mediante la metodología BIM, facilitando la coordinación efectiva y detectando a tiempo errores tanto de diseño como proceso constructivo.

3.7.1. Cuantificación de la Reducción de Metrados

➤ **Recolección de Datos Iniciales:**

a. **Parámetros de Diseño:**

De acuerdo con el estudio definitivo y el Expediente técnico el diseño vial del puente se realizó de acorde a la norma técnica del manual de carreteras DG-2014 y el cual los parámetros generales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.

Parámetros de diseño Vial del Puente Huallaga

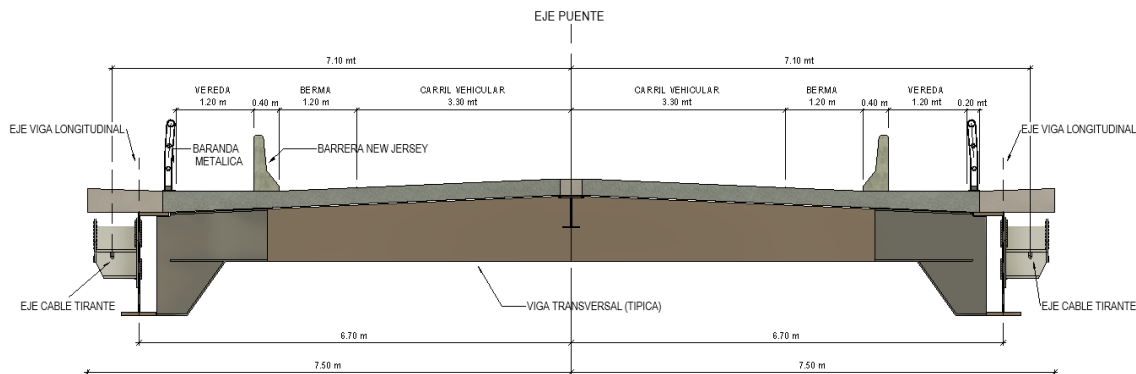
PARAMETROS DE DISEÑO	
Clasificación según su función	Red Vial Departamental
Categoría de la vía	Segunda Clase
Características	Vía de 2 carriles
Orografía	Tipo 2 (Ondulado)
Longitud Total del Proyecto	750 m
Longitud Acceso Margen Izquierda	106.1 m
Longitud Puente	407.8 m
Longitud Acceso Margen Derecha	236.1 m
Velocidad Directriz	40 km/h
Ancho de Calzada	6.60 m
Ancho de Berma a cada lado en accesos	1.20 m
Ancho de Berma a cada lado en puente	1.20 m
Ancho de Plataforma	12.60 m
Pendiente Longitudinal Máxima	8.0%
Bombeo de la calzada y bermas	2.5%
Nº de Curvas	1
Radio de Curva	100 m
Peralte Máximo	4.0%
Longitud de curva de Transición	40 m
Sobreancho	2.50 m
Longitud de Transición de sobreancho	40 m

Nota: Expediente Técnico del Proyecto. (Provias, 2019)

b. Sección Transversal:

Dado que la velocidad de diseño es inferior a 70 km/h, las normas de diseño de carreteras no exigen la instalación de barreras de seguridad en el puente. Sin embargo, en este proyecto se han incluido barreras tipo New Jersey por motivos funcionales, así como por consideraciones de seguridad vial y estructural (Provias, 2019).

Figura 16.
Puente Huallaga-Sección Transversal



Nota: Modelado de Revit 2025.

c. Seguridad Funcional:

El puente que se planea construir sobre el río Huallaga, caracterizado por su fuerte caudal, será la única vía para el tránsito de vehículos pesados y para los habitantes de Santa Lucía y Nueva Unión. Por lo tanto, la instalación de barreras de seguridad será beneficiosa para la seguridad funcional del camino (Provias, 2019).

d. Seguridad Estructural:

Las barreras de seguridad son esenciales para proteger las estructuras de soporte del puente frente al riesgo de colisiones vehiculares (Provias, 2019).

e. Descripción de la Estructura del Puente:

Las estructuras del proyecto fueron diseñadas conforme a los requisitos establecidos en la Especificación de Diseño de Puentes AASHTO LRFD y la "Guide Specification for

LRFD Seismic Bridge Design" de AASHTO. La estructura del puente Huallaga es de tipo atirantado y mixto, con una cimentación profunda compuesta por pilotes excavados de concreto armado de 2.00 metros de diámetro. El puente tiene una longitud de 407.80 metros, con un vano central de 220.50 metros. La construcción se realizó mediante el sistema de volados sucesivos, llenados en el sitio (Provias, 2019).

SUPERESTRUCTURA:

a.1 TORRES: Torres TI y TD

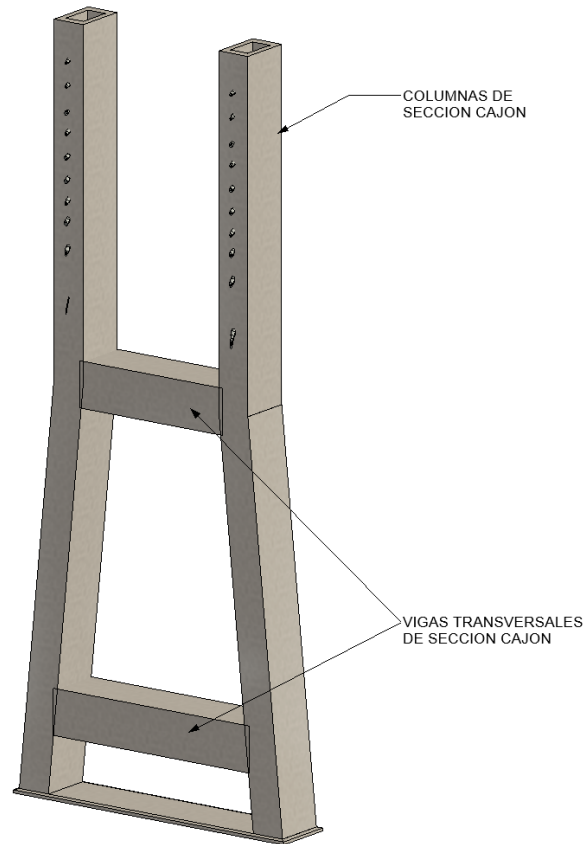
Se construirán dos torres, una en cada margen del río Huallaga. Estas torres serán de concreto armado con forma de H y tendrán patas inferiores abiertas (Provias, 2019).

- Altura Total : 59.60 m cada torre

Las columnas de las torres están diseñadas en concreto armado con una sección en forma de cajón. La separación entre las columnas varía, alcanzando un máximo de 20.20 metros a la altura de los cabezales de los pilotes y de 14.20 metros en la zona donde se anclan los cables de soporte. En la parte inferior (debajo del nivel del tablero) y en la parte superior, las columnas tienen un peralte de 4.00 metros y un ancho de 2.50 metros. Están conectadas mediante dos vigas transversales de concreto armado, que tienen una sección en cajón de 4.00 metros de ancho y 3.00 metros de peralte (Provias, 2019).

Figura 17.

Torre de Concreto Armado-Super Estructura Puente Huallaga



Nota: Modelado de Revit 2025.

a.2 TORRES: Torres TI y TD

La superestructura del puente está compuesta por vigas longitudinales y transversales de acero ASTM A709 Grado 50 y una losa de concreto con una resistencia de $f'c=280\text{kg/cm}^2$, prefabricada y con bordes de cierre de concreto vaciados in situ con la misma resistencia. El tablero tiene un ancho total de 15.00 metros y está soportado por dos planos de cables tirantes ubicados a 7.10 metros del eje del tablero (Provias, 2019).

Las vigas longitudinales están situadas en los extremos del tablero y tienen un peralte de 1.50 metros. Las vigas transversales son de sección I con un peralte variable y un espaciamiento típico de 3.50 metros entre los ejes de las vigas (Provias, 2019).

Los paneles de losa prefabricada tienen un espesor de 25 cm. Los bordes de concreto vaciados in situ permiten que las vigas y la losa trabajen en acción compuesta mediante conectores de corte tipo "Nelson-stud". Se cuenta con un total de 40 cables tirantes, con 10 pares a cada lado de las torres (Provias, 2019).

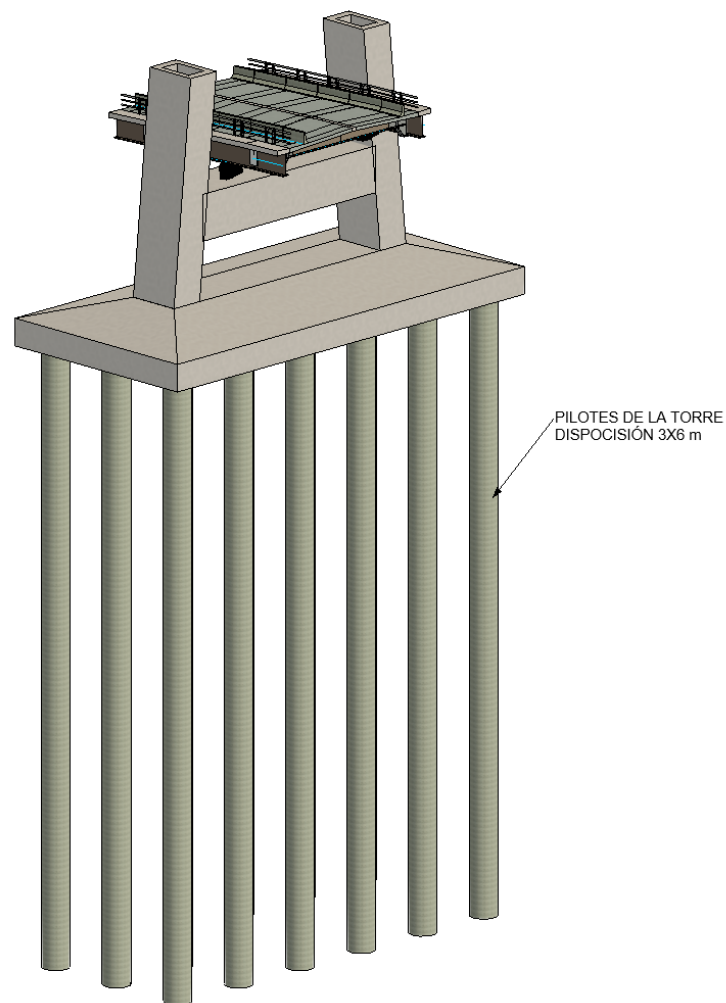
La segmentación del puente se realiza a través de un método de construcción balanceada y volados sucesivos en módulos de 10.50 metros de longitud. Los módulos de la superestructura se unen por medio de empalmes en frío con pernos de alta resistencia ASTM A490 (Provias, 2019).

SUBESTRUCTURA:

b.1 Cimentación de Torres:

Cada torre se apoya sobre 18 pilotes excavados con un diámetro de 2.0 metros y una longitud de 45 metros, dispuestos en un arreglo de 3x6 con un espaciamiento típico de 6.0 metros entre los ejes de los pilotes (Provias, 2019).

Figura 18.
Cimentación de las Torres-Puente Huallaga



Nota: Modelado de Revit 2025.

b.2 Estribos: EI, ED:

Se construyeron dos estribos (uno en cada margen del río Huallaga) de concreto armado (Provias, 2019).

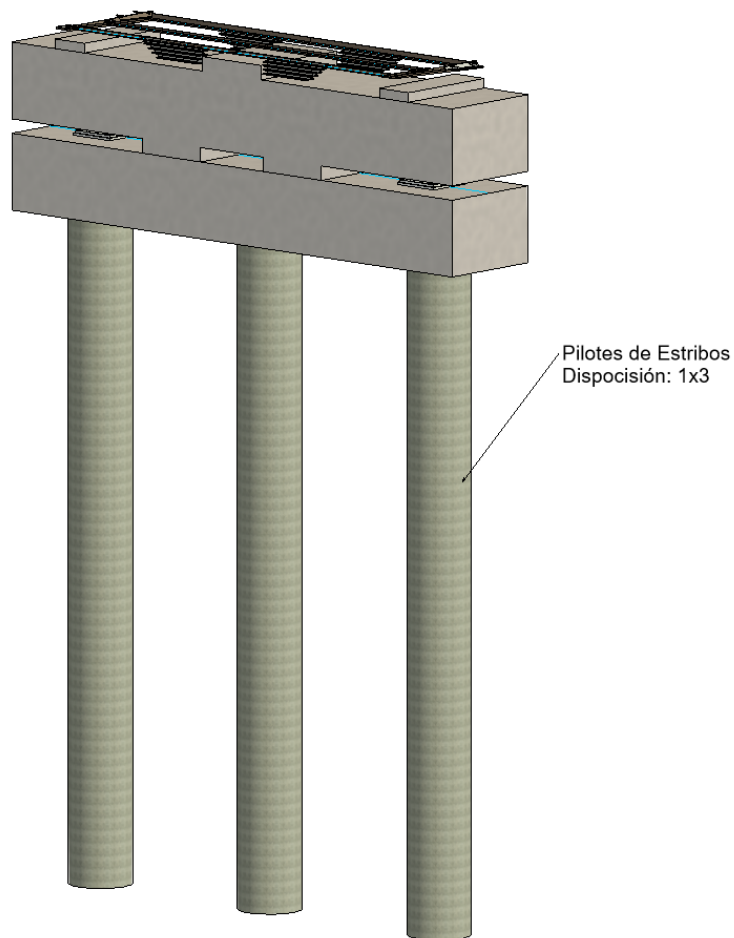
Estribo izquierdo:

- **Altura total:** 5.10 metros (Provias, 2019).
- **Tipo de cimentación:** 3 pilotes excavados con un diámetro de 2.0 metros y una longitud de 20 metros, organizados en un arreglo de 1x3 con un espaciamiento típico de 7.0 metros entre los pilotes (Provias, 2019).

Estribo derecho:

- **Altura total:** 6.20 metros (Provias, 2019).
- **Tipo de cimentación:** 3 pilotes excavados con un diámetro de 2.0 metros y una longitud de 20 metros, organizados en un arreglo de 1x3 con un espaciamiento típico de 7.0 metros entre los pilotes (Provias, 2019).

Figura 19.
Cimentación de Estribos-Puente Huallaga



Nota: Modelado de Revit 2025.

f. Sistema de Construcción:

Pilotes:

Se utilizaron pilotes excavados y rellenos de concreto in situ mediante el método de tremie (Provias, 2019).

Torres:

Se construyeron usando encofrado trepante (Provias, 2019).

Tablero:

El proceso de construcción se llevó a cabo mediante volados sucesivos (Provias, 2019).

El puente atirantado Huallaga se construyó utilizando un sistema de volados sucesivos con dovelas de 10.50 metros de longitud. Para el izado del tablero, se emplearon carros de avance que elevaron las dovelas previamente ensambladas y las transportaron hasta el punto de izaje a través de medios fluviales. Se usaron cuatro carros en total, dos por torre. Cada carro estaba equipado en su parte delantera con dos gatos tragacordones de izado, que colgaban varios balancines anclados a las dovelas que fueron izadas mediante orejetas (Provias, 2019).

Una vez completado un ciclo de colocación de una dovela, que incluyó su izado, fijación al frente del tablero, colocación de tirantes (tesados según las fases especificadas en el proyecto) y el vaciado de la losa de concreto, el carro se movió al nuevo frente del tablero para izar la siguiente dovela. El movimiento del carro sobre el tablero se realizó mediante carriles y gatos de empuje (Provias, 2019).

g. Resumen De Metrados:

Se extrajeron los metrados del expediente técnico, abarcando la evaluación detallada de las partidas correspondientes al subproyecto del Puente Atirantado Huallaga. El análisis

incluyó desde el Ítem 01.01 Trabajos Preliminares hasta el Ítem 01.04 Varios. Para más detalles sobre los metrados, consulte el Anexo A.

h. Plazo De Ejecución De Obra:

El proyecto se estructura en cuatro subproyectos principales: el primero, correspondiente al Puente Atirantado Huallaga, con una duración estimada de 660 días; el segundo, relativo a los Accesos, con una duración prevista de 378 días; el tercero, enfocado en las Obras de Protección, con 90 días; y finalmente, el Plan de Manejo Ambiental, que se desarrollará a lo largo de 655 días. En conjunto, el expediente técnico estima una duración total del proyecto de 22 meses, equivalentes a 1 año y 10 meses. Para los fines de la presente investigación, la evaluación se centrará exclusivamente en el primer subproyecto, correspondiente al Puente Atirantado Huallaga. (Ver Anexo B para más detalles sobre el cronograma de ejecución).

i. Resumen De Presupuesto:

El presupuesto detalla los costos asociados al desarrollo del proyecto, abarcando materiales, mano de obra, equipos y otros recursos necesarios para la construcción del Puente Huallaga y sus accesos en la región de San Martín. El costo total del subproyecto del Puente Atirantado Huallaga, que es el foco de esta investigación, asciende a ciento cinco millones cuatrocientos ochenta y seis mil cuatrocientos veintisiete soles con cuarenta y siete céntimos (S/ 105,486,427.47). Por su parte, el subproyecto de Accesos tiene un presupuesto de siete millones seiscientos ochenta y tres mil seiscientos veintiocho soles con cuatro céntimos (S/ 7,683,628.04). En total, el presupuesto general del proyecto asciende a ciento setenta y dos millones quinientos ochenta y cuatro mil novecientos siete soles con ochenta y ocho céntimos (S/ 172,584,907.88). (Ver Anexo C para más detalles sobre el Presupuesto)

➤ **Modelado BIM de partidas:**

En el presente estudio, todas las partidas fueron modeladas con un Nivel de Detalle (LOD) 400, lo que garantiza un alto grado de precisión y especificidad en la representación de los componentes constructivos. Se prestó particular atención a las partidas de concreto armado, estructura metálica, elementos de conexión, y otros materiales esenciales para el subproyecto del Puente Atirantado Huallaga. Este nivel de detalle es fundamental para asegurar la coherencia y viabilidad técnica del proyecto, permitiendo una mejor visualización y planificación de las fases constructivas. El software empleado para el desarrollo de estos modelos fue Revit 2025, el cual ofrece herramientas avanzadas para la gestión y simulación de proyectos de infraestructura complejos.

a. Modelado de la Sub-Estructura:

Se realizó el modelado detallado de los elementos de cimentación, los estribos, y las torres del puente, los cuales son componentes fundamentales en la estructura general del puente atirantado. El proceso de modelado comenzó con las partidas correspondientes al concreto armado, asegurando que la base estructural del puente estuviera adecuadamente representada. Posteriormente, se modeló el acero correspondiente a estos elementos, integrando de manera precisa todos los componentes necesarios para reflejar fielmente la estructura final.

b. Modelado de la Super-Estructura:

Se ha realizado un modelado exhaustivo de todos los tipos de vigas metálicas, tanto de sección constante como de sección variable, incluyendo variaciones en la parte lateral y central de la estructura. Además, se ha modelado detalladamente los tirantes del puente y sus respectivos anclajes, así como los distintos tipos de losas prefabricadas empleadas en la construcción. Se ha incluido también el modelado de los dispositivos de apoyo en los estribos y torres, la baranda metálica, y las barreras tipo New Jersey. Asimismo, se ha

modelado el contrapeso de los estribos, garantizando un análisis integral de los componentes estructurales del puente.

➤ **Variación de Metrados:**

En esta sección, se integró el modelado BIM con el software especializado Delphin Express, diseñado para la elaboración de metrados, presupuestos y cronogramas bajo la metodología BIM. Utilizando su módulo Delphin Metric, se extrajeron los metrados directamente del modelo BIM, asegurando su coherencia con el expediente técnico, que fue elaborado de manera tradicional. Se compararon los metrados obtenidos mediante BIM, procesados con Delphin Express, con los extraídos de forma tradicional a partir del expediente técnico. El análisis comparativo se presentó en tablas y gráficos generados en Excel, mostrando las variaciones en cada una de las partidas evaluadas.

a. Integración del Modelo BIM con Delphin Metric:

Para este procedimiento se tuvo que exportar el modelo BIM desde Revit con un formato compatible con Delphin Metric, como lo es el IFC (Industry Foundation Classes). Se Importo el archivo al software.

b. Selección y Configuración de Elementos:

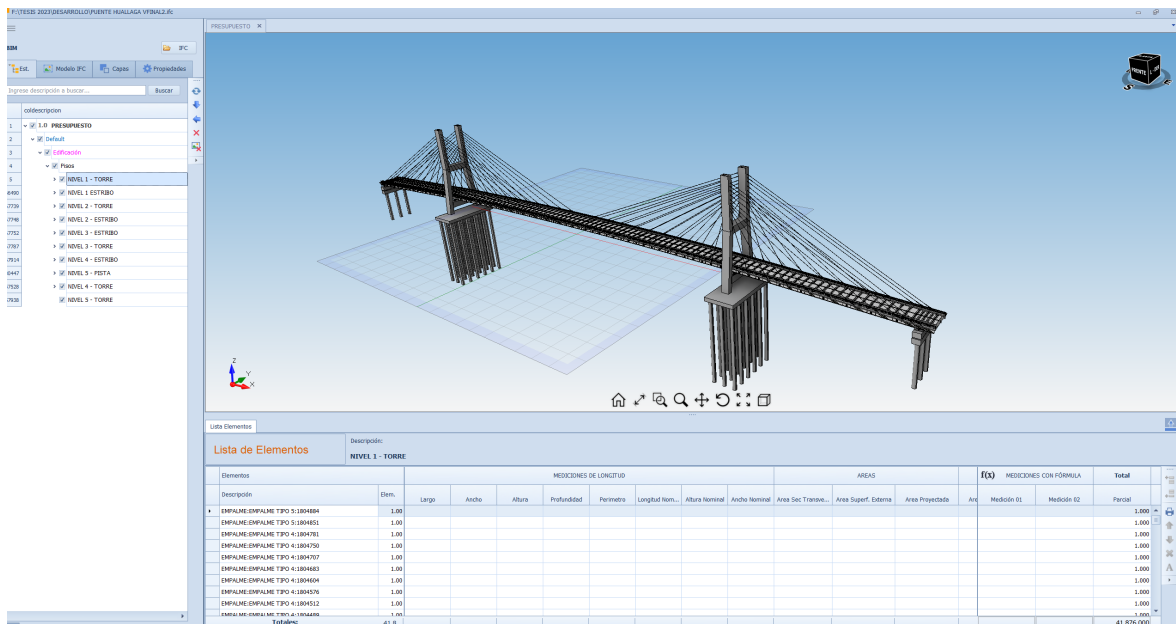
Una vez importado el modelo, Delphin Metric mostró una lista de los diferentes elementos del modelo BIM, lo que permitió identificarlos y, de esta manera, extraer los metrados. Además, se configuraron las unidades de medida para cada tipo de elemento según las especificaciones del proyecto, lo cual fue crucial para obtener un metrado preciso.

c. Extracción de Metrados:

Para la selección de elementos a cuantificar, se eligieron manualmente o mediante herramientas de selección automatizada que filtraban por tipo de elemento, categoría o material. Luego, se utilizó Delphin Metric para calcular automáticamente los metrados; al

hacer clic en la opción de 'Calcular Metrados', el software generó las cantidades correspondientes para los elementos seleccionados. Esa información se exportó al Excel para el procesamiento de datos y la comparación en los metrados tanto de la metodología tradicional como la metodología BIM.

Figura 20.
Importación de archivo IFC a Delphin Express



Nota: Delphin Express 2024.

Tabla 5.*Variación Porcentual de Metrados*

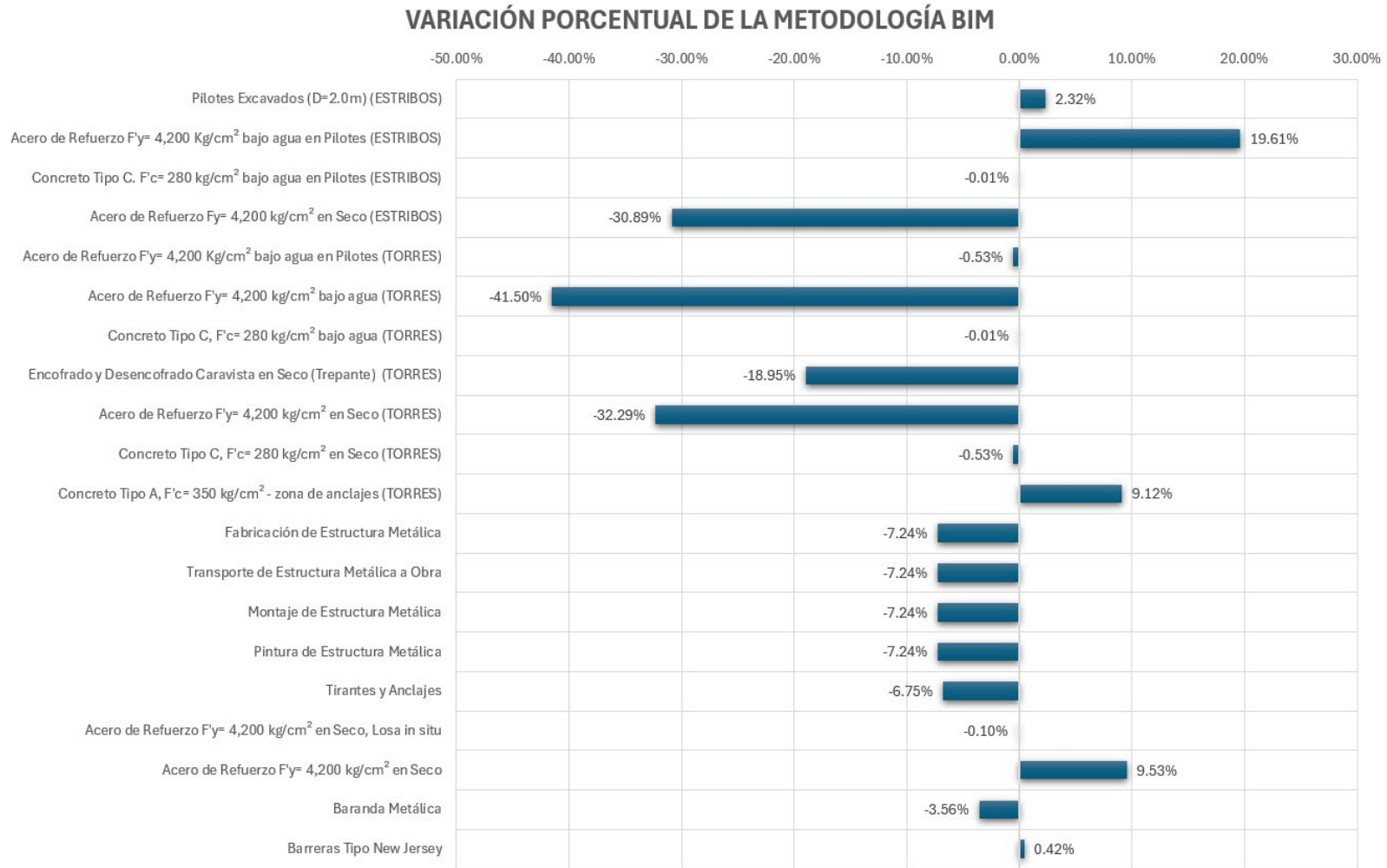
Proyecto:		ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE HUALLAGA Y ACCESOS			
Ubicación:		SANTA LUCIA-UCHIZA-TOCACHE-SAN MARTIN			
ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO TRADICIONAL	METRADO BIM	% VARIACION
01	PUENTE ATIRANTADO HUALLAGA				
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				
01.01.01	Movilización y Desmovilización de Equipos	glb	1.00	1.00	0.00%
01.01.02	Desbroce y Limpieza de Terreno en Zona Boscosa	ha	1.38	1.38	0.00%
01.01.03	Topografía y Georreferenciación	m ²	9450.00	9450.00	0.00%
01.01.04	Mantenimiento de Tránsito Temporal y Seguridad Vial	glb	1.00	1.00	0.00%
01.01.05	Accesos Provisionales	km	7.60	7.60	0.00%
01.01.06	Demolición Construcción Existente	glb	1.00	1.00	0.00%
01.02	SUB ESTRUCTURA				
01.02.01	PILOTES EXCAVADOS (ESTRIBOS)				
01.02.01.01	Movilización y Desmovilización de Equipos de Pilotaje	glb	1.00	1.00	0.00%
01.02.01.02	Plataforma de Operaciones	m ³	543.40	543.40	0.00%
01.02.01.03	Pilotes Excavados (D=2.0m)	m	126.66	129.6	2.32%
01.02.01.04	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 Kg/cm ² bajo agua en Pilotes	kg	84474.00	101042.52	19.61%
01.02.01.05	Concreto Tipo C. F'c= 280 kg/cm ² bajo agua en Pilotes	m ³	395.84	395.82	-0.01%
01.02.01.06	Descabezado de Pilotes	und	6.00	6	0.00%

01.02.01.07	Prueba de Integridad	und	6.00	6	0.00%
01.02.02	ESTRIBOS				
01.02.02.01	Excavación para Estructuras en Material Común en Seco	m ³	205.05	205.05	0.00%
01.02.02.02	Concreto Tipo F1 de Nivelación, F'c= 100 kg/cm ²	m ³	6.37	6.37	0.00%
01.02.02.03	Encofrado y Desencofrado Cara No Vista en Seco	m ²	104.16	104.16	0.00%
01.02.02.04	Encofrado y Desencofrado Caravista en Seco	m ²	114.78	114.78	0.00%
01.02.02.05	Acero de Refuerzo Fy= 4,200 kg/cm ² en Seco	kg	49764.00	34390.47	-30.89%
01.02.02.06	Concreto Tipo C, Fc= 280 kg/cm ² en Seco	m ³	313.32	313.32	0.00%
01.02.03	PILOTES EXCAVADOS (TORRES)				
01.02.03.01	Plataforma de Operaciones	m ³	2240.00	2240.00	0.00%
01.02.03.02	Pilotes Excavados (D=2.0m)	m	1766.07	1766.07	0.00%
01.02.03.03	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 Kg/cm ² bajo agua en Pilotes	kg	1675220.00	1666362.38	-0.53%
01.02.03.04	Concreto Tipo C. F'c= 280 kg/cm ² bajo agua en Pilotes	m ³	5202.48	5202.48	0.00%
01.02.03.05	Descabezado de Pilotes	und	36.00	36.00	0.00%
01.02.03.06	Prueba de Carga Pilote con Celda Osterberg	und	2.00	2.00	0.00%
01.02.03.07	Prueba de Integridad	und	36.00	36.00	0.00%
01.02.04	CABEZALES DE PILOTES EN TORRES				
01.02.04.01	Excavación para Estructuras en Material Común Bajo Agua	m ³	4404.36	4404.36	0.00%
01.02.04.02	Relleno para Estructuras con Material Propio	m ³	329.12	329.12	0.00%
01.02.04.03	Encofrado y Desencofrado Caravista Bajo Agua	m ²	400.00	400.00	0.00%
01.02.04.04	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² bajo agua	kg	729228.00	426627.18	-41.50%
01.02.04.05	Concreto Tipo F1 de Nivelación, Fc= 100 kg/cm ²	m ³	55.40	55.40	0.00%
01.02.04.06	Concreto Tipo C, F'c= 280 kg/cm ² bajo agua	m ³	3119.60	3119.36	-0.01%

01.02.05	TORRES				
01.02.05.01	Encofrado y Desencofrado Caravista en Seco (Trepante)	m ²	5347.13	4333.88	-18.95%
01.02.05.02	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² en Seco	kg	903530.00	611772.16	-32.29%
01.02.05.03	Concreto Tipo C, F'c= 280 kg/cm ² en Seco	m ³	1612.20	1603.58	-0.53%
01.02.05.04	Concreto Tipo A, F'c= 350 kg/cm ² - zona de anclajes	m ³	614.34	670.36	9.12%
01.02.05.05	Barras Postensores Ø40mm - L=2.40m	und	248.00	248.00	0.00%
01.02.05.06	Barras Postensores Ø40mm - L=3.90m	und	176.00	176.00	0.00%
01.02.05.07	Estructuras Temporales para Izaje y Movilización Vertical	und	1.00	1.00	0.00%
01.03	SUPER ESTRUCTURA				
01.03.01	ESTRUCTURA METÁLICA				
01.03.01.01	Fabricación de Estructura Metálica	ton	1755.36	1628.32	-7.24%
01.03.01.02	Transporte de Estructura Metálica a Obra	ton	1755.36	1628.32	-7.24%
01.03.01.03	Montaje de Estructura Metálica	ton	1755.36	1628.32	-7.24%
01.03.01.04	Pintura de Estructura Metálica	ton	1755.36	1628.32	-7.24%
01.03.02	TIRANTES, ANCLAJES Y CARROS DE IZAJE				
01.03.02.01	Tirantes y Anclajes	kg	142206.00	132610.17	-6.75%
01.03.02.02	Carros de Izaje para Montaje del Tablero del Puente	und	4.00	4.00	0.00%
01.03.03	LOSA DE CONCRETO				
01.03.03.01	Losa Prefabricada Tipo 1	und	58.00	58.00	0.00%
01.03.03.02	Losa Prefabricada Tipo 2	und	164.00	164.00	0.00%
01.03.03.03	Losa Prefabricada Tipo 3	und	16.00	16.00	0.00%
01.03.03.04	Losa Prefabricada Tipo 4	und	4.00	4.00	0.00%
01.03.03.05	Montaje de Losas Prefabricadas con los Carros de Izaje	und	242.00	242.00	0.00%

01.03.03.06	Encofrado y Desencofrado Caravista, en Seco, Losa in situ	m ²	285.25	285.25	0.00%
01.03.03.07	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² en Seco, Losa in situ	kg	84802.32	84720.51	-0.10%
01.03.03.08	Concreto Tipo C, F'c= 280 kg/cm ² en Seco, Losa in situ	m ³	607.16	607.16	0.00%
01.03.04	CONTRAPESO				
01.03.04.01	Encofrado y Desencofrado Caravista en Seco	m ²	251.46	251.46	0.00%
01.03.04.02	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² en Seco	kg	16628.00	18213.37	9.53%
01.03.04.03	Concreto Tipo A, F'c= 350 kg/cm ² en Seco	m ³	333.48	333.48	0.00%
01.03.04.04	Barras Postensoras Ø40mm - L=4.50m	und	32.00	32.00	0.00%
01.03.05	SUPERFICIE DE RODADURA				
01.03.05.01	Riego de Liga	m ²	3667.50	3667.50	0.00%
01.03.05.02	Carpeta Asfáltica en Caliente de 2"	m ²	3667.50	3667.50	0.00%
01.04	VARIOS				
01.04.01	Junta de Dilatación en Puente	m	25.20	25.20	0.00%
01.04.02	Dispositivo de Apoyo en Estribos	und	4.00	4.00	0.00%
01.04.03	Dispositivo de Apoyo en Torres	und	4.00	4.00	0.00%
01.04.04	Dispositivo de Apoyo en Contrapeso	und	8.00	8.00	0.00%
01.04.05	Dispositivo de Restricción Sísmica Longitudinal	und	8.00	8.00	0.00%
01.04.06.01	Dispositivo de Restricción Sísmica Transversal en Contrapeso	und	48.00	48.00	0.00%
01.04.06.02	Dispositivo de Restricción Sísmica Transversal en Torres	und	32.00	32.00	0.00%
01.04.07	Dispositivo de Drenaje - Tubo de PVC Ø4; L=2.10 m	und	328.00	328.00	0.00%
01.04.08	Baranda Metálica	m	815.00	786	-3.56%
01.04.09	Barreras Tipo New Jersey	m	815.00	818.4	0.42%
01.04.10	Prueba de Carga en Puente	glb	1.00	1.00	0.00%

Figura 21.
Variación Porcentual de la Metodología BIM frente a la Tradicional en Metrados



3.7.2. Determinar la Variación de Costos:

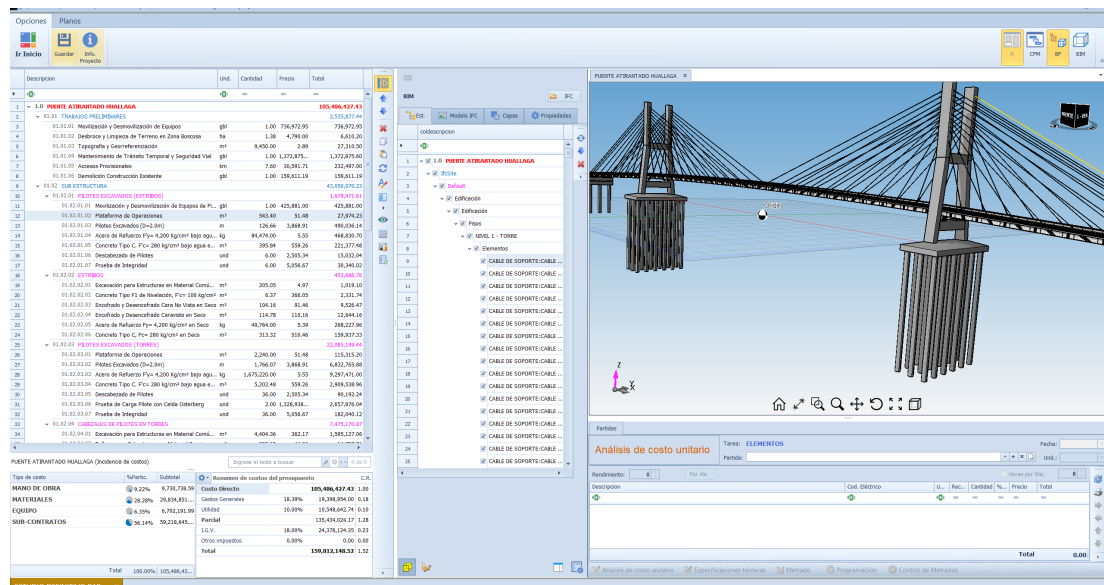
La evaluación comparativa de costos, basada en los metrados obtenidos mediante las metodologías tradicional y BIM, reveló cómo las variaciones en los metrados impactaron directamente los costos del proyecto. En partidas donde BIM mostró un aumento en los metrados, se observó un incremento en los costos debido a una mayor precisión en la estimación de recursos necesarios. Por otro lado, BIM también permitió identificar áreas donde se podían optimizar recursos, resultando en una reducción significativa de costos.

➤ Integración de Datos del Presupuesto en BIM 5D:

Para integrar los datos del presupuesto en Delphin Express, primero se aseguró que la información del presupuesto estuviera organizada en Excel. Luego, se creó un nuevo proyecto en Delphin Express, se configuró la estructura de costos unitarios y el precio de acuerdo al Expediente Técnico. Estos costos se vincularon a los elementos del modelo BIM utilizando Delphin Metric cuando fue necesario. Finalmente, se mantuvo el presupuesto actualizado y sincronizado con el modelo BIM a lo largo del proyecto.

Figura 22.

Integración de los Datos del presupuesto y la información del modelado BIM al Presupuesto en Delphin Express



Nota: Delphin Express 2024.

➤ **Variación de Costos:**

Para esta evaluación, Excel fue la herramienta principal empleada para analizar y comparar los costos entre la metodología tradicional y la metodología BIM en el proyecto. Se crearon tablas detalladas que desglosaron los costos asociados de acuerdo con el presupuesto de obra establecido en el expediente técnico. Adicionalmente, se generaron gráficos comparativos que permitieron visualizar de manera clara y precisa las diferencias de costos entre ambas metodologías. De esta manera, se obtuvo una evaluación que ofrece una perspectiva integral sobre el impacto económico de la implementación de BIM en comparación con la metodología tradicional en el proyecto en análisis.

Tabla 6.*Variación Porcentual del presupuesto: Metodología Tradicional VS Metodología BIM*

Proyecto: ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE HUALLAGA Y ACCESOS								
Ubicación: SANTA LUCIA-UCHIZA-TOCACHE-SAN MARTIN								
ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO TRAD.	METRADO BIM	PRECIO	TOTAL TRAD.	TOTAL BIM	%VAR.
01	PUENTE ATIRANTADO HUALLAGA					105486427.47	98881445.30	-6.26%
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES					2535877.44	2535877.44	0.00%
01.01.01	Movilización y Desmovilización de Equipos	glb	1.00	1.00	736972.95	736972.95	736972.95	0.00%
01.01.02	Desbroce y Limpieza de Terreno en Zona Boscosa	ha	1.38	1.38	4790.00	6610.20	6610.20	0.00%
01.01.03	Topografía y Georreferenciación	m ²	9450.00	9450.00	2.89	27310.50	27310.50	0.00%
01.01.04	Mantenimiento de Tránsito Temporal y Seguridad Vial	glb	1.00	1.00	1372875.60	1372875.60	1372875.60	0.00%
01.01.05	Accesos Provisionales	km	7.60	7.60	30591.71	232497.00	232497.00	0.00%
01.01.06	Demolición Construcción Existente	glb	1.00	1.00	159611.19	159611.19	159611.19	0.00%
01.02	SUB ESTRUCTURA					43050070.25	39502508.46	-8.24%

01.02.01	PILOTES EXCAVADOS (ESTRIBOS)					1679471.61	1782790.31	6.15%
	Movilización y							
01.02.01.01	Desmovilización de Equipos de Pilotaje	glb	1.00	1.00	425881.00	425881.00	425881.00	0.00%
01.02.01.02	Plataforma de Operaciones	m ³	543.40	543.40	51.48	27974.23	27974.23	0.00%
01.02.01.03	Pilotes Excavados (D=2.0m)	m	126.66	129.60	3868.91	490036.14	501410.74	2.32%
01.02.01.04	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 Kg/cm ² bajo agua en Pilotes	kg	84474.00	101042.52	5.55	468830.70	560785.99	19.61%
01.02.01.05	Concreto Tipo C. F'c= 280 kg/cm ² bajo agua en Pilotes	m ³	395.84	395.82	559.26	221377.48	221366.29	-0.01%
01.02.01.06	Descabezado de Pilotes	und	6.00	6.00	2505.34	15032.04	15032.04	0.00%
01.02.01.07	Prueba de Integridad	und	6.00	6.00	5056.67	30340.02	30340.02	0.00%
01.02.02	ESTRIBOS					453686.76	370823.44	-18.26%
01.02.02.01	Excavación para Estructuras en Material Común en Seco	m ³	205.05	205.05	4.97	1019.10	1019.10	0.00%
01.02.02.02	Concreto Tipo F1 de Nivelación, F'c= 100 kg/cm ²	m ³	6.37	6.37	366.05	2331.74	2331.74	0.00%
01.02.02.03	Encofrado y Desencofrado Cara No Vista en Seco	m ²	104.16	104.16	91.46	9526.47	9526.47	0.00%
01.02.02.04	Encofrado y Desencofrado Caravista en Seco	m ²	114.78	114.78	110.16	12644.16	12644.16	0.00%

01.02.02.05	Acero de Refuerzo Fy= 4,200 kg/cm ² en Seco	kg	49764.00	34390.47	5.39	268227.96	185364.63	-30.89%
01.02.02.06	Concreto Tipo C, Fc= 280 kg/cm ² en Seco	m ³	313.32	313.32	510.46	159937.33	159937.33	0.00%
01.02.03	PILOTES EXCAVADOS (TORRES)					22085199.45	22036039.66	-0.22%
01.02.03.01	Plataforma de Operaciones	m ³	2240.00	2240.00	51.48	115315.20	115315.20	0.00%
01.02.03.02	Pilotes Excavados (D=2.0m)	m	1766.07	1766.07	3868.91	6832765.88	6832765.88	0.00%
01.02.03.03	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 Kg/cm ² bajo agua en Pilotes	kg	1675220.00	1666362.38	5.55	9297471.00	9248311.21	-0.53%
01.02.03.04	Concreto Tipo C. F'c= 280 kg/cm ² bajo agua en Pilotes	m ³	5202.48	5202.48	559.26	2909538.96	2909538.96	0.00%
01.02.03.05	Descabezado de Pilotes	und	36.00	36.00	2505.34	90192.24	90192.24	0.00%
01.02.03.06	Prueba de Carga Pilote con Celda Osterberg	und	2.00	2.00	1328938.02	2657876.04	2657876.04	0.00%
01.02.03.07	Prueba de Integridad	und	36.00	36.00	5056.67	182040.12	182040.12	0.00%
01.02.04	CABEZALES DE PILOTES EN TORRES					7475170.87	5795602.09	-22.47%
01.02.04.01	Excavación para Estructuras en Material Común Bajo Agua	m ³	4404.36	4404.36	362.17	1595127.06	1595127.06	0.00%
01.02.04.02	Relleno para Estructuras con Material Propio	m ³	329.12	329.12	44.84	14757.74	14757.74	0.00%

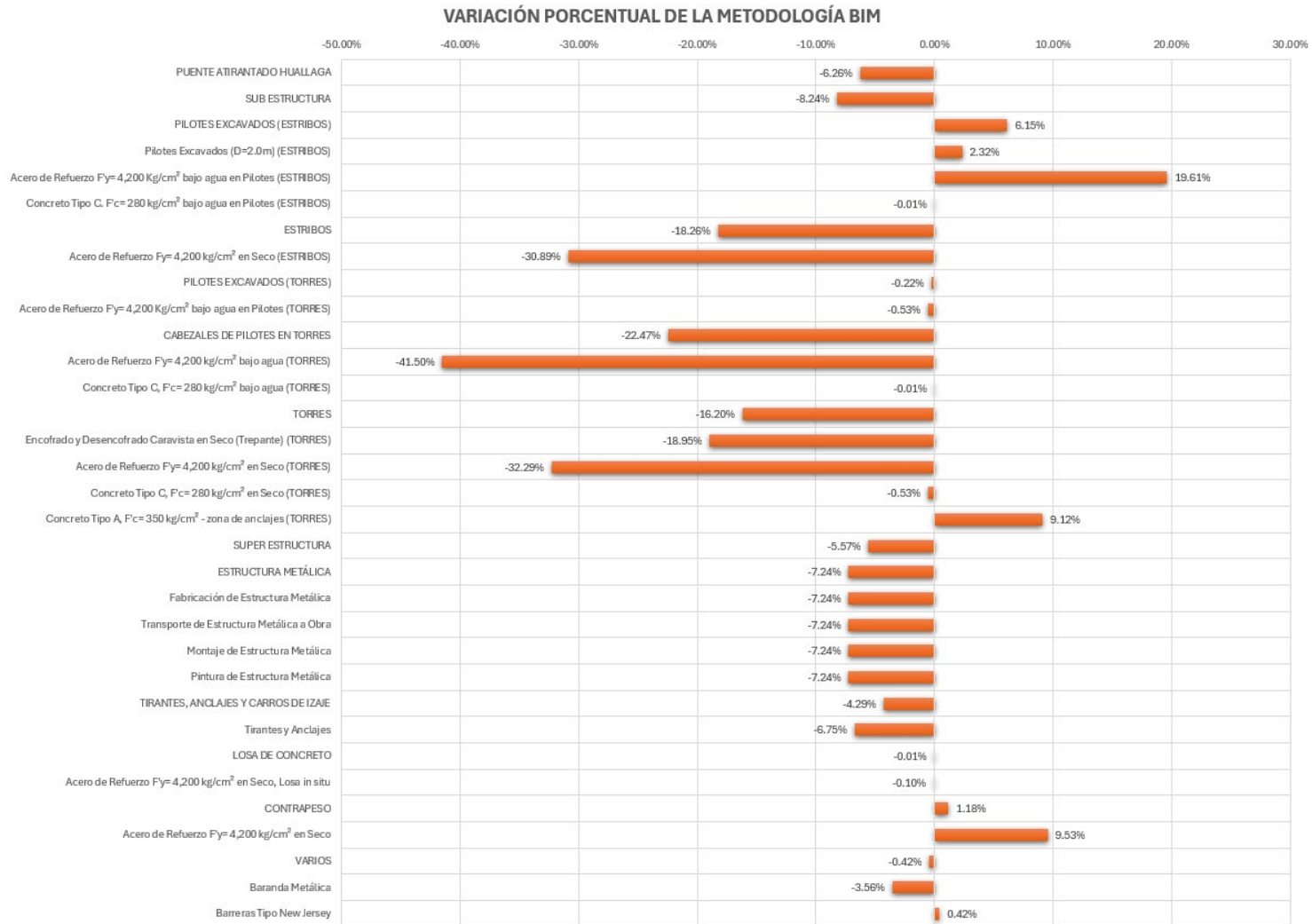
01.02.04.03	Encofrado y Desencofrado Caravista Bajo Agua	m ²	400.00	400.00	132.81	53124.00	53124.00	0.00%
01.02.04.04	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² bajo agua	kg	729228.00	426627.18	5.55	4047215.40	2367780.85	-41.50%
01.02.04.05	Concreto Tipo F1 de Nivelación, Fc= 100 kg/cm ²	m ³	55.40	55.40	366.05	20279.17	20279.17	0.00%
01.02.04.06	Concreto Tipo C, F'c= 280 kg/cm ² bajo agua	m ³	3119.60	3119.36	559.26	1744667.50	1744533.27	-0.01%
01.02.05	TORRES					11356541.56	9517252.97	-16.20%
01.02.05.01	Encofrado y Desencofrado Caravista en Seco (Trepante)	m ²	5347.13	4333.88	248.54	1328975.69	1077142.54	-18.95%
01.02.05.02	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² en Seco	kg	903530.00	611772.16	5.54	5005556.20	3389217.77	-32.29%
01.02.05.03	Concreto Tipo C, F'c= 280 kg/cm ² en Seco	m ³	1612.20	1603.58	510.46	822963.61	818563.45	-0.53%
01.02.05.04	Concreto Tipo A, F'c= 350 kg/cm ² - zona de anclajes	m ³	614.34	670.36	594.13	364997.82	398280.99	9.12%
01.02.05.05	Barras Postensores Ø40mm - L=2.40m	und	248.00	248.00	3346.05	829820.40	829820.40	0.00%
01.02.05.06	Barras Postensores Ø40mm - L=3.90m	und	176.00	176.00	3346.05	588904.80	588904.80	0.00%
01.02.05.07	Estructuras Temporales para Izaje y Movilización Vertical	und	1.00	1.00	2415323.03	2415323.03	2415323.03	0.00%

01.03	SUPER ESTRUCTURA					54522007.80	51487267.78	-5.57%
01.03.01	ESTRUCTURA METÁLICA					30037035.73	27863176.80	-7.24%
01.03.01.01	Fabricación de Estructura Metálica	ton	1755.36	1628.32	9024.31	15840912.80	14694464.46	-7.24%
01.03.01.02	Transporte de Estructura Metálica a Obra	ton	1755.36	1628.32	796.50	1398144.24	1296956.88	-7.24%
01.03.01.03	Montaje de Estructura Metálica	ton	1755.36	1628.32	6365.26	11173322.79	10364680.16	-7.24%
01.03.01.04	Pintura de Estructura Metálica	ton	1755.36	1628.32	925.54	1624655.89	1507075.29	-7.24%
01.03.02	TIRANTES, ANCLAJES Y CARROS DE IZAJE					20278981.24	19409982.88	-4.29%
01.03.02.01	Tirantes y Anclajes	kg	142206.00	132610.17	90.56	12878175.36	12009177.00	-6.75%
01.03.02.02	Carros de Izaje para Montaje del Tablero del Puente	und	4.00	4.00	1850201.47	7400805.88	7400805.88	0.00%
01.03.03	LOSA DE CONCRETO					3320753.81	3320325.94	-0.01%
01.03.03.01	Losa Prefabricada Tipo 1	und	58.00	58.00	9069.43	526026.94	526026.94	0.00%
01.03.03.02	Losa Prefabricada Tipo 2	und	164.00	164.00	8161.00	1338404.00	1338404.00	0.00%
01.03.03.03	Losa Prefabricada Tipo 3	und	16.00	16.00	4808.24	76931.84	76931.84	0.00%
01.03.03.04	Losa Prefabricada Tipo 4	und	4.00	4.00	6007.09	24028.36	24028.36	0.00%
01.03.03.05	Montaje de Losas Prefabricadas con los Carros de Izaje	m²	242.00	242.00	2372.53	574152.26	574152.26	0.00%

	Encofrado y Desencofrado							
01.03.03.06	Caravista, en Seco, Losa in situ	m ²	285.25	285.25	97.33	27763.38	27763.38	0.00%
01.03.03.07	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² en Seco, Losa in situ	kg	84802.32	84720.51	5.23	443516.13	443088.27	-0.10%
01.03.03.08	Concreto Tipo C, F'c= 280 kg/cm ² en Seco, Losa in situ	m ³	607.16	607.16	510.46	309930.89	309930.89	0.00%
01.03.04	CONTRAPESO					723867.02	732412.17	1.18%
01.03.04.01	Encofrado y Desencofrado Caravista en Seco	m ²	251.46	251.46	110.16	27700.83	27700.83	0.00%
01.03.04.02	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² en Seco	kg	16628.00	18213.37	5.39	89624.92	98170.06	9.53%
01.03.04.03	Concreto Tipo A, F'c= 350 kg/cm ² en Seco	m ³	333.48	333.48	607.75	202672.47	202672.47	0.00%
01.03.04.04	Barras Postensoras Ø40mm - L=4.50m	und	32.00	32.00	12620.90	403868.80	403868.80	0.00%
01.03.05	SUPERFICIE DE RODADURA					161370.00	161370.00	0.00%
01.03.05.01	Riego de Liga	m ²	3667.50	3667.50	4.80	17604.00	17604.00	0.00%
01.03.05.02	Carpeta Asfáltica en Caliente de 2"	m ²	3667.50	3667.50	39.20	143766.00	143766.00	0.00%
01.04	VARIOS					5378471.98	5355791.62	-0.42%
01.04.01	Junta de Dilatación en Puente	m	25.20	25.20	44455.70	1120283.64	1120283.64	0.00%

01.04.02	Dispositivo de Apoyo en Estribos	und	4.00	4.00	525780.18	2103120.72	2103120.72	0.00%
01.04.03	Dispositivo de Apoyo en Torres	und	4.00	4.00	54573.71	218294.84	218294.84	0.00%
01.04.04	Dispositivo de Apoyo en Contrapeso	und	8.00	8.00	51891.64	415133.12	415133.12	0.00%
01.04.05	Dispositivo de Restricción Sísmica Longitudinal	und	8.00	8.00	2923.98	23391.84	23391.84	0.00%
01.04.06.01	Dispositivo de Restricción Sísmica Transversal en Contrapeso	und	48.00	48.00	1144.50	54936.00	54936.00	0.00%
01.04.06.02	Dispositivo de Restricción Sísmica Transversal en Torres	und	32.00	32.00	9229.90	295356.80	295356.80	0.00%
01.04.07	Dispositivo de Drenaje - Tubo de PVC Ø4; L=2.10 m	und	328.00	328.00	39.38	12916.64	12916.64	0.00%
01.04.08	Baranda Metálica	m	815.00	786.00	836.73	681934.95	657669.78	-3.56%
01.04.09	Barreras Tipo New Jersey	m	815.00	818.40	466.12	379887.80	381472.61	0.42%
01.04.10	Prueba de Carga en Puente	glb	1.00	1.00	73215.63	73215.63	73215.63	0.00%

Figura 23.
Variación Porcentual de la Metodología BIM frente a la Tradicional en Costos



3.7.3. *Contrastar la Programación de la Obra:*

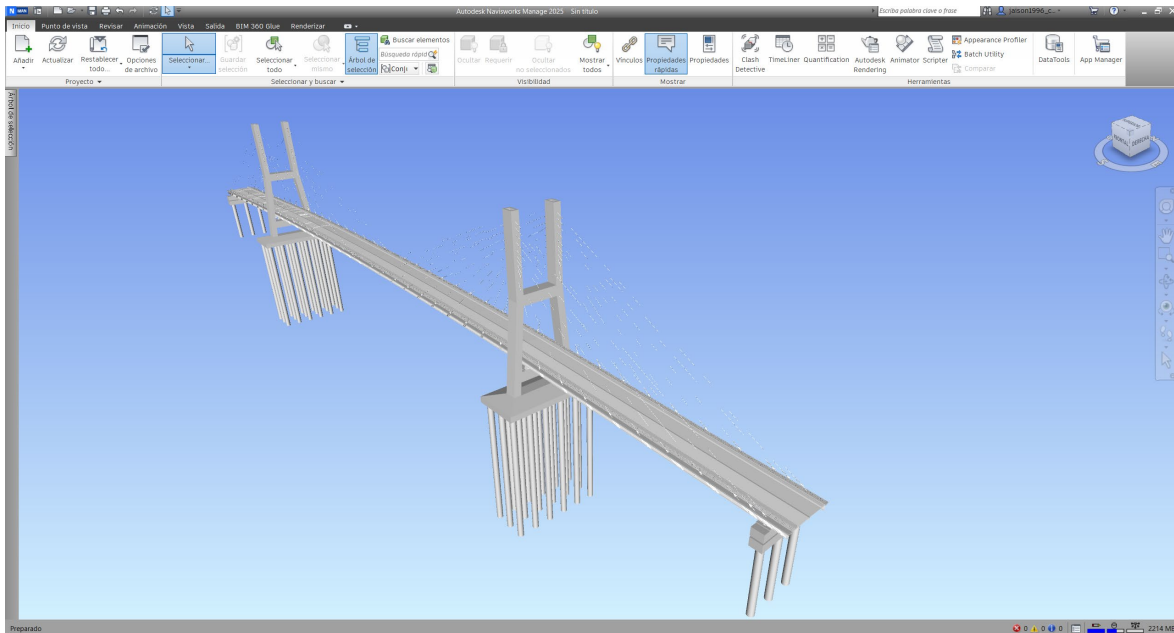
➤ **Programación 4D del Proyecto:**

a. Importación del modelo BIM a Navisworks:

Se importó el modelo desde Revit a Navisworks para la gestión, coordinación y programación del proyecto y de esa manera integrar y visualizar la secuencia constructiva de acuerdo con el cronograma de obra.

Figura 24.

Modelo Importado para la gestión y programación 4D



Nota: Navisworks 2025.

b. Vinculación del Cronograma de Construcción:

El cronograma de obra, inicialmente elaborado en Delphin Express, fue exportado y posteriormente ajustado en Excel para garantizar su correcta compatibilidad con Navisworks. A continuación, se procedió a asociar cada actividad del cronograma de construcción con los elementos correspondientes del modelo BIM, asegurando una integración precisa entre la planificación temporal y los componentes del proyecto.

➤ **Variación de Tiempos:**

Se evaluó el impacto de la reducción de tiempos de construcción en los costos totales del proyecto. Este análisis consideró los ahorros generados por la menor duración del proyecto, como la reducción en los costos de mano de obra, el menor uso de equipos y la disminución en el alquiler de maquinaria. Así, se cuantificó el impacto económico positivo de la optimización temporal lograda mediante la metodología BIM. A continuación, se presenta una tabla comparativa que recopila tanto los metrados como la duración original del proyecto, destacando la variación en tiempo (días) entre ambas metodologías.

Tabla 7.
Comparativa del cronograma de Actividades Metodología Tradicional VS Metodología BIM

Proyecto:		ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE HUALLAGA Y ACCESOS		
Ubicación:		SANTA LUCIA-UCHIZA-TOCACHE-SAN MARTIN		
ITEM	PARTIDA	DUR. TRAD. (días)	DUR. BIM (días)	VAR. (días)
01	PUENTE ATIRANTADO HUALLAGA	660	534	-126
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES	660	660	0
01.01.01	Movilización y Desmovilización de Equipos	5	5	0
01.01.02	Desbroce y Limpieza de Terreno en Zona Boscosa	1	1	0
01.01.03	Topografía y Georreferenciación	38	38	0
01.01.04	Mantenimiento de Tránsito Temporal y Seguridad Vial	400	400	0
01.01.05	Accesos Provisionales	2	2	0
01.01.06	Demolición Construcción Existente	3	3	0
01.02	SUB ESTRUCTURA	573	509	-64
01.02.01	PILOTES EXCAVADOS (ESTRIBOS)	112	112	0
01.02.01.01	Movilización y Desmovilización de Equipos de Pilotaje	23	23	0

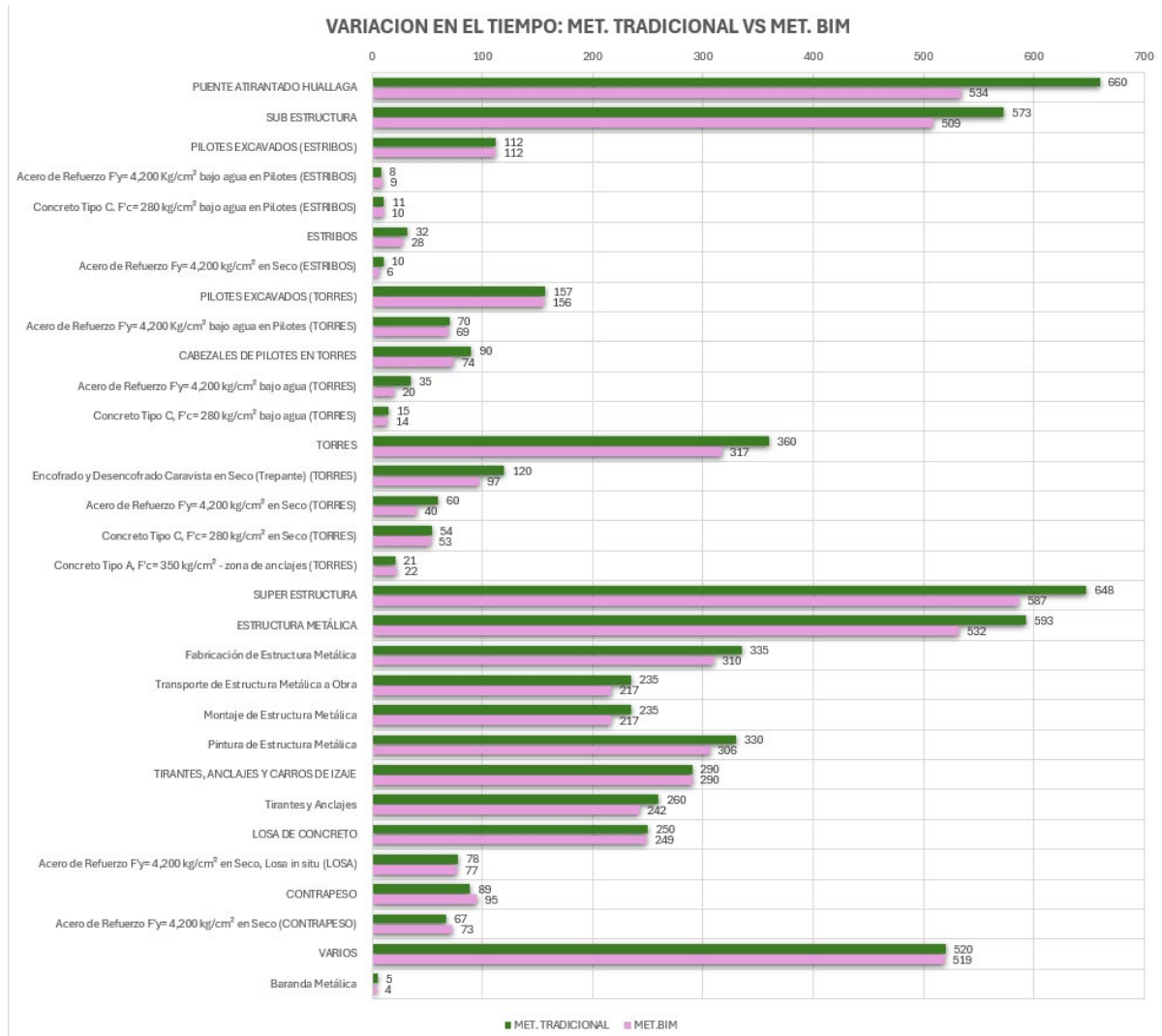
01.02.01.02	Plataforma de Operaciones	4	4	0
01.02.01.03	Pilotes Excavados (D=2.0m)	19	19	0
01.02.01.04	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 Kg/cm ² bajo agua en Pilotes	8	9	1
01.02.01.05	Concreto Tipo C. F'c= 280 kg/cm ² bajo agua en Pilotes	11	10	-1
01.02.01.06	Descabezado de Pilotes	2	2	0
01.02.01.07	Prueba de Integridad	6	6	0
01.02.02	ESTRIBOS	32	28	-4
01.02.02.01	Excavación para Estructuras en Material Común en Seco	1	1	0
01.02.02.02	Concreto Tipo F1 de Nivelación, F'c= 100 kg/cm ²	1	1	0
01.02.02.03	Encofrado y Desencofrado Cara No Vista en Seco	5	5	0
01.02.02.04	Encofrado y Desencofrado Caravista en Seco	10	10	0
01.02.02.05	Acero de Refuerzo Fy= 4,200 kg/cm ² en Seco	10	6	-4
01.02.02.06	Concreto Tipo C, Fc= 280 kg/cm ² en Seco	11	11	0
01.02.03	PILOTES EXCAVADOS (TORRES)	157	156	-1
01.02.03.01	Plataforma de Operaciones	2	2	0
01.02.03.02	Pilotes Excavados (D=2.0m)	70	70	0
01.02.03.03	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 Kg/cm ² bajo agua en Pilotes	70	69	-1
01.02.03.04	Concreto Tipo C. F'c= 280 kg/cm ² bajo agua en Pilotes	60	60	0
01.02.03.05	Descabezado de Pilotes	15	15	0
01.02.03.06	Prueba de Carga Pilote con Celda Osterberg	45	45	0
01.02.03.07	Prueba de Integridad	12	12	0
01.02.04	CABEZALES DE PILOTES EN TORRES	90	74	-16
01.02.04.01	Excavación para Estructuras en Material Común Bajo Agua	23	23	0
01.02.04.02	Relleno para Estructuras con Material Propio	7	7	0
01.02.04.03	Encofrado y Desencofrado Caravista Bajo Agua	18	18	0
01.02.04.04	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² bajo agua	35	20	-15

01.02.04.05	Concreto Tipo F1 de Nivelación, Fc= 100 kg/cm ²	2	2	0
01.02.04.06	Concreto Tipo C, F'c= 280 kg/cm ² bajo agua	15	14	-1
01.02.05	TORRES	360	317	-43
01.02.05.01	Encofrado y Desencofrado Caravista en Seco (Trepante)	120	97	-23
01.02.05.02	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² en Seco	60	40	-20
01.02.05.03	Concreto Tipo C, F'c= 280 kg/cm ² en Seco	54	53	-1
01.02.05.04	Concreto Tipo A, F'c= 350 kg/cm ² - zona de anclajes	21	22	1
01.02.05.05	Barras Postensores Ø40mm - L=2.40m	9	9	0
01.02.05.06	Barras Postensores Ø40mm - L=3.90m	23	23	0
01.02.05.07	Estructuras Temporales para Izaje y Movilización Vertical	360	360	0
01.03	SUPER ESTRUCTURA	648	587	-61
01.03.01	ESTRUCTURA METÁLICA	593	532	-61
01.03.01.01	Fabricación de Estructura Metálica	335	310	-25
01.03.01.02	Transporte de Estructura Metálica a Obra	235	217	-18
01.03.01.03	Montaje de Estructura Metálica	235	217	-18
01.03.01.04	Pintura de Estructura Metálica	330	306	-24
01.03.02	TIRANTES, ANCLAJES Y CARROS DE IZAJE	290	290	0
01.03.02.01	Tirantes y Anclajes	260	242	-18
01.03.02.02	Carros de Izaje para Montaje del Tablero del Puente	290	290	0
01.03.03	LOSA DE CONCRETO	250	249	-1
01.03.03.01	Losa Prefabricada Tipo 1	28	28	0
01.03.03.02	Losa Prefabricada Tipo 2	68	68	0
01.03.03.03	Losa Prefabricada Tipo 3	5	5	0
01.03.03.04	Losa Prefabricada Tipo 4	2	2	0
01.03.03.05	Montaje de Losas Prefabricadas con los Carros de Izaje	235	235	0
01.03.03.06	Encofrado y Desencofrado Caravista, en Seco, Losa in situ	60	60	0

01.03.03.07	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² en Seco, Losa in situ	78	77	-1
01.03.03.08	Concreto Tipo C, F'c= 280 kg/cm ² en Seco, Losa in situ	21	21	0
01.03.04	CONTRAPESO	89	95	6
01.03.04.01	Encofrado y Desencofrado Caravista en Seco	11	11	0
01.03.04.02	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² en Seco	67	73	6
01.03.04.03	Concreto Tipo A, F'c= 350 kg/cm ² en Seco	21	21	0
01.03.04.04	Barras Postensoras Ø40mm - L=4.50m	7	7	0
01.03.05	SUPERFICIE DE RODADURA	20	20	0
01.03.05.01	Riego de Liga	10	10	0
01.03.05.02	Carpeta Asfáltica en Caliente de 2"	10	10	0
01.04	VARIOS	520	519	-1
01.04.01	Junta de Dilatación en Puente	4	4	0
01.04.02	Dispositivo de Apoyo en Estribos	1	1	0
01.04.03	Dispositivo de Apoyo en Torres	1	1	0
01.04.04	Dispositivo de Apoyo en Contrapeso	2	2	0
01.04.05	Dispositivo de Restricción Sísmica Longitudinal	8	8	0
01.04.06.01	Dispositivo de Restricción Sísmica Transversal en Contrapeso	8	8	0
01.04.06.02	Dispositivo de Restricción Sísmica Transversal en Torres	4	4	0
01.04.07	Dispositivo de Drenaje - Tubo de PVC Ø4; L=2.10 m	17	17	0
01.04.08	Baranda Metálica	5	4	-1
01.04.09	Barreras Tipo New Jersey	12	12	0
01.04.10	Prueba de Carga en Puente	1	1	0

Figura 25.

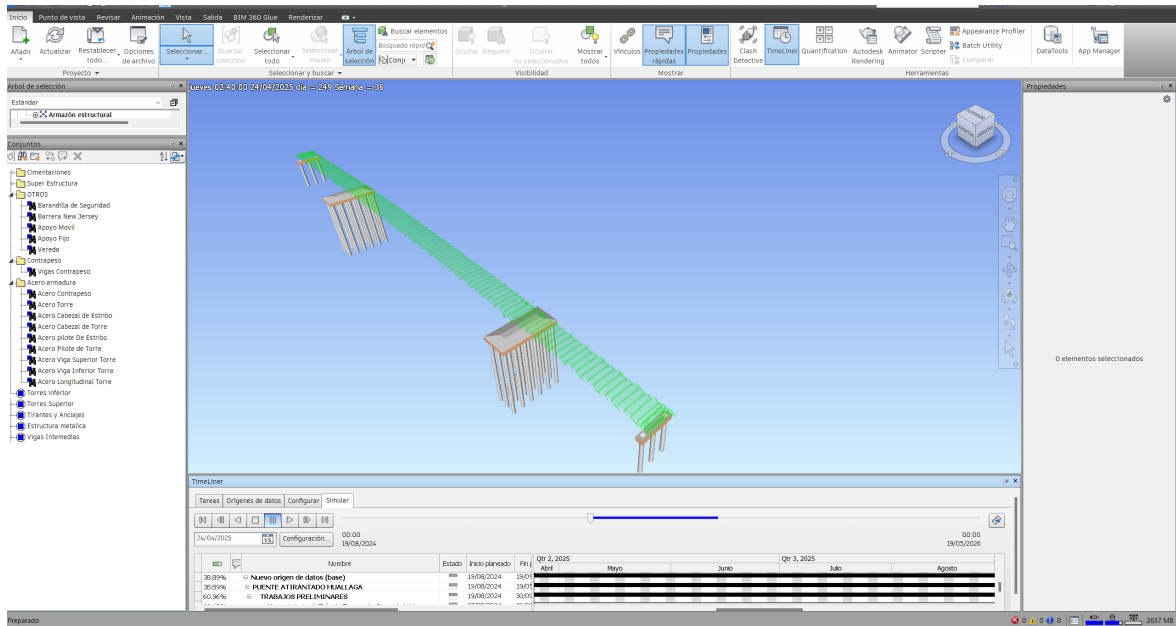
Variación en días de las partidas del proyecto Metodología Tradicional VS BIM



3.7.4. Realizar una simulación constructiva y Detectar Interferencias:

Se ejecuto una simulación de la secuencia de construcción y se observó cómo los elementos del modelo BIM se construyen virtualmente en el tiempo, de acuerdo con el cronograma.

Figura 26.
Simulación Constructiva con el uso de Navisworks



Nota: Navisworks 2025.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. *Análisis y Discusión en los Metrados*

En esta sección, hemos comparado los metrados obtenidos mediante la metodología tradicional y la metodología BIM para las partidas de acero en diversas fases del proyecto. En términos generales, en la Tabla 5 se observa una **reducción significativa del 41.50% en el uso de acero para los estribos bajo agua** para las Torres, lo cual representa un ahorro considerable en materiales y costos. Asimismo, se evidenció una reducción del **32.29%** en los metrados de acero para las Torres, y un **30.89%** en el Acero en Estribos. Estas optimizaciones se deben a la precisión que ofrece BIM para estimar las cantidades exactas necesarias, reduciendo el desperdicio y los errores comunes en los métodos tradicionales.

Sin embargo, en partidas como los contrapesos, se observa un **aumento del 9.53%** en los metrados de acero, lo que puede estar relacionado con una especificación más detallada de los cálculos realizados mediante BIM. Aunque este aumento representa un mayor costo en esta partida específica, la ganancia en precisión asegura que los materiales se utilizarán de manera óptima y se reducirán los riesgos de ajustes posteriores.

El análisis comparativo muestra que la metodología BIM permite un uso más eficiente de los materiales, lo que se traduce en una reducción significativa en los metrados de acero para varias partidas críticas del proyecto. La reducción en las cantidades de acero en los estribos y torres destaca particularmente, ya que estas son partidas que suelen incurrir en errores en la estimación de metrados cuando se utilizan métodos tradicionales debido a su complejidad, error humano entre otros aspectos. Estos resultados están en línea con investigaciones como la de **Chavarría (2023)**, quien también encontró una optimización del uso de acero en proyectos de infraestructura aplicando BIM. La ligera variación positiva en los contrapesos sugiere que BIM

puede ajustar los cálculos para reflejar las condiciones reales del proyecto con mayor precisión, evitando futuros problemas de diseño.

Con respecto a los **metrados de elementos de concreto armado** obtenidos mediante la metodología tradicional y la metodología BIM, se observó una diferencia mínima, lo que indica que no hubo una optimización significativa en esta partida específica.

La consistencia en los metrados de la partida de concreto entre ambas metodologías puede explicarse por la naturaleza estandarizada de estos elementos, ya que el cálculo de volúmenes es relativamente sencillo y directo. Debido a esto, el cálculo de las cantidades de concreto tiende a ser más preciso desde el principio, incluso con métodos tradicionales. Además, existen softwares especializados en la cuantificación de volúmenes, que permiten obtener resultados bastante precisos sin necesidad de aplicar BIM. Por lo tanto, la capacidad del BIM para optimizar la planificación en términos de cantidades es menos relevante en este tipo de partidas, ya que la variación en las cantidades de concreto es mínima.

El gráfico de variación porcentual de la metodología BIM (Figura 21) muestra claramente cómo ciertas partidas experimentaron mayores incidencias en términos de variación. Entre ellas, destacan:

Acero de Refuerzo $F'y= 4,200 \text{ kg/cm}^2$ bajo agua en Torres con una significativa reducción del **-41.50%**, lo que indica un ajuste considerable en los requerimientos de materiales, posiblemente debido a un mal cálculo de metrado o error humano.

Acero de Refuerzo $F'y= 4,200 \text{ kg/cm}^2$ en Seco en Torres también muestra una reducción notable del **-32.29%**, lo que refuerza la tendencia de optimización de materiales en las estructuras de las torres.

Encofrado y Desencofrado Caravista en Seco (Trepante) en Torres registra una disminución del **-18.95%**, destacando una mejora en la eficiencia de los procesos constructivos.

En el lado de los incrementos, la partida de **Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm² bajo agua en Pilotes (Estribos)** presenta un aumento del **19.61%**.

Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm² en Seco, Losa in situ muestra un incremento del **9.53%**.

4.1.2. Análisis y Discusión de los Costos

El análisis de costos muestra un impacto porcentual significativo en el presupuesto total del proyecto. En particular, la Tabla 6 se observa que el Puente Atirantado Huallaga experimentó una reducción del **6.26%** en su costo total, pasando de **S/ 105,486,427.47 a S/ 98,881,445.30**. Las partidas con mayor incidencia en esta reducción fueron las de acero de los elementos del puente atirantado y la partida de encofrado y desencofrado de las torres, donde los metrados calculados mediante el método tradicional presentaban errores que encarecían el proyecto. En el caso del acero, la disminución de los costos está directamente relacionada con la reducción en los metrados, lo que demuestra la capacidad de BIM para optimizar la planificación y ajustar las cantidades de material de forma precisa.

No obstante, no solo estas partidas presentaron una variación. El ítem general de las estructuras metálicas también mostró una disminución promedio del **7.24%**, lo que reafirma que el uso de BIM no solo optimiza la cantidad de materiales utilizados, sino que contribuye a la reducción de los costos asociados a las distintas fases del proyecto.

Con respecto a las partidas de concreto, estas no presentaron variaciones significativas, lo cual es consistente con la estabilidad de los metrados en dichas partidas.

El ahorro total en costos derivado del uso de BIM se debe a su capacidad para mejorar la precisión en la estimación de metrados y evitar errores en las fases de planificación. Estos resultados confirman la hipótesis planteada por Barbosa (2019), quien sostiene que la adopción

de BIM contribuye a la eficiencia económica en proyectos de infraestructura, no solo optimizando recursos, sino también reduciendo errores que encarecen los costos finales.

En la figura 23, se destacan las fluctuaciones en los costos asociados a las partidas que experimentaron cambios significativos en sus metrados. Este análisis visual revela que algunas partidas registraron importantes reducciones, como el **Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm² bajo agua en Torres**, con una disminución del **-41.50%**, y el **Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm² en Seco en Torres**, con un **-32.29%**. Estas caídas reflejan que una reducción en el metrado supone una disminución considerable en el presupuesto de obra.

En contraste, partidas como el **Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm² bajo agua en Pilotes (Estribos)** muestran un incremento del **19.61%**. También se observa un aumento en el **Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm² en Seco, Losa in situ**, que subió un **9.53%**.

4.1.3. Análisis y Discusión en los Tiempos del proyecto

El análisis temporal revela, según la Tabla 7, una **disminución de hasta 126 días en el tiempo total de ejecución del proyecto** que corresponde a un 19.09% de las partidas evaluadas, gracias a la implementación de BIM. Esta reducción se debe principalmente a la optimización en la secuencia de actividades y a la coordinación interdisciplinaria que ofrece esta metodología.

Las herramientas de simulación 4D utilizadas en Navisworks permitieron visualizar y planificar el proyecto con mayor detalle, identificando conflictos antes de que ocurrieran en el sitio de construcción, lo que evitó retrasos y tiempos de espera entre actividades.

La reducción en los tiempos de ejecución es uno de los beneficios más destacados de BIM, ya que permite una planificación más precisa y reduce los tiempos muertos en la ejecución del proyecto. La capacidad de BIM para simular el cronograma completo del proyecto y ajustar las actividades en función de las interferencias detectadas fue crucial para

esta reducción. Este resultado coincide con los estudios de **López (2022)**, quien observó una reducción similar en los tiempos de ejecución en proyectos de infraestructura utilizando BIM. La optimización en la secuencia de actividades y la detección temprana de problemas no solo mejora la eficiencia, sino que también contribuye a la reducción de costos operativos. En gráfico siguiente se detalla con más precisión la variación de los días de las partidas que conforman el Expediente Técnico del proyecto:

Las partidas que muestran la mayor variación en tiempo son (Figura 25):

Acero de Refuerzo $F_y= 4,200 \text{ kg/cm}^2$ bajo agua en Pilotes (TORRES): Esta partida presenta una notable reducción de tiempo en la metodología BIM, pasando de 35 días a 20 días, con una reducción de 15 días.

Encofrado y Desencofrado Caravista en Seco (Trepante) (TORRES): El tiempo necesario para esta actividad se redujo considerablemente de 120 días en la metodología tradicional a 97 días en la metodología BIM con una reducción importante de 23 días.

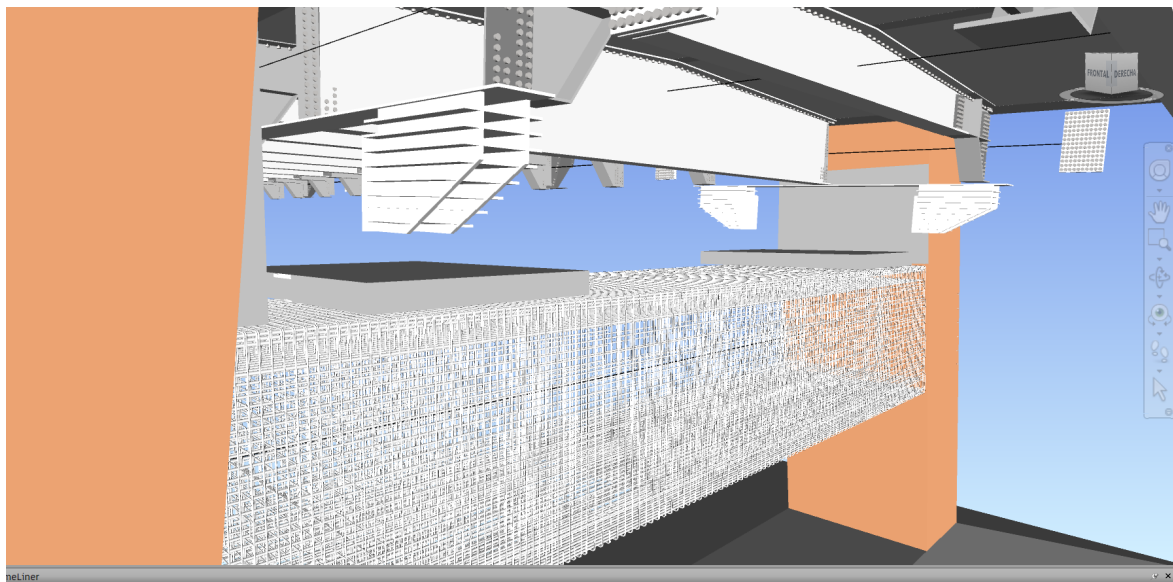
Estructura Metálica: Se observa una disminución de tiempo significativa en las partidas de Fabricación, Transporte, Montaje y Pintura de Estructura metálica, de 335, 235, 235 y 330 días con la metodología tradicional respectivamente a 310, 217, 217 y 210 días con la metodología BIM respectivamente; lo que representa una diferencia significativa. Esta variación sugiere que BIM optimiza el montaje de estructuras metálicas, posiblemente debido a la mejora en la planificación y la reducción de interferencias.

Acero de Refuerzo $F_y= 4,200 \text{ kg/cm}^2$ en Seco (TORRES): Hay una reducción notable en el tiempo, pasando de 60 días en la metodología tradicional a 20 días en la metodología BIM, marcando una diferencia de 20 días.

4.1.4. Análisis y Discusión con Respecto a la Simulación Constructiva y la Detección de Interferencias

Con la integración multidisciplinaria y la simulación constructiva realizada mediante BIM, se detectó una interferencia crítica en la viga inferior de las torres. Según las progresivas, se observó que la losa del puente no se alinea correctamente con la viga inferior, impidiendo un soporte estructural adecuado. Este desalineamiento puede comprometer la estabilidad del puente, aumentando el riesgo de deformaciones, fallos estructurales o la necesidad de costosos retrabajos durante la fase de construcción. Este tipo de detecciones refuerzan la importancia de la metodología BIM para mejorar la coordinación entre disciplinas, minimizar errores y optimizar los recursos desde la fase de planificación.

Figura 27.
Interferencia Detectada en el Proceso Constructivo



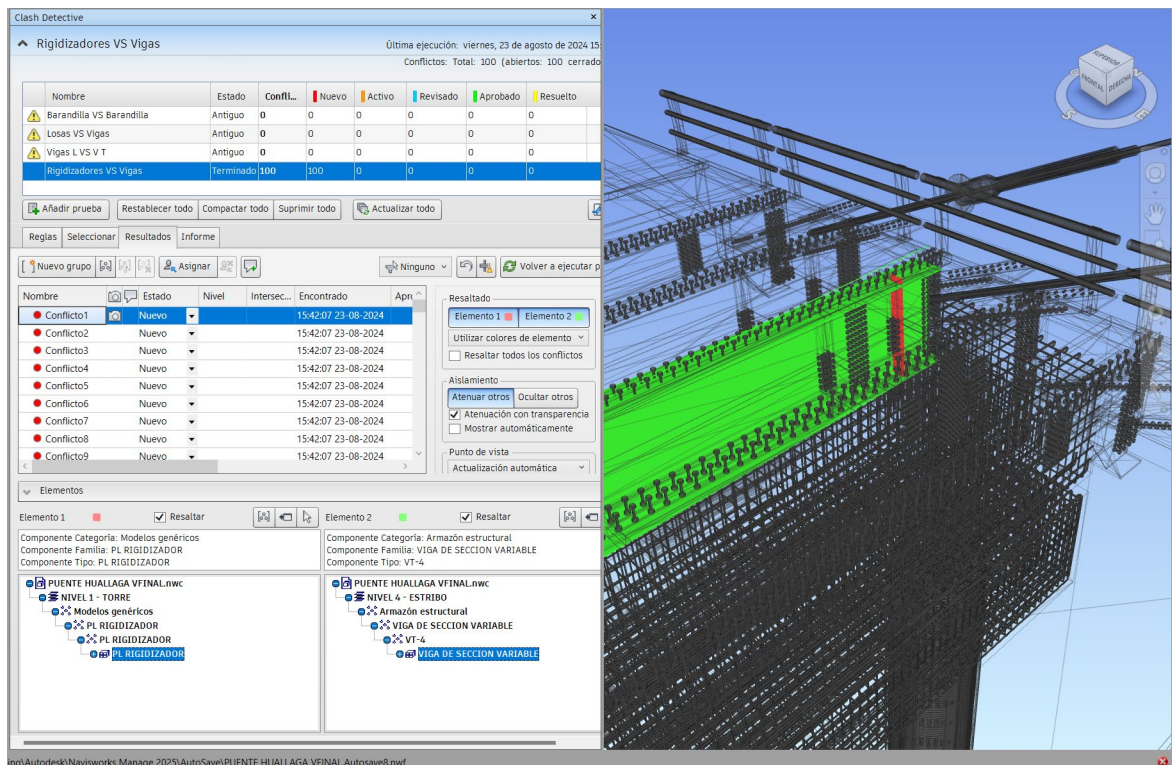
Nota: Se observa que la losa no llega a apoyarse en la viga inferior de las Torres, lo cual es un mal diseño y/o ubicación de la Viga. Navisworks, 2025

A través de Navisworks, se realizó una detección temprana de interferencias entre las distintas disciplinas involucradas en el proyecto, utilizando la herramienta **Clash Detective**. Este análisis permitió identificar **100 conflictos** críticos entre los elementos estructurales, siendo las principales interferencias detectadas entre los rigidizadores y las vigas metálicas.

Dichas interferencias, causadas por la geometría y el tamaño de los rigidizadores, pueden tener el potencial de generar problemas durante la fase constructiva si no se corrigen.

El uso de BIM, a través de Navisworks, no solo facilitó la identificación de estos conflictos antes de que ocurrieran en el sitio de construcción, sino que también permitió proponer soluciones como la reducción del tamaño de los rigidizadores, lo que impactaría directamente en la cantidad de materiales necesarios, optimizando así los metrados y contribuyendo a una reducción significativa en los costos del proyecto. La implementación de estas correcciones mejorará la integración entre disciplinas, minimizando los retrasos y costos imprevistos, lo que evidencia el valor del modelo BIM en la gestión y optimización de proyectos de gran escala como el Puente Atirantado Huallaga. (Ver APÉNDICE I, informe de interferencias).

Figura 28.
Detección de Interferencias con el Clash Detective en Navisworks



Nota: Navisworks 2025.

4.2. CORROBORACIÓN DE HIPÓTESIS

“La implementación del Modelado de Información de Construcción (BIM) en la planificación del nuevo puente vehicular sobre el río Huallaga reduce aproximadamente un 30% los metrados, un 5% en los costos y en un 20% los tiempos de ejecución. Asimismo, la simulación constructiva facilitó la detección de errores de diseño y permitió identificar interferencias y conflictos entre las disciplinas involucradas en el proyecto”.

Los datos obtenidos del análisis comparativo entre las metodologías tradicional y BIM respaldan firmemente esta hipótesis. Se observa que los metrados, costos y tiempos de ejecución se reducen significativamente en partidas clave, como el acero de refuerzo (para pilotes, cabezales, estribos, torres y contrapeso), así como en el encofrado y desencofrado de elementos estructurales y la estructura metálica. Aunque en algunas partidas no se evidenciaron variaciones considerables, es importante resaltar que, desde una perspectiva ingenieril, las partidas donde sí se logró una reducción sustancial corresponden a aquellas que tienen un impacto determinante en los costos y tiempos de ejecución de un proyecto de esta envergadura. Estas disminuciones reflejan mejoras significativas en la eficiencia y gestión integral del proyecto, impulsadas por la implementación de la metodología BIM.

El uso de modelos BIM proporciona una plataforma centralizada y digitalizada para gestionar todos los datos del proyecto, desde los planos hasta los cronogramas y las especificaciones técnicas, utilizando herramientas como **Delphin Express**. Esta centralización garantiza que toda la información esté actualizada en tiempo real y accesible para todos los miembros del equipo. Como resultado, los involucrados en el proyecto pueden acceder a datos precisos y recientes, lo que les permite tomar decisiones bien fundamentadas y reducir el margen de error.

El **análisis de metrados** para este proyecto muestra que BIM permitió una reducción notable de hasta el **41.5%** en partidas clave, subrayando la necesidad de adoptar esta

metodología en futuros proyectos. Además, su adaptación mediante un Plan de Ejecución BIM (PEB) optimiza la precisión en la estimación de cantidades de materiales, asegurando un control más riguroso de los recursos y mejorando la eficacia general de los proyectos de infraestructura.

Los resultados obtenidos también respaldan que la implementación de BIM tiene un impacto positivo en los **costos del proyecto**, logrando una disminución del **6.26%** en el costo total del puente vehicular sobre el Río Huallaga. Esta reducción no solo demuestra cómo BIM contribuye a una planificación y ejecución más precisas, sino también a la optimización de recursos y a la minimización de gastos innecesarios, lo que mejora considerablemente la eficiencia económica del proyecto.

Además, BIM integra la programación 4D, que combina modelos tridimensionales con un componente temporal, permitiendo visualizar el avance del proyecto a lo largo del tiempo. Esta capacidad de simulación avanzada facilita una planificación detallada y precisa de cada fase de construcción, ayudando a identificar conflictos e interferencias antes de que afecten la obra. Como resultado, la implementación de BIM permitió una reducción en el **cronograma de obra** de hasta **126 días** que es una disminución de hasta **19.09%** de las partidas evaluadas, lo que refleja una mejora significativa en el tiempo total del proyecto.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

5.1.1. *Conclusión General:*

La implementación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en la planificación del nuevo puente vehicular sobre el río Huallaga ha resultado en una significativa reducción de los metrados, los costos asociados y los tiempos de ejecución del proyecto. Además, BIM permitió la detección temprana de interferencias y errores, lo que generó importantes ahorros en tiempo y recursos. Estos beneficios consolidan a BIM como una herramienta esencial para mejorar la planificación y ejecución de proyectos similares en Perú y otras regiones.

5.1.2. *Conclusiones Específicas:*

- **Reducción de metrados:** La metodología BIM proporcionó una mayor precisión en la cuantificación de materiales, logrando una reducción significativa de los metrados en comparación con los métodos tradicionales hasta en un 41.5% en partidas importantes como lo es el Acero.
- **Reducción de costos:** La metodología BIM facilitó una planificación más precisa de los recursos necesarios, incluyendo materiales y mano de obra. Lo que al final representó una reducción de costos hasta en un 6.26% en el costo del proyecto total.
- **Reducción en la programación y tiempos de ejecución:** Se logró una reducción de hasta 126 días en el cronograma de obra, lo que supone una mejora significativa en los tiempos de ejecución del proyecto.
- **Simulación Constructiva y Detección de Interferencia:** Gracias a la programación 4D en BIM se logró realizar una simulación constructiva para la detección de errores,

interferencias o conflictos entre las disciplinas involucradas en el proyecto, por lo que se identificó un error de diseño y 100 conflictos en los elementos estructurales.

5.2 RECOMENDACIONES

- **Ampliación del alcance a otras fases del proyecto:** Aunque el presente estudio se centró en la fase de planificación del puente vehicular, futuras investigaciones podrían abarcar las fases de diseño estructural, construcción, operación y mantenimiento. Esto permitiría obtener una visión más completa de los beneficios que BIM ofrece en todo el ciclo de vida del proyecto.
- **Incorporación del subpresupuesto de los accesos:** El estudio solo analizó el Ítem 01 del presupuesto ("Puente Atirantado Huallaga"), excluyendo el subpresupuesto del Ítem 02 (accesos). Investigaciones posteriores deberían incluir este aspecto para evaluar la implementación completa del BIM en todas las partidas del proyecto.
- **Estudio de la implementación de BIM en diferentes tipos de infraestructura:** Dado que esta investigación se centró en un puente vehicular, futuras investigaciones podrían explorar la implementación de BIM en otros tipos de infraestructura (carreteras, obras de arte, redes de agua y alcantarillado, autopistas, aeropuertos, etc) para analizar la versatilidad y adaptabilidad del modelo en diferentes contextos.
- **Análisis de costos asociados a la implementación de BIM:** Si bien el presente estudio demuestra los beneficios en la reducción de costos durante la planificación, se sugiere que investigaciones futuras evalúen más a fondo los costos adicionales relacionados con la implementación de BIM, tales como la capacitación del personal, la adquisición de software especializado y la adecuación de los sistemas tecnológicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrunátegui Saavedra, M. A., & Miranda Zapata, G. (2021). *Análisis comparativo del modelo tradicional y del modelo BIM en la construcción de losa deportiva, Talara, Piura*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12759/8602>
- Banda Goicochea, M. M. (2023). *Aplicación de la metodología BIM para el diseño vial urbano del Jr. Jesús Alberto Miranda Calle, Moyobamba, San Martín, 2023*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14095/2038>
- Barbosa Jácome, C. A., & Ortega Delgado, B. (2019). *Uso de las herramientas Building Information Modeling (BIM) para la planeación y control de una edificación en Ocaña, N. de S.* Obtenido de <https://repositorioinstitucional.ufpso.edu.co/xmlui/handle/123456789/624>
- Bohórquez Castellanos, J. J., & Mejía, A. G. (2018). *ResearchGate*. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/331132736>
- Bohórquez, J., Porras, H., Sánchez, O., & Mariño, M. (2018). *Planificación de recursos humanos a partir de la simulación del proceso constructivo en modelos BIM 5D*. Entramado.
- Briceño Ynfante, M. G., Cabanillas Risco, J. A., Campos Canchucaja, J. W., & Munayco Pineda, H. L. (2020). *Implementación de Gestión BIM para una constructora de Edificios Multifamiliares como soporte del área de planificación de una obra en ejecución*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/655650>
- Brundtland, G. H. (1987). *Our Common Future. World Commission on Environment and Development*.
- Bustamante, G., Ochoa, J., & González, F. (2021). *Propuesta de implementación de la metodología BIM 5D para obras de cimentaciones industriales en la Planta de Oxígeno de Arauco*. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-28132021000200074>

- Campoverde Flores, V. R., & Salas Saavedra, L. (2022). *Control de la productividad en obras aplicando la metodología BIM*, Tarapoto 2021. Obtenido de [tp://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/2338](http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/2338)
- Carmona Zúñiga, M., & Mata Abdelnour, E. (2020). *Propuesta para la implementación de la metodología BIM en los proyectos de obra pública de Costa Rica*. Obtenido de <https://doi.org/10.15517/mym.v10i0.42257>
- Castañeda Parra, K., Sánchez Rivera, O. G., & Porras Díaz, H. (2021). *Planificación del flujo de caja de proyectos de construcción basada en BIM y dinámica de sistemas*. Colombia.
- Chavarría Chinchilla, J. A. (2023). *Modelado digital BIM y estimación de costos de puentes viales con vigas de concreto presforzado tipo T, Canaleta y Doble T en Costa Rica*. Obtenido de <https://repo.sibdi.ucr.ac.cr/bitstream/123456789/20690/1/47389.pdf>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*.
- Finanzas, M. d. (2023). *Guía Nacional BIM: Gestión de la información para inversiones desarrolladas con BIM*. Dirección General de Programación Multianual de Inversiones.
- Horgnen, C. T., Datar, S. M., Sacks, R., & Liston, K. (s.f.). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*.
- Horngren, C. T., Datar, S. M., & Rajan, M. V. (2020). *Cost Accounting: A Managerial Emphasis*.
- Inesa-Tech. (s.f.). *LOD en metodología BIM: Nivel de desarrollo y significado LOD*. Obtenido de Inesa-Tech: <https://www.inesa-tech.com/blog/lod-en-metodologia-bim-nivel-de-desarrollo-y-significado-lod/>
- Julca Huingo, E. S. (2024). *Implementación de la metodología BIM en el diseño del puente carrozable sobre el río Cancha Corral en el ámbito de la Comunidad Campesina de*

La Encañada, distrito La Encañada, provincia y departamento de Cajamarca.

Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/6400>

Kerzner, H. (2020). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling.*

Koontz, H. (2020). *Essentials of Management: An International. Innovation and Leadership Perspective.*

Lock, D. (2017). *Project Management.*

López Olivares, A. F., & Gómez Cabrera, V. (2022). *Implementación de metodología BIM hasta 5D en un puente vehicular ubicado en la ciudad de Bucaramanga.* Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstreams/01594c9a-3774-42f4-872c-bbed6f1f89f1/download>

Macchia, J. (2009). *Computos, costos y presupuestos.* Nobuko.

MacDonald, M. (2020). *BIM Level of Information (presentación).* Lima: CDBB.

Mattos, A. D., & Valderrama, F. (2014). *Métodos de Planificación y Control de Obras.* Barcelona: Editorial Reverté.

Mendoza Baldeón, L. E. (2020). *Aplicación de la metodología BIM para la etapa de planificación y control de obra bajo lineamientos Lean Construction en proyectos multifamiliares.* Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/654792>

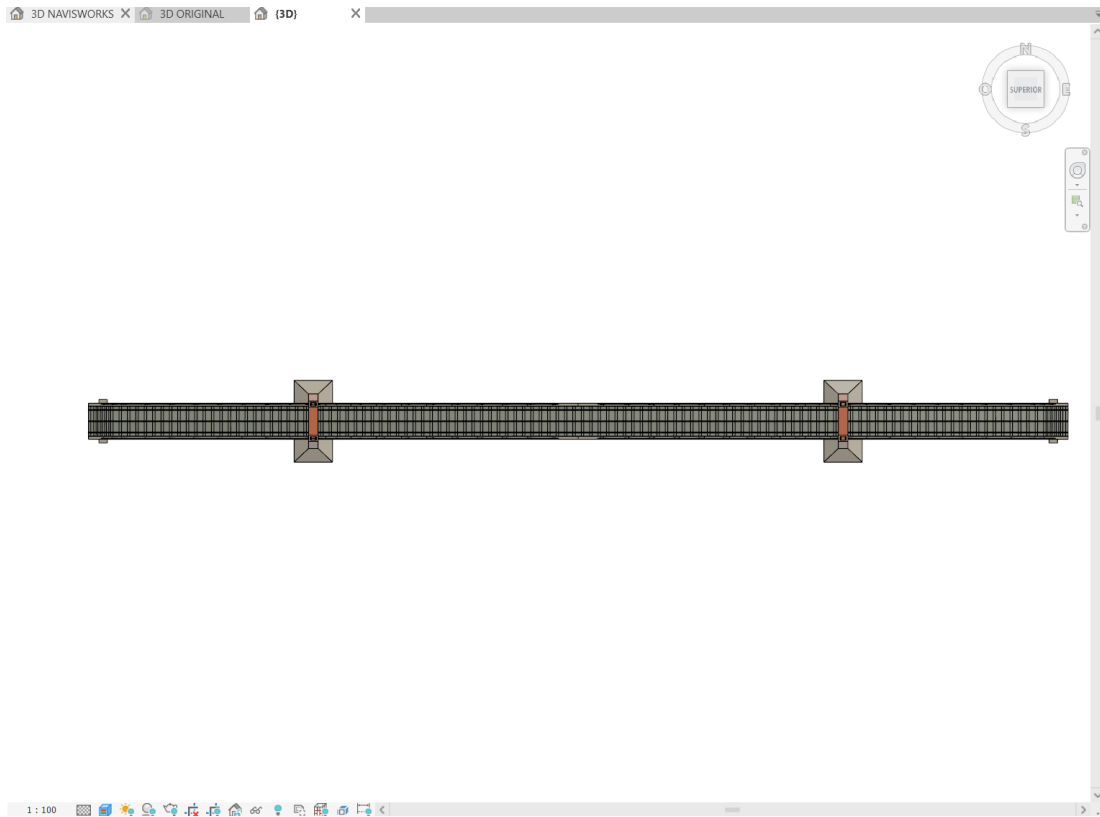
Murguía, D., Vasquez, C., Balboa, M., & Lara, W. (2021). *Segundo Estudio de Adopción BIM en Proyectos de Edificación en Lima y Callao.* Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Paredes, S., Torres, H., & Gómez, R. (2020). *PROGRAMACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DEL TERCER ANILLO DE MUROS ANCLADOS DE UNA EDIFICACION APLICANDO EL MÉTODO DE LINEAS DE BALANCE.* Investigación y desarrollo.

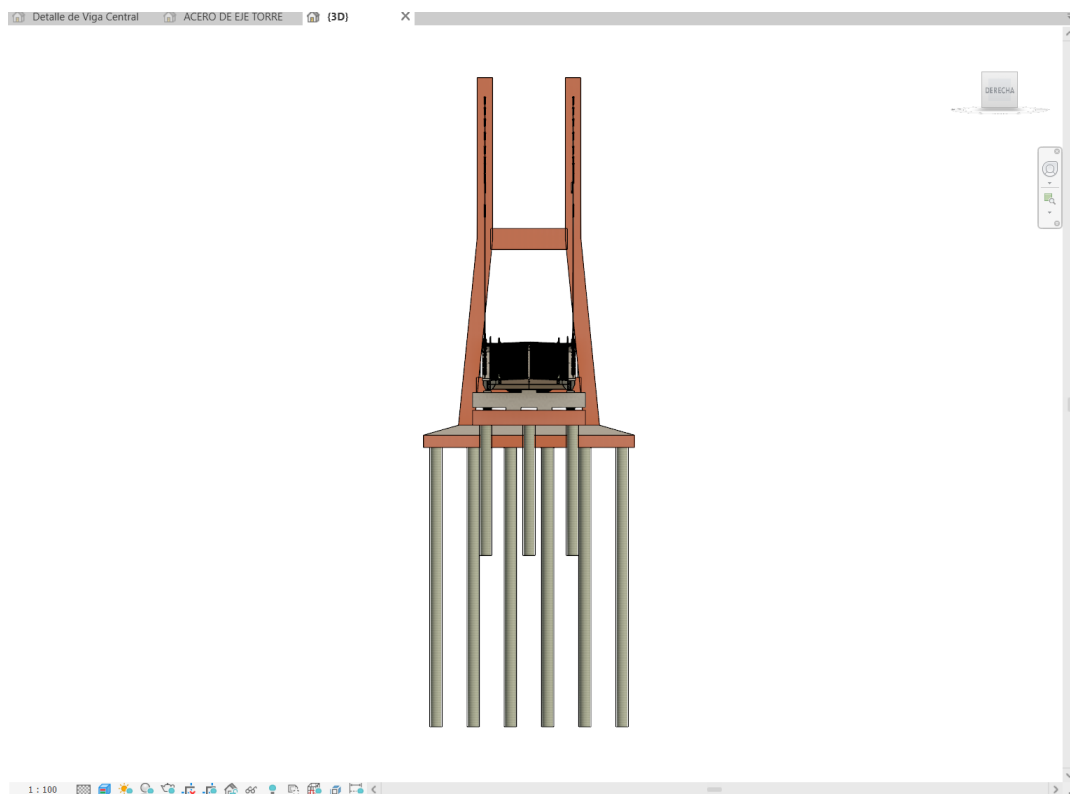
- Perú, G. d. (2021). *Diario Oficial El Peruano*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/mef/normas-legales/1989657-108-2021-ef>
- Project Management Institute. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*.
- Provias, N. (2019). *Expediente técnico para la construcción del puente Huallaga y accesos (LPI 0003-2019)*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Ramos Salazar, J. (2015). *Costos y Presupuesto en Edificaciones*. Lima, Perú: Empresa Editora Macro EIRL.
- Sajamí Infante, C. S., & Ramírez Shapiama, J. C. (2021). *Innovación tecnológica con metodología BIM y su relación en el control de obras viales en el distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín*. Obtenido de <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1556>
- Sánchez, R. (2017). *Aplicación de la metodología BIM a un proyecto de interés social*. Costa Rica.
- Schilling, M. (2020). *Strategic Management of Technological Innovation*.
- Sciences, N. I. (2020). *National BIM Standard – United States Version 3 (NBIMS-US V3)*. National Institute of Building Sciences.
- Sundaram, R. K. (2019). *Optimization: Theory and Practice*.
- Vera Galindo, C. (2018). *APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM A UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN CORREDOR DE TRANSPORTE PARA UN COMPLEJO INDUSTRIAL. MODELO BIM 5D COSTES*. Sevilla, España.
- Vidal Merino, A. (2021). *Evaluación técnica y económica del puente Santa Rosa de la provincia de Andahuaylas aplicando la metodología BIM 5D*. Huancayo, Perú: Universidad Continental.
- Volti, R. (2019). *Society and Technological Change*.

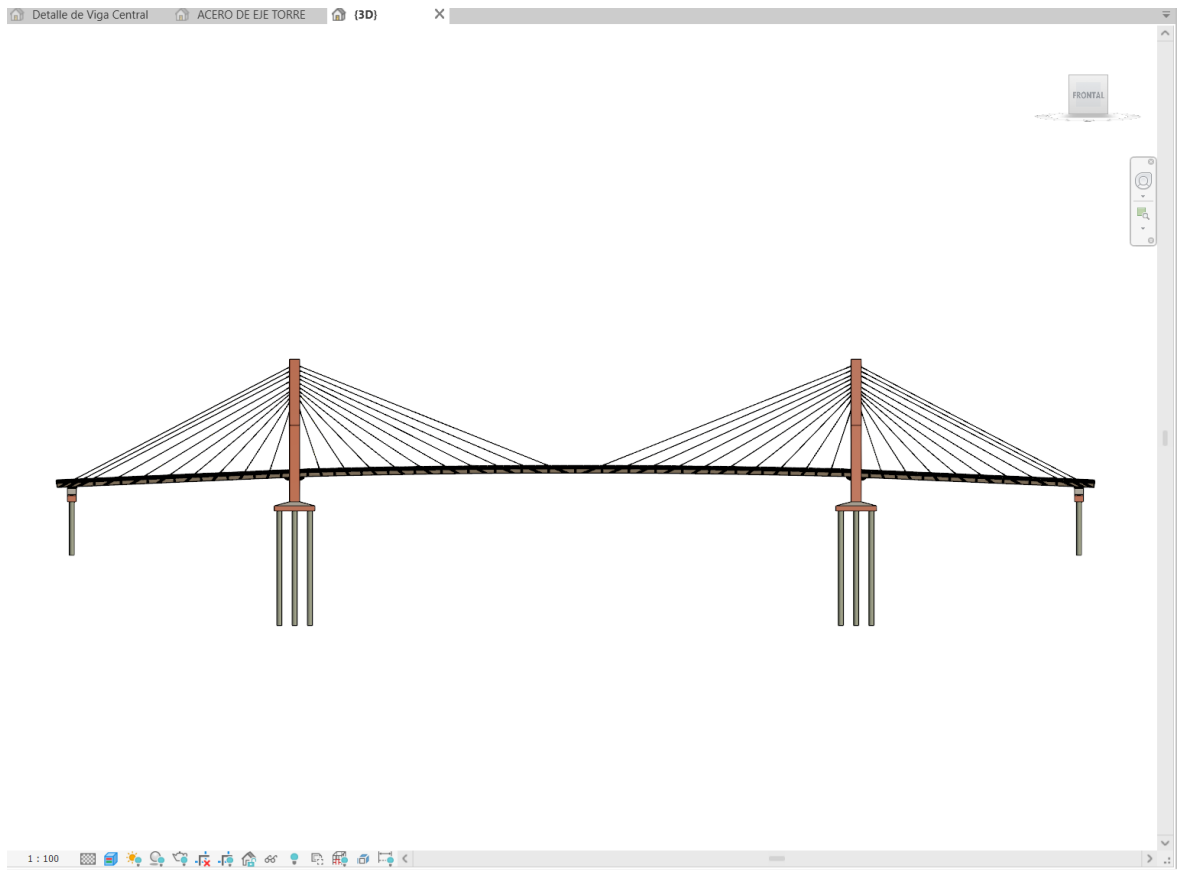
APÉNDICE

APÉNDICE A: VISTA REALISTA DEL MODELADO BIM EN PLANTA

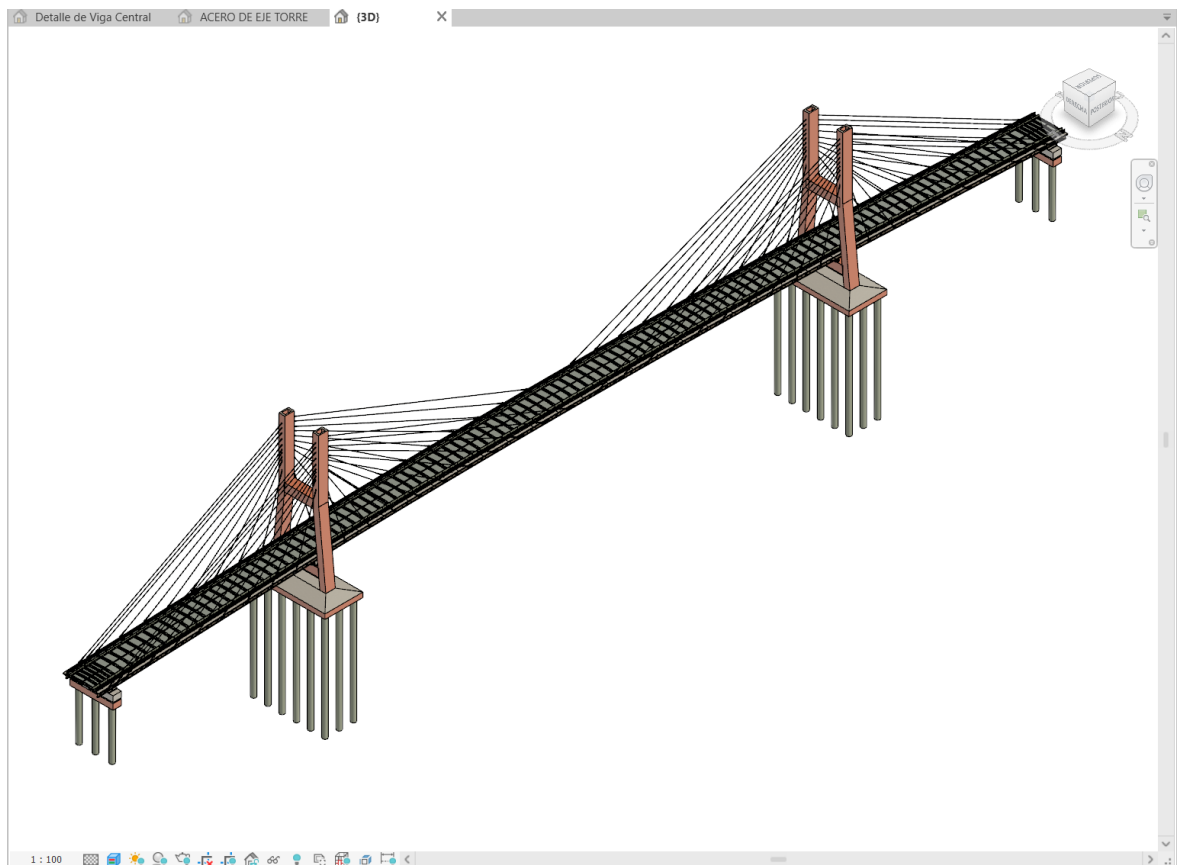


APÉNDICE B: VISTA REALISTA DEL MODELADO BIM EN CORTE

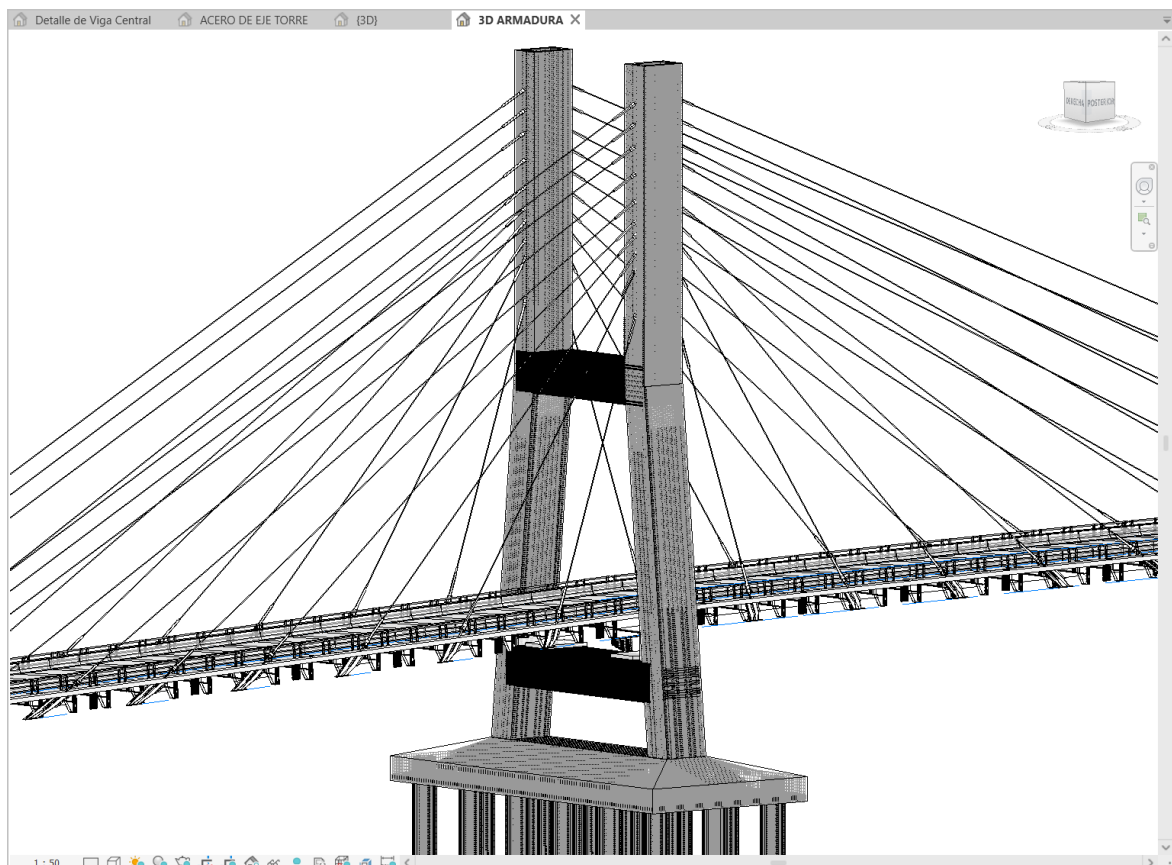
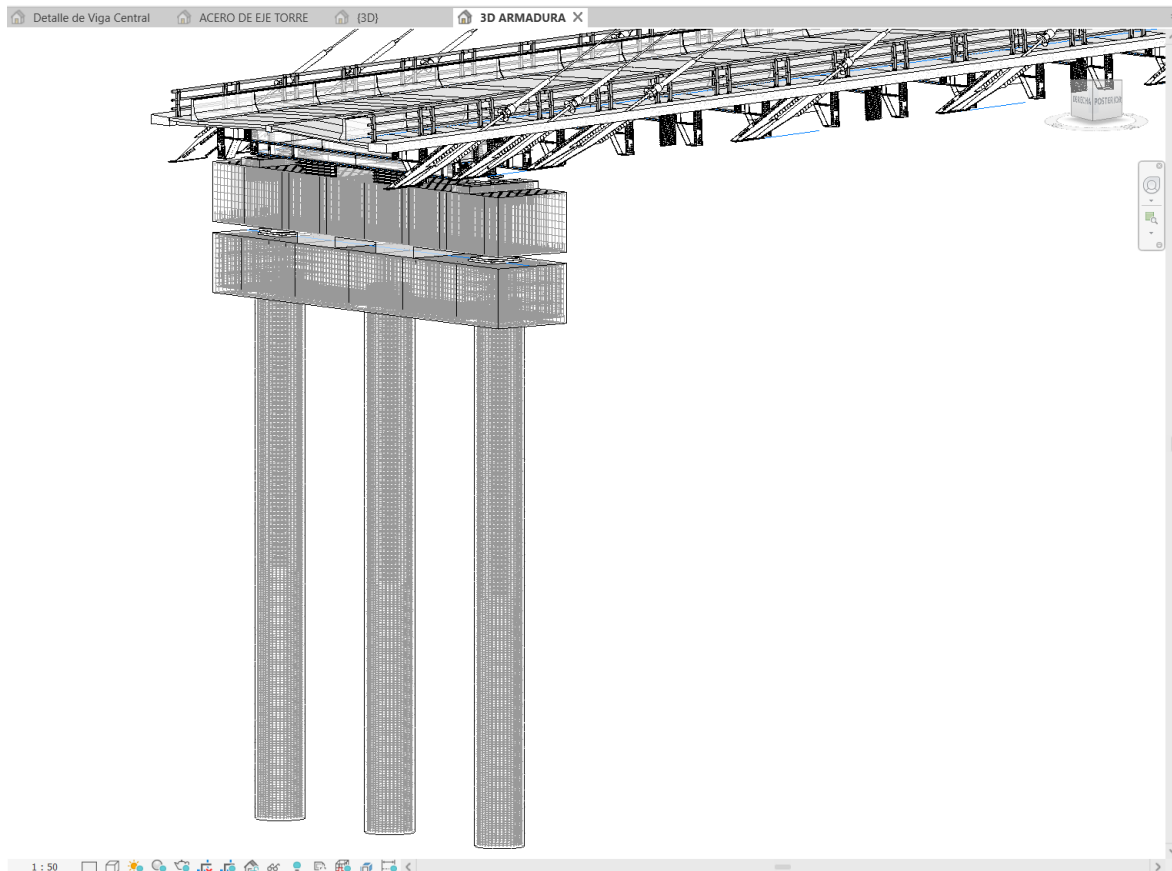


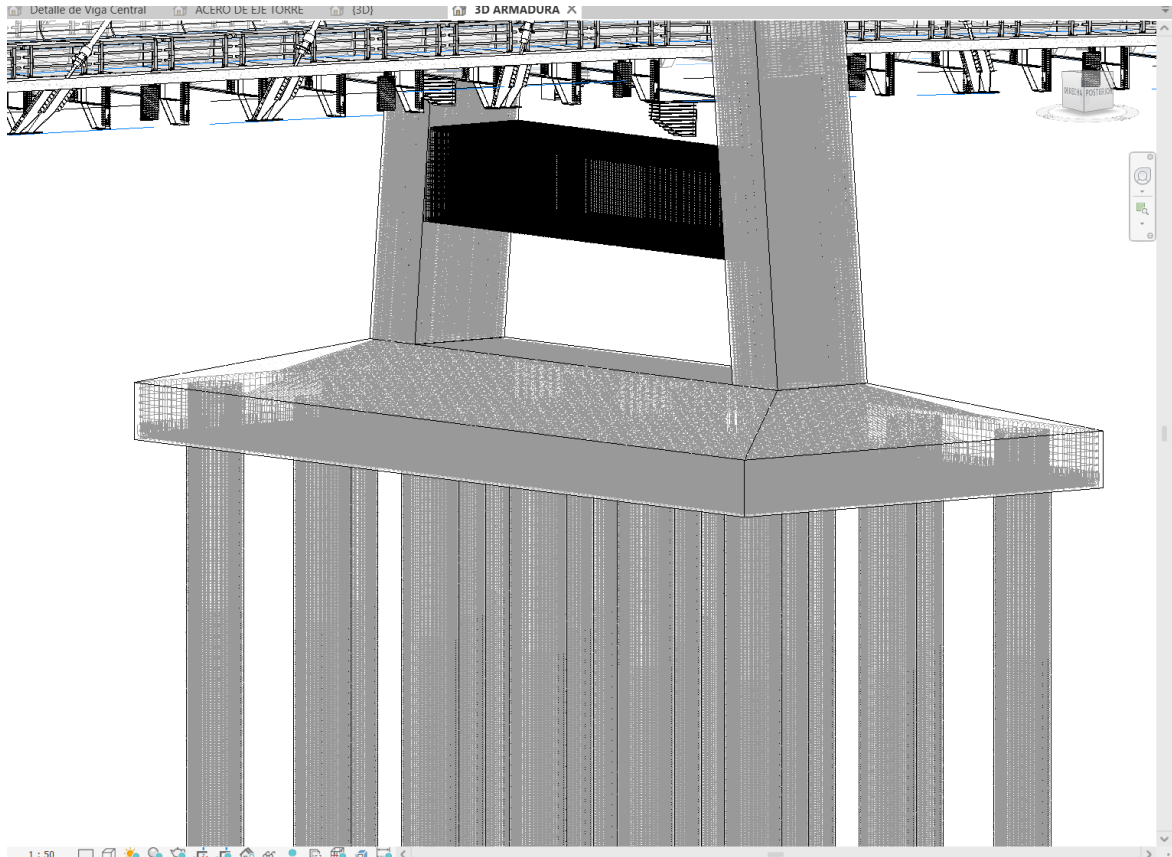


APÉNDICE C: VISTA REALISTA DEL MODELADO BIM EN ISOMÉTRICO

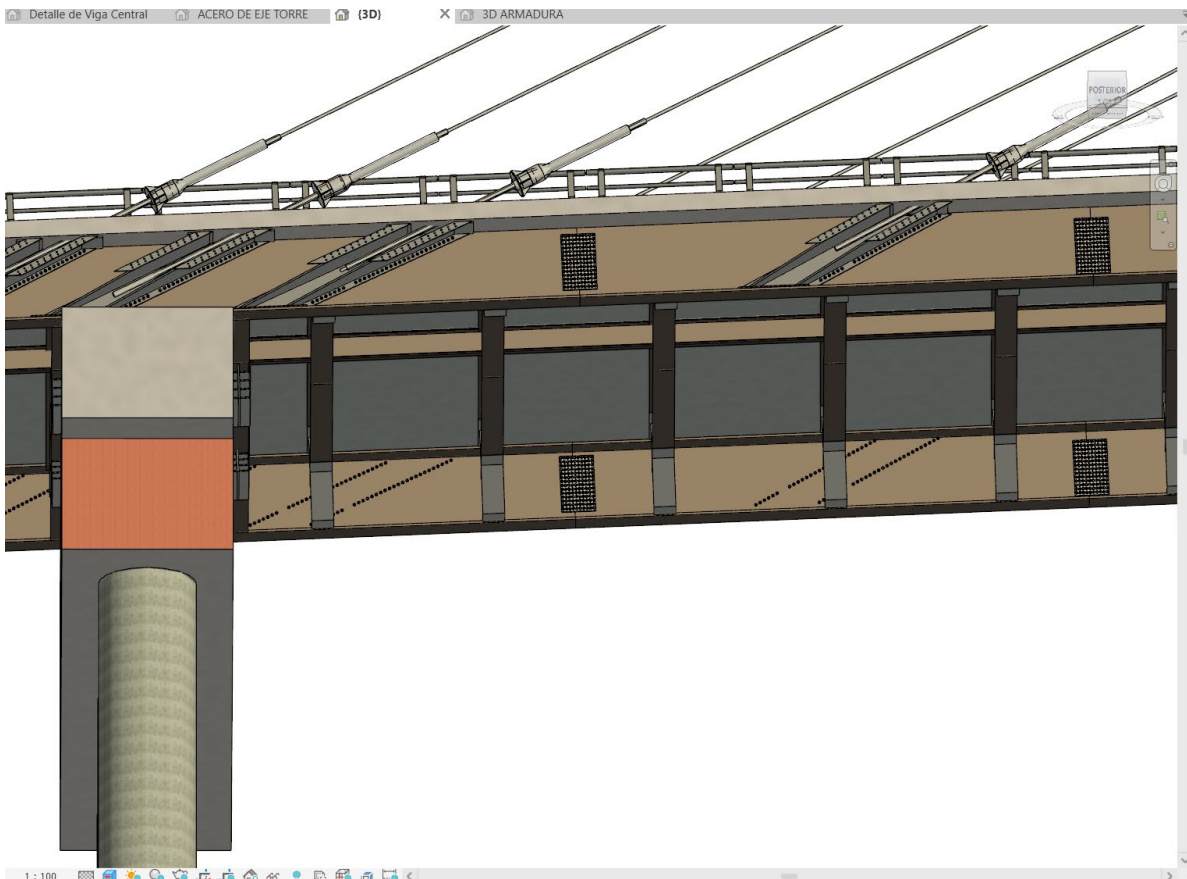


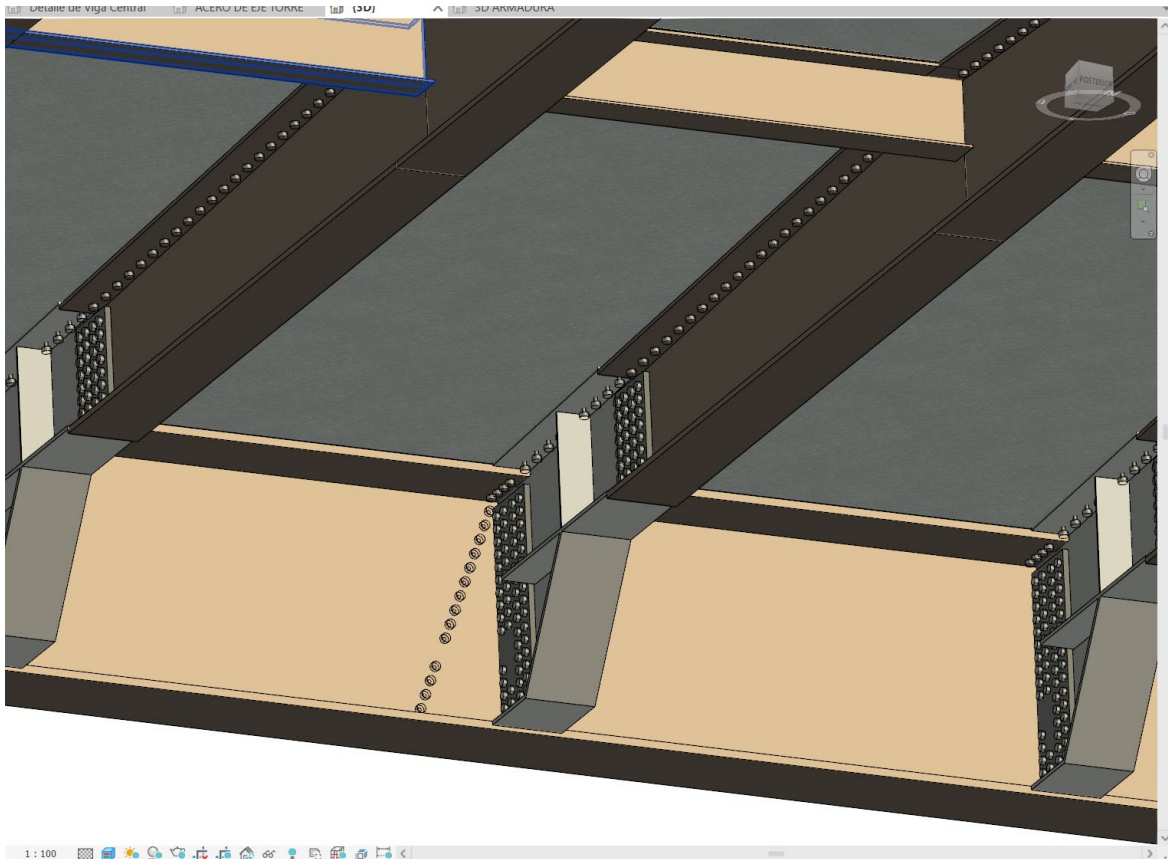
APÉNDICE D: VISTA DEL MODELADO BIM CON EL ACERO MODELADO



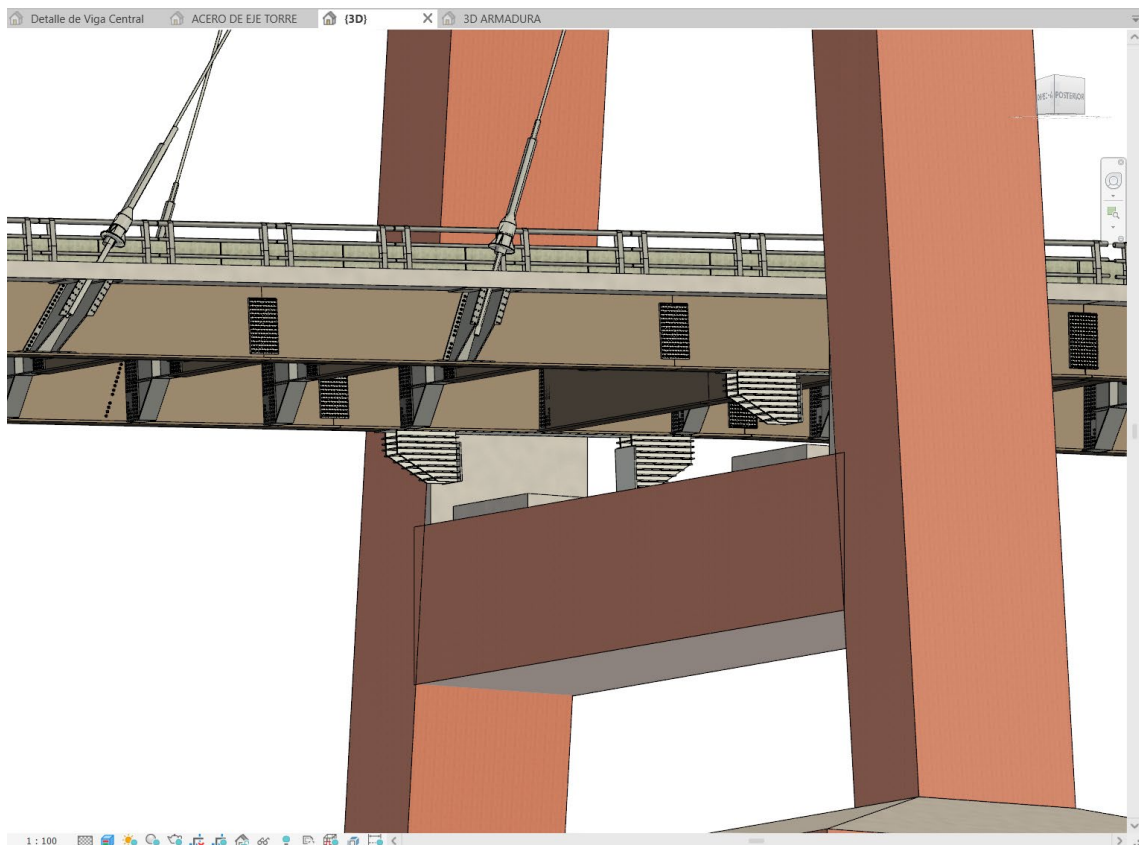


APÉNDICE E: VISTA DEL MODELADO BIM CON LA ESTRUCTURA METÁLICA





APÉNDICE F: VISTA DEL MODELADO BIM CON LA INTERFERENCIA DETECTADA EN EL ASPECTO CONSTRUCTIVO



**APÉNDICE G: HOJA RESUMEN Y PRESUPUESTO ELABORADO EN DELPHIN
EXPRESS
HOJA RESUMEN**

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE HUALLAGA Y ACCESOS-MET. TRADICIONAL
 PROPIETARIO : No Identificado
 UBICACION : DPTO: SAN MARTIN PROV: TOCACHE DIST: UCHIZA LOC: SANTA LUCIA
 FECHA DE PROY. : 12/08/2024

Item	Descripción	Parcial
1.0	PUENTE ATIRANTADO HUALLAGA	105,486,427.43

Costo Directo		105,486,427.43
Gastos Generales	18.39%	19,398,954.00
Utilidad	10.00%	10,548,642.74
Parcial		135,434,024.18
I.G.V.	18.00%	24,378,124.35
TOTAL :		159,812,148.53

[Son: ciento cincuenta y nueve millones ochocientos doce mil ciento cuarenta y ocho soles con cincuenta y tres céntimos]

PRESUPUESTO DE OBRA

PROYECTO : ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE HUALLAGA Y ACCESOS-MET. TRADICIONAL
 PROPIETARIO : No Identificado
 UBICACION : DPTO: SAN MARTIN PROV: TOCACHE DIST: UCHIZA LOC: SANTA LUCIA
 FECHA DE PROY. : 12/08/2024

Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Total
01	PUENTE ATRANTADO HUALLAGA				103,486,427.43
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				2,331,877.44
01.01.01	Movilización y Desmovilización de Equipos	gbl	1.00	736,972.95	736,972.95
01.01.02	Desbroce y Limpieza de Terreno en Zona Boscosa	ha	1.38	4,790.00	6,610.20
01.01.03	Topografía y Georeferenciación	m²	9,450.00	2.89	27,310.50
01.01.04	Mantenimiento de Tránsito Temporal y Seguridad Vial	gbl	1.00	1,372,875.60	1,372,875.60
01.01.05	Accesos Provisionales	km	7.60	30,591.71	232,497.00
01.01.06	Demolición Construcción Existente	gbl	1.00	159,611.19	159,611.19
01.02	SUB ESTRUCTURA				43,050,070.23
01.02.01	PILOTES EXCAVADOS (ESTRIBOS)				1,679,471.61
01.02.01.01	Movilización y Desmovilización de Equipos de Pilotaje	gbl	1.00	425,881.00	425,881.00
01.02.01.02	Plataforma de Operaciones	m²	543.40	51.48	27,974.23
01.02.01.03	Pilotes Excavados (D=2.0m)	m	126.66	3,868.91	490,036.14
01.02.01.04	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 Kg/cm² bajo agua en Pilotes	kg	84,474.00	5.55	468,830.70
01.02.01.05	Concreto Tipo C. F'c= 280 kg/cm² bajo agua en Pilotes	m³	395.84	559.26	221,377.48
01.02.01.06	Descabezado de Pilotes	und	6.00	2,505.34	15,032.04
01.02.01.07	Prueba de Integridad	und	6.00	5,056.67	30,340.02
01.02.02	ESTRIBOS				453,686.76
01.02.02.01	Excavación para Estructuras en Material Común en Seco	m³	205.05	4.97	1,019.10
01.02.02.02	Concreto Tipo F1 de Nivelación, F'c= 100 kg/cm²	m³	6.37	366.05	2,331.74
01.02.02.03	Encofrado y Desencofrado Cara No Vista en Seco	m²	104.16	91.46	9,526.47
01.02.02.04	Encofrado y Desencofrado Caravista en Seco	m²	114.78	110.16	12,644.16
01.02.02.05	Acero de Refuerzo Fy= 4,200 kg/cm² en Seco	kg	49,764.00	5.39	268,227.96
01.02.02.06	Concreto Tipo C, Fc= 280 kg/cm² en Seco	m³	313.32	510.46	159,937.33
01.02.03	PILOTES EXCAVADOS (TORRES)				22,061,199.44
01.02.03.01	Plataforma de Operaciones	m²	2,240.00	51.48	115,315.20
01.02.03.02	Pilotes Excavados (D=2.0m)	m	1,766.07	3,868.91	6,832,765.88
01.02.03.03	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 Kg/cm² bajo agua en Pilotes	kg	1,675,220.	5.55	9,297,471.00
01.02.03.04	Concreto Tipo C. F'c= 280 kg/cm² bajo agua en Pilotes	m³	5,202.48	559.26	2,909,538.96
01.02.03.05	Descabezado de Pilotes	und	36.00	2,505.34	90,192.24
01.02.03.06	Prueba de Carga Pilote con Celda Osterberg	und	2.00	1,328,938.02	2,657,876.04
01.02.03.07	Prueba de Integridad	und	36.00	5,056.67	182,040.12
01.02.04	CABEZALES DE PILOTES EN TORRES				7,475,170.87
01.02.04.01	Excavación para Estructuras en Material Común Bajo Agua	m³	4,404.36	362.17	1,595,127.06
01.02.04.02	Relleno para Estructuras con Material Propio	m³	329.12	44.84	14,757.74
01.02.04.03	Encofrado y Desencofrado Caravista Bajo Agua	m²	400.00	132.81	53,124.00
01.02.04.04	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm² bajo agua	kg	729,228.00	5.55	4,047,215.40
01.02.04.05	Concreto Tipo F1 de Nivelación, Fc= 100 kg/cm²	m³	55.40	366.05	20,279.17
01.02.04.06	Concreto Tipo C, F'c= 280 kg/cm² bajo agua	m³	3,119.60	559.26	1,744,667.50
01.02.05	TORRES				11,356,541.55
01.02.05.01	Encofrado y Desencofrado Caravista en Seco (Trepante)	m²	5,347.13	248.54	1,328,975.69
01.02.05.02	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm² en Seco	kg	903,530.00	5.54	5,005,556.20
01.02.05.03	Concreto Tipo C, F'c= 280 kg/cm² en Seco	m³	1,612.20	510.46	822,963.61
01.02.05.04	Concreto Tipo A, F'c= 350 kg/cm² - zona de anclajes	m³	614.34	594.13	364,997.82
01.02.05.05	Barras Postensores Ø40mm - L=2.40m	und	248.00	3,346.05	829,820.40
01.02.05.06	Barras Postensores Ø40mm - L=3.90m	und	176.00	3,346.05	588,904.80
01.02.05.07	Estructuras Temporales para Izaje y Movilización Vertical	und	1.00	2,415,323.03	2,415,323.03
01.03	SUPER ESTRUCTURA				54,522,007.78
01.03.01	ESTRUCTURA METÁLICA				30,037,035.72
01.03.01.01	Fabricación de Estructura Metálica	t	1,755.36	9,024.31	15,840,912.80
01.03.01.02	Transporte de Estructura Metálica a Obra	t	1,755.36	796.50	1,398,144.24
01.03.01.03	Montaje de Estructura Metálica	t	1,755.36	6,365.26	11,173,322.79












Item	Descripción	Unid.	Cant.	Precio	Total
01.03.01.04	Pintura de Estructura Metálica	t	1,755.36	925.54	1,624,655.89
01.03.02	TIRANTES, ANCLAJES Y CARROS DE IZAJE				20,276,961.24
01.03.02.01	Tirantes y Anclajes	kg	142,206.00	90.56	12,878,175.36
01.03.02.02	Carros de Izaje para Montaje del Tablero del Puente	und	4.00	1,850,201.47	7,400,805.88
01.03.03	LOSA DE CONCRETO				3,320,753.80
01.03.03.01	Losa Prefabricada Tipo 1	und	58.00	9,069.43	526,026.94
01.03.03.02	Losa Prefabricada Tipo 2	und	164.00	8,161.00	1,338,404.00
01.03.03.03	Losa Prefabricada Tipo 3	und	16.00	4,808.24	76,931.84
01.03.03.04	Losa Prefabricada Tipo 4	und	4.00	6,007.09	24,028.36
01.03.03.05	Montaje de Losas Prefabricadas con los Carros de Izaje	und	242.00	2,372.53	574,152.26
01.03.03.06	Encofrado y Desencofrado Caravista, en Seco, Losa in situ	m²	285.25	97.33	27,763.38
01.03.03.07	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm² en Seco, Losa in situ	kg	84,802.32	5.23	443,516.13
01.03.03.08	Concreto Tipo C, F'c= 280 kg/cm² en Seco, Losa in situ	m²	607.16	510.46	309,930.89
01.03.04	CONTRAPESO				723,667.02
01.03.04.01	Encofrado y Desencofrado Caravista en Seco	m²	251.46	110.16	27,700.83
01.03.04.02	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm² en Seco	kg	16,628.00	5.39	89,624.92
01.03.04.03	Concreto Tipo A, F'c= 350 kg/cm² en Seco	m²	333.48	607.75	202,672.47
01.03.04.04	Barra Postensora Ø40mm - L=4.50m	und	32.00	12,620.90	403,868.80
01.03.05	SUPERFICIE DE RODADURA				161,370.00
01.03.05.01	Riego de Liga	m²	3,667.50	4.80	17,604.00
01.03.05.02	Carpeta Asfáltica en Caliente de 2"	m²	3,667.50	39.20	143,766.00
01.04	VARIOS				3,378,471.93
01.04.01	Junta de Dilatación en Puente	m	25.20	44,455.70	1,120,283.64
01.04.02	Dispositivo de Apoyo en Estribos	und	4.00	525,780.18	2,103,120.72
01.04.03	Dispositivo de Apoyo en Torres	und	4.00	54,573.71	218,294.84
01.04.04	Dispositivo de Apoyo en Contrapeso	und	8.00	51,891.64	415,133.12
01.04.05	Dispositivo de Restricción Sísmica Longitudinal	und	8.00	2,923.98	23,391.84
01.04.06	Dispositivo de Restricción Sísmica Transversal				350,292.80
01.04.06.01	Dispositivo de Restricción Sísmica Transversal en Contrapesos	und	48.00	1,144.50	54,936.00
01.04.06.02	Dispositivo de Restricción Sísmica Transversal en Torres	und	32.00	9,229.90	295,356.80
01.04.07	Dispositivo de Drenaje - Tubo de PVC Ø4; L=2.10 m	und	328.00	39.38	12,916.64
01.04.08	Baranda Metálica	m	815.00	836.73	681,934.95
01.04.09	Baneras Tipo New Jersey	m	815.00	466.12	379,887.80
01.04.10	Prueba de Carga en Puente	gbl	1.00	73,215.63	73,215.63














Costo Directo		105,486,427.43
Gastos Generales	18.39%	19,398,954.00
Utilidad	10.00%	10,548,642.74
Parcial		135,434,024.18
I.G.V.	18.00%	24,378,124.35
TOTAL :		159,812,148.53













[Son: ciento cincuenta y nueve millones ochocientos doce mil ciento cuarenta y ocho soles con cincuenta y tres céntimos]

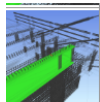
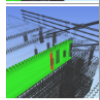
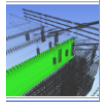
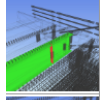
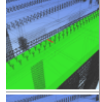
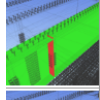
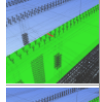
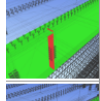
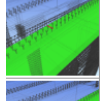
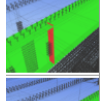
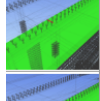
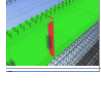
APÉNDICE I: INFORME DE INTERFERENCIAS EN NNAVISWORKS

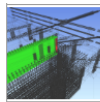
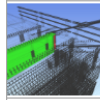
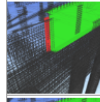
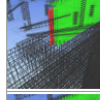
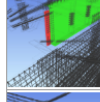
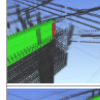
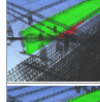
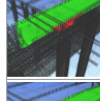
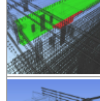
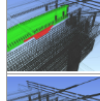
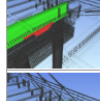
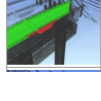
Rigidizadores VS Vigas	Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
	0.010m	100	100	0	0	0	0	Estático	Aceptar

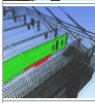











					Elemento 1				Elemento 2					
Imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Descripción	ID de elemento	Componente	Categoría	Componente Familia	Componente Tipo	ID de elemento	Componente	Categoría	Componente Familia	Componente Tipo
	Conflicto1	Nuevo	-0.115	Estático	<i>ID de elemento: 1754983</i>	Modelos genéricos		PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	<i>ID de elemento: 713361</i>	Armazón estructural		VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto2	Nuevo	-0.115	Estático	<i>ID de elemento: 1754980</i>	Modelos genéricos		PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	<i>ID de elemento: 713361</i>	Armazón estructural		VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto3	Nuevo	-0.113	Estático	<i>ID de elemento: 1754985</i>	Modelos genéricos		PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	<i>ID de elemento: 713457</i>	Armazón estructural		VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto4	Nuevo	-0.111	Estático	<i>ID de elemento: 1754982</i>	Modelos genéricos		PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	<i>ID de elemento: 713361</i>	Armazón estructural		VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto5	Nuevo	-0.111	Estático	<i>ID de elemento: 1754979</i>	Modelos genéricos		PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	<i>ID de elemento: 713361</i>	Armazón estructural		VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto6	Nuevo	-0.111	Estático	<i>ID de elemento: 1754978</i>	Modelos genéricos		PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	<i>ID de elemento: 713461</i>	Armazón estructural		VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto7	Nuevo	-0.109	Estático	<i>ID de elemento: 1754984</i>	Modelos genéricos		PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	<i>ID de elemento: 713457</i>	Armazón estructural		VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto8	Nuevo	-0.106	Estático	<i>ID de elemento: 1754977</i>	Modelos genéricos		PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	<i>ID de elemento: 713461</i>	Armazón estructural		VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto9	Nuevo	-0.102	Estático	<i>ID de elemento: 1755647</i>	Modelos genéricos		PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	<i>ID de elemento: 713361</i>	Armazón estructural		VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto10	Nuevo	-0.102	Estático	<i>ID de elemento: 1755644</i>	Modelos genéricos		PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	<i>ID de elemento: 713361</i>	Armazón estructural		VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto11	Nuevo	-0.101	Estático	<i>ID de elemento: 1755649</i>	Modelos genéricos		PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	<i>ID de elemento: 713457</i>	Armazón estructural		VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3













	Conflicto12	Nuevo	-0.098	Estático	ID de elemento: 1755642	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713461	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto13	Nuevo	-0.098	Estático	ID de elemento: 1755648	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713361	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto14	Nuevo	-0.098	Estático	ID de elemento: 1755645	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713361	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto15	Nuevo	-0.097	Estático	ID de elemento: 1755650	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713457	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto16	Nuevo	-0.094	Estático	ID de elemento: 1755643	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713461	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto17	Nuevo	-0.076	Estático	ID de elemento: 1744595	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 465111	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto18	Nuevo	-0.076	Estático	ID de elemento: 1745523	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 465111	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto19	Nuevo	-0.076	Estático	ID de elemento: 1745521	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 465111	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto20	Nuevo	-0.074	Estático	ID de elemento: 1744451	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 465111	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto21	Nuevo	-0.072	Estático	ID de elemento: 1744596	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 465111	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto22	Nuevo	-0.072	Estático	ID de elemento: 1745524	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 465111	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto23	Nuevo	-0.072	Estático	ID de elemento: 1745522	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 465111	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto24	Nuevo	-0.070	Estático	ID de elemento: 1744452	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 465111	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4













	Conflicto25	Nuevo	-0.067	Estático	<i>ID de elemento: 1745622</i>	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	<i>ID de elemento: 573722</i>	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto26	Nuevo	-0.067	Estático	<i>ID de elemento: 1744241</i>	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	<i>ID de elemento: 573722</i>	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto27	Nuevo	-0.067	Estático	<i>ID de elemento: 1745525</i>	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	<i>ID de elemento: 582048</i>	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto28	Nuevo	-0.067	Estático	<i>ID de elemento: 1744599</i>	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	<i>ID de elemento: 582048</i>	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto29	Nuevo	-0.063	Estático	<i>ID de elemento: 1745623</i>	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	<i>ID de elemento: 573722</i>	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto30	Nuevo	-0.063	Estático	<i>ID de elemento: 1745527</i>	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	<i>ID de elemento: 582048</i>	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto31	Nuevo	-0.063	Estático	<i>ID de elemento: 1744597</i>	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	<i>ID de elemento: 582048</i>	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto32	Nuevo	-0.063	Estático	<i>ID de elemento: 1744242</i>	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	<i>ID de elemento: 573722</i>	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto33	Nuevo	-0.059	Estático	<i>ID de elemento: 1754975</i>	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	<i>ID de elemento: 713457</i>	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto34	Nuevo	-0.059	Estático	<i>ID de elemento: 1754973</i>	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	<i>ID de elemento: 713361</i>	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto35	Nuevo	-0.059	Estático	<i>ID de elemento: 1754919</i>	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	<i>ID de elemento: 713361</i>	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto36	Nuevo	-0.057	Estático	<i>ID de elemento: 1754917</i>	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	<i>ID de elemento: 713461</i>	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3

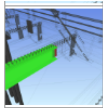
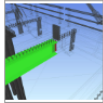
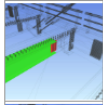
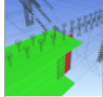
	Conflicto37	Nuevo	-0.055	Estático	ID de elemento: 1754974	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713457	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto38	Nuevo	-0.055	Estático	ID de elemento: 1754972	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713361	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto39	Nuevo	-0.055	Estático	ID de elemento: 1754918	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713361	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto40	Nuevo	-0.053	Estático	ID de elemento: 1754915	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713461	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto41	Nuevo	-0.047	Estático	ID de elemento: 1619013	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713457	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto42	Nuevo	-0.046	Estático	ID de elemento: 1619011	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713361	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto43	Nuevo	-0.046	Estático	ID de elemento: 1619008	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713361	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto44	Nuevo	-0.044	Estático	ID de elemento: 1619005	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713461	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto45	Nuevo	-0.043	Estático	ID de elemento: 1619014	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713457	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto46	Nuevo	-0.042	Estático	ID de elemento: 1619012	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713361	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto47	Nuevo	-0.042	Estático	ID de elemento: 1619009	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713361	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto48	Nuevo	-0.040	Estático	ID de elemento: 1619007	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713461	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3

	Conflicto49	Nuevo	-0.036	Estático	ID de elemento: 1620283	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713361	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto50	Nuevo	-0.031	Estático	ID de elemento: 1620274	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713461	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto51	Nuevo	-0.031	Estático	ID de elemento: 1613791	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713457	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto52	Nuevo	-0.031	Estático	ID de elemento: 1613669	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713361	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto53	Nuevo	-0.031	Estático	ID de elemento: 1613210	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713461	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto54	Nuevo	-0.028	Estático	ID de elemento: 1620394	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713457	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto55	Nuevo	-0.023	Estático	ID de elemento: 713468	Rigidizadores estructurales	RIGIDIZADOR FIJO	PL-50x470x500	ID de elemento: 713461	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto56	Nuevo	-0.023	Estático	ID de elemento: 610312	Rigidizadores estructurales	RIGIDIZADOR FIJO	PL-50x470x500	ID de elemento: 582048	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto57	Nuevo	-0.023	Estático	ID de elemento: 579805	Rigidizadores estructurales	RIGIDIZADOR FIJO	PL-50x470x500	ID de elemento: 573722	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto58	Nuevo	-0.021	Estático	ID de elemento: 713463	Rigidizadores estructurales	RIGIDIZADOR FIJO	PL-50x470x500	ID de elemento: 713461	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto59	Nuevo	-0.021	Estático	ID de elemento: 713460	Rigidizadores estructurales	RIGIDIZADOR FIJO	PL-50x470x500	ID de elemento: 713457	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto60	Nuevo	-0.021	Estático	ID de elemento: 582050	Rigidizadores estructurales	RIGIDIZADOR FIJO	PL-50x470x500	ID de elemento: 582048	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3

	Conflicto61	Nuevo	-0.021	Estático	ID de elemento: 579948	Rigidizadores estructurales	RIGIDIZADOR FIJO	PL-50x470x500	ID de elemento: 573722	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto62	Nuevo	-0.019	Estático	ID de elemento: 713459	Rigidizadores estructurales	RIGIDIZADOR FIJO	PL-50x470x500	ID de elemento: 713457	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-3
	Conflicto63	Nuevo	-0.019	Estático	ID de elemento: 1699100	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 1364434	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto64	Nuevo	-0.019	Estático	ID de elemento: 1699164	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 1364434	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto65	Nuevo	-0.016	Estático	ID de elemento: 1694405	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713721	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto66	Nuevo	-0.016	Estático	ID de elemento: 1682353	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 706710	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto67	Nuevo	-0.016	Estático	ID de elemento: 1682318	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 706710	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto68	Nuevo	-0.016	Estático	ID de elemento: 1694370	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713721	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto69	Nuevo	-0.015	Estático	ID de elemento: 1691086	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713660	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto70	Nuevo	-0.015	Estático	ID de elemento: 1691121	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713660	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto71	Nuevo	-0.015	Estático	ID de elemento: 1685495	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 689904	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto72	Nuevo	-0.015	Estático	ID de elemento: 1685460	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 689904	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2

	Conflicto73	Nuevo	-0.014	Estático	ID de elemento: 1691642	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713675	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto74	Nuevo	-0.014	Estático	ID de elemento: 1691677	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713675	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto75	Nuevo	-0.014	Estático	ID de elemento: 1684372	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 700072	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto76	Nuevo	-0.014	Estático	ID de elemento: 1684337	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 700072	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto77	Nuevo	-0.012	Estático	ID de elemento: 1684589	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 700067	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto78	Nuevo	-0.012	Estático	ID de elemento: 1691552	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713671	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto79	Nuevo	-0.012	Estático	ID de elemento: 1691587	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713671	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto80	Nuevo	-0.012	Estático	ID de elemento: 1684554	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 700067	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto81	Nuevo	-0.011	Estático	ID de elemento: 1338021	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 465111	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto82	Nuevo	-0.011	Estático	ID de elemento: 1340625	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 465111	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto83	Nuevo	-0.011	Estático	ID de elemento: 1343008	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 465111	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4
	Conflicto84	Nuevo	-0.011	Estático	ID de elemento: 1343055	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 465111	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-4

	Conflicto85	Nuevo	-0.011	Estático	ID de elemento: 1683404	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 703019	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto86	Nuevo	-0.011	Estático	ID de elemento: 1683643	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 707021	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto87	Nuevo	-0.011	Estático	ID de elemento: 1683141	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 707035	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto88	Nuevo	-0.011	Estático	ID de elemento: 1682277	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 706533	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto89	Nuevo	-0.011	Estático	ID de elemento: 1694498	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713718	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto90	Nuevo	-0.010	Estático	ID de elemento: 1694588	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713687	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto91	Nuevo	-0.010	Estático	ID de elemento: 1682201	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 703162	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto92	Nuevo	-0.010	Estático	ID de elemento: 1682242	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 706533	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto93	Nuevo	-0.010	Estático	ID de elemento: 1694463	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713718	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto94	Nuevo	-0.010	Estático	ID de elemento: 1682094	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 706462	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto95	Nuevo	-0.010	Estático	ID de elemento: 1694679	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713715	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto96	Nuevo	-0.010	Estático	ID de elemento: 1682166	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 703162	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2

	Conflicto97	Nuevo	-0.010	Estático	ID de elemento: 1694553	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713687	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto98	Nuevo	-0.010	Estático	ID de elemento: 1694644	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713715	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto99	Nuevo	-0.010	Estático	ID de elemento: 1682059	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 706462	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2
	Conflicto100	Nuevo	-0.010	Estático	ID de elemento: 1693349	Modelos genéricos	PL RIGIDIZADOR	PL RIGIDIZADOR	ID de elemento: 713733	Armazón estructural	VIGA DE SECCION VARIABLE	VT-2

ANEXOS

ANEXO A: RESUMEN DE METRADOS DEL PROYECTO DEL PUENTE HUALLAGA (Resaltados los Ítems Evaluados)

RESUMEN DE METRADOS

Proyecto: ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE HUALLAGA Y ACCESOS
Ubicación: SANTA LUCIA-UCHIZA-TOCACHE-SAN MARTIN

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO
01	PUENTE ATIRANTADO HUALLAGA		
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES		
01.01.01	Movilización y Desmovilización de Equipos	glb	1.00
01.01.02	Desbroce y Limpieza de Terreno en Zona Boscosa	ha	1.38
01.01.03	Topografía y Georreferenciación	m ²	9450.00
01.01.04	Mantenimiento de Tránsito Temporal y Seguridad Vial	glb	1.00
01.01.05	Accesos Provisionales	km	7.60
01.01.06	Demolición Construcción Existente	glb	1.00
01.02	SUB ESTRUCTURA		
01.02.01	PILOTES EXCAVADOS (ESTRIBOS)		
01.02.01.01	Movilización y Desmovilización de Equipos de Pilotaje	glb	1.00
01.02.01.02	Plataforma de Operaciones	m ³	543.40
01.02.01.03	Pilotes Excavados (D=2.0m)	m	126.66
01.02.01.04	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 Kg/cm ² ajo agua en Pilotes	kg	84474.00
01.02.01.05	Concreto Tipo C. F'c= 280 kg/cm ² bajo agua en Pilotes	m ³	395.84

01.02.01.06	Descabezado de Pilotes	und	6.00
01.02.01.07	Prueba de Integridad	und	6.00
01.02.02	ESTRIBOS		
01.02.02.01	Excavación para Estructuras en Material Común en Seco	m ³	205.05
01.02.02.02	Concreto Tipo F1 de Nivelación, F'c= 100 kg/cm ²	m ³	6.37
01.02.02.03	Encofrado y Desencofrado Cara No Vista en Seco	m ²	104.16
01.02.02.04	Encofrado y Desencofrado Caravista en Seco	m ²	114.78
01.02.02.05	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² en seco	kg	49764.00
01.02.02.06	Concreto Tipo C, F'c= 280 kg/cm ² en seco	m ³	313.32
01.02.03	PILOTES EXCAVADOS (TORRES)		
01.02.03.01	Plataforma de Operaciones	m ³	2240.00
01.02.03.02	Pilotes Excavados (D=2.0m)	m	1766.07
01.02.03.03	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 Kg/cm ² bajo agua en Pilotes	kg	1675220.00
01.02.03.04	Concreto Tipo C. F'c= 280 kg/cm ² bajo agua en Pilotes	m ³	5202.48
01.02.03.05	Descabezado de Pilotes	und	36.00
01.02.03.06	Prueba de Carga Pilote con Celda Osterberg	und	2.00
01.02.03.07	Prueba de Integridad	und	36.00
01.02.04	CABEZALES DE PILOTES EN TORRES		
01.02.04.01	Excavación para Estructuras en Material Común Bajo Agua	m ³	4404.36
01.02.04.02	Relleno para Estructuras con Material Propio	m ³	329.12
01.02.04.03	Encofrado y Desencofrado Caravista Bajo Agua	m ²	400.00
01.02.04.04	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² bajo agua	kg	729228.00
01.02.04.05	Concreto Tipo F1 de Nivelación, Fc= 100 kg/cm ²	m ³	55.40

01.02.04.06	Concreto Tipo C, F'c= 280 kg/cm ² bajo agua	m ³	3119.60
01.02.05	TORRES		
01.02.05.01	Encofrado y Desencofrado Caravista en Seco (Trepante)	m ²	5347.13
01.02.05.02	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² en seco	kg	903530.00
01.02.05.03	Concreto Tipo C, F'c= 280 kg/cm ² en seco	m ³	1612.20
01.02.05.04	Concreto Tipo A, F'c= 350 kg/cm ² - Zona De Anclajes	m ³	614.34
01.02.05.05	Barras Postensores Ø40mm - L=2.40m	und	248.00
01.02.05.06	Barras Postensores Ø40mm - L=3.90m	und	176.00
01.02.05.07	Estructuras Temporales para Izaje y Movilización Vertical	und	1.00
01.03	SUPER ESTRUCTURA		
01.03.01	ESTRUCTURA METÁLICA		
01.03.01.01	Fabricación de Estructura Metálica	ton	1755.36
01.03.01.02	Transporte de Estructura Metálica a Obra	ton	1755.36
01.03.01.03	Montaje de Estructura Metálica	ton	1755.36
01.03.01.04	Pintura de Estructura Metálica	ton	1755.36
01.03.02	TIRANTES, ANCLAJES Y CARROS DE IZAJE		
01.03.02.01	Tirantes y Anclajes	kg	142206.00
01.03.02.02	Carros de Izaje para Montaje del Tablero del Puente	und	4.00
01.03.03	LOSA DE CONCRETO		
01.03.03.01	Losa Prefabricada Tipo 1	und	58.00
01.03.03.02	Losa Prefabricada Tipo 2	und	164.00
01.03.03.03	Losa Prefabricada Tipo 3	und	16.00
01.03.03.04	Losa Prefabricada Tipo 4	und	4.00

01.03.03.05	Montaje de Losas Prefabricadas con los Carros de Izaje	und	242.00
01.03.03.06	Encofrado y Desencofrado Caravista, en Seco, Losa in situ	m ²	285.25
01.03.03.07	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² en seco, Losa in situ	kg	84802.32
01.03.03.08	Concreto Tipo C, F'c= 280 kg/cm ² en seco, Losa in situ	m ³	607.16
01.03.04	CONTRAPESO		
01.03.04.01	Encofrado y Desencofrado Caravista en Seco	m ²	251.46
01.03.04.02	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² en seco	kg	16628.00
01.03.04.03	Concreto Tipo A, F'c= 350 kg/cm ² en seco	m ³	333.48
01.03.04.04	Barras Postensoras Ø40mm - L=4.50m	und	32.00
01.03.05	SUPERFICIE DE RODADURA		
01.03.05.01	Riego de Liga	m ²	3667.50
01.03.05.02	Carpeta Asfáltica en Caliente de 2"	m ²	3667.50
01.04	VARIOS		
01.04.01	Junta de Dilatación en Puente	m	25.20
01.04.02	Dispositivo de Apoyo en Estribos	und	4.00
01.04.03	Dispositivo de Apoyo en Torres	und	4.00
01.04.04	Dispositivo de Apoyo en Contrapeso	und	8.00
01.04.05	Dispositivo de Restricción Sísmica Longitudinal	und	8.00
01.04.06.01	Dispositivo de Restricción Sísmica Transversal en Contrapesos	und	48.00
01.04.06.02	Dispositivo de Restricción Sísmica Transversal en Torres	und	32.00
01.04.07	Dispositivo de Drenaje - Tubo de PVC Ø4; L=2.10 m	und	328.00
01.04.08	Baranda Metálica	m	815.00
01.04.09	Barreras Tipo New Jersey	m	815.00

01.04.10	Prueba de Carga en Punte	glb	1.00
02	ACCESOS		
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
02.01.01	Excavación para Explanaciones	m ³	12551.59
02.01.02	Perfilado y Compactado en Zonas de Corte	m ²	6629.52
02.02	MURO DE SUELO REFORZADO		
02.02.01	Muro de Suelo Reforzado	m ³	17408.56
02.03	PAVIMENTO		
02.03.01	Pavimento de Concreto Hidráulico, F'c=350 kg/cm ²	m ³	675.29
02.03.02	Sub-base Granular	m ³	506.47
02.04	VARIOS		
02.04.01	Baranda Metálica	m	681.93
02.04.02	Dispositivo de Drenaje - Tubo de PVC Ø4; L=3.50 m	und	174.00
02.04.03	Cunetas Revestidas de Concreto	m	400.00
02.04.04	Veredas	m	681.93
02.04.05	Reubicación de Instalaciones Eléctricas, Sanitarias y Otras	glb	1.00
02.05	TRANSPORTES		
02.05.01	Transporte de Materiales Excedentes entre 120m y 1000m	m ³ -km	12777.07
02.05.02	Transporte de Material Excedente para Distancias a Más de 1000m	m ³ -km	12565.82
02.05.03	Transporte de Materiales Granulares para Distancias Mayores a 1000 m	m ³ -km	196500.95
02.05.04	Transporte Fluvial Interno	glb	1.00
02.06	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL		
02.06.01	Señales Preventivas	und	9.00

02.06.02	Señales Reglamentarias	und	4.00
02.06.03	Señales Informativas	und	2.00
02.06.04	Marcas sobre el Pavimento	m ²	420.65
02.06.05	Barreras Tipo New Jersey	m	681.93
02.06.06	Tachas Retroreflectivas	und	164.00
02.06.07	Resaltos	und	2.00
03	OBRAS DE PROTECCIÓN		
03.01.01	Gaviones	m ³	342.86
04	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL		
04.01	PROGRAMA DE SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL		
04.01.01	Señales Ambientales Permanentes	m ²	2.00
04.01.02	Estructura de Soporte de Señales Tipo E-1	und	2.00
04.02	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL		
04.02.01	Monitoreo de Calidad del Agua	pto	23
04.02.02	Monitoreo de Calidad del Aire	pto	37.00
04.02.03	Monitoreo de Ruidos	pto	37.00
04.03	PROGRAMA DE CIERRE Y ABANDONO		
04.03.01	Eliminación de Material Excedente en DME	m ³	25527.01
04.03.02	Restauración Ambiental de Patio de Máquinas	ha	2.00
04.03.03	Restauración Ambiental de Planta de Concreto	ha	2.00
04.03.04	Restauración Ambiental de Cantera	ha	2.00

Nota: Expediente Técnico de Proyecto. (Provias, 2019).

ANEXO B: CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO DEL PUENTE HUALLAGA (Resaltados los Ítems Evaluados)**CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN****Proyecto:** ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE HUALLAGA Y ACCESOS**Ubicación:** SANTA LUCIA-UCHIZA-TOCACHE-SAN MARTIN

ITEM	PARTIDA	DURACIÓN
01	PUENTE ATIRANTADO HUALLAGA	660 días
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES	660 días
01.01.01	Movilización y Desmovilización de Equipos	5 días
01.01.02	Desbroce y Limpieza de Terreno en Zona Boscosa	1 día
01.01.03	Topografía y Georreferenciación	38 días
01.01.04	Mantenimiento de Tránsito Temporal y Seguridad Vial	400 días
01.01.05	Accesos Provisionales	2 días
01.01.06	Demolición Construcción Existente	3 días
01.02	SUB ESTRUCTURA	573 días
01.02.01	PILOTES EXCAVADOS (ESTRIBOS)	112 días
01.02.01.01	Movilización y Desmovilización de Equipos de Pilotaje	23 días
01.02.01.02	Plataforma de Operaciones	4 días
01.02.01.03	Pilotes Excavados (D=2.0m)	19 días
01.02.01.04	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 Kg/cm ² bajo agua en Pilotes	8 días
01.02.01.05	Concreto Tipo C. F'c= 280 kg/cm ² bajo agua en Pilotes	11 días
01.02.01.06	Descabezado de Pilotes	2 días
01.02.01.07	Prueba de Integridad	6 días

01.02.02	ESTRIBOS	32 días
01.02.02.01	Excavación para Estructuras en Material Común en Seco	1 día
01.02.02.02	Concreto Tipo F1 de Nivelación, F'c= 100 kg/cm ²	1 día
01.02.02.03	Encofrado y Desencofrado Cara No Vista en Seco	5 días
01.02.02.04	Encofrado y Desencofrado Caravista en Seco	10 días
01.02.02.05	Acero de Refuerzo Fy= 4,200 kg/cm ² en Seco	10 días
01.02.02.06	Concreto Tipo C, Fc= 280 kg/cm ² en Seco	11 días
01.02.03	PILOTES EXCAVADOS (TORRES)	157 días
01.02.03.01	Plataforma de Operaciones	2 días
01.02.03.02	Pilotes Excavados (D=2.0m)	70 días
01.02.03.03	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 Kg/cm ² bajo agua en Pilotes	70 días
01.02.03.04	Concreto Tipo C. F'c= 280 kg/cm ² bajo agua en Pilotes	60 días
01.02.03.05	Descabezado de Pilotes	15 días
01.02.03.06	Prueba de Carga Pilote con Celda Osterberg	45 días
01.02.03.07	Prueba de Integridad	12 días
01.02.04	CABEZALES DE PILOTES EN TORRES	90 días
01.02.04.01	Excavación para Estructuras en Material Común Bajo Agua	23 días
01.02.04.02	Relleno para Estructuras con Material Propio	7 días
01.02.04.03	Encofrado y Desencofrado Caravista Bajo Agua	18 días
01.02.04.04	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² bajo agua	35 días
01.02.04.05	Concreto Tipo F1 de Nivelación, Fc= 100 kg/cm ²	2 días
01.02.04.06	Concreto Tipo C, F'c= 280 kg/cm ² bajo agua	15 días
01.02.05	TORRES	360 días

01.02.05.01	Encofrado y Desencofrado Caravista en Seco (Trepante)	120 días
01.02.05.02	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² en Seco	60 días
01.02.05.03	Concreto Tipo C, F'c= 280 kg/cm ² en Seco	54 días
01.02.05.04	Concreto Tipo A, F'c= 350 kg/cm ² - zona de anclajes	21 días
01.02.05.05	Barras Postensores Ø40mm - L=2.40m	9 días
01.02.05.06	Barras Postensores Ø40mm - L=3.90m	23 días
01.02.05.07	Estructuras Temporales para Izaje y Movilización Vertical	360 días
01.03	SUPER ESTRUCTURA	648 días
01.03.01	ESTRUCTURA METÁLICA	593 días
01.03.01.01	Fabricación de Estructura Metálica	335 días
01.03.01.02	Transporte de Estructura Metálica a Obra	235 días
01.03.01.03	Montaje de Estructura Metálica	235 días
01.03.01.04	Pintura de Estructura Metálica	330 días
01.03.02	TIRANTES, ANCLAJES Y CARROS DE IZAJE	290 días
01.03.02.01	Tirantes y Anclajes	260 días
01.03.02.02	Carros de Izaje para Montaje del Tablero del Puente	290 días
01.03.03	LOSA DE CONCRETO	250 días
01.03.03.01	Losa Prefabricada Tipo 1	28 días
01.03.03.02	Losa Prefabricada Tipo 2	68 días
01.03.03.03	Losa Prefabricada Tipo 3	5 días
01.03.03.04	Losa Prefabricada Tipo 4	2 días
01.03.03.05	Montaje de Losas Prefabricadas con los Carros de Izaje	235 días
01.03.03.06	Encofrado y Desencofrado Caravista, en Seco, Losa in situ	60 días

01.03.03.07	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² en Seco, Losa in situ	78 días
01.03.03.08	Concreto Tipo C, F'c= 280 kg/cm ² en Seco, Losa in situ	21 días
01.03.04	CONTRAPESO	89 días
01.03.04.01	Encofrado y Desencofrado Caravista en Seco	11 días
01.03.04.02	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² en Seco	67 días
01.03.04.03	Concreto Tipo A, F'c= 350 kg/cm ² en Seco	21 días
01.03.04.04	Barras Postensoras Ø40mm - L=4.50m	7 días
01.03.05	SUPERFICIE DE RODADURA	20 días
01.03.05.01	Riego de Liga	10 días
01.03.05.02	Carpeta Asfáltica en Caliente de 2"	10 días
01.04	VARIOS	520 días
01.04.01	Junta de Dilatación en Puente	4 días
01.04.02	Dispositivo de Apoyo en Estribos	1 día
01.04.03	Dispositivo de Apoyo en Torres	1 día
01.04.04	Dispositivo de Apoyo en Contrapeso	2 días
01.04.05	Dispositivo de Restricción Sísmica Longitudinal	8 días
01.04.06.01	Dispositivo de Restricción Sísmica Transversal en Contrapeso	8 días
01.04.06.02	Dispositivo de Restricción Sísmica Transversal en Torres	4 días
01.04.07	Dispositivo de Drenaje - Tubo de PVC Ø4; L=2.10 m	17 días
01.04.08	Baranda Metálica	5 días
01.04.09	Barreras Tipo New Jersey	12 días
01.04.10	Prueba de Carga en Puente	1 días
02	ACCESOS	378 días

02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS	38 días
02.01.01	Excavación para Explanaciones	34 días
02.01.02	Perfilado y Compactado en Zonas de Corte	4 días
02.02	MURO DE SUELO REFORZADO	59 días
02.02.01	Muro de Suelo Reforzado	59 días
02.03	PAVIMENTO	24 días
02.03.01	Pavimento de Concreto Hidráulico, F'c=350 kg/cm ²	22 días
02.03.02	Sub-base Granular	2 días
02.04	VARIOS	340 días
02.04.01	Baranda Metálica	1 días
02.04.02	Dispositivo de Drenaje - Tubo de PVC Ø4; L=3.50 m	9 días
02.04.03	Cunetas Revestidas de Concreto	280 días
02.04.04	Veredas	1 día
02.04.05	Reubicación de Instalaciones Eléctricas, Sanitarias y Otras	60 días
02.05	TRANSPORTES	635 días
02.05.01	Transporte de Materiales Excedentes entre 120m y 1000m	38 días
02.05.02	Transporte de Material Excedente para Distancias a Más de 1000m	11 días
02.05.03	Transporte de Materiales Granulares para Distancias Mayores a 1000 m	90 días
02.05.04	Transporte Fluvial Interno	635 días
02.06	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	8 días
02.06.01	Señales Preventivas	1 día
02.06.02	Señales Reglamentarias	1 día
02.06.03	Señales Informativas	1 día

02.06.04	Marcas sobre el Pavimento	1 día
02.06.05	Barreras Tipo New Jersey	1 día
02.06.06	Tachas Retroreflectivas	2 días
02.06.07	Resaltos	1 día
03	OBRAS DE PROTECCIÓN	90 días
03.01.01	Gaviones	90 días
04	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	655 días
04.01	PROGRAMA DE SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL	2 días
04.01.01	Señales Ambientales Permanentes	1 día
04.01.02	Estructura de Soporte de Señales Tipo E-1	1 día
04.02	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL	630 días
04.02.01	Monitoreo de Calidad del Agua	630 días
04.02.02	Monitoreo de Calidad del Aire	630 días
04.02.03	Monitoreo de Ruidos	630 días
04.03	PROGRAMA DE CIERRE Y ABANDONO	92 días
04.03.01	Eliminación de Material Excedente en DME	50 días
04.03.02	Restauración Ambiental de Patio de Máquinas	40 días
04.03.03	Restauración Ambiental de Planta de Concreto	10 días
04.03.04	Restauración Ambiental de Cantera	40 días

Nota: Expediente Técnico de Proyecto. (Provias, 2019).

ANEXO C: PRESUPUESTO DEL PROYECTO DEL PUENTE HUALLAGA (Resaltados los Ítems Evaluados)

PRESUPUESTO

Proyecto: ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE HUALLAGA Y ACCESOS
Ubicación: SANTA LUCIA-UCHIZA-TOCACHE-SAN MARTIN

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
01	PUENTE ATIRANTADO HUALLAGA				105486427.47
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				2535877.44
01.01.01	Movilización y Desmovilización de Equipos	glb	1.00	736972.95	736972.95
01.01.02	Desbroce y Limpieza de Terreno en Zona Boscosa	ha	1.38	4790.00	6610.20
01.01.03	Topografía y Georreferenciación	m ²	9450.00	2.89	27310.50
01.01.04	Mantenimiento de Tránsito Temporal y Seguridad Vial	glb	1.00	1372875.60	1372875.60
01.01.05	Accesos Provisionales	km	7.60	30591.71	232497.00
01.01.06	Demolición Construcción Existente	glb	1.00	159611.19	159611.19
01.02	SUB ESTRUCTURA				43050070.25
01.02.01	PILOTES EXCAVADOS (ESTRIBOS)				1679471.61
01.02.01.01	Movilización y Desmovilización de Equipos de Pilotaje	glb	1.00	425881.00	425881.00
01.02.01.02	Plataforma de Operaciones	m ³	543.40	51.48	27974.23
01.02.01.03	Pilotes Excavados (D=2.0m)	m	126.66	3868.91	490036.14
01.02.01.04	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 Kg/cm ² bajo agua en Pilotes	kg	84474.00	5.55	468830.70
01.02.01.05	Concreto Tipo C. F'c= 280 kg/cm ² bajo agua en Pilotes	m ³	395.84	559.26	221377.48

01.02.01.06	Descabezado de Pilotes	und	6.00	2505.34	15032.04
01.02.01.07	Prueba de Integridad	und	6.00	5056.67	30340.02
01.02.02	ESTRIBOS				453686.76
01.02.02.01	Excavación para Estructuras en Material Común en Seco	m ³	205.05	4.97	1019.10
01.02.02.02	Concreto Tipo F1 de Nivelación, F'c= 100 kg/cm ²	m ³	6.37	366.05	2331.74
01.02.02.03	Encofrado y Desencofrado Cara No Vista en Seco	m ²	104.16	91.46	9526.47
01.02.02.04	Encofrado y Desencofrado Caravista en Seco	m ²	114.78	110.16	12644.16
01.02.02.05	Acero de Refuerzo Fy= 4,200 kg/cm ² en Seco	kg	49764.00	5.39	268227.96
01.02.02.06	Concreto Tipo C, Fc= 280 kg/cm ² en Seco	m ³	313.32	510.46	159937.33
01.02.03	PILOTES EXCAVADOS (TORRES)				22085199.45
01.02.03.01	Plataforma de Operaciones	m ³	2240.00	51.48	115315.20
01.02.03.02	Pilotes Excavados (D=2.0m)	m	1766.07	3868.91	6832765.88
01.02.03.03	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 Kg/cm ² bajo agua en Pilotes	kg	1675220.00	5.55	9297471.00
01.02.03.04	Concreto Tipo C. F'c= 280 kg/cm ² bajo agua en Pilotes	m ³	5202.48	559.26	2909538.96
01.02.03.05	Descabezado de Pilotes	und	36.00	2505.34	90192.24
01.02.03.06	Prueba de Carga Pilote con Celda Osterberg	und	2.00	1328938.02	2657876.04
01.02.03.07	Prueba de Integridad	und	36.00	5056.67	182040.12
01.02.04	CABEZALES DE PILOTES EN TORRES				7475170.87
01.02.04.01	Excavación para Estructuras en Material Común Bajo Agua	m ³	4404.36	362.17	1595127.06
01.02.04.02	Relleno para Estructuras con Material Propio	m ³	329.12	44.84	14757.74
01.02.04.03	Encofrado y Desencofrado Caravista Bajo Agua	m ²	400.00	132.81	53124.00
01.02.04.04	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² bajo agua	kg	729228.00	5.55	4047215.40
01.02.04.05	Concreto Tipo F1 de Nivelación, Fc= 100 kg/cm ²	m ³	55.40	366.05	20279.17

01.02.04.06	Concreto Tipo C, F'c= 280 kg/cm ² bajo agua	m ³	3119.60	559.26	1744667.50
01.02.05	TORRES				11356541.56
01.02.05.01	Encofrado y Desencofrado Caravista en Seco (Trepante)	m ²	5347.13	248.54	1328975.69
01.02.05.02	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² en Seco	kg	903530.00	5.54	5005556.20
01.02.05.03	Concreto Tipo C, F'c= 280 kg/cm ² en Seco	m ³	1612.20	510.46	822963.61
01.02.05.04	Concreto Tipo A, F'c= 350 kg/cm ² - zona de anclajes	m ³	614.34	594.13	364997.82
01.02.05.05	Barras Postensores Ø40mm - L=2.40m	und	248.00	3346.05	829820.40
01.02.05.06	Barras Postensores Ø40mm - L=3.90m	und	176.00	3346.05	588904.80
01.02.05.07	Estructuras Temporales para Izaje y Movilización Vertical	und	1.00	2415323.03	2415323.03
01.03	SUPER ESTRUCTURA				54522007.80
01.03.01	ESTRUCTURA METÁLICA				30037035.73
01.03.01.01	Fabricación de Estructura Metálica	ton	1755.36	9024.31	15840912.80
01.03.01.02	Transporte de Estructura Metálica a Obra	ton	1755.36	796.50	1398144.24
01.03.01.03	Montaje de Estructura Metálica	ton	1755.36	6365.26	11173322.79
01.03.01.04	Pintura de Estructura Metálica	ton	1755.36	925.54	1624655.89
01.03.02	TIRANTES, ANCLAJES Y CARROS DE IZAJE				20278981.24
01.03.02.01	Tirantes y Anclajes	kg	142206.00	90.56	12878175.36
01.03.02.02	Carros de Izaje para Montaje del Tablero del Puente	und	4.00	1850201.47	7400805.88
01.03.03	LOSA DE CONCRETO				3320753.81
01.03.03.01	Losa Prefabricada Tipo 1	und	58.00	9069.43	526026.94
01.03.03.02	Losa Prefabricada Tipo 2	und	164.00	8161.00	1338404.00
01.03.03.03	Losa Prefabricada Tipo 3	und	16.00	4808.24	76931.84
01.03.03.04	Losa Prefabricada Tipo 4	und	4.00	6007.09	24028.36

01.03.03.05	Montaje de Losas Prefabricadas con los Carros de Izaje	und	242.00	2372.53	574152.26
01.03.03.06	Encofrado y Desencofrado Caravista, en Seco, Losa in situ	m ²	285.25	97.33	27763.38
01.03.03.07	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² en Seco, Losa in situ	kg	84802.32	5.23	443516.13
01.03.03.08	Concreto Tipo C, F'c= 280 kg/cm ² en Seco, Losa in situ	m ³	607.16	510.46	309930.89
01.03.04	CONTRAPESO				723867.02
01.03.04.01	Encofrado y Desencofrado Caravista en Seco	m ²	251.46	110.16	27700.83
01.03.04.02	Acero de Refuerzo F'y= 4,200 kg/cm ² en Seco	kg	16628.00	5.39	89624.92
01.03.04.03	Concreto Tipo A, F'c= 350 kg/cm ² en Seco	m ³	333.48	607.75	202672.47
01.03.04.04	Barras Postensoras Ø40mm - L=4.50m	und	32.00	12620.90	403868.80
01.03.05	SUPERFICIE DE RODADURA				161370.00
01.03.05.01	Riego de Liga	m ²	3667.50	4.80	17604.00
01.03.05.02	Carpeta Asfáltica en Caliente de 2"	m ²	3667.50	39.20	143766.00
01.04	VARIOS				5378471.98
01.04.01	Junta de Dilatación en Puente	m	25.20	44455.70	1120283.64
01.04.02	Dispositivo de Apoyo en Estribos	und	4.00	525780.18	2103120.72
01.04.03	Dispositivo de Apoyo en Torres	und	4.00	54573.71	218294.84
01.04.04	Dispositivo de Apoyo en Contrapeso	und	8.00	51891.64	415133.12
01.04.05	Dispositivo de Restricción Sísmica Longitudinal	und	8.00	2923.98	23391.84
01.04.06.01	Dispositivo de Restricción Sísmica Transversal en Contrapeso	und	48.00	1144.50	54936.00
01.04.06.02	Dispositivo de Restricción Sísmica Transversal en Torres	und	32.00	9229.90	295356.80
01.04.07	Dispositivo de Drenaje - Tubo de PVC Ø4; L=2.10 m	und	328.00	39.38	12916.64
01.04.08	Baranda Metálica	m	815.00	836.73	681934.95
01.04.09	Barreras Tipo New Jersey	m	815.00	466.12	379887.80

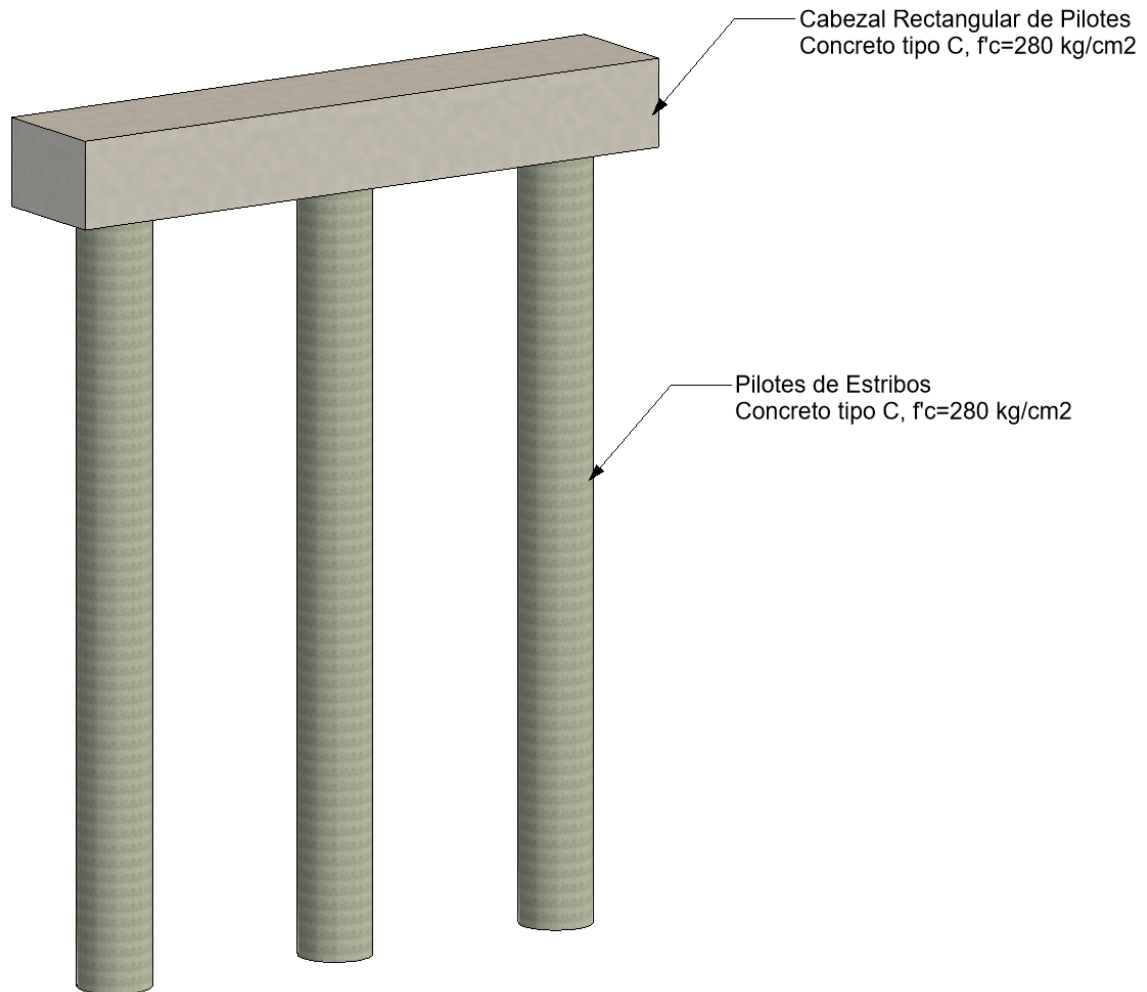
01.04.10	Prueba de Carga en Puente	glb	1.00	73215.63	73215.63
02	ACCESOS				7683628.04
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				131592.24
02.01.01	Excavación para Explanaciones	m ³	12551.59	9.47	118863.56
02.01.02	Perfilado y Compactado en Zonas de Corte	m ²	6629.52	1.92	12728.68
02.02	MURO DE SUELO REFORZADO				1521856.32
02.02.01	Muro de Suelo Reforzado	m ³	17408.56	87.42	1521856.32
02.03	PAVIMENTO				499260.49
02.03.01	Pavimento de Concreto Hidráulico, F'c=350 kg/cm ²	m ³	675.29	732.66	494757.97
02.03.02	Sub-base Granular	m ³	506.47	8.89	4502.52
02.04	VARIOS				1906384.49
02.04.01	Baranda Metálica	m	681.93	836.73	570591.29
02.04.02	Dispositivo de Drenaje - Tubo de PVC Ø4; L=3.50 m	und	174.00	65.63	11419.62
02.04.03	Cunetas Revestidas de Concreto	m	400.00	127.55	51020.00
02.04.04	Veredas	m	681.93	1746.03	1190670.24
02.04.05	Reubicación de Instalaciones Eléctricas, Sanitarias y Otras	glb	1.00	82683.34	82683.34
02.05	TRANSPORTES				3273138.21
02.05.01	Transporte de Materiales Excedentes entre 120m y 1000m	m ³ -km	12777.07	9.58	122404.33
02.05.02	Transporte de Material Excedente para Distancias a Más de 1000m	m ³ -km	12565.82	2.15	27016.51
02.05.03	Transporte de Materiales Granulares para Distancias Mayores a 1000 m	m ³ -km	196500.95	2.87	563957.73
02.05.04	Transporte Fluvial Interno	glb	1.00	2559759.64	2559759.64

02.06	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL				351396.30
02.06.01	Señales Preventivas	und	9.00	527.75	4749.75
02.06.02	Señales Reglamentarias	und	4.00	542.07	2168.28
02.06.03	Señales Informativas	und	2.00	1229.36	2458.72
02.06.04	Marcas sobre el Pavimento	m ²	420.65	9.08	3819.50
02.06.05	Barreras Tipo New Jersey	m	681.93	466.12	317861.21
02.06.06	Tachas Retroreflectivas	und	164.00	11.67	1913.88
02.06.07	Resaltos	und	2.00	9212.48	18424.96
03	OBRAS DE PROTECCIÓN				403693.65
03.01.01	Gaviones	m ³	342.86	1177.43	403693.65
04	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				343531.40
04.01	PROGRAMA DE SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL				4242.26
04.01.01	Señales Ambientales Permanentes	m ²	2.00	357.98	715.96
04.01.02	Estructura de Soporte de Señales Tipo E-1	und	2.00	1763.15	3526.30
04.02	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL				175370.10
04.02.01	Monitoreo de Calidad del Agua	pto	23	1355.70	31181.10
04.02.02	Monitoreo de Calidad del Aire	pto	37.00	3652.00	135124.00
04.02.03	Monitoreo de Ruidos	pto	37.00	245.00	9065.00
04.03	PROGRAMA DE CIERRE Y ABANDONO				163919.04
04.03.01	Eliminación de Material Excedente en DME	m ³	25527.01	5.35	136569.50
04.03.02	Restauración Ambiental de Patio de Máquinas	ha	2.00	4954.06	9908.12
04.03.03	Restauración Ambiental de Planta de Concreto	ha	2.00	4757.46	9514.92

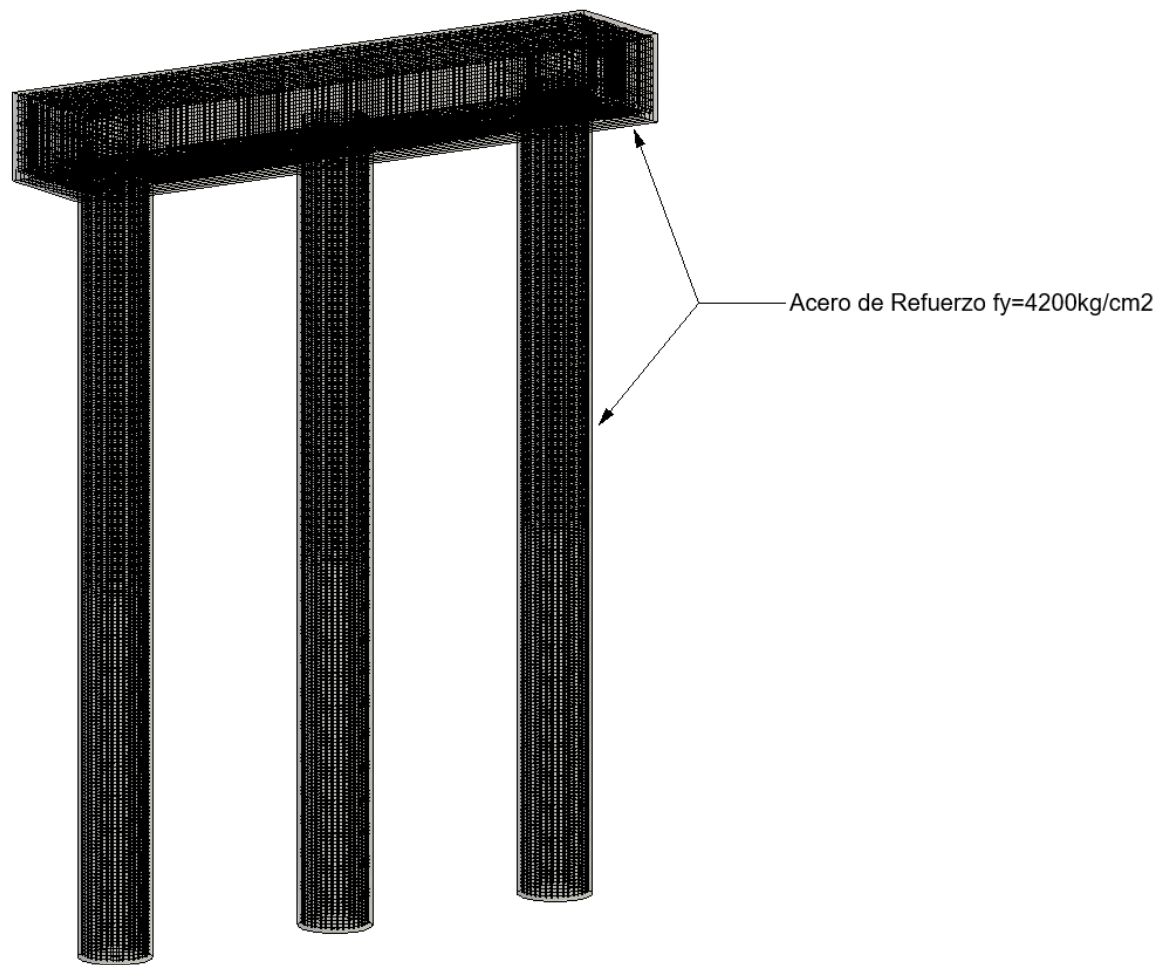
04.03.04	Restauración Ambiental de Cantera	ha	2.00	3963.25	7926.50
	<i>COSTO DIRECTO</i>				<i>113917280.56</i>
	<i>GASTOS GENERALES</i>		<i>18.39%</i>		<i>20949387.89</i>
	<i>UTILIDAD</i>		<i>10.00%</i>		<i>11391728.06</i>
	<i>SUBTOTAL</i>				<i>146258396.51</i>
	<i>IMPUESTO (IGV)</i>		<i>18.00%</i>		<i>26326511.37</i>
	<i><u>TOTAL PRESUPUESTO</u></i>				<i><u>172584907.88</u></i>

Nota: Expediente Técnico del Proyecto. (Provias, 2019).

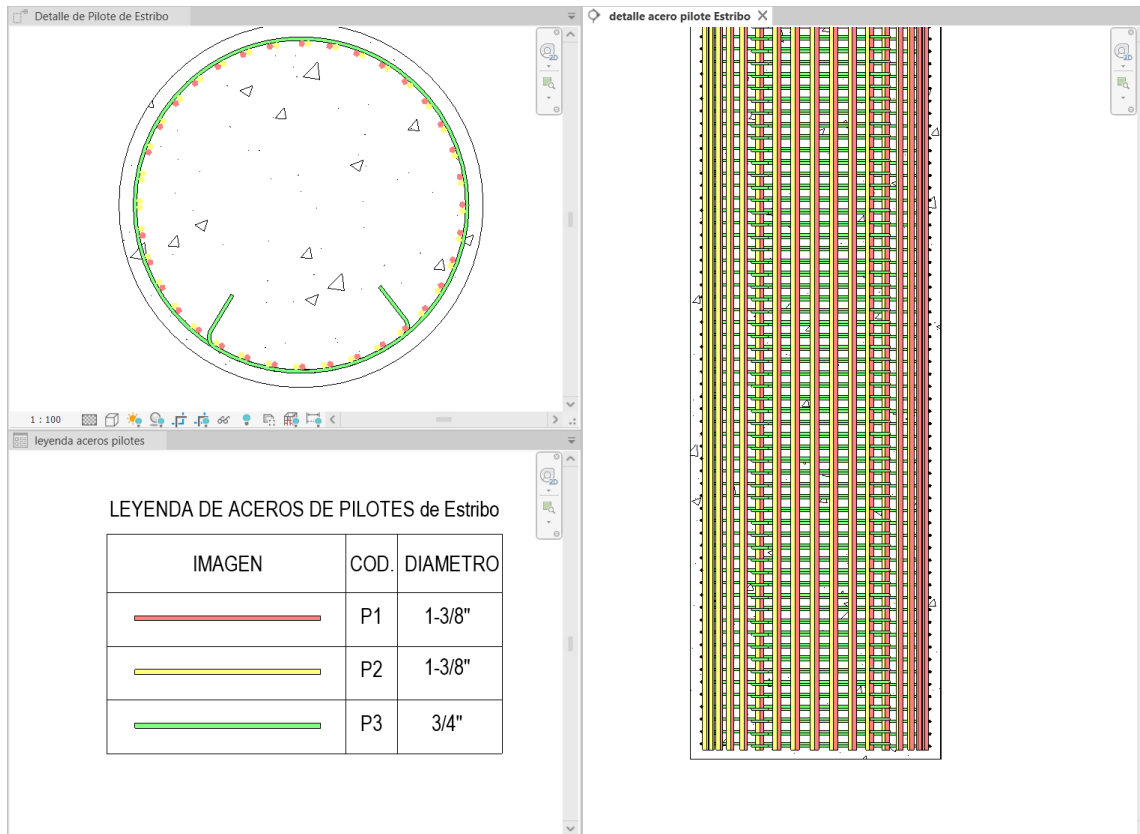
ANEXO D: MODELADO DE LA SUB-ESTRUCTURA



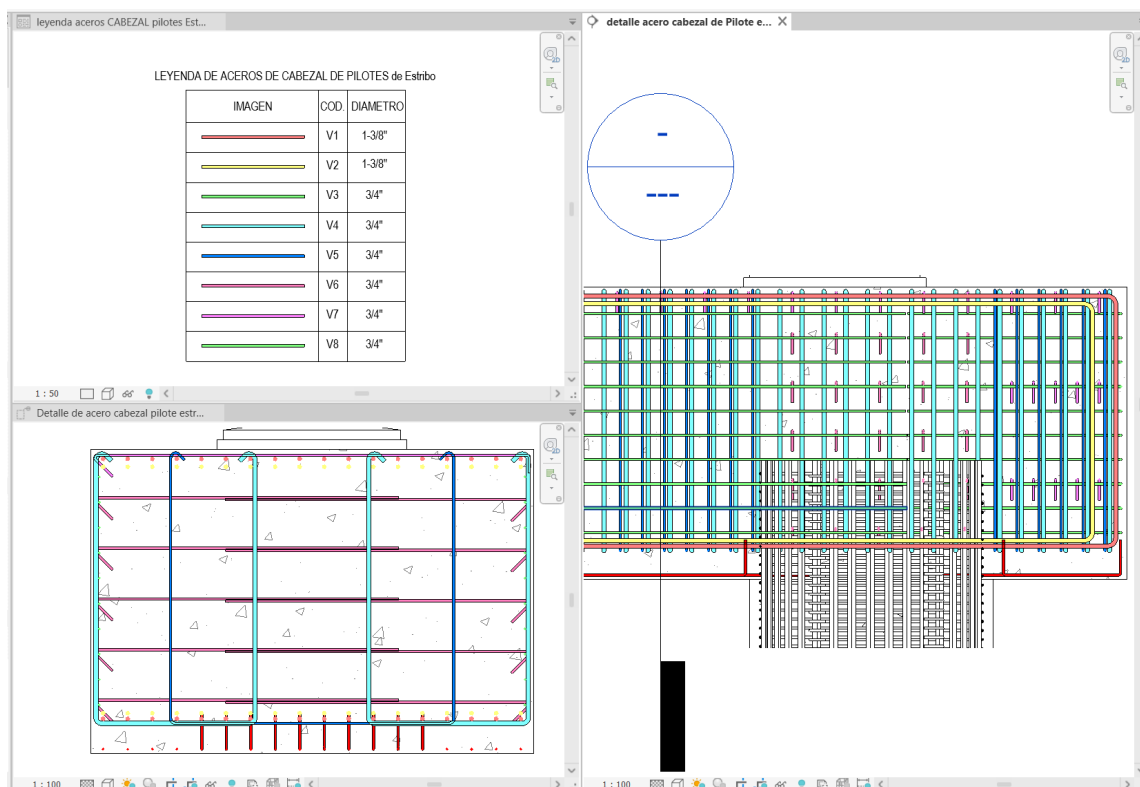
Nota: Modelado de los Pilotes de Estribos (Cimentación) y los Estribos. Se utilizó la categoría Structural Columns para el modelado de la cimentación (pilotes), mientras que para el modelado del estribo se empleó la categoría Structural Foundation. Fuente: Elaboración propia -Modelado en Revit 2025.



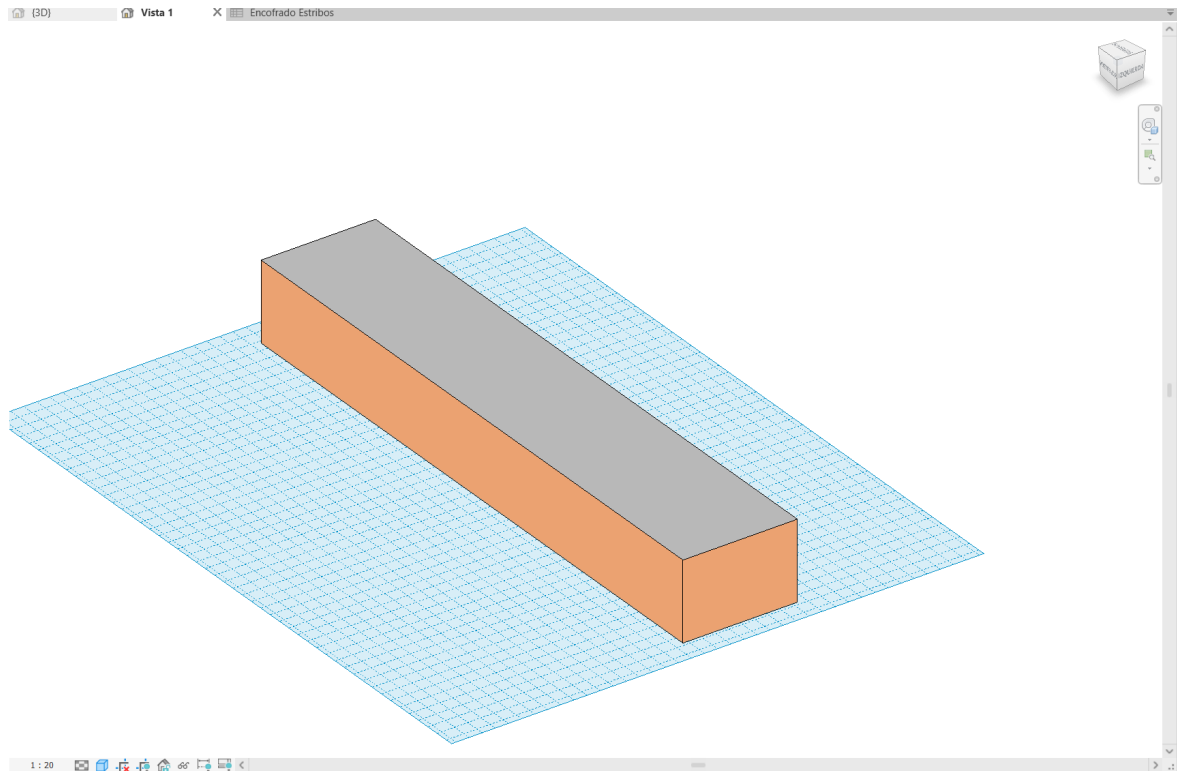
Nota: Modelado de Acero de Refuerzo en Pilotes de Estribos y Estribos. Para el modelado del Acero de todos los elementos se usó la categoría Structural Rebar. Modelado de Revit 2025.



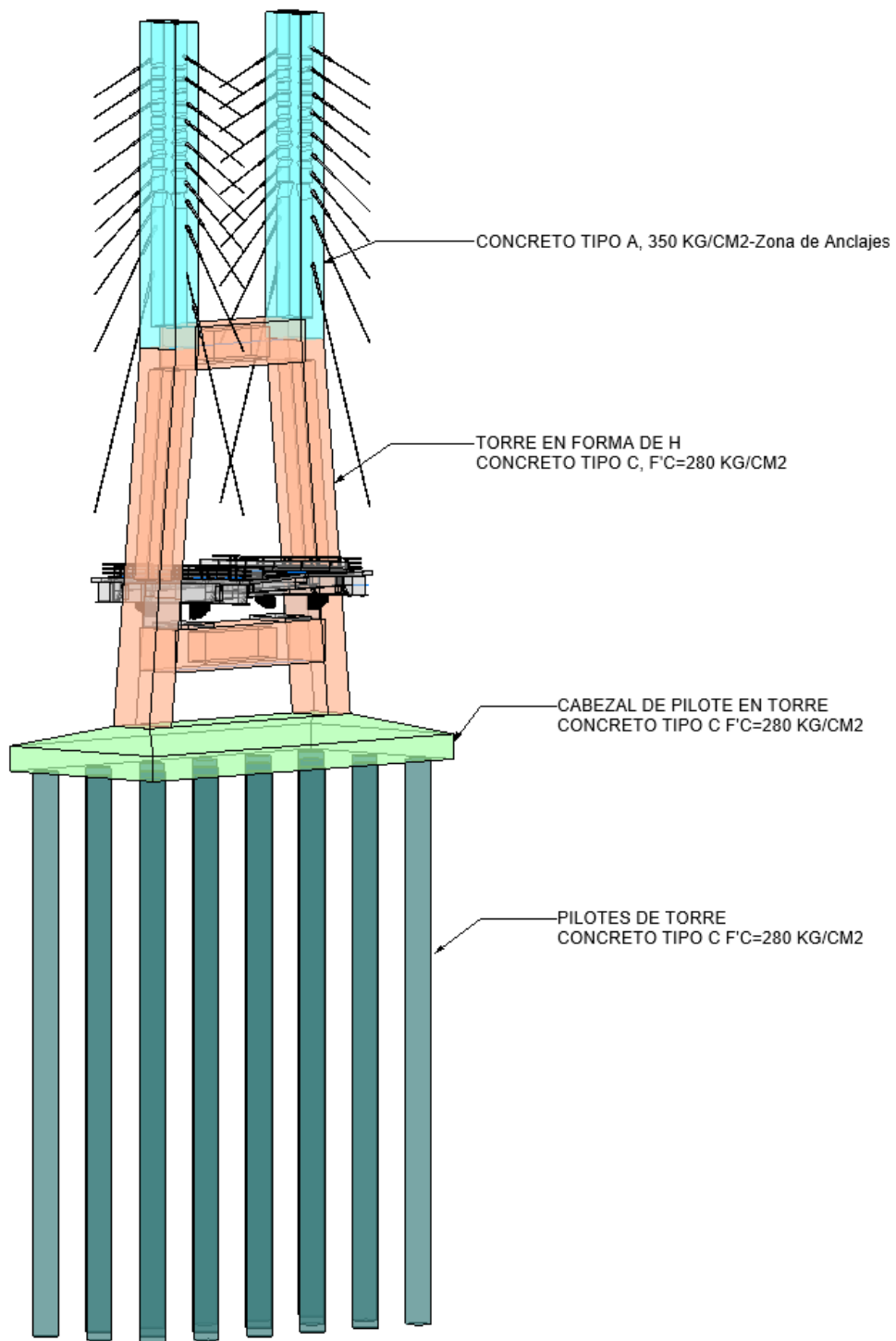
Nota: Detalle de Aceros en Pilotes de Estribos. Modelado de Revit 2025.



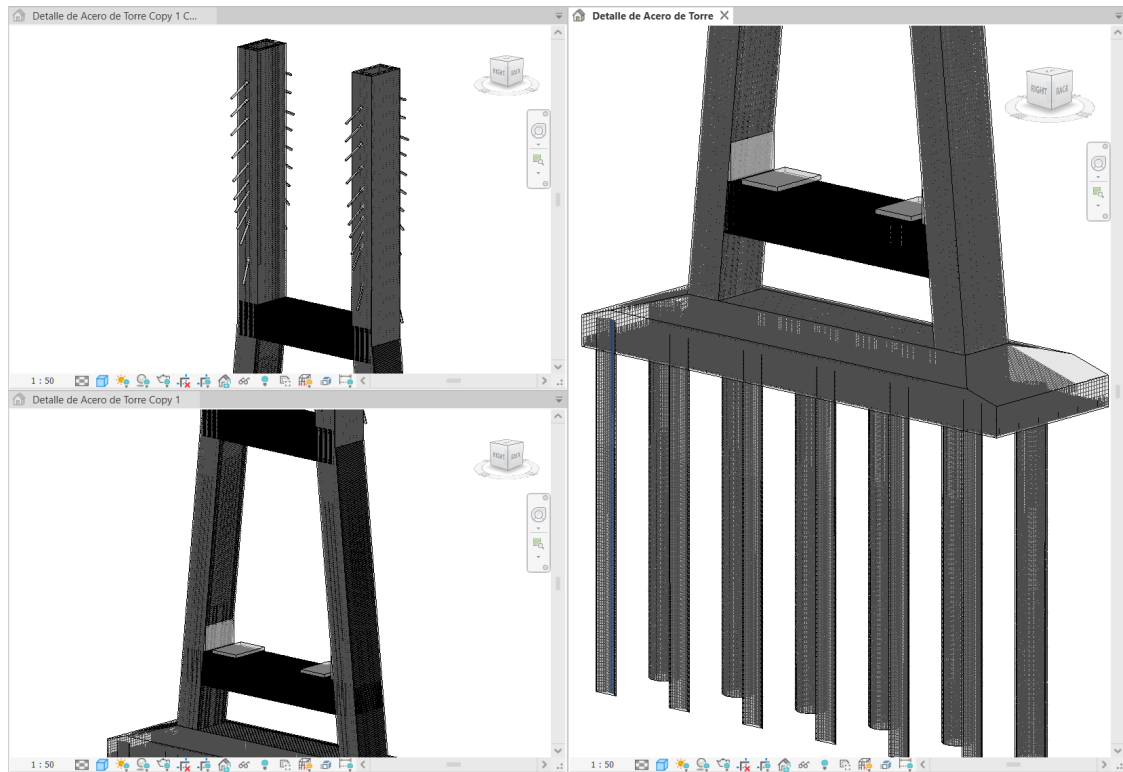
Nota: Detalle de Acero en Cabezal de Pilotes en Estribos. Modelado de Revit 2025.



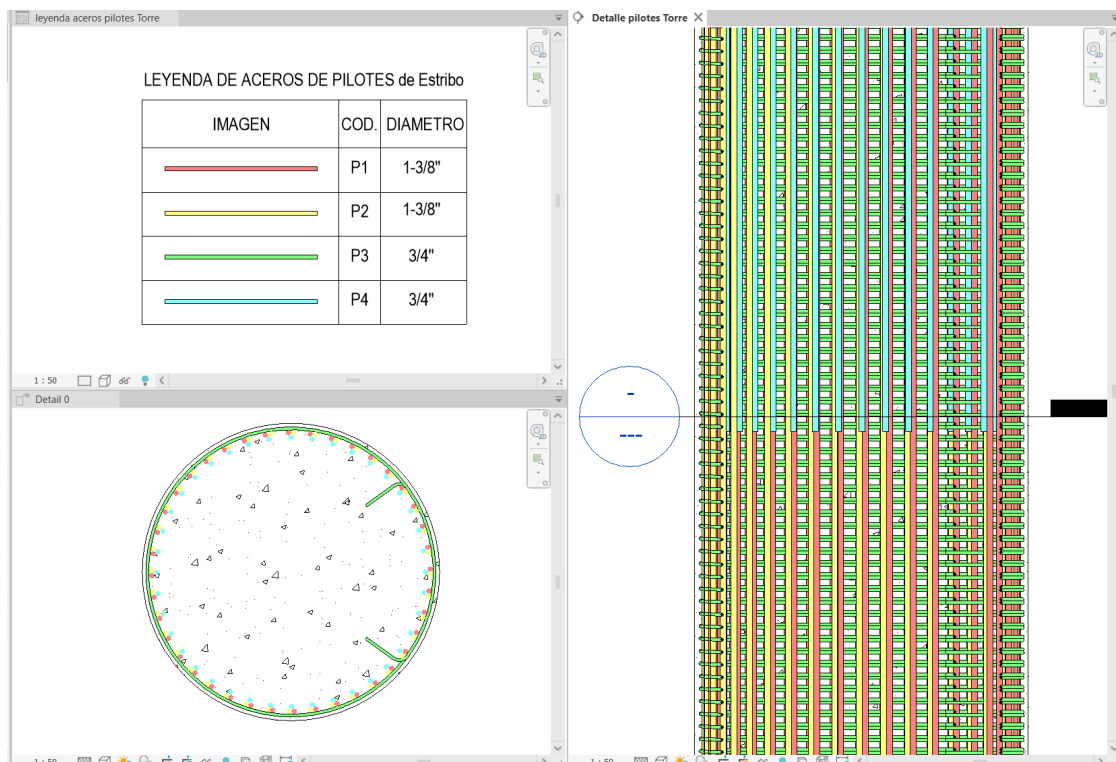
Nota. Modelado de Encofrado en estribos. El Encofrado de todos los elementos que componen el Puesto se realizó mediante pintura por caras. Modelado de Revit 2025.



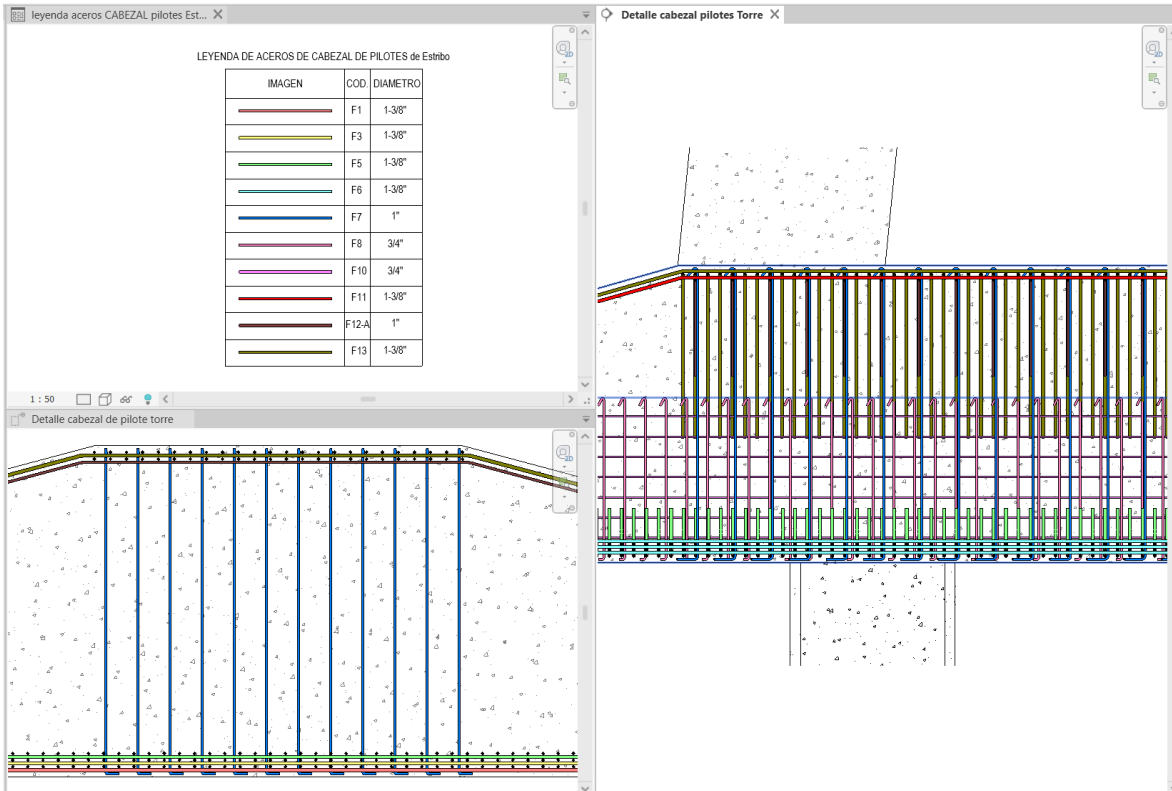
Nota: Modelado de Pilotes de Torres, Cabezal de pilotes y Torres. Se utilizó la categoría Structural Columns para el modelado de la cimentación (pilotes) y torres, las vigas rectangulares se modeló como categoría Structural Framing. Para el modelado del cabezal de Pilotes se empleó la categoría Structural Foundation. Modelado en Revit 2025.



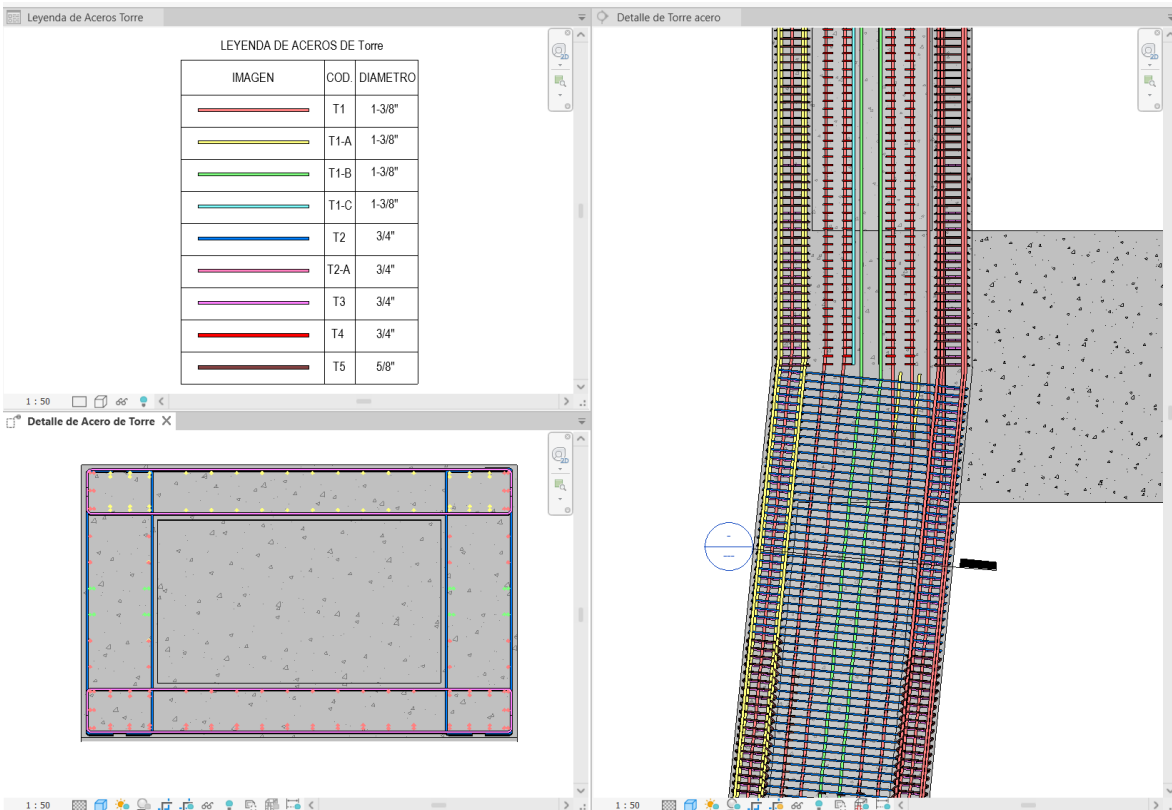
Nota: Modelado de Acero de Pilotes de Torres, Cabezal de Pilotes y Torres. Modelado en Revit 2025.



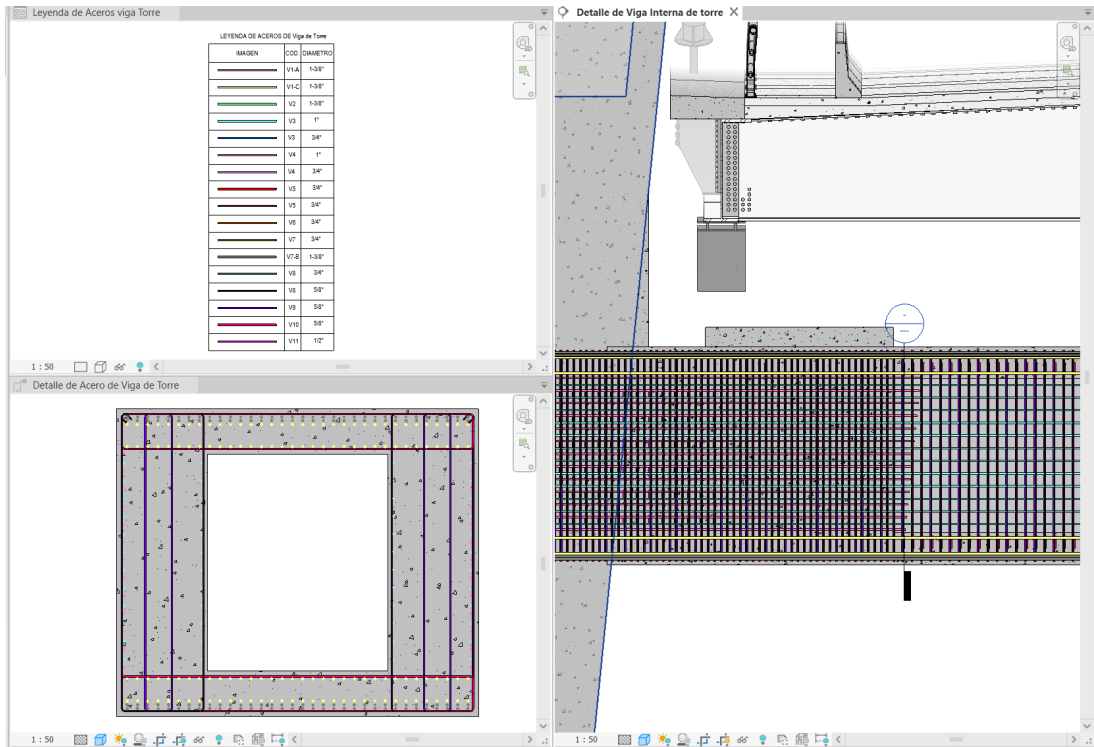
Nota: Detalle de Acero en Pilotes de Torres. Modelado en Revit 2025.



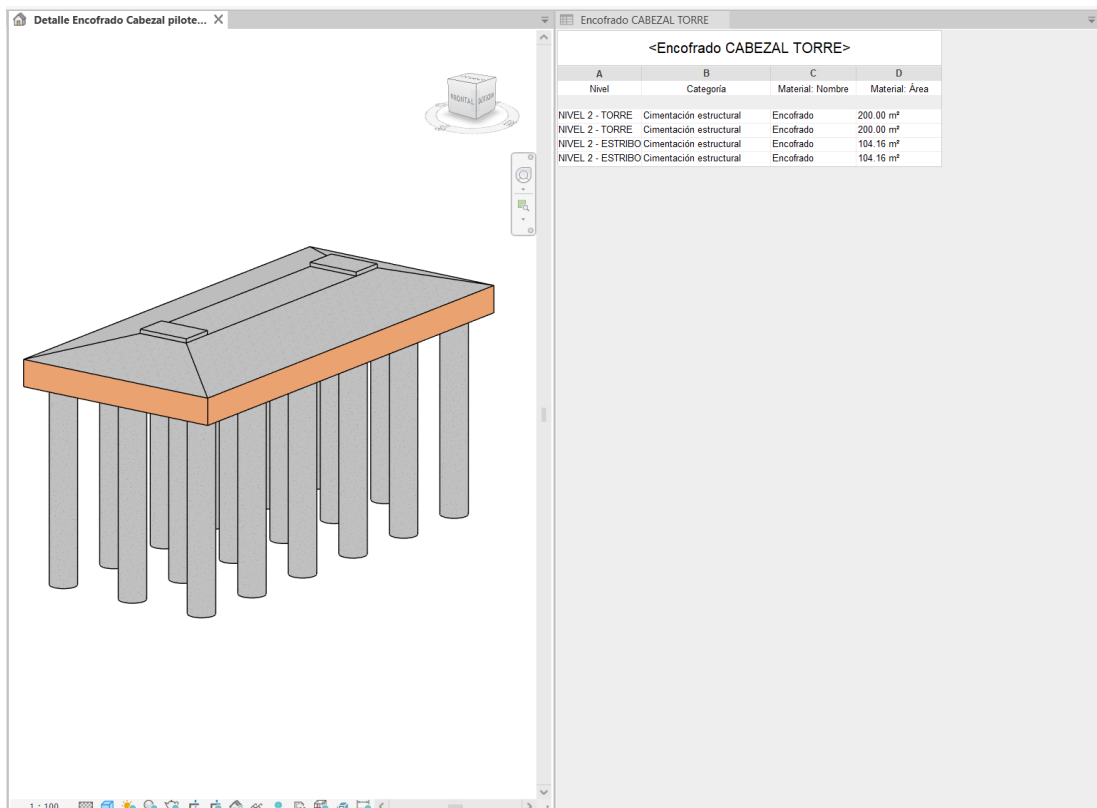
Nota: Detalle de Acero del Cabezal de Pilotes en Torres. Modelado en Revit 2025.



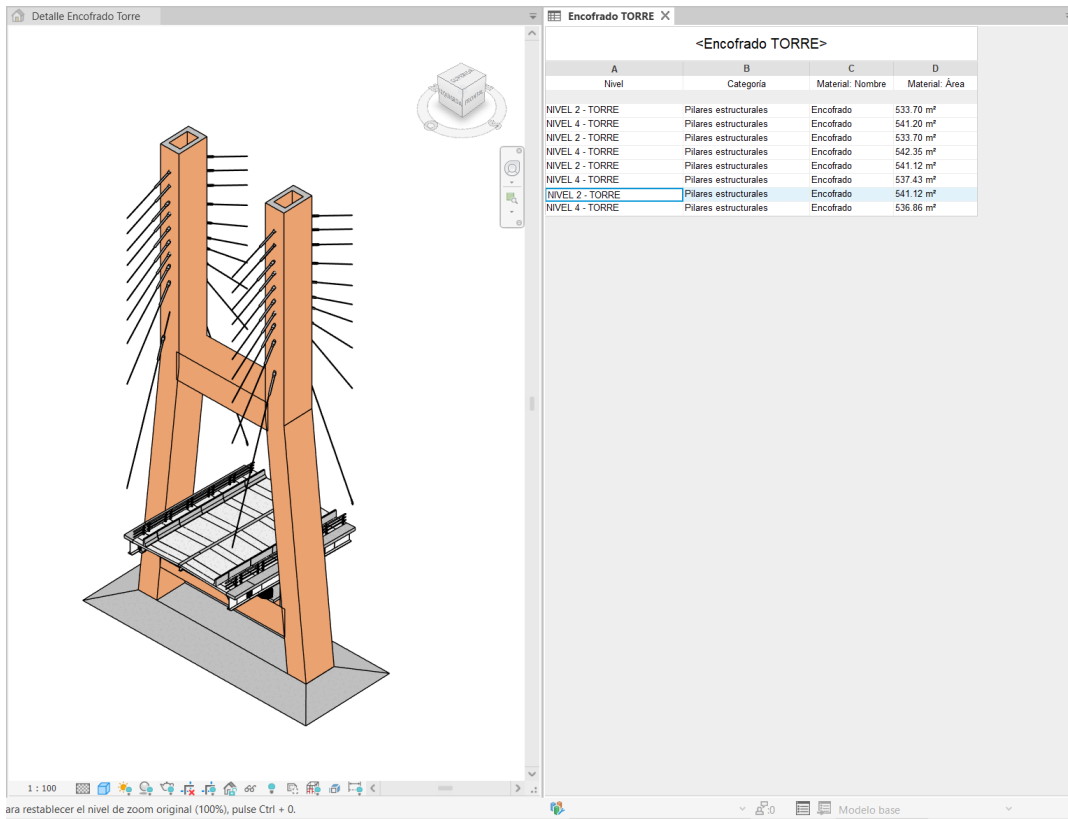
Nota: Detalle de Acero de Torres. Modelado en Revit 2025.



Nota: Detalle de Acero de Viga Interna de Torre. Modelado en Revit 2025.

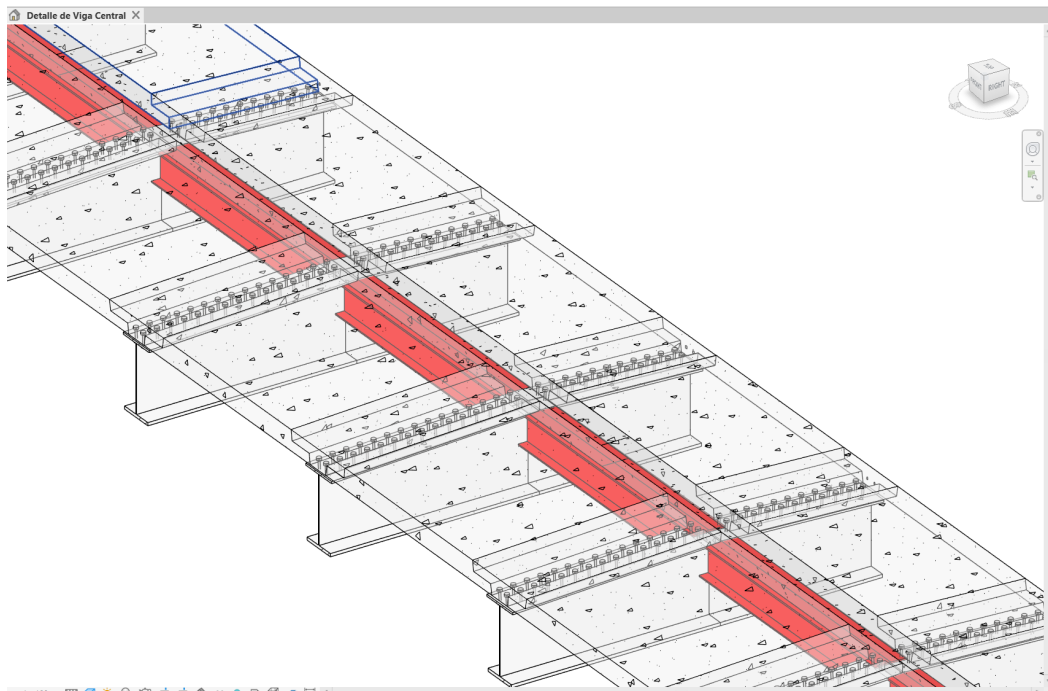


Nota: Modelado de Encofrado de Cabezal de Pilotes en Torres Modelado en Revit 2025.

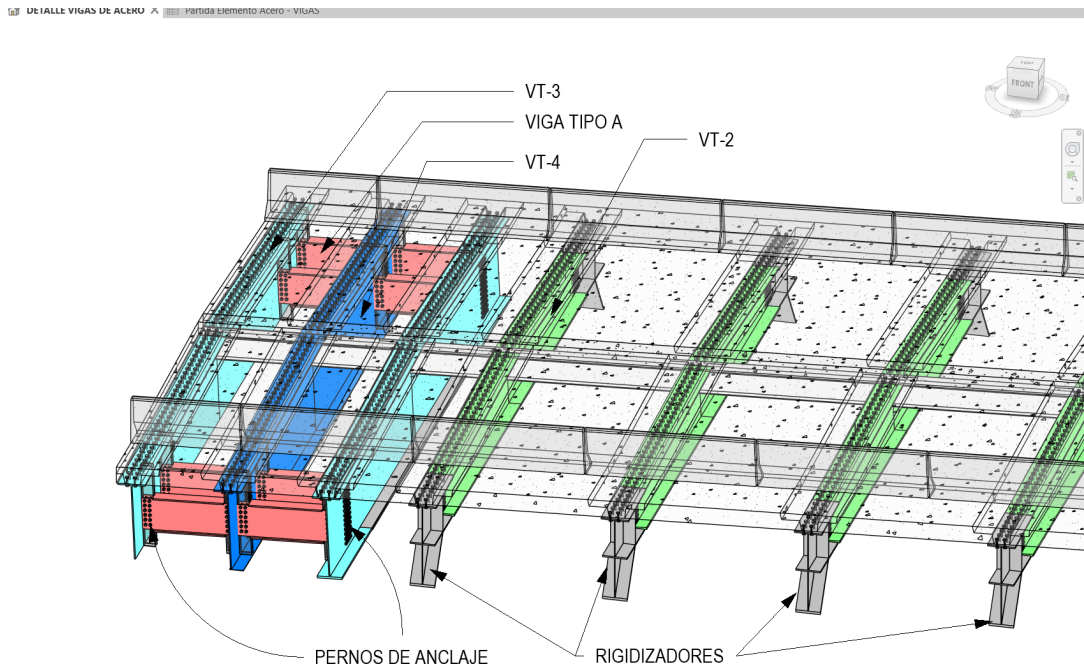


Nota: Modelado de Encofrado en Torre. Modelado en Revit 2025.

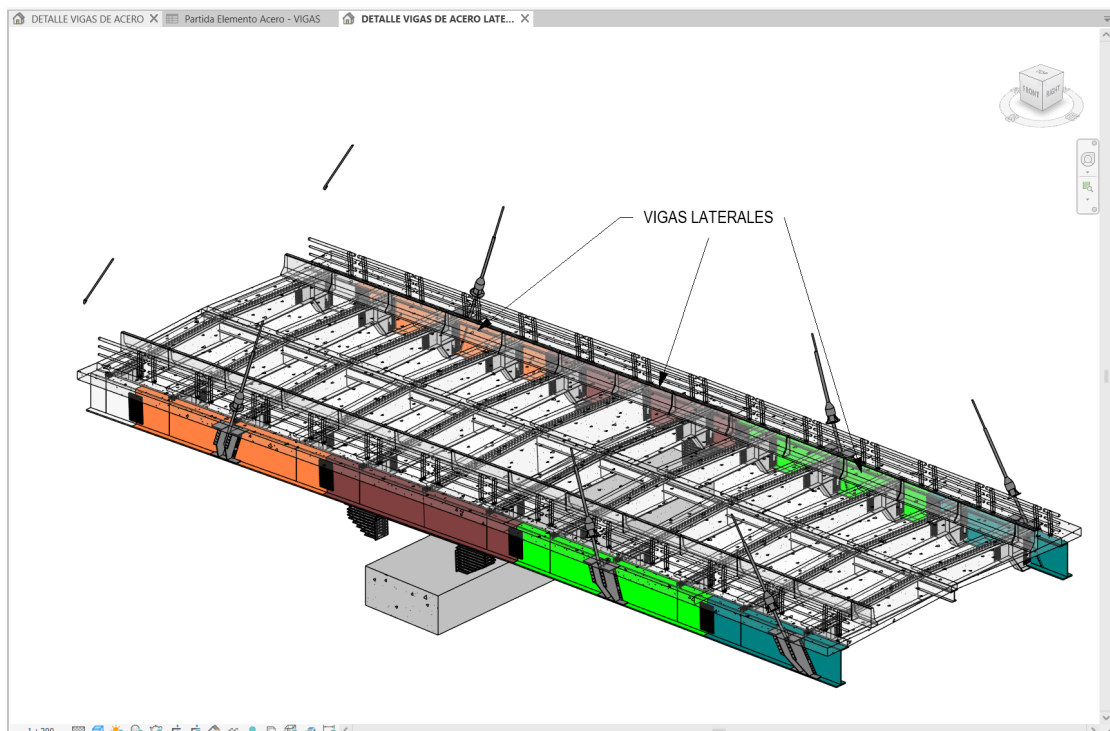
ANEXO E: MODELADO DE LA SUPER-ESTRUCTURA



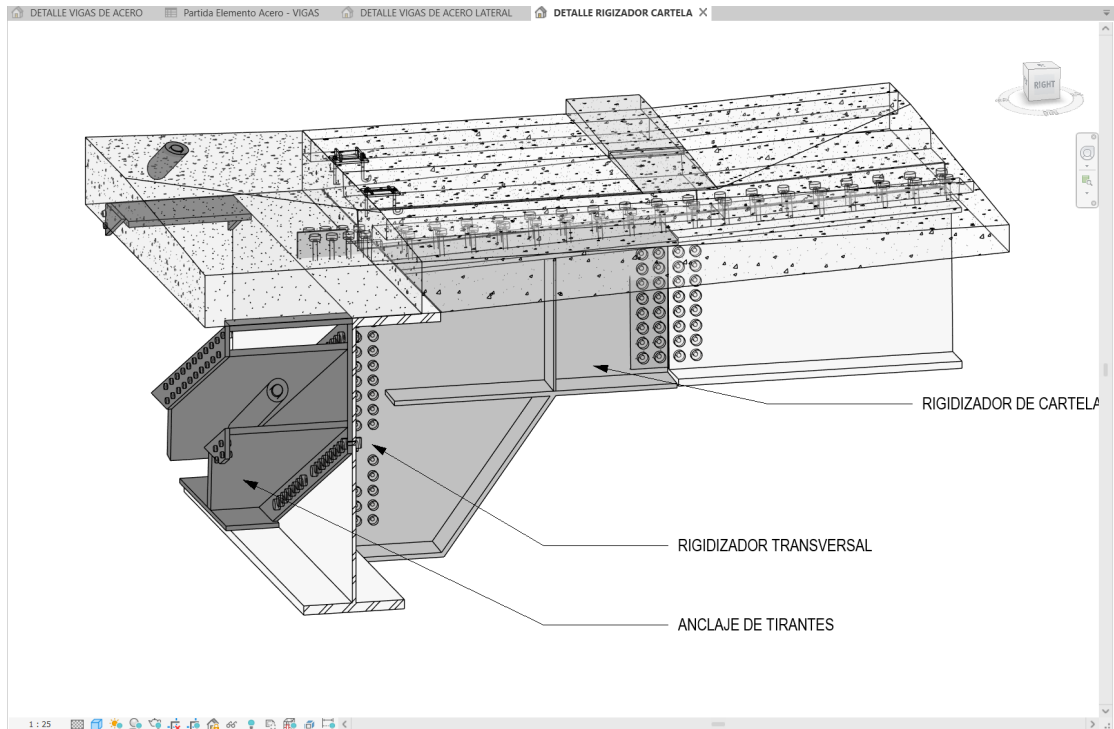
Nota: Modelado de Viga Central Metálica. Se utilizó la categoría Structural Framing para el modelado de la Vigas de acero. Modelado en Revit 2025



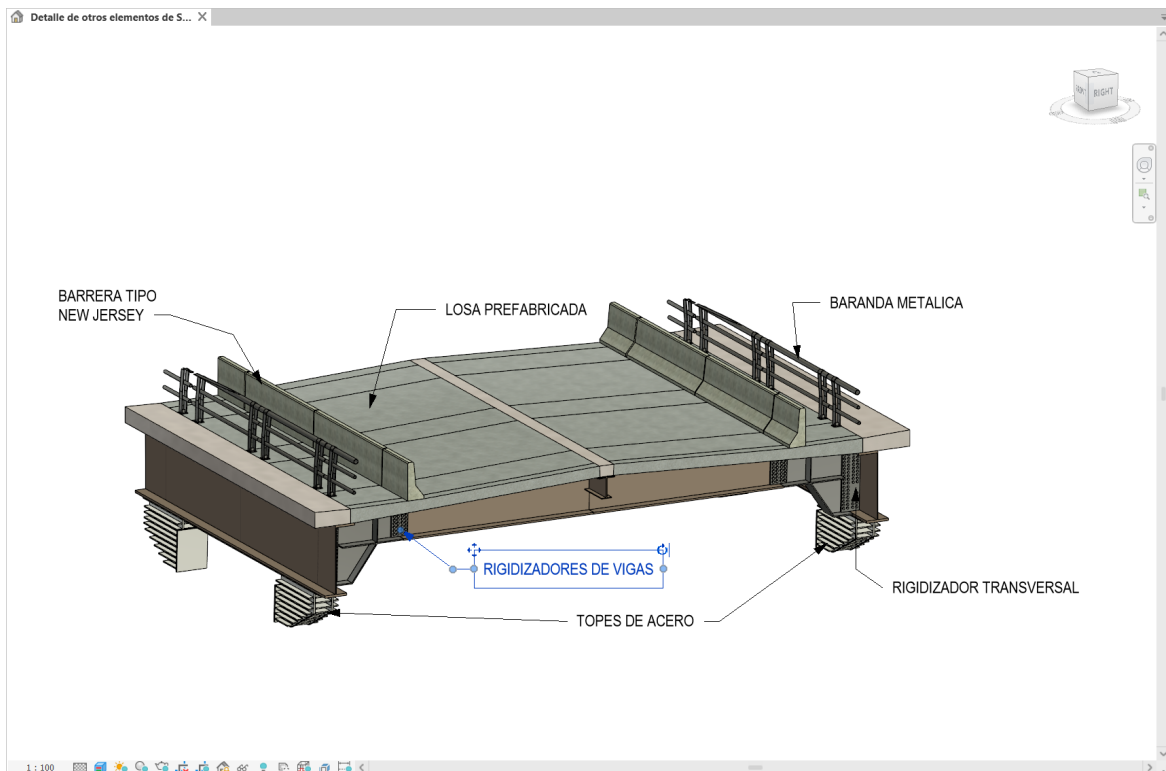
Nota: Modelado de Vigas de Acero transversales de sección variable y el de Tipo A.
Modelado en Revit 2025.



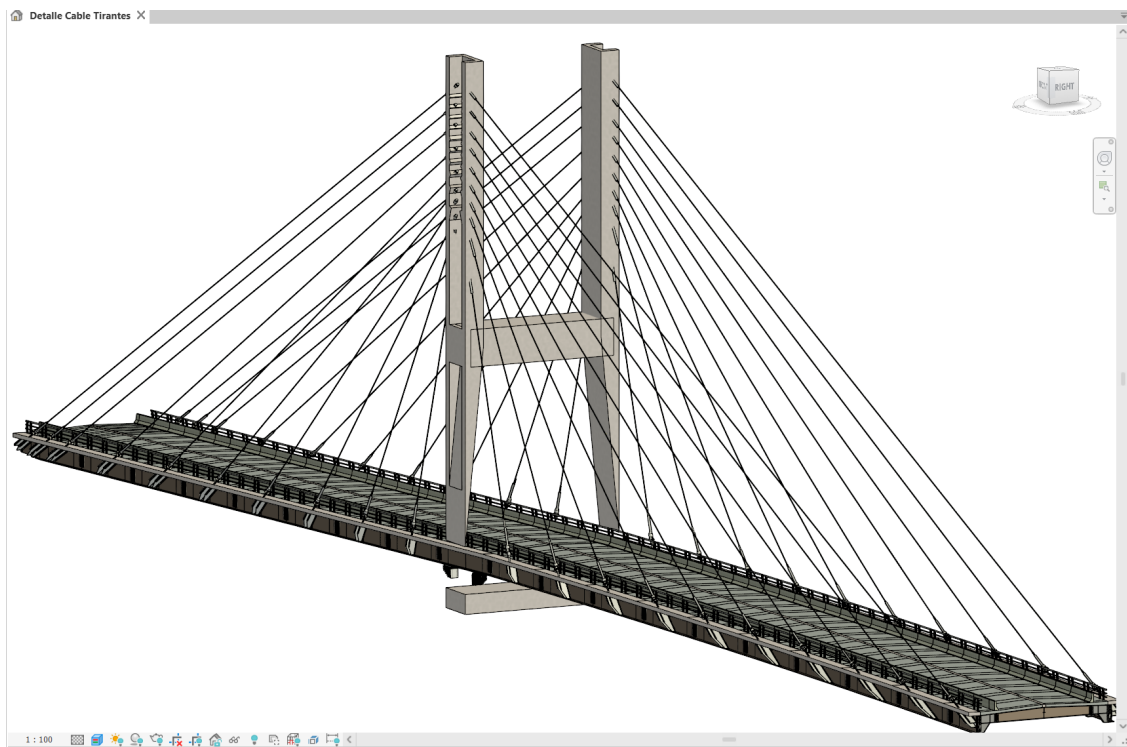
Nota: Modelado de Vigas Laterales de Sección Típica. Modelado en Revit 2025.



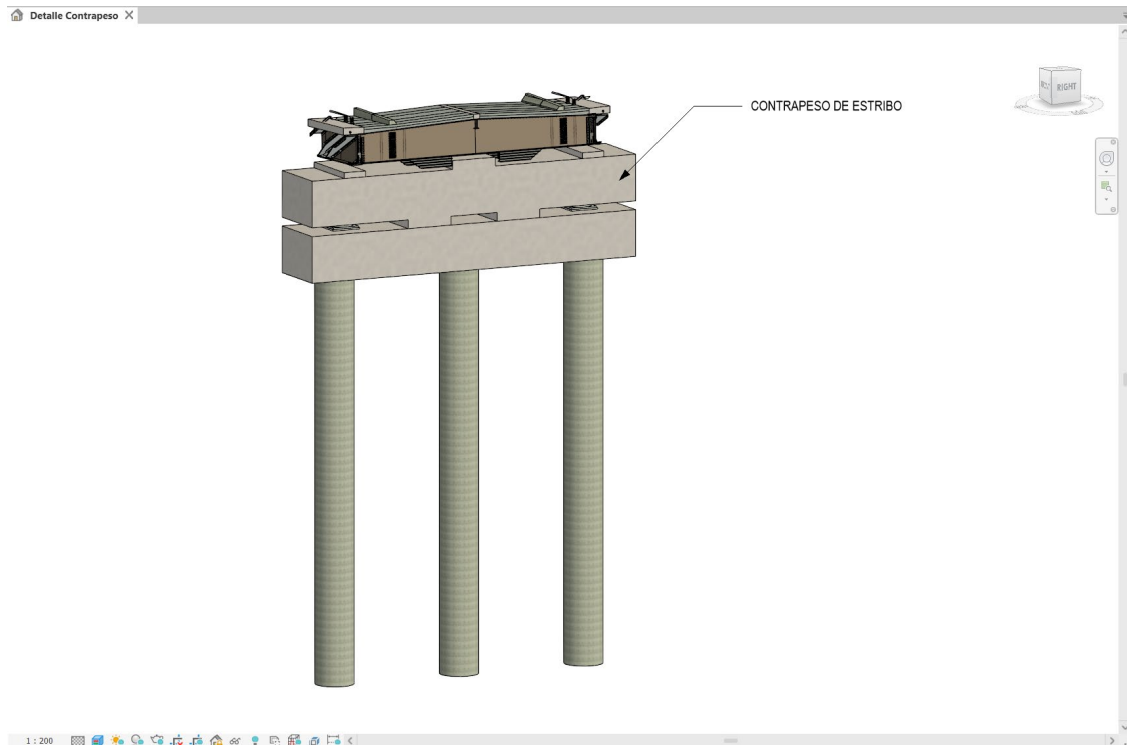
Nota: Modelado de otros elementos Estructurales de Acero. Los Rigidizadores de Cartela y los anclajes de Tirantes se modelaron como la categoría Structural Stiffeners. Modelado en Revit 2025.



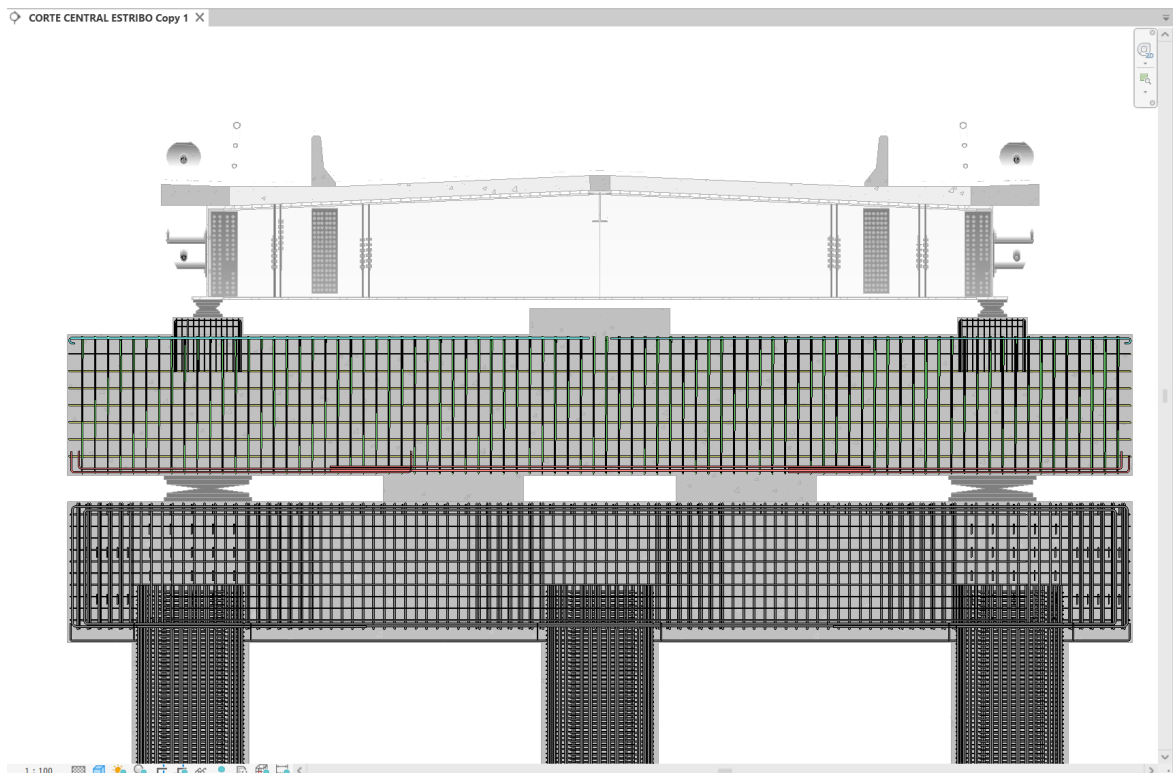
Nota: Modelado de la losa Prefabricada y otros elementos complementarios de la Super Estructura. La Losa prefabricada, los topes de acero y los Rigidizadores se modelo como categoría de Generic Models, la baranda metálica como categoría Raylings y la barrera tipo New Jersey como Structural Framing. Modelado en Revit 2025.



Nota: Modelado de Cables Tirantes. Los cables tirantes se modelaron como Bridge Cables y los conectores como Structural Stiffeners. Modelado en Revit 2025.

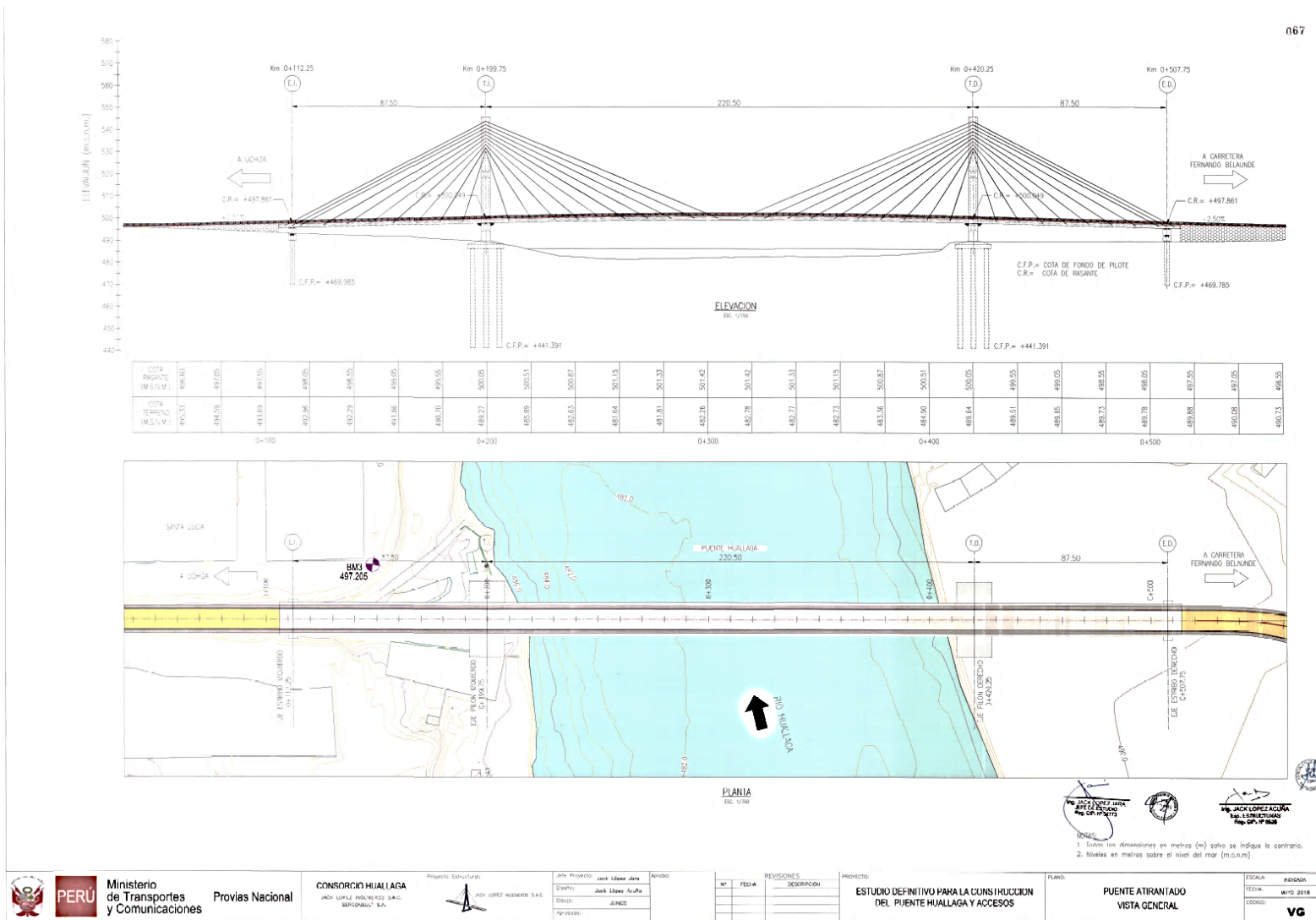


Nota: Modelado de Contrapeso de Estribo. El contrapeso de Estribo se Modelo como la categoría Structural Framing. Elaboración propia- Modelado en Revit 2025.



Nota: Detalle de Acero del Contrapeso del Estribo. Modelado en Revit 2025.

ANEXO F: PLANOS DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PROYECTO DEL PUENTE ATIRANTADO HUALLAGA



ESPECIFICACIONES TECNICAS – PUENTE HUALLAGA

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN:

- AASHTO LRFD SPECIFICATIONS FOR HIGHWAY BRIDGES
- AASHTO/AWS D1.5 BRIDGE WELDING CODE
- PTI DC45.1-12 RECOMMENDATION FOR STAY CABLE DESIGN, TESTING AND INSTALATION

SOBRECARGA DE DISEÑO: _____ HL-93

PROPIEDADES DE MATERIALES:

CONCRETO

- Solados _____ $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$.
- ESTRIBOS
 - Pilotes Excavados _____ $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.
 - Cabezal de Pilotes _____ $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.
 - Contrapeso _____ $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$.
- TORRES
 - Pilotes Excavados _____ $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.
 - Cabezal de Pilotes _____ $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.
 - Columnas (Zona inferior y Media) _____ $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.
 - Columnas (Zona de anclajes) _____ $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$.
 - Vigas Transversales _____ $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.
- LOSA DE TABLERO
 - Panels de Losa Pre-fabricado _____ $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.
 - Paños de Losa vacada en-situ _____ $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.
 - Vereda y Parapetos _____ $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

ACERO DE REFUERZO

- Acero corrugado ASTM A 615 grado 60 _____ $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$.
- Acero corrugado ASTM A 706 (Columnas Torres) _____ $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$.

RECURRIMIENTOS MÍNIMOS:

- Pilotes y Cabezal de Pilotes _____ 75 mm.
- Viga Cabezal en Estribos _____ 50 mm.
- Columnas y Vigas Transversales en Torres _____ 50 mm.
- Losa Tablero – Malla inferior _____ 40 mm.
- Losa tablero – Malla Superior _____ 40 mm.
- Losas de Aproximación _____ 30 mm.

LONGITUDES MÍNIMAS DE ANCLAJE Y TRASLAPE DE ARMADURAS:

LONGITUD DE ANCLAJE, EMPALMES Y GANCHOS*			
Ø (Pulg.)	ANCLAJE (cm)	EMPALME (cm)	GANCHOS(cm)
1"	130.0	150.0	55.0
3/4"	75.0	95.0	45.0
5/8"	60.0	75.0	35.0
1/2"	45.0	60.0	30.0

* Salvo indicación específica en el plano

DISPOSITIVOS DE APOYO

- Neopreno _____ DUREZA 60 SHORE A.
- APOYOS TIPO DISCO EN TORRES _____ APOYO MOVIL MULTI-DIRECCIONAL
- APOYOS TIPO DISCO EN ESTRIBOS _____ APOYO FIJO
- APOYOS ESFERICOS EN ESTRIBOS _____ APOYO MOVIL MULTI-DIRECCIONAL (UPLIFT BEARING)

ACERO ESTRUCTURAL :

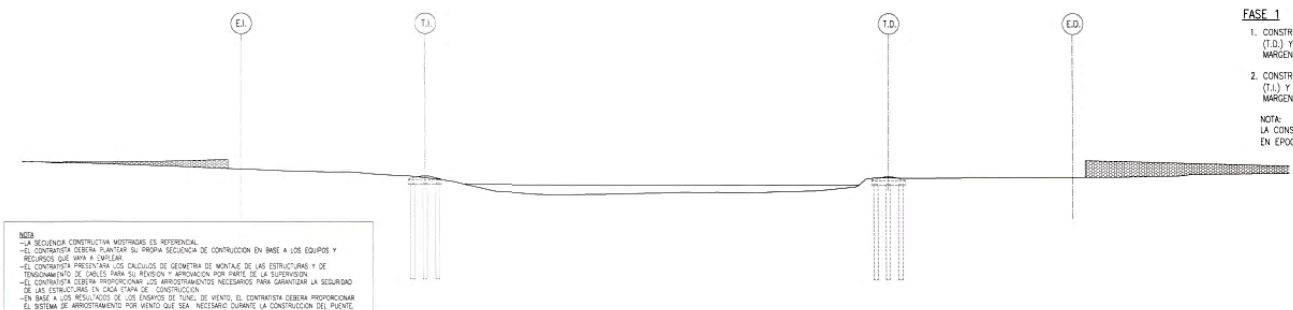
- SUPER-ESTRUCTURA METALICA _____ ASTM A709 GRADO 50
 - BARANDAS METALICAS, ESCALERA DE GATO _____ ASTM A709 GRADO 36
 - PERNOS DE ALTA RESISTENCIA _____ A-490 Tipo 3
 - CONECTORES DE CORTE _____ ASTM A-108 $F_y=315\text{MPa}$ $F_u=415\text{MPa}$
 - ELECTRODOS PARA SOLDADURA _____ AWS E-7018
- (Todas las uniones soldadas son de penetración total C.J.P.
"Complete Joint Penetration" salvo se indique lo contrario)

CABLES TIRANTES

- Torones de 15mm de 7 alambres _____ $f_{pu} = 1860 \text{ Mpa}$
- ASTM A882 (Epoxy-Coated) _____ $f_y = 90\% f_{pu}$
- _____ $E = 197,000 \text{ Mpa}$

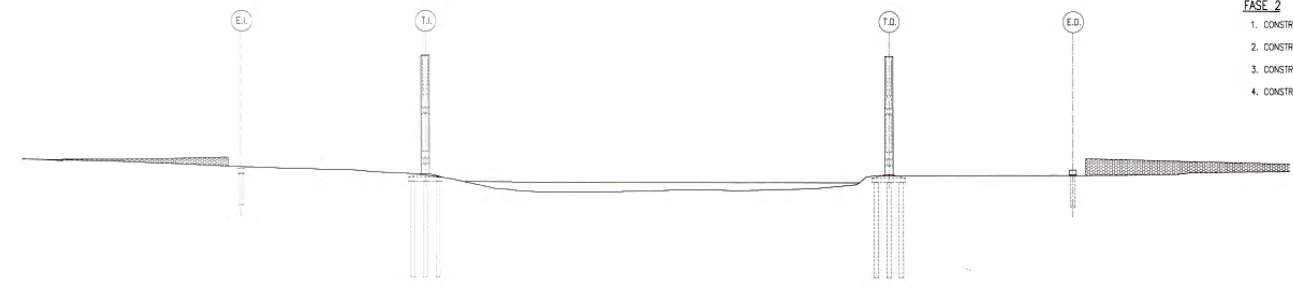
BARRAS DE POST-TENSADO

- Barras Ø40mm ASTM A722 _____ $f_{pu} = 1035 \text{ Mpa}$
- _____ $f_{y \text{ min}} = 80\% f_{pu}$
- _____ $E = 200,000 \text{ Mpa}$

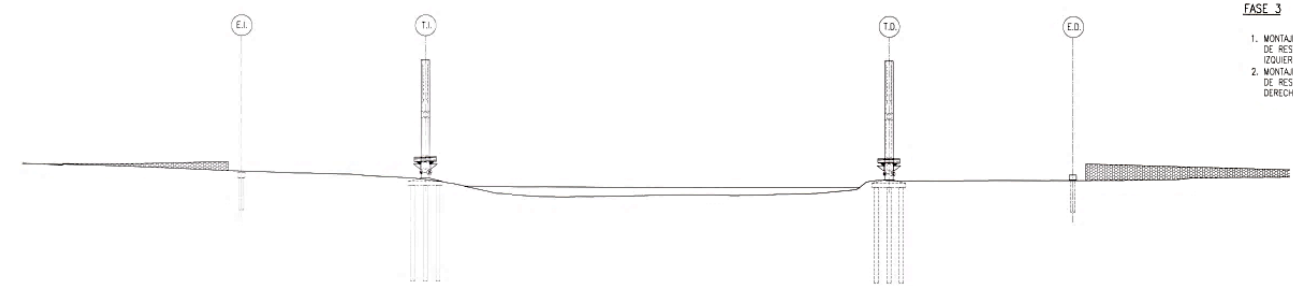


NOTA
 -LA SECUENCIA CONSTRUCTIVA MOSTRADA ES REFERENCIAL.
 -EL CONTRATISTA DEBERA PLANTEAR SU PROPIA SECUENCIA DE CONSTRUCCION EN BASE A LOS EQUIPOS Y RECURSOS QUE VAYA A EMPLEAR.
 -EL CONTRATISTA DEBERA PRESENTAR LOS CALCULOS DE GEOMETRIA DE MONTAJE DE LAS ESTRUCTURAS Y DE TENDIMIENTO DE CABLES PARA SU REVISION Y APROBACION POR PARTE DE LA SUPERVISION.
 -EL CONTRATISTA DEBERA PROPORCIONAR LOS AMORTIGUADORES NECESARIOS PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD DE LAS ESTRUCTURAS EN CADA ETAPA DE CONSTRUCCION.
 -EN BASE A LOS RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE TORRE DE VIENTO, EL CONTRATISTA DEBERA PROPORCIONAR EL SISTEMA DE AMORTIGUAMIENTO POR VIENTO QUE SEA NECESARIO DURANTE LA CONSTRUCCION DEL PUENTE.

FASE 1
 1. CONSTRUCCION DE LA CIMENTACION DE LA TORRE DERECHA (T.D.) Y DEL ACCESO MURO DE SUELO REFORZADO EN LA MARGEN DERECHA.
 2. CONSTRUCCION DE LA CIMENTACION DE LA TORRE IZQUIERDA (T.I.) Y DEL ACCESO MURO DE SUELO REFORZADO EN LA MARGEN IZQUIERDA.
NOTA:
 LA CONSTRUCCION DE LA CIMENTACION SE DEBERA EJECUTAR EN EPOCA DE ESTIAJE (MAYO-OCTUBRE)



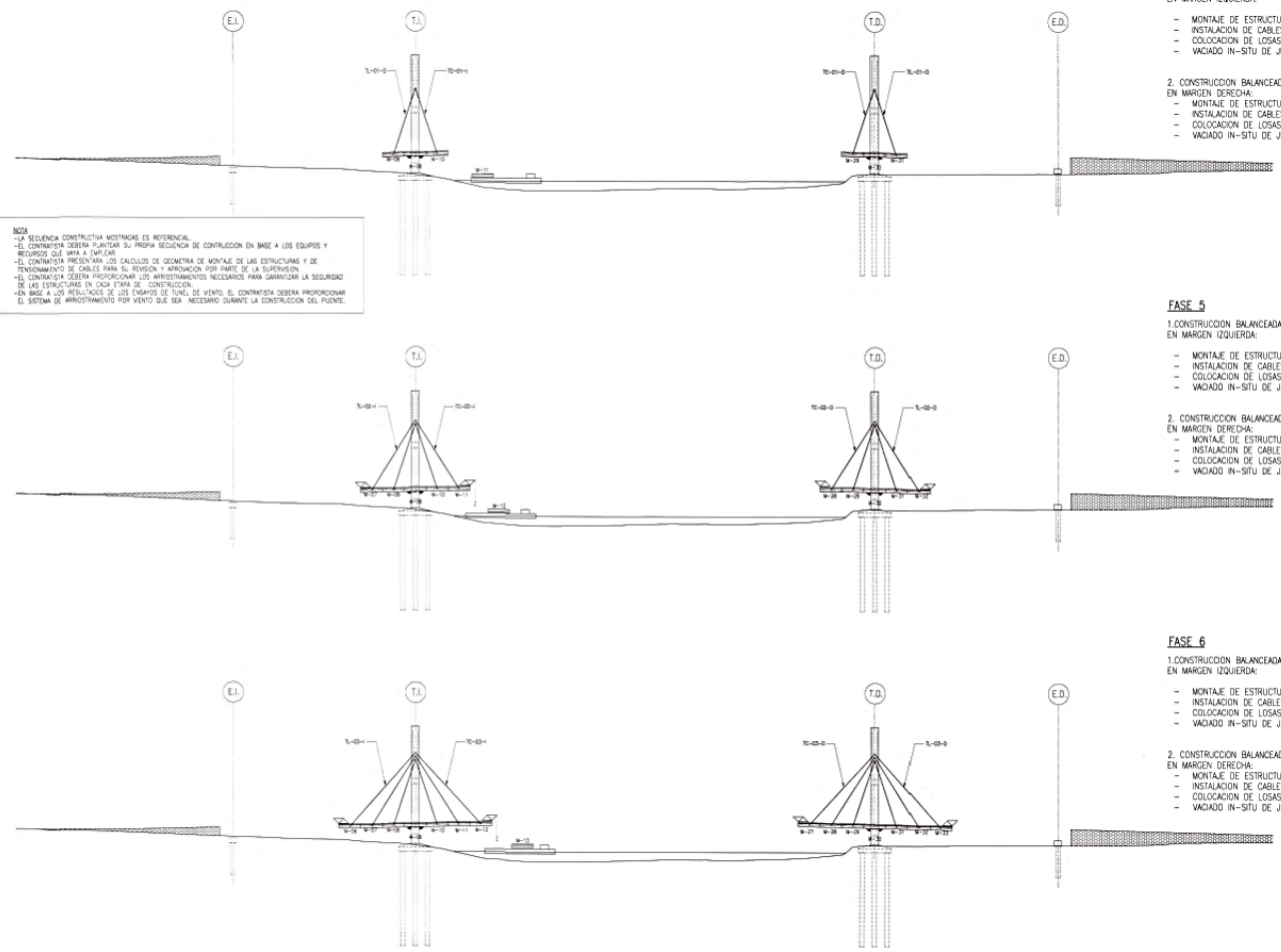
FASE 2
 1. CONSTRUCCION DE LA CIMENTACION DEL ESTRIBO DERECHO (E.D.)
 2. CONSTRUCCION DE LA CIMENTACION DEL ESTRIBO IZQUIERDO (E.I.)
 3. CONSTRUCCION DE ELEVACION DE LA TORRE TORRE DERECHA (T.D.)
 4. CONSTRUCCION DE ELEVACION DE LA TORRE IZQUIERDA (T.I.)



FASE 3
 1. MONTAJE DE DOVELA M-09 EN TORRE IZQUIERDA (T.I.) Y COLOCACION DE RESTRICCION LONGITUDINAL TEMPORAL DEL TABLERO EN TORRE IZQUIERDA.
 2. MONTAJE DE DOVELA M-30 EN TORRE DERECHA (T.D.) Y COLOCACION DE RESTRICCION LONGITUDINAL TEMPORAL DEL TABLERO EN TORRE DERECHA.

NOTAS:
 1. Todas las dimensiones en metros (m) salvo se indique lo contrario.
 2. Niveles en metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.)

	PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Provias Nacional	CONSORCIO HUALLAGA JACK LOPEZ INGENIEROS S.A.C. BERCONGLAT S.A.	Proyecto Estructuras JACK LOPEZ INGENIEROS S.A.C.	Jefe Proyecto: Jack Lopez Jara	Aprobado:	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">REVISIONES</th> </tr> <tr> <th>Nº</th> <th>FECHA DESCRIPCION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	REVISIONES		Nº	FECHA DESCRIPCION							PROYECTO: ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE HUALLAGA Y ACCESOS	PLANO: PUENTE ATRANTADO SECUENCIA DE CONSTRUCCION (1/5)	ESCALA:	INICIADA:
					REVISIONES																
Nº	FECHA DESCRIPCION																				
Especialista: José Pérez Dassumet	Dibujo: JLNIS	Aprobado:	FECHA: FEBRERO 2018	CÓDIGO: SCT-01																	



NOTA
 -LA SECUENCIA CONSTRUCTIVA MOSTRADA ES REFERENCIAL.
 -EL CONTRATISTA DEBERA PLANTEAR SU PROPIA SECUENCIA DE CONTROL EN BASE A LOS EQUIPOS Y RECURSOS QUE HAYA A SU DISPOSICION.
 -EL CONTRATISTA DEBERA PRESENTAR LOS CALCULOS DE GEOMETRIA DE MONTAJE DE LAS ESTRUCTURAS Y DE TENDIMIENTO DE CABLES PARA SU REVISION Y APROBACION POR PARTE DE LA SUPERVISION.
 -EL CONTRATISTA DEBERA PROPORCIONAR LOS ARROSTRAMIENTOS NECESARIOS PARA GARANTAR LA SEGURIDAD DE LAS ESTRUCTURAS EN CADA ETAPA DE CONSTRUCCION.
 -EN BASE A LOS RESULTADOS DE LOS PUNTOS DE TONEL DE VIENTO, EL CONTRATISTA DEBERA PROPORCIONAR EL SISTEMA DE ARROSTRAMIENTO POR VIENTO QUE SEA NECESARIO DURANTE LA CONSTRUCCION DEL PUENTE.

- FASE 4**
1. CONSTRUCCION BALANCEADA POR VOLADOS SUCCESIVOS DE DOVELAS M-08 Y M-10 EN MARGEN IZQUIERDA:
- MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS DE MODULOS M-08 Y M-10
 - INSTALACION DE CABLES TIRANTES TC-01-I Y TL-01-I
 - COLOCACION DE LOSAS PRE-FABRICADAS
 - VACIADO IN-SITU DE JUNTAS DE UNION
2. CONSTRUCCION BALANCEADA POR VOLADOS SUCCESIVOS DE DOVELAS M-29 Y M-31 EN MARGEN DERECHA:
- MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS DE MODULOS M-29 Y M-31
 - INSTALACION DE CABLES TIRANTES TC-01-D Y TL-01-D
 - COLOCACION DE LOSAS PRE-FABRICADAS
 - VACIADO IN-SITU DE JUNTAS DE UNION

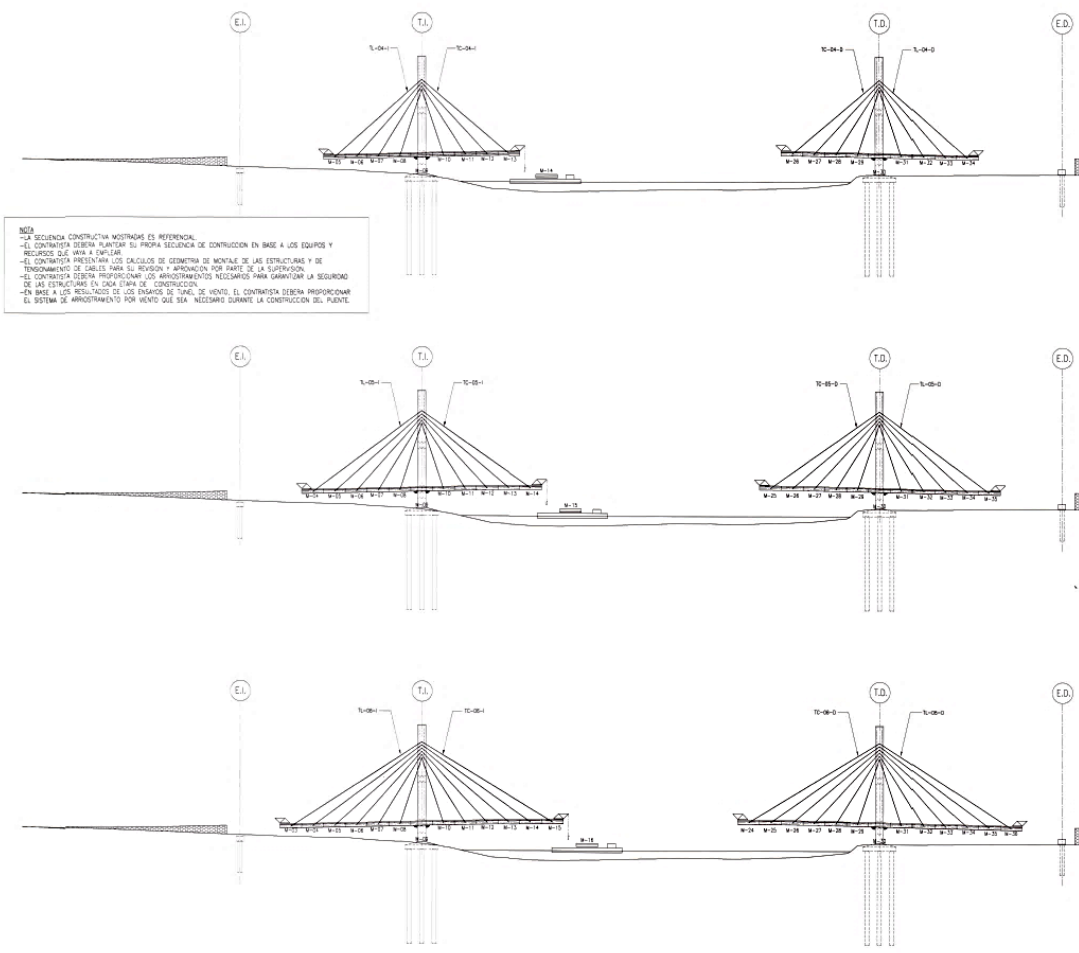
- FASE 5**
1. CONSTRUCCION BALANCEADA POR VOLADOS SUCCESIVOS DE DOVELAS M-07 Y M-11 EN MARGEN IZQUIERDA:
- MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS DE MODULOS M-07 Y M-11
 - INSTALACION DE CABLES TIRANTES TC-02-I Y TL-02-I
 - COLOCACION DE LOSAS PRE-FABRICADAS
 - VACIADO IN-SITU DE JUNTAS DE UNION
2. CONSTRUCCION BALANCEADA POR VOLADOS SUCCESIVOS DE DOVELAS M-28 Y M-32 EN MARGEN DERECHA:
- MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS DE MODULOS M-28 Y M-32
 - INSTALACION DE CABLES TIRANTES TC-02-D Y TL-02-D
 - COLOCACION DE LOSAS PRE-FABRICADAS
 - VACIADO IN-SITU DE JUNTAS DE UNION

- FASE 6**
1. CONSTRUCCION BALANCEADA POR VOLADOS SUCCESIVOS DE DOVELAS M-06 Y M-12 EN MARGEN IZQUIERDA:
- MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS DE MODULOS M-06 Y M-12
 - INSTALACION DE CABLES TIRANTES TC-03-I Y TL-03-I
 - COLOCACION DE LOSAS PRE-FABRICADAS
 - VACIADO IN-SITU DE JUNTAS DE UNION
2. CONSTRUCCION BALANCEADA POR VOLADOS SUCCESIVOS DE DOVELAS M-27 Y M-31 EN MARGEN DERECHA:
- MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS DE MODULOS M-27 Y M-31
 - INSTALACION DE CABLES TIRANTES TC-03-D Y TL-03-D
 - COLOCACION DE LOSAS PRE-FABRICADAS
 - VACIADO IN-SITU DE JUNTAS DE UNION

INGENIERO CIVIL
 INGENIERO EN ARQUITECTURA
 INGENIERO EN ESTRUCTURAS

NOTAS:
 1. Todas las dimensiones en metros (m) salvo se indique lo contrario.
 2. Niveles en metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m)

<p>PERU Ministerio de Transportes y Comunicaciones Provias Nacional</p>	<p>CONSORCIO HUALLAGA JCK LÓPEZ INGENIEROS S.A.C. SERCONSULT S.A.</p>	<p>Proyecto Estructural: JCK LÓPEZ INGENIEROS S.A.C.</p>	Jefe Proyecto: Jack López Jara Especialista: José Félix Doumet Diseño: JUNOS Aprobado:	REVISIONES N° FECHA DESCRIPCION	PROYECTO: ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE HUALLAGA Y ACCESOS	PLANO: PUENTE ATIRANTADO SECUENCIA DE CONSTRUCCION (2/5)	ESCALA: FECHA: CODIGO:
			INDICADA FEBRERO 2018 SGT-02				



NOTA
 -LA SECUENCIA CONSTRUCTIVA MOSTRADA ES REFERENCIAL.
 -EL CONTRATISTA DEBERA PLANTEAR SU PROPIA SECUENCIA DE CONSTRUCCION EN BASE A LOS EQUIPOS Y RECURSOS QUE VAYA A EMPLEAR.
 -EL CONTRATISTA DEBERA HACER LOS CALCULOS DE GEOMETRIA DE MONTAJE DE LAS ESTRUCTURAS Y DE TENSIONAMIENTO DE CABLES PARA SU REVISION Y APROBACION POR PARTE DE LA SUPERVISION.
 -EL CONTRATISTA DEBERA PROPORCIONAR LOS ARROSTRAMIENTOS NECESARIOS PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD DE LAS ESTRUCTURAS EN CADA ETAPA DE CONSTRUCCION.
 -EN BASE A LOS RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE TAMAÑO DE VIENTO, EL CONTRATISTA DEBERA PROPORCIONAR EL SISTEMA DE ARROSTRAMIENTO POR VIENTO QUE SEA NECESARIO DURANTE LA CONSTRUCCION DEL PUENTE.

- FASE 7**
1. CONSTRUCCION BALANCEADA POR VOLADOS SUCCESIVOS DE DOVELAS M-05 Y M-13 EN MARGEN IZQUIERDA:
- MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS DE MODULOS M-05 Y M-13
 - INSTALACION DE CABLES TIRANTES TC-04-I Y TL-04-I
 - COLOCACION DE LOSAS PRE-FABRICADAS
 - VADADO IN-SITU DE JUNTAS DE UNION
2. CONSTRUCCION BALANCEADA POR VOLADOS SUCCESIVOS DE DOVELAS M-26 Y M-32 EN MARGEN DERECHA:
- MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS DE MODULOS M-26 Y M-32
 - INSTALACION DE CABLES TIRANTES TC-04-D Y TL-04-D
 - COLOCACION DE LOSAS PRE-FABRICADAS
 - VADADO IN-SITU DE JUNTAS DE UNION

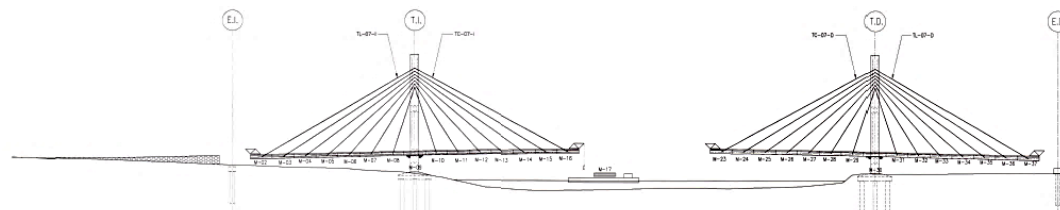
- FASE 8**
1. CONSTRUCCION BALANCEADA POR VOLADOS SUCCESIVOS DE DOVELAS M-04 Y M-14 EN MARGEN IZQUIERDA:
- MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS DE MODULOS M-04 Y M-14
 - INSTALACION DE CABLES TIRANTES TC-05-I Y TL-05-I
 - COLOCACION DE LOSAS PRE-FABRICADAS
 - VADADO IN-SITU DE JUNTAS DE UNION
2. CONSTRUCCION BALANCEADA POR VOLADOS SUCCESIVOS DE DOVELAS M-25 Y M-33 EN MARGEN DERECHA:
- MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS DE MODULOS M-25 Y M-33
 - INSTALACION DE CABLES TIRANTES TC-05-D Y TL-05-D
 - COLOCACION DE LOSAS PRE-FABRICADAS
 - VADADO IN-SITU DE JUNTAS DE UNION

- FASE 9**
1. CONSTRUCCION BALANCEADA POR VOLADOS SUCCESIVOS DE DOVELAS M-03 Y M-15 EN MARGEN IZQUIERDA:
- MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS DE MODULOS M-03 Y M-15
 - INSTALACION DE CABLES TIRANTES TC-06-I Y TL-06-I
 - COLOCACION DE LOSAS PRE-FABRICADAS
 - VADADO IN-SITU DE JUNTAS DE UNION
2. CONSTRUCCION BALANCEADA POR VOLADOS SUCCESIVOS DE DOVELAS M-24 Y M-34 EN MARGEN DERECHA:
- MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS DE MODULOS M-24 Y M-34
 - INSTALACION DE CABLES TIRANTES TC-06-D Y TL-06-D
 - COLOCACION DE LOSAS PRE-FABRICADAS
 - VADADO IN-SITU DE JUNTAS DE UNION

NOTAS:
 1. Todas las dimensiones en metros (m) salvo se indique lo contrario.
 2. Niveles en metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.)

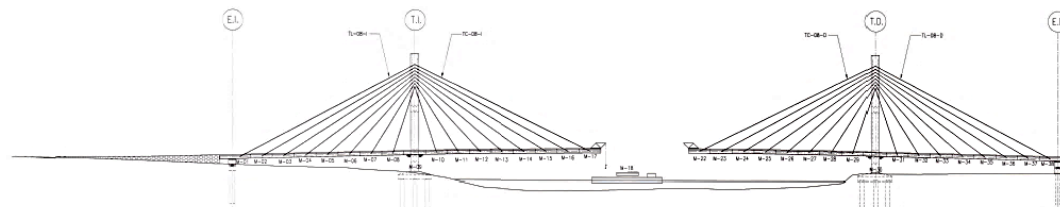
[Firmas y sellos de ingenieros]

PERU Ministerio de Transportes y Comunicaciones Provias Nacional	CONSORCIO HUALLAGA JACK LOPEZ INGENIEROS S.A.C. SERCONSULT S.A.	Proyecto Estructural JACK LOPEZ INGENIEROS S.A.C.	JEFE Proyecto: Jack Lopez Jara	Aprobado: Ejecutado: José Pérez Guzmán Dibujo: JLNDS Aprobado:	REVISIONES N° FECHA DESCRIPCION	PROYECTO: ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE HUALLAGA Y ACCESOS	PLANO: PUENTE ATRANTADO SECUENCIA DE CONSTRUCCION (315)	ESCALA: INDICADA
			FECHA: FEBRERO 2018		CERRADO: SCT-03			

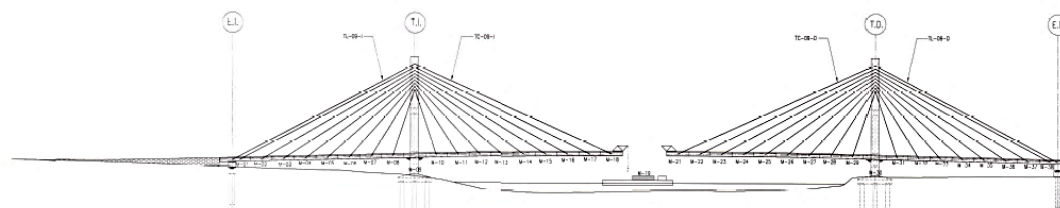


NOTA
 -LA SECUENCIA CONSTRUCTIVA MOSTRADA ES REFERENCIAL.
 -EL CONTRATISTA DEBERA PLANTEAR SU PROPIA SECUENCIA DE CONSTRUCCION EN BASE A LOS EQUIPOS Y RECURSOS QUE VAYA A EMPLEAR.
 -EL CONTRATISTA PRESENTARA LOS CALCULOS DE GEOMETRIA DE MONTAJE DE LAS ESTRUCTURAS Y DE TENDIMIENTO DE CABLES PARA SU REVISION Y APROBACION POR PARTE DE LA SUPERVISION.
 -EL CONTRATISTA DEBERA PROPORCIONAR LOS ARREGLOS Y REFORZOS NECESARIOS PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD DE LAS ESTRUCTURAS EN CADA ETAPA DE CONSTRUCCION.
 -EN BASE A LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE TUBO DE VIENTO, EL CONTRATISTA DEBERA PROPORCIONAR EL SISTEMA DE AMORTIGUAMIENTO POR VIENTO QUE SEA NECESARIO DURANTE LA CONSTRUCCION DEL PUENTE.

- FASE 10**
1. CONSTRUCCION BALANCEADA POR VOLADOS SUCCESIVOS DE DOVELAS M-02 Y M-16 EN MARGEN IZQUIERDA:
 - MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS DE MODULOS M-02 Y M-16
 - INSTALACION DE CABLES TRANTES TC-07-I Y TL-07-I
 - COLOCACION DE LOSAS PRE-FABRICADAS
 - VACIADO IN-SITU DE JUNTAS DE UNION
 2. CONSTRUCCION BALANCEADA POR VOLADOS SUCCESIVOS DE DOVELAS M-23 Y M-35 EN MARGEN DERECHA:
 - MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS DE MODULOS M-23 Y M-35
 - INSTALACION DE CABLES TRANTES TC-07-D Y TL-07-D
 - COLOCACION DE LOSAS PRE-FABRICADAS
 - VACIADO IN-SITU DE JUNTAS DE UNION



- FASE 11**
1. CONSTRUCCION BALANCEADA POR VOLADOS SUCCESIVOS DE DOVELAS M-01 Y M-17 EN MARGEN IZQUIERDA:
 - MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS DE MODULOS M-01 Y M-17
 - INSTALACION DE CABLES TRANTES TC-08-I Y TL-08-I
 - COLOCACION DE LOSAS PRE-FABRICADAS
 - VACIADO IN-SITU DE JUNTAS DE UNION
 2. CONSTRUCCION BALANCEADA POR VOLADOS SUCCESIVOS DE DOVELAS M-22 Y M-36 EN MARGEN DERECHA:
 - MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS DE MODULOS M-22 Y M-36
 - INSTALACION DE CABLES TRANTES TC-08-D Y TL-08-D
 - COLOCACION DE LOSAS PRE-FABRICADAS
 - VACIADO IN-SITU DE JUNTAS DE UNION
 3. COLOCACION DE CONTRAPESOS Y DISPOSITIVOS DE APOYO EN ESTRIBO IZQUIERDO (E.I.)
 4. COLOCACION DE CONTRAPESOS Y DISPOSITIVOS DE APOYO EN ESTRIBO DERECHO (E.D.)
 5. RETIRO DE CARROS DE IZAJE EN TRAMOS LATERALES

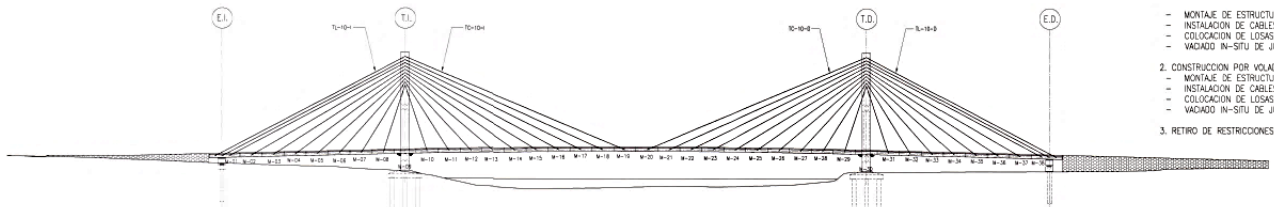


- FASE 12**
1. CONSTRUCCION POR VOLADOS SUCCESIVOS DE DOVELA M-18 EN MARGEN IZQUIERDA:
 - MONTAJE DE ESTRUCTURA METALICA DE MODULO M-18
 - INSTALACION DE CABLES TRANTES TC-09-I Y TL-09-I
 - COLOCACION DE LOSAS PRE-FABRICADAS
 - VACIADO IN-SITU DE JUNTAS DE UNION
 2. CONSTRUCCION POR VOLADOS SUCCESIVOS DE DOVELA M-21 EN MARGEN DERECHA:
 - MONTAJE DE ESTRUCTURA METALICA DE MODULO M-21
 - INSTALACION DE CABLES TRANTES TC-09-D Y TL-09-D
 - COLOCACION DE LOSAS PRE-FABRICADAS
 - VACIADO IN-SITU DE JUNTAS DE UNION

Ing. JORGE FERNANDEZ PEREZ OCHOA
 Ing. JORGE LOPEZ ACUNA
 Exp. ESTRUCTURAS
 Reg. CP. N° 10218

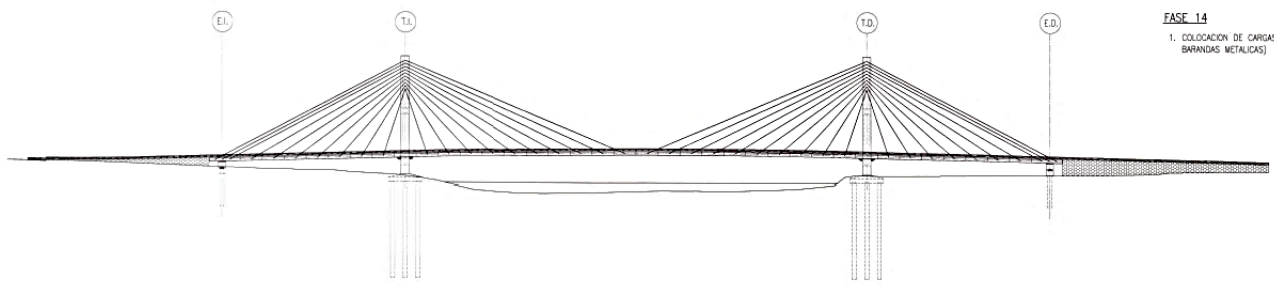
NOTAS:
 1. Todas las dimensiones en metros (m) salvo se indique lo contrario.
 2. Niveles en metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.)

<p>Ministerio de Transportes y Comunicaciones</p>	<p>CONSORCIO HUALLAGA</p> <p>ING. LOPEZ INGENIEROS S.A.C.</p> <p>BERNARDINI S.A.</p>	<p>Proyecto Estructural:</p> <p>ING. LOPEZ INGENIEROS S.A.C.</p>	JEFE Proyecto: José Pérez Ochoa Ejecución: José Pérez Ochoa Dibujo: JAMES Aprobación:	REVISOR/ES: N° FECHA DESCRIPCION DESCRIPCION DESCRIPCION	PLANOS: ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE HUALLAGA Y ACCESOS	PLANOS: PUENTE ATIRANTADO SECUENCIA DE CONSTRUCCION (4/5)	ORGAN: INICIADA FECHA: FEBRERO 2018 COORD:
			SCT-04				



NOTA
 -LA SECUENCIA CONSTRUCTIVA MOSTRADA ES REFERENCIAL.
 -EL CONTRATISTA DEBERA PLANTEAR SU PROPIA SECUENCIA DE CONSTRUCCION EN BASE A LOS EQUIPOS Y RECURSOS QUE VAYA A EMPLEAR.
 -EL CONTRATISTA PRESENTARA LOS CALCULOS DE GEOMETRIA DE MONTAJE DE LAS ESTRUCTURAS Y DE TENDIMIENTO DE CABLES PARA SU REVISION Y APROBACION POR PARTE DE LA SUPERVISION.
 -EL CONTRATISTA DEBERA INDIVIDUALIZAR LOS ARMOSTRAMIENTOS NECESARIOS PARA GARANTAR LA SEGURIDAD DE LAS ESTRUCTURAS EN CADA ETAPA DE CONSTRUCCION.
 -EN BASE A LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE TIRAJE DE VIENTO, EL CONTRATISTA DEBERA PROPORCIONAR EL SISTEMA DE ARMOSTRAMIENTO POR VIENTO QUE SEA NECESARIO DURANTE LA CONSTRUCCION DEL PUENTE.

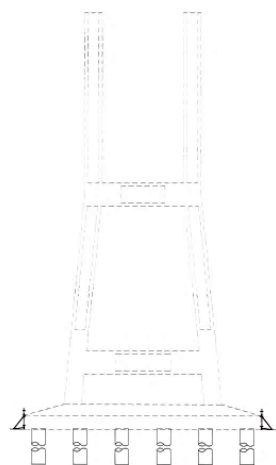
- FASE 13**
1. CONSTRUCCION POR VOLADOS SUCESIVOS DE DOVELA M-19 EN MARGEN IZQUIERDA:
 - MONTAJE DE ESTRUCTURA METALICA DE MODULO M-19
 - INSTALACION DE CABLES TRANTES TC-10-1 Y TL-10-1
 - COLOCACION DE LOSAS PRE-FABRICADAS
 - VADADO IN-SITU DE JUNTAS DE UNION
 2. CONSTRUCCION POR VOLADOS SUCESIVOS DE DOVELA M-20 EN MARGEN DERECHA:
 - MONTAJE DE ESTRUCTURA METALICA DE MODULO M-20
 - INSTALACION DE CABLES TRANTES TC-10-2 Y TL-10-2
 - COLOCACION DE LOSAS PRE-FABRICADAS
 - VADADO IN-SITU DE JUNTAS DE UNION
 3. RETIRO DE RESTRICCIONES LONGITUDINALES DEL TABLERO EN TORRES LUEGO DEL CIERRE



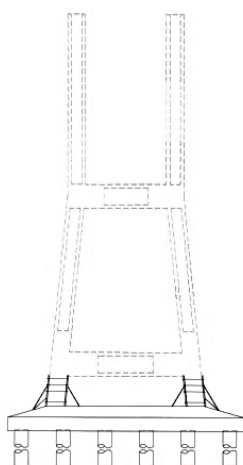
- FASE 14**
1. COLOCACION DE CARGAS MUERTAS (SUPERFICIE DE RODADURA BARRERAS N.J., BARRANDAS METALICAS)

NOTAS:
 1. Todas las dimensiones en metros (m) salvo se indique lo contrario.
 2. Niveles en metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.)

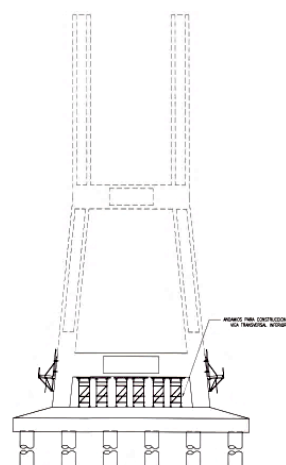
<p>Ministerio de Transportes y Comunicaciones</p>	<p>PROVIAS NACIONAL</p>	<p>CONSORCIO HUALLAGA</p> <p>ING. LÓPEZ INGENIEROS S.A.S. / SERCONSBILT S.A.</p>	<p>Proyecto Estructural:</p> <p>ING. JACK LÓPEZ INGENIEROS S.A.S.</p>	<p>Jefe Proyecto: José López López</p>	<p>Abogado:</p>	<p>REVISIÓN</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>FECHA</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	N°	FECHA	DESCRIPCIÓN							<p>ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE HUALLAGA Y ACCESOS</p>	<p>PLANO:</p> <p>PUENTE ATIRANTADO SECUENCIA DE CONSTRUCCION (5/5)</p>	<p>CODIGO:</p> <p>INDICADA</p>
				N°			FECHA	DESCRIPCIÓN										
<p>Especialista: José Pérez Domínguez</p>	<p>Dibujó: JUANOS</p>	<p>FECHA:</p> <p>FEBRERO 2018</p>	<p>CODIGO:</p> <p>SCT-05</p>															



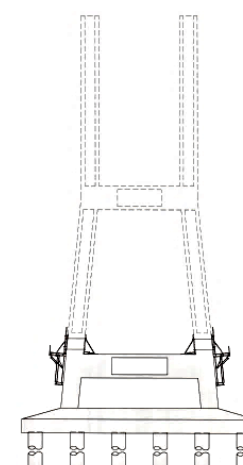
ETAPA 1
-CONSTRUCCION DE CIMENTACION



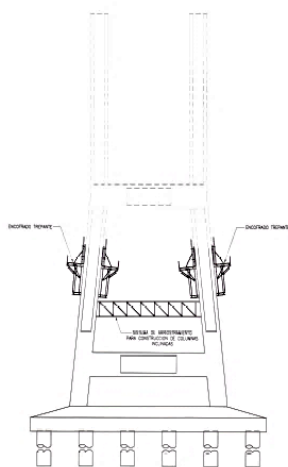
ETAPA 2
-CONSTRUCCION DE COLUMNAS POR DEBAJO DEL NIVEL DE LA VIGA CABEZAL INFERIOR



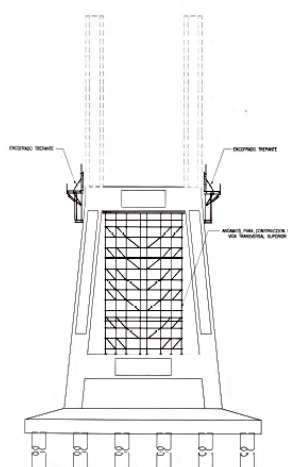
ETAPA 3
-CONSTRUCCION DE VIGA TRANSVERSAL INFERIOR



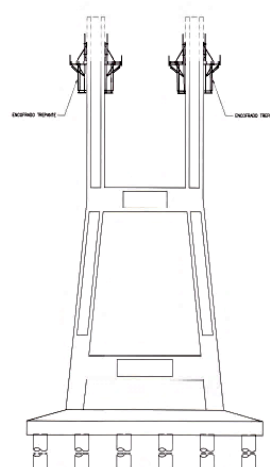
ETAPA 4
-CONSTRUCCION DE COLUMNAS POR ENCIMA DEL NIVEL DE LA VIGA CABEZAL INFERIOR (ARRANGUE)



ETAPA 5
-CONSTRUCCION DE COLUMNAS POR ENCIMA DEL NIVEL DE LA VIGA CABEZAL INFERIOR



ETAPA 6
-CONSTRUCCION DE VIGA CABEZAL SUPERIOR



ETAPA 7
-CONSTRUCCION DE COLUMNAS POR ENCIMA DEL NIVEL DE LA VIGA CABEZAL SUPERIOR

NOTA
-LA SECUENCIA CONSTRUCCION MOSTRADA ES REFERENCIAL.
-EL CONTRATISTA DEBEBA PLANEAR SU PROPIA SECUENCIA DE CONSTRUCCION EN BASE A LOS EQUIPOS Y RECURSOS QUE VAYA A EMPLEAR.
-EL CONTRATISTA DEBEBA HACER LOS CALCULOS DE GEOMETRIA DE MONTAJE DE LAS ESTRUCTURAS Y DE TENDIMIENTO DE CABLES PARA SU REVISION Y APROBACION POR ANTES DE LA SUPERVISION.
-EL CONTRATISTA DEBEBA PROPORCIONAR LOS ARRECIEROS NECESARIOS PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD DE LAS ESTRUCTURAS EN CADA ETAPA DE CONSTRUCCION.
-EN BASE A LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE TUNEL DE VIENTO, EL CONTRATISTA DEBEBA PROPORCIONAR EL SISTEMA DE ANCLAJE/AMBLADO POR VIENTO QUE SEA NECESSARIO DURANTE LA CONSTRUCCION DEL PUENTE.



ENCOFRADO TREPANTE

NOTAS:
1. Todas las dimensiones en metros (m) salvo se indique lo contrario.
2. Niveles en metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m)



Ministerio de Transportes y Comunicaciones
Provias Nacional

CONSORCIO HUALLAGA
JACK I. 1987 INGENIEROS S.A.C.
SENCONSULT S.A.

Proyecto Estructuras
JACK LOPEZ INGENIEROS S.A.C.

Jefe Proyecto: José López Jara
Ejecutivo: José Pérez Doumet
Ubicaci: JUNOS
Aprobado:

REVISIONES	
N°	FECHA DESCRIPCION

ESTUDIO DEFINITIVO PARA LA CONSTRUCCION DEL PUENTE HUALLAGA Y ACCESOS

Plano: PUENTE ATIRANTADO
SECUENCIA DE CONSTRUCCION DE TORRES

CIDALA 1/300
FECHA: FEBRERO 2018
DISEÑO: SGT-TORRES