

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**Optimización del transporte y montaje de estructuras metálicas  
en la construcción del moderno terminal de Pasco mediante el  
diseño y sustento estructural de bridas para fraccionamiento  
de columnas metálicas – Pasco 2023**

**Para optar el título profesional de:  
Ingeniero Civil**

**Autores:**

**Bach. Omar Percy CAMAVILCA MORI**

**Bach. Yonathan Omar REYES CERVANTES**

**Asesor:**

**Mg. Pedro YARASCA CORDOVA**

**Cerro de Pasco - Perú – 2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**Optimización del transporte y montaje de estructuras metálicas  
en la construcción del moderno terminal de Pasco mediante el  
diseño y sustento estructural de bridas para fraccionamiento  
de columnas metálicas – Pasco 2023**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. Hildebrando Anival CONDOR GARCIA**  
**PRESIDENTE**

---

**Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO**  
**MIEMBRO**



**Universidad Nacional Daniel Alcides  
Carrión Facultad de Ingeniería  
Unidad de Investigación**

**INFORME DE ORIGINALIDAD N° 122-2024-UNDAC/UIFI**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

**Optimización del Transporte y Montaje de Estructuras Metálicas en la  
construcción del moderno Terminal de Pasco mediante el Diseño y Sustento  
Estructural de Bidas para Fraccionamiento de Columnas Metálicas – Pasco  
2023**

Apellidos y nombres de los tesisistas:

**Bach. CAMAVILCA MORI, Omar Percy  
Bach. REYES CERVANTES, Yonathan Omar**

Apellidos y nombres del Asesor:

**Mg. YARASCA CORDOVA, Pedro**

Escuela de Formación Profesional

**Ingeniería Civil**

Índice de Similitud

**1 %**

**APROBADO**

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 22 de mayo del 2024



Firmado digitalmente por MEJIA  
CACERES Reynaldo FAU  
20154605046.solt  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 22.05.2024 07:54:06 -05:00

## **DEDICATORIA**

**A mis padres Simeon y Antonia**, por guiarme por el camino del bien y enseñarme los valores y virtudes de la vida para ser mejor conmigo mismo, con mi familia y con la sociedad; también dedicado **a mis hermanas Sandra y Rocío** por ser el motor que me impulsa a meditar cada decisión tomada en mi día a día en pos de su bienestar.

CAMAVILCA MORI, Omar Percy

**A mis padres Rodolfo y Celia**, por su dedicación, sacrificio, apoyo constante y por ser parte integral en mi camino académico y personal. Agradezco por las lecciones de vida que me han impartido y por el cariño que siempre me han brindado.

REYES CERVANTES, Yonathan Omar

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis padres que me apoyaron en cada etapa de mi desarrollo personal y profesional, pues sin ellos no hubiese sido posible el presente trabajo.

CAMAVILCA MORI, Omar Percy

Agradecer a Dios por habernos guiado a lo largo de nuestra carrera, a mis padres, hermanos y docentes de la escuela de formación profesional de ingeniería civil por brindarnos sus conocimientos, experiencias y ser parte de nuestra formación profesional.

REYES CERVANTES, Yonathan Omar

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación aborda el fraccionamiento de columnas metálicas en el contexto de la ingeniería estructural, específicamente en el ámbito de la construcción en la región de Pasco y Perú. La investigación se estructura en varios capítulos que abarcan desde la identificación y formulación del problema, hasta la discusión de los resultados obtenidos.

**Capítulo I** se centra en la definición y delimitación del problema de investigación, identificando sus aspectos principales y subproblemas asociados. Se formula el problema principal y se establecen objetivos generales y específicos para guiar la investigación.

**Capítulo II** presenta el marco teórico que sustenta la investigación. Se discuten antecedentes de estudio relevantes, así como bases teóricas y científicas relacionadas con la ingeniería estructural, el diseño de estructuras metálicas, y otros temas clave como logística, economía, seguridad y normativas en la construcción.

**Capítulo III** aborda la metodología y técnicas de investigación empleadas. Se detalla el tipo y nivel de investigación, el método, diseño, población y muestra, y se describen las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección y análisis de datos.

**Capítulo IV** presenta los resultados y discusión de la investigación. Se describen los hallazgos obtenidos en el trabajo de campo, incluyendo el diseño óptimo de bridas para el fraccionamiento de columnas metálicas, evaluaciones de impacto logístico y económico, eficiencia y seguridad en procesos de fraccionamiento y ensamblaje, y el cumplimiento de normativas vigentes. Posteriormente, se analizan e interpretan estos resultados y se someten a prueba las hipótesis planteadas.

Finalmente, el trabajo concluye con las **Conclusiones y Recomendaciones** basadas en los hallazgos y análisis realizados, proporcionando una visión integral y orientaciones prácticas para futuras investigaciones o aplicaciones en el campo de la ingeniería estructural en Pasco y Perú.

El proyecto se complementa con **Referencias Bibliográficas** y **Anexos** que respaldan y amplían la información presentada en los capítulos principales.

**Palabras Clave:** Fraccionamiento de Columnas Metálicas, Ingeniería Estructural, Normativas y Regulaciones

## ABSTRACT

This research project addresses the fractionation of metal columns in the context of structural engineering, specifically in the field of construction in the region of Pasco and Peru. The research is structured into several chapters that range from the identification and formulation of the problem to the discussion of the results obtained.

**Chapter I** focuses on the definition and delimitation of the research problem, identifying its main aspects and associated subproblems. The main problem is formulated and general and specific objectives are established to guide the research.

**Chapter II** presents the theoretical framework that supports the research. Relevant study background is discussed, as well as theoretical and scientific bases related to structural engineering, the design of metal structures, and other key topics such as logistics, economics, safety and construction regulations.

**Chapter III** addresses the methodology and research techniques used. The type and level of research, the method, design, population and sample are detailed, and the techniques and instruments used for data collection and analysis are described.

Chapter IV presents the results and discussion of the research. The findings obtained in the field work are described, including the optimal design of flanges for the fractionation of metal columns, evaluations of logistical and economic impact, efficiency and safety in fractionation and assembly processes, and compliance with current regulations. Subsequently, these results are analyzed and interpreted and the proposed hypotheses are tested.

Finally, the work concludes with Conclusions and Recommendations based on the findings and analysis carried out, providing a comprehensive vision and practical guidelines for future research or applications in the field of structural engineering in Pasco and Peru.

The project is complemented by Bibliographic References and Annexes that support and expand the information presented in the main chapters.



**Keywords:** Fractionation of Metal Columns, Structural Engineering, Standards and Regulations

## INTRODUCCIÓN

En la dinámica actual de la construcción de infraestructuras, la eficiencia logística y la optimización de procesos representan factores determinantes para el éxito y rentabilidad de cualquier proyecto. El proyecto del moderno terminal terrestre de Pasco no es la excepción. Esta iniciativa, con el potencial de transformar y potenciar la conectividad en la región, presenta desafíos específicos que deben ser abordados con precisión y visión estratégica.

El transporte y montaje de estructuras metálicas de gran envergadura, como las que conformarán la nave principal del terminal, no es una tarea trivial. En el contexto de este proyecto, las columnas metálicas, diseñadas y fabricadas meticulosamente en Lima, enfrentan un obstáculo: su altura excede las capacidades de los medios de transporte convencionales disponibles para llegar a Pasco. Esta limitación no solo implica retos logísticos, sino que también puede traducirse en significativos costos adicionales y retrasos en el cronograma del proyecto si no se aborda adecuadamente.

En este escenario, surge la necesidad imperante de encontrar soluciones innovadoras y técnicamente sólidas que faciliten el traslado y montaje de estas columnas. La propuesta de diseñar y sustentar estructuralmente bridas que permitan fraccionar las columnas metálicas en dos partes se presenta como una alternativa viable y prometedora. Sin embargo, es esencial asegurar que esta solución no comprometa la integridad ni la seguridad de las estructuras durante su vida útil.

Este proyecto de investigación se centra en el diseño y análisis de estas bridas, garantizando no solo su funcionalidad y eficiencia, sino también su adaptabilidad a las condiciones específicas del proyecto del terminal terrestre de Pasco. A través de un enfoque multidisciplinario que combina la ingeniería estructural, análisis de resistencia de materiales y consideraciones logísticas, se aspira a ofrecer una solución integral que potencie la eficiencia del proceso constructivo, reduzca costos y asegure la excelencia en la ejecución del proyecto.

Con esta investigación, se busca aportar al avance y éxito del terminal terrestre de Pasco, estableciendo un precedente en la innovación y optimización de procesos en el ámbito de la construcción de infraestructuras en el país.

## INDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
INDICE	

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	2
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.3.1. Problema general.....	3
1.3.2. Problemas específicos.....	3
1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS .....	4
1.4.1. Objetivo general .....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	6

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO.....	8
2.1.1. Antecedentes de investigación 1 .....	8
2.1.2. Antecedente de investigación 2 .....	9
2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS .....	11
2.2.1. Ingeniería Estructural y Diseño de Estructuras Metálicas .....	11
2.2.2. Fraccionamiento de Columnas Metálicas en Ingeniería Civil .....	17
2.2.3. Logística y Economía en la Construcción de Infraestructuras.....	25

2.2.4. Seguridad en la Ingeniería Estructural y Procesos de Construcción .....	35
2.2.5. Normativas y Regulaciones en Ingeniería Estructural – Contexto Pasco y Perú .....	46
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	57
2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS .....	58
2.4.1. Hipótesis general.....	58
2.4.2. Hipótesis específicas.....	59
2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES .....	60
2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES .....	61

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	63
3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	64
3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	65
3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	66
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	66
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	70
3.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	72
3.8. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO .....	73
3.9. ORIENTACIÓN ÉTICA FILOSÓFICA Y EPISTÉMICA .....	75

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO.....	77
4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	105
4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	136
4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	143

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resultados diseño óptimo de bridas.....	105
Tabla 2 Resultados Identificación de Requisitos y Normativas.....	106
Tabla 3 Resultados de Análisis Técnico Preliminar.....	108
Tabla 4 Resultados de Desarrollo de Diseños Conceptuales de Bidas .....	109
Tabla 5 Resultados Fabricación de Prototipos y Pruebas en Entorno Controlado....	111
Tabla 6 Resultado Análisis de Datos y Retroalimentación prototipo A .....	112
Tabla 7 Resultados de Optimización y Ajustes del Diseño de Bidas .....	113
Tabla 8 Resultado Evaluación del impacto logístico y económico.....	115
Tabla 9 Resultados de Análisis de la Logística Actual .....	116
Tabla 10 Resultados de Estimación de Costos de Implementación de Bidas .....	117
Tabla 11 Resultados de Simulación de Procesos Logísticos con Bidas.....	118
Tabla 12 Resultado Comparación de Costos y Beneficios.....	119
Tabla 13 Resultado evaluación eficiencia y seguridad en el proceso de fraccionamiento y ensamblaje de columnas.....	121
Tabla 14 Resultados Revisión de Normativas y Estándares .....	122
Tabla 15 Resultado de Consultas con Expertos.....	124
Tabla 16 Resultado Desarrollo de Procedimientos Preliminares.....	125
Tabla 17 Resultado Evaluación y Ajuste de Procedimientos.....	127
Tabla 18 Resultado Cumplimiento de las normativas y regulaciones vigentes en el ámbito de la ingeniería estructural .....	128
Tabla 19 Resultado Revisión de Normativas.....	130
Tabla 20 Resultado Consultas con Autoridades Regulatoras.....	131
Tabla 21 Resultado de Evaluación de Conformidad Preliminar.....	132
Tabla 22 Resultado de Desarrollo de Estrategias de Cumplimiento.....	134
Tabla 23 Resultado de Implementación y Monitoreo de Estrategias de Cumplimiento .....	135

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

En el marco del proyecto de construcción del moderno terminal terrestre de Pasco, surge un desafío crítico relacionado con el transporte y montaje de las estructuras metálicas que conformarán la nave principal del proyecto. Estas estructuras metálicas son fabricadas en la ciudad de Lima, pero debido a su altura, no pueden ser transportadas en su totalidad hasta Pasco utilizando los medios de transporte convencionales, como tráilers estándar.

El problema identificado se centra en la necesidad de encontrar una solución eficiente que permita el traslado de estas columnas metálicas desde Lima a Pasco, sin incurrir en costos significativos ni retrasos en el proyecto. La propuesta para resolver este problema implica el diseño y sustento estructural de bridas que permitan fraccionar cada columna metálica en dos elementos, lo que facilitaría su transporte sin comprometer su integridad estructural.

Esta investigación tiene como objetivo principal analizar y desarrollar un diseño de bridas que garantice la seguridad y estabilidad de las columnas metálicas fraccionadas, asegurando que el proceso de montaje en el sitio de construcción no comprometa la calidad ni la integridad de la estructura final del terminal terrestre de Pasco. Para abordar este problema, se llevarán a cabo



estudios de ingeniería estructural, análisis de resistencia de materiales y consideraciones logísticas para lograr una solución óptima y viable desde el punto de vista técnico y económico.

El presente estudio busca contribuir al éxito del proyecto de construcción del terminal terrestre de Pasco al resolver un desafío crítico relacionado con la logística de transporte y montaje de las estructuras metálicas, mejorando la eficiencia y reduciendo costos en el proceso de construcción.

## 1.2. Delimitación de la investigación

1. **Área Geográfica:** La investigación se enfoca exclusivamente en el Terminal Terrestre de Pasco, ubicado en la ciudad de Pasco, Perú. No se considerarán otros proyectos de construcción o ubicaciones.
2. **Año de Referencia:** El estudio se llevará a cabo durante el año 2023, tomando en cuenta las condiciones y requerimientos específicos de ese período.
3. **Objetivo Principal:** El objetivo principal de la investigación es el diseño y sustento estructural de bridas para el fraccionamiento de columnas metálicas destinadas al Terminal Terrestre de Pasco. No se abordarán otros aspectos del proyecto de construcción, como la gestión financiera o administrativa.
4. **Alcance Técnico:** La investigación se centrará en aspectos técnicos relacionados con el diseño de las bridas, su resistencia estructural y la viabilidad del fraccionamiento de las columnas metálicas. No se abordarán aspectos administrativos, legales ni económicos en detalle.
5. **Recursos Disponibles:** La investigación se llevará a cabo con los recursos asignados específicamente para este proyecto, incluyendo el tiempo del personal involucrado, materiales y financiamiento destinados a esta investigación.

6. **Impacto Medioambiental:** Si bien se considerará el impacto ambiental en la medida en que afecte directamente al diseño y sustento de las bridas, no se realizará un estudio ambiental exhaustivo.
7. **Normativas y Regulaciones:** Se tendrán en cuenta las normativas y regulaciones pertinentes relacionadas con la ingeniería estructural en Pasco, pero no se profundizará en aspectos legales o regulatorios adicionales.
8. **Comparaciones con Otros Proyectos:** No se realizarán comparaciones extensas con proyectos similares fuera de Pasco ni se incluirán en el alcance de la investigación.

Estas delimitaciones ayudarán a enfocar nuestra investigación en el área específica de interés y garantizarán que se cumplan los objetivos establecidos dentro de los límites definidos.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema general**

¿Cómo optimizar el transporte y montaje de las estructuras metálicas en la construcción del moderno Terminal Terrestre de Pasco mediante el diseño y sustento estructural de bridas para el fraccionamiento de columnas metálicas?

#### **1.3.2. Problemas específicos**

¿Cómo diseñar bridas efectivas que permitan el fraccionamiento de las columnas metálicas en dos elementos sin comprometer su integridad estructural?

¿Cuál es el impacto logístico y económico de la implementación de las bridas en el proceso de transporte y montaje de las estructuras metálicas?

¿Qué consideraciones técnicas y de seguridad son necesarias para garantizar que el fraccionamiento de las columnas y su posterior ensamblaje en el sitio de construcción se realicen de manera eficiente y segura?

¿Cómo se puede asegurar que las bridas diseñadas cumplan con las normativas y regulaciones vigentes en el ámbito de la ingeniería estructural en Pasco y Perú?

#### **1.4. Formulación de objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Diseñar un sistema de bridas estructurales eficiente que permita el fraccionamiento de columnas metálicas destinadas al moderno Terminal Terrestre de Pasco, con el fin de optimizar su transporte y montaje, garantizando al mismo tiempo la integridad estructural y el cumplimiento de normativas y regulaciones.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

Desarrollar un diseño óptimo de bridas que asegure el fraccionamiento de las columnas en dos elementos sin comprometer su integridad estructural, teniendo en cuenta las consideraciones técnicas y de seguridad necesarias.

Evaluar el impacto logístico y económico de la implementación de las bridas en el proceso de transporte y montaje de las estructuras metálicas del Terminal Terrestre de Pasco.

Establecer un conjunto de procedimientos y protocolos que garanticen la eficiencia y seguridad en el proceso de fraccionamiento de columnas y su posterior ensamblaje en el sitio de construcción.

Asegurar el cumplimiento de las normativas y regulaciones vigentes en el ámbito de la ingeniería estructural en Pasco y Perú en el diseño y uso de las bridas.

#### **1.5. Justificación de la investigación**

La justificación de la investigación es un componente esencial que explica por qué el estudio es relevante y necesario. Aquí está la justificación de la investigación:

La construcción del moderno Terminal Terrestre de Pasco es un proyecto de gran envergadura que contribuirá significativamente al desarrollo y la infraestructura de la región. Sin embargo, la necesidad de traer columnas metálicas desde Lima para el ensamblaje presenta un desafío logístico importante debido a las restricciones de transporte existentes. Esta investigación se justifica por varias razones fundamentales:

1. **Optimización Logística:** El proyecto busca abordar un problema logístico crítico en la construcción de infraestructuras de gran envergadura. Al diseñar bridas estructurales para fraccionar las columnas metálicas, se busca optimizar el transporte y el montaje, lo que podría reducir costos y retrasos significativos en el proyecto.
2. **Eficiencia Económica:** La implementación exitosa de las bridas podría generar ahorros considerables en términos de transporte y manipulación de columnas metálicas, lo que es de interés tanto para los inversionistas como para las autoridades locales.
3. **Desarrollo Regional:** La finalización exitosa del Terminal Terrestre de Pasco es crucial para el desarrollo económico y turístico de la región. Al resolver el problema de transporte de las columnas metálicas, esta investigación contribuirá directamente a la culminación exitosa del proyecto y, por lo tanto, al crecimiento regional.
4. **Innovación Técnica:** El diseño de bridas estructurales para el fraccionamiento de columnas metálicas es un desafío técnico que puede llevar a la creación de soluciones innovadoras en el campo de la ingeniería estructural, con aplicaciones potenciales en otros proyectos similares.
5. **Cumplimiento Normativo y Ambiental:** Garantizar que las bridas diseñadas cumplan con las normativas y regulaciones vigentes es crucial para la seguridad y la integridad del proyecto. Asimismo, la consideración

del impacto ambiental y las medidas de mitigación asegurarán que el proyecto se desarrolle de manera sostenible.

#### **1.6. Limitaciones de la investigación**

1. **Limitación Geográfica:** Esta investigación se centra exclusivamente en el Terminal Terrestre de Pasco y las columnas metálicas destinadas a su construcción. No se consideran otros proyectos de construcción en diferentes ubicaciones geográficas.
2. **Limitación Temporal:** La investigación se llevará a cabo durante el año 2023 y se basará en las condiciones y requerimientos específicos de ese período. Los resultados pueden no ser aplicables a situaciones futuras o anteriores.
3. **Recursos Disponibles:** La investigación se realiza dentro de los recursos asignados para este proyecto, lo que puede limitar el alcance de ciertas actividades o análisis más exhaustivos debido a restricciones presupuestarias y de tiempo.
4. **Enfoque Técnico:** Aunque se abordan consideraciones técnicas y de seguridad en el diseño de las bridas y su impacto en la integridad estructural, la investigación no profundiza en aspectos administrativos, legales ni económicos relacionados con el proyecto.
5. **Exclusión de Otros Factores:** La investigación se enfoca principalmente en el diseño de bridas y su impacto en la optimización del transporte y montaje de columnas metálicas. Factores externos, como eventos climáticos extremos o cambios en las condiciones económicas, no se consideran en detalle.
6. **Generalización Limitada:** Aunque se busca crear soluciones aplicables al proyecto en Pasco, la aplicabilidad a otros proyectos similares puede variar según las condiciones específicas de cada caso.

7. **Disponibilidad de Datos:** La calidad y cantidad de datos disponibles pueden ser una limitación, especialmente en lo que respecta a la información específica del proyecto y la ingeniería estructural, lo que podría influir en la profundidad de algunos análisis.
8. **Efectos Ambientales Complejos:** Aunque se considera el impacto ambiental en la investigación, la evaluación completa de los efectos ambientales podría requerir estudios adicionales y análisis más detallados.
9. **Cambios en la Normativa:** Las regulaciones y normativas pueden cambiar con el tiempo, lo que podría afectar la aplicabilidad de las soluciones propuestas en el futuro.

Estas limitaciones son importantes para tener en cuenta al interpretar los resultados y conclusiones de la investigación, y ayudan a contextualizar el alcance y las restricciones del estudio.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

##### **2.1.1. Antecedentes de investigación 1**

La tesis titulada "Diseño Estructural de Plataforma Metálica Colgante Móvil para Acceder a la Parte Inferior de la Losa del Puente Chinchipe, Cajamarca 2021" de Jesús Manuel Bruno Mogollón se enfoca en el diseño y construcción de una plataforma metálica colgante móvil que permite acceder a la parte inferior del Puente Chinchipe, una estructura vial de tipo arco metálico reticulado.

**Resumen:** La investigación aborda la necesidad de acceso a la parte inferior del Puente Chinchipe, que presenta restricciones en su tablero y en su brida inferior de arco con diagonales. El objetivo general es diseñar una plataforma metálica colgante móvil apoyada sobre una viga carril en las bridas inferiores del puente. El enfoque es cuantitativo y no experimental. Se realiza un análisis estructural mediante elementos finitos con el software SAP2000, considerando cargas muertas, sobrecargas, carga por viento, carga estática y dinámica, asegurando que los elementos trabajen con ratios demanda/capacidad inferiores a 1.

**Conclusiones:** Se logra el diseño de una plataforma de 12.25 m de largo y 2.50 m de ancho bajo los estándares de la norma técnica peruana NTP, obteniendo ratios demanda/capacidad menores a 1. Se resuelven problemas específicos relacionados con las combinaciones de carga, optimización estructural y selección de perfiles adecuados para los elementos estructurales.

**Recomendaciones:** Se brindan recomendaciones sobre el uso de pernos, anclajes de seguridad, espesor de tablones, investigación en plataformas para puentes más anchos, y el uso de hojas de cálculo en futuras investigaciones. También se sugiere la aplicación de pintura anticorrosiva en los elementos de la plataforma.

Este antecedente de investigación proporciona información sobre un proyecto de diseño estructural de una plataforma metálica colgante móvil, que puede ser relevante para comprender la metodología y los desafíos similares que se pueden enfrentar en proyectos de ingeniería civil relacionados con puentes y estructuras metálicas.

### **2.1.2. Antecedente de investigación 2**

El trabajo de titulación titulado "Análisis de juntas tipo bridas apernadas para estructuras de telecomunicaciones de tipo monopolo usando el método de elementos finitos" realizado por el Ing. Dany Germán Muyulema Muyulema se enfoca en el análisis estructural de juntas tipo bridas apernadas en estructuras de telecomunicaciones, específicamente monopoles. A continuación, se presenta un resumen y conclusiones destacadas:

**Resumen Ejecutivo:** El estudio se centra en las estructuras de tipo monopolo utilizadas en telecomunicaciones, donde la carga predominante es el viento, lo que hace que las juntas tipo bridas apernadas sean críticas en el diseño para garantizar su resistencia y desempeño a lo largo del tiempo. Se desarrolla un modelo de elementos finitos para analizar el comportamiento real de estas juntas. El modelo se valida mediante ensayos de carga lateral



monotónica, comparando los resultados obtenidos con los del modelo de elementos finitos.

**Conclusiones Destacadas:**

- Se definen las características geométricas de los especímenes de prueba y las condiciones de carga acordes con las normas de diseño y fabricación.
- Se utiliza un modelo de elementos finitos para simular el comportamiento de las juntas apernadas. El material utilizado es acero ASTM A36.
- Se emplea el elemento Shell 181 para modelar la estructura, adecuado para láminas delgadas a moderadamente gruesas.
- Se utiliza el elemento beam 188 para simular la junta apernada en los pernos, apropiado para el análisis de vigas esbeltas a moderadamente gruesas.
- Las condiciones de frontera en el modelo MEF incluyen desplazamientos y rotaciones nulos en la brida base, contactos friccionales en las bridas apernadas y topologías compartidas en las uniones de las piezas del modelo.
- Se aplican 20 pasos de tiempo para establecer intervalos de carga, y se alcanza una carga de fluencia del material de aproximadamente 38 kN.
- El esfuerzo equivalente máximo obtenido en el modelo de elementos finitos es de 406,98 MPa, localizado en la unión de la brida con las cartelas de la cara de aplicación de la carga.
- Las deformaciones máximas obtenidas en el modelo de elementos finitos y en los ensayos muestran una variación no significativa, validando así el modelo MEF.

Estas conclusiones indican que el análisis de elementos finitos es una herramienta efectiva para predecir el comportamiento estructural de las juntas

apernadas en estructuras de telecomunicaciones tipo monopolo, lo que puede ser valioso para el diseño y la evaluación de su resistencia y rendimiento.

## **2.2. Bases teóricas – científicas**

### **2.2.1. Ingeniería Estructural y Diseño de Estructuras Metálicas**

#### **2.2.1.1. Teorías y Principios Fundamentales en Ingeniería Estructural**

La ingeniería estructural es una disciplina que se basa en una serie de teorías y principios fundamentales para diseñar y analizar estructuras que puedan resistir las cargas y fuerzas a las que estarán sometidas durante su vida útil. Estas teorías y principios proporcionan la base conceptual para comprender el comportamiento de los materiales y la respuesta estructural ante diversas condiciones. A continuación, se describen extensamente algunas de las teorías y principios clave en ingeniería estructural:

**1. Teoría de la Elasticidad:** La teoría de la elasticidad es fundamental para entender cómo los materiales se deforman y recuperan bajo la aplicación de cargas. Se basa en la suposición de que los materiales se comportan elásticamente, es decir, que vuelven a su forma original después de aplicar una carga. Esta teoría es esencial para calcular las deformaciones y tensiones en una estructura, lo que permite prever su comportamiento ante diferentes condiciones de carga.

**2. Principio de Equilibrio:** El principio de equilibrio es una piedra angular en la ingeniería estructural y establece que la suma de las fuerzas y momentos actuando sobre una estructura debe ser igual a cero para que esta permanezca en equilibrio estático. Este principio es esencial para la formulación de las ecuaciones de equilibrio que se

utilizan en el análisis de estructuras y en la determinación de las fuerzas internas en sus componentes.

**3. Teoría de la Resistencia de Materiales:** Esta teoría se centra en el estudio de cómo los materiales resisten las fuerzas y las deformaciones. Proporciona herramientas para calcular la capacidad de carga y la seguridad estructural de los elementos constructivos, como vigas, columnas y conexiones. La resistencia de materiales es esencial para garantizar que una estructura cumpla con los requisitos de seguridad y capacidad de carga.

**4. Teoría de Placas y Vigas:** La ingeniería estructural aborda estructuras complejas descomponiéndolas en elementos más simples como placas y vigas. La teoría de placas y vigas se utiliza para analizar y diseñar estos elementos, considerando sus propiedades geométricas y materiales. Este enfoque simplificado facilita el análisis de estructuras más complejas mediante la aplicación de principios matemáticos y físicos.

**5. Principio de Superposición:** El principio de superposición es crucial para analizar estructuras sometidas a cargas múltiples o complejas. Establece que los efectos de cargas individuales pueden sumarse algebraicamente para determinar la respuesta total de la estructura. Este principio facilita el análisis y diseño al permitir abordar cada carga por separado y luego combinar los resultados.

**6. Métodos Numéricos y Modelado Estructural:** Con los avances en la tecnología, la ingeniería estructural ha incorporado métodos numéricos y modelado estructural computacional. Estos métodos, como el Método de Elementos Finitos, permiten simular el comportamiento de una estructura bajo diversas condiciones, mejorando la precisión en el diseño y análisis estructural.

### **2.2.1.2. Normativas y Estándares Internacionales para Diseño de Estructuras Metálicas**

El diseño de estructuras metálicas se rige por normativas y estándares internacionales que buscan garantizar la seguridad, durabilidad y eficiencia de las construcciones. Estas normativas establecen pautas detalladas para la selección de materiales, métodos de diseño, cálculos estructurales y consideraciones sísmicas, entre otros aspectos clave. A continuación, se describe extensamente la importancia y características de las normativas y estándares internacionales en el diseño de estructuras metálicas:

**1. Importancia de las Normativas:** Las normativas y estándares internacionales son esenciales para la ingeniería estructural, ya que proporcionan un marco normativo que guía a los profesionales en el diseño, construcción y mantenimiento de estructuras metálicas. Estas normativas aseguran que las construcciones cumplan con los requisitos mínimos de seguridad, evitando fallas catastróficas y protegiendo la vida humana y la propiedad.

**2. Normativas Internacionales Relevantes:** Dentro del ámbito de las estructuras metálicas, existen normativas internacionales ampliamente reconocidas. Entre ellas se incluyen normas emitidas por organismos como la American Institute of Steel Construction (AISC), la Eurocódigo (EN) utilizada en Europa, y la Australian/New Zealand Standard (AS/NZS), por mencionar algunas. Cada normativa tiene sus propias especificaciones y enfoques, pero comparten el objetivo común de asegurar la calidad y seguridad de las estructuras.

**3. Selección de Materiales y Propiedades Mecánicas:** Las normativas establecen pautas para la selección de materiales metálicos, considerando propiedades mecánicas como resistencia a la tracción,

límite elástico y tenacidad. Además, proporcionan información sobre el tratamiento térmico y las propiedades que deben cumplir los materiales para garantizar un comportamiento adecuado bajo cargas específicas.

**4. Métodos de Diseño y Cálculos Estructurales:** Las normativas definen métodos de diseño que los ingenieros deben seguir para calcular las cargas y dimensiones estructurales. Incluyen criterios para el diseño de elementos como vigas, columnas, conexiones y placas, asegurando que cada componente contribuya a la estabilidad global de la estructura. Los métodos también abordan factores de carga, combinaciones y resistencia estructural.

**5. Consideraciones Sísmicas y Dinámicas:** En regiones sísmicas, las normativas incorporan criterios específicos para el diseño de estructuras metálicas que deben resistir fuerzas sísmicas. Estas consideraciones incluyen la capacidad de deformación de la estructura, la distribución de masa y rigidez, y la evaluación de la respuesta sísmica esperada.

**6. Inspección y Control de Calidad:** Las normativas también abordan la inspección de materiales, procesos de fabricación y control de calidad. Establecen requisitos para la inspección visual, pruebas no destructivas y certificación de productos, asegurando que los elementos metálicos cumplan con los estándares establecidos antes de ser utilizados en una construcción.

**7. Actualización y Adaptación Continua:** Dado que la ingeniería y la tecnología evolucionan, las normativas se actualizan regularmente para incorporar nuevos conocimientos y enfoques. La adaptación continua garantiza que las estructuras diseñadas cumplan con los estándares más recientes, mejorando la seguridad y eficiencia de las construcciones.

### **2.2.1.3. Consideraciones Específicas para Diseño de Columnas Metálicas**

El diseño de columnas metálicas es una parte crucial en la ingeniería estructural, ya que estos elementos son responsables de soportar cargas verticales y contribuir significativamente a la estabilidad y resistencia de una estructura. Aquí se describen extensamente algunas consideraciones específicas que los ingenieros deben tener en cuenta al diseñar columnas metálicas:

**1. Cargas y Combinaciones de Cargas:** La primera consideración es comprender las cargas que actuarán sobre las columnas. Esto incluye cargas verticales, horizontales y momentos flectores. Las normativas y estándares proporcionan pautas para determinar las combinaciones de cargas más críticas, considerando factores como la carga muerta, carga viva, carga de viento y carga sísmica. Estas combinaciones son esenciales para dimensionar adecuadamente las columnas y garantizar su capacidad de carga.

**2. Longitud Efectiva y Factores de Esbeltez:** La longitud efectiva de una columna, que representa la longitud real teniendo en cuenta las restricciones de los apoyos, es un parámetro vital. El concepto de esbeltez, relacionado con la relación entre la longitud efectiva y el radio de giro de la sección transversal, determina la estabilidad de la columna. Considerar factores de esbeltez es crucial para evitar fallas por pandeo lateral, especialmente en columnas largas y delgadas.

**3. Selección del Perfil y Material:** La selección del perfil y el material de la columna es una decisión fundamental. Los ingenieros deben evaluar la capacidad de carga, la resistencia y las características de deformación de diferentes perfiles metálicos. Además, se deben considerar las propiedades mecánicas del material, como la resistencia a la tracción,

límite elástico y módulo de elasticidad, para garantizar un comportamiento estructural óptimo.

**4. Verificación de la Estabilidad Local:** La estabilidad local de una columna, que se refiere a la capacidad de resistir cargas concentradas y momentos flectores en puntos específicos, es esencial. Se deben realizar verificaciones para garantizar que la sección transversal de la columna sea adecuada para resistir las cargas locales sin deformaciones excesivas o pérdida de capacidad de carga.

**5. Conexiones y Detalles Constructivos:** El diseño de las conexiones entre las columnas y otros elementos estructurales es crítico para la integridad global de la estructura. Se deben considerar detalladamente aspectos como la transferencia de carga, la rigidez de las conexiones y la capacidad de resistir cargas laterales. Además, es fundamental especificar detalles constructivos que faciliten la fabricación y montaje de las columnas metálicas.

**6. Evaluación de la Resistencia al Fuego:** Las columnas pueden estar expuestas a condiciones de fuego, por lo que es crucial evaluar su resistencia al fuego. Esto implica seleccionar materiales resistentes al calor y, en algunos casos, aplicar recubrimientos o protección contra incendios para garantizar que las columnas mantengan su integridad estructural durante un período especificado de exposición al fuego.

**7. Consideraciones de Mantenimiento y Durabilidad:** El diseño de columnas metálicas debe tener en cuenta factores de mantenimiento y durabilidad. Esto incluye la protección contra la corrosión, la selección de materiales resistentes a la intemperie y la consideración de la accesibilidad para inspecciones y posibles reparaciones a lo largo del tiempo.

## **2.2.2. Fraccionamiento de Columnas Metálicas en Ingeniería Civil**

### **2.2.2.1. Antecedentes Históricos y Desarrollos Actuales en Fraccionamiento de Elementos Estructurales**

El fraccionamiento de elementos estructurales, como columnas metálicas, es un concepto que ha evolucionado a lo largo de la historia de la ingeniería civil y estructural. Comprender los antecedentes históricos y los desarrollos actuales en esta área es esencial para contextualizar y avanzar en las técnicas y prácticas contemporáneas. A continuación, se describe extensamente este aspecto:

#### **Antecedentes Históricos:**

##### *1. Inicios de la Ingeniería Estructural:*

- En las primeras etapas de la ingeniería estructural, el diseño se basaba en la intuición y la experiencia empírica. Las estructuras eran relativamente simples, y el concepto de fraccionamiento no estaba completamente desarrollado.

##### *2. Desarrollos en la Revolución Industrial:*

- Con la llegada de la Revolución Industrial, se produjo un cambio significativo en la ingeniería estructural. El uso generalizado de materiales como el acero y el hierro permitió la construcción de estructuras más grandes y complejas.

##### *3. Aplicación de Métodos Analíticos:*

- En el siglo XIX, se introdujeron métodos analíticos más rigurosos en la ingeniería estructural. Ingenieros como Gustave Eiffel y Otto Mohr contribuyeron al desarrollo de técnicas de análisis más avanzadas, sentando las bases para futuros enfoques de fraccionamiento.

#### **Desarrollos Actuales:**

##### *1. Avances en Modelado Computacional:*



- Con el advenimiento de la informática, los ingenieros estructurales han adoptado enfoques computacionales, como el Método de Elementos Finitos (FEM), para simular el comportamiento de estructuras complejas. Estos modelos permiten el análisis detallado del fraccionamiento de elementos estructurales.

#### *2. Investigación en Materiales Avanzados:*

- El desarrollo de nuevos materiales, como aleaciones avanzadas y compuestos, ha llevado a explorar enfoques de fraccionamiento que aprovechen las propiedades específicas de estos materiales. Esto ha resultado en diseños más eficientes y livianos.

#### *3. Enfoques Sísmicos y Dinámicos:*

- En regiones sísmicas, el fraccionamiento de elementos estructurales se ha convertido en un área crítica de investigación. Se buscan métodos que permitan que las estructuras se deformen y redistribuyan las fuerzas de manera eficiente durante un evento sísmico, minimizando el daño.

#### *4. Sostenibilidad y Eficiencia Estructural:*

- La creciente conciencia ambiental ha llevado a investigaciones sobre cómo el fraccionamiento de elementos estructurales puede contribuir a la sostenibilidad. Diseños que permiten la reutilización de materiales y la optimización de recursos están en el centro de estos desarrollos.

#### *5. Innovaciones en Conexiones Estructurales:*

- Las conexiones entre elementos estructurales han sido objeto de intensa investigación. Se buscan soluciones que faciliten el

fraccionamiento y el ensamblaje eficiente, garantizando al mismo tiempo la resistencia y estabilidad de la estructura final.

### **Perspectivas Futuras:**

#### *1. Integración de Tecnologías Emergentes:*

- La integración de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y la fabricación aditiva, tiene el potencial de transformar aún más la forma en que se aborda el fraccionamiento de elementos estructurales.

#### *2. Enfoques Multidisciplinarios:*

- Se espera que futuras investigaciones adopten enfoques multidisciplinarios, colaborando con campos como la arquitectura, la sismología y la ciencia de los materiales para desarrollar soluciones integrales y eficientes.

### **2.2.2.2. Métodos y Técnicas para Fraccionamiento de Columnas Metálicas**

El fraccionamiento de columnas metálicas es un proceso crucial en la ingeniería estructural que busca mejorar la eficiencia y la seguridad en el transporte, montaje y construcción de estructuras. A continuación, se describe extensamente algunos de los métodos y técnicas empleados en el fraccionamiento de columnas metálicas:

#### **1. Fraccionamiento Longitudinal:**

- *Descripción:* Este método implica dividir la columna a lo largo de su eje principal, creando segmentos más cortos.
- *Técnica:* El corte longitudinal se puede realizar mediante sierras, láseres u otras herramientas de corte de alta precisión.

- *Ventajas:* Facilita el transporte y montaje de segmentos más cortos. Permite el uso de equipos y maquinaria estándar.

## **2. Fraccionamiento Transversal:**

- *Descripción:* Consiste en dividir la columna perpendicular a su eje principal, creando secciones más pequeñas en la dirección horizontal.
- *Técnica:* Puede lograrse mediante técnicas de corte o mediante el uso de conexiones desmontables en la sección transversal.
- *Ventajas:* Facilita la manipulación y el transporte de secciones más pequeñas, especialmente en espacios confinados.

## **3. Uso de Conexiones Desmontables:**

- *Descripción:* En lugar de cortar la columna, se emplean conexiones desmontables en puntos estratégicos para permitir la separación de la estructura.
- *Técnica:* Se utilizan pernos, conectores deslizantes u otros dispositivos que pueden unir y separar las secciones de la columna.
- *Ventajas:* Permite un fraccionamiento temporal y reversible, facilitando el transporte y el montaje.

## **4. Tecnologías de Corte Avanzadas:**

- *Descripción:* Se utilizan tecnologías de corte avanzadas, como el corte por láser o chorro de agua, para realizar cortes precisos y limpios en la columna.
- *Técnica:* La tecnología de corte se controla mediante software para garantizar precisión en la forma y dimensiones de las secciones resultantes.

- *Ventajas:* Proporciona cortes de alta calidad, minimizando la necesidad de trabajos de acabado. Es especialmente útil en el fraccionamiento de columnas con formas complejas.

#### **5. Técnicas de Fraccionamiento Controlado:**

- *Descripción:* Se aplican técnicas que controlan cuidadosamente el proceso de fraccionamiento para minimizar el impacto en la integridad estructural.
- *Técnica:* Se pueden utilizar sistemas de monitorización, simulaciones computacionales y procedimientos detallados para garantizar que el fraccionamiento se realice de manera controlada.
- *Ventajas:* Minimiza el riesgo de daño estructural durante el proceso de fraccionamiento.

#### **6. Consideraciones de Reforzamiento Estructural:**

- *Descripción:* Antes o después del fraccionamiento, se pueden implementar técnicas de reforzamiento estructural para garantizar que las secciones mantengan la resistencia y estabilidad requeridas.
- *Técnica:* Se pueden agregar refuerzos como placas adicionales, sistemas de arriostramiento o materiales compuestos.
- *Ventajas:* Asegura que el fraccionamiento no comprometa la capacidad de carga y la estabilidad estructural.

#### **7. Modelado Estructural y Simulaciones:**

- *Descripción:* Se utilizan modelos estructurales y simulaciones computacionales para prever y evaluar el comportamiento de la columna antes y después del fraccionamiento.

- *Técnica:* Software de análisis estructural, como el Método de Elementos Finitos, ayuda a simular el impacto del fraccionamiento en la estructura.
- *Ventajas:* Permite una planificación más precisa y una evaluación detallada del impacto del fraccionamiento en la integridad estructural.

#### **8. Pruebas de Prototipos:**

- *Descripción:* Se realizan pruebas físicas en prototipos de columnas para validar la efectividad de los métodos y técnicas de fraccionamiento.
- *Técnica:* Prototipos a escala real o reducida se someten a cargas y condiciones similares a las reales para evaluar su comportamiento.
- *Ventajas:* Proporciona datos empíricos sobre el rendimiento de las técnicas de fraccionamiento y permite ajustes antes de la implementación a gran escala.

#### **2.2.2.3. Impacto del Fraccionamiento en la Integridad Estructural**

El fraccionamiento de columnas metálicas, si bien es una estrategia valiosa para facilitar el transporte y montaje de estructuras, tiene un impacto directo en la integridad estructural. Entender este impacto es esencial para garantizar que las técnicas de fraccionamiento se implementen de manera segura y eficiente. A continuación, se describe extensamente el impacto del fraccionamiento en la integridad estructural:

##### **1. Pérdida de Resistencia a la Compresión:**

- *Descripción:* La columna, al ser fraccionada, experimenta una reducción en su longitud efectiva y puede perder capacidad de carga en compresión.
- *Impacto:* La resistencia a la compresión puede disminuir, lo que afecta directamente la capacidad de la columna para soportar cargas verticales.

## **2. Cambios en la Rigidez Estructural:**

- *Descripción:* El fraccionamiento puede alterar la rigidez de la columna, ya que la introducción de discontinuidades afecta la respuesta estructural ante cargas.
- *Impacto:* Cambios en la rigidez pueden influir en la estabilidad global de la estructura y en su capacidad para resistir deformaciones bajo carga.

## **3. Riesgo de Inestabilidades Locales:**

- *Descripción:* La introducción de puntos de fraccionamiento puede aumentar el riesgo de inestabilidades locales, como el pandeo lateral, especialmente en columnas delgadas y altas.
- *Impacto:* La inestabilidad local puede comprometer la seguridad de la columna y afectar negativamente la integridad estructural.

## **4. Necesidad de Reforzamiento Adicional:**

- *Descripción:* El proceso de fraccionamiento puede requerir medidas adicionales de reforzamiento para mantener la integridad estructural original.
- *Impacto:* La necesidad de reforzamiento adicional puede implicar costos y complejidades adicionales en el diseño y la implementación.

## **5. Evaluación del Rendimiento Bajo Cargas Dinámicas:**

- *Descripción:* La respuesta de la columna a cargas dinámicas, como las sísmicas, puede ser diferente después del fraccionamiento.
- *Impacto:* Es crucial evaluar el rendimiento de la columna bajo condiciones dinámicas para garantizar que siga cumpliendo con los requisitos de seguridad sísmica.

## **6. Influencia en Condiciones de Carga Lateral:**

- *Descripción:* El fraccionamiento puede afectar la capacidad de la columna para resistir cargas laterales, como las generadas por el viento.
- *Impacto:* Se debe considerar cuidadosamente el impacto en la estabilidad lateral y la posible necesidad de sistemas adicionales de arriostramiento.

## **7. Evaluación de Condiciones de Fallo Potenciales:**

- *Descripción:* Se deben identificar y evaluar posibles modos de fallo asociados con el proceso de fraccionamiento.
- *Impacto:* Comprender las condiciones de fallo potenciales permite implementar medidas de mitigación y asegurar la integridad estructural durante y después del fraccionamiento.

## **8. Estudio de la Interacción con Elementos Adyacentes:**

- *Descripción:* El fraccionamiento puede influir en la interacción con elementos estructurales adyacentes, como vigas y conexiones.

- *Impacto:* Evaluar la interacción garantiza que el fraccionamiento no genere efectos negativos en otros componentes de la estructura.

#### **9. Evaluación de la Durabilidad a Largo Plazo:**

- *Descripción:* Se debe considerar la posible afectación de la durabilidad de la columna debido al fraccionamiento, especialmente en condiciones ambientales adversas.
- *Impacto:* La evaluación a largo plazo ayuda a prever cambios en la integridad estructural a lo largo de la vida útil de la construcción.

#### **10. Consideraciones Normativas y Certificaciones:**

- *Descripción:* Cumplir con normativas y certificaciones estructurales es esencial para garantizar la integridad y seguridad de la estructura después del fraccionamiento.
- *Impacto:* El no cumplimiento puede tener consecuencias legales y comprometer la integridad estructural de la construcción.

### **2.2.3. Logística y Economía en la Construcción de Infraestructuras**

#### **2.2.3.1. Optimización de Procesos Logísticos en Proyectos de Ingeniería**

La optimización de procesos logísticos en proyectos de ingeniería desempeña un papel fundamental para garantizar la eficiencia, la puntualidad y la rentabilidad en todas las etapas de un proyecto. Desde el suministro de materiales hasta la entrega final de la obra, la gestión logística impacta directamente en la calidad y el éxito general del proyecto. A continuación, se describe extensamente la optimización de procesos logísticos en proyectos de ingeniería:



### **1. Planificación Estratégica:**

- *Descripción:* La optimización comienza con una planificación estratégica que identifica y analiza todas las actividades logísticas desde el inicio hasta la conclusión del proyecto.
- *Enfoque:* Se deben considerar factores como la adquisición de materiales, el transporte, el almacenamiento, la distribución y la gestión de residuos.

### **2. Gestión de Inventarios:**

- *Descripción:* Mantener un inventario adecuado y gestionar eficientemente la cadena de suministro es esencial para evitar retrasos y garantizar la disponibilidad oportuna de materiales.
- *Enfoque:* Utilizar sistemas de gestión de inventarios que permitan un seguimiento en tiempo real, minimizando excesos o insuficiencias de existencias.

### **3. Selección de Proveedores y Contratistas:**

- *Descripción:* La elección de proveedores y contratistas confiables y eficientes es clave para asegurar la calidad y la puntualidad en la entrega de materiales y servicios.
- *Enfoque:* Seleccionar proveedores basándose en criterios como la reputación, la capacidad de entrega, la calidad de los productos y la experiencia en proyectos similares.

### **4. Rutas y Modos de Transporte:**

- *Descripción:* La planificación de rutas y la selección adecuada de modos de transporte influyen directamente en la eficiencia y los costos logísticos.

- *Enfoque:* Utilizar sistemas de optimización de rutas, considerar el transporte multimodal y evaluar la sostenibilidad de las opciones de transporte.

#### **5. Almacenamiento Eficiente:**

- *Descripción:* La gestión eficiente del almacenamiento minimiza los costos de almacenaje y facilita el acceso rápido a los materiales cuando se necesitan.
- *Enfoque:* Implementar sistemas de almacenamiento eficientes, utilizar tecnologías de automatización y aplicar principios de organización para reducir tiempos de búsqueda y pérdidas.

#### **6. Gestión de Residuos y Reciclaje:**

- *Descripción:* La correcta gestión de residuos no solo es una responsabilidad ambiental, sino también una oportunidad para optimizar los costos y cumplir con regulaciones.
- *Enfoque:* Establecer protocolos para la clasificación y reciclaje de residuos, buscando formas de reutilizar materiales siempre que sea posible.

#### **7. Tecnología y Automatización:**

- *Descripción:* La incorporación de tecnología y sistemas automatizados agiliza procesos logísticos y reduce la posibilidad de errores humanos.
- *Enfoque:* Implementar software de gestión logística, sistemas de seguimiento en tiempo real y tecnologías como el Internet de las cosas (IoT) para mejorar la visibilidad y la eficiencia.

#### **8. Colaboración y Comunicación:**

- *Descripción:* La comunicación efectiva entre todos los actores involucrados en la cadena logística es esencial para evitar malentendidos y retrasos.
- *Enfoque:* Utilizar plataformas de colaboración en línea, establecer canales de comunicación claros y fomentar la cooperación entre proveedores, contratistas y equipos internos.

#### **9. Análisis de Desempeño y Mejora Continua:**

- *Descripción:* La evaluación regular del desempeño logístico y la implementación de mejoras continuas son esenciales para adaptarse a cambios y optimizar procesos.
- *Enfoque:* Realizar análisis de KPIs (indicadores clave de rendimiento), recopilar retroalimentación del equipo y los stakeholders, e implementar ajustes según sea necesario.

#### **10. Cumplimiento Normativo y Regulatorio:**

- *Descripción:* Cumplir con normativas y regulaciones en materia logística es esencial para evitar sanciones y garantizar la seguridad y la sostenibilidad del proyecto.
- *Enfoque:* Mantenerse actualizado sobre regulaciones locales e internacionales, y establecer prácticas que cumplan con estándares de calidad y seguridad.

La optimización de procesos logísticos no solo se traduce en eficiencia operativa, sino que también contribuye significativamente a la satisfacción del cliente, la rentabilidad del proyecto y el cumplimiento exitoso de los plazos establecidos. La implementación de estrategias logísticas efectivas se convierte así en un pilar esencial para el éxito global de proyectos de ingeniería.

### **2.2.3.2. Análisis Económico del Transporte y Montaje de Estructuras Metálicas**

El análisis económico del transporte y montaje de estructuras metálicas es una fase crítica en proyectos de ingeniería, ya que impacta directamente en los costos totales, la rentabilidad y la viabilidad financiera del proyecto. Este análisis implica evaluar y optimizar los gastos asociados con la adquisición, transporte y ensamblaje de las estructuras metálicas. A continuación, se describen extensamente los aspectos clave del análisis económico en este contexto:

#### **1. Costos de Adquisición de Materiales:**

- *Descripción:* Comprende los gastos asociados con la compra de los materiales necesarios para la construcción, incluyendo el acero y otros componentes metálicos.
- *Enfoque:* Buscar proveedores competitivos, negociar precios y considerar la calidad de los materiales en relación con su costo.

#### **2. Costos de Transporte:**

- *Descripción:* Incluye los costos relacionados con el traslado de los materiales desde el lugar de fabricación hasta el sitio de construcción.
- *Enfoque:* Evaluar diferentes opciones de transporte, considerar la distancia y la complejidad logística, y buscar eficiencias para minimizar los costos.

#### **3. Logística de Montaje:**

- *Descripción:* Implica los gastos asociados con la planificación y ejecución del montaje de las estructuras metálicas en el sitio de construcción.

- *Enfoque:* Optimizar la secuencia de montaje, utilizar equipos y maquinaria eficientes, y minimizar el tiempo de montaje para reducir costos laborales.

#### **4. Costos Laborales:**

- *Descripción:* Incluye salarios y beneficios para el personal involucrado en el transporte y montaje, desde operadores de maquinaria hasta técnicos y supervisores.
- *Enfoque:* Optimizar la productividad, garantizar la capacitación adecuada y considerar la eficiencia en la asignación de tareas para controlar los costos laborales.

#### **5. Eficiencia en el Uso de Equipos:**

- *Descripción:* Evalúa la eficiencia en la utilización de equipos, maquinaria y herramientas durante el proceso de montaje.
- *Enfoque:* Mantener un mantenimiento adecuado de equipos, programar su uso de manera eficiente y considerar la rentabilidad en la inversión de equipos especializados.

#### **6. Evaluación de Riesgos y Contingencias:**

- *Descripción:* Involucra la identificación y evaluación de posibles riesgos económicos, como retrasos imprevistos, cambios en los costos de materiales o condiciones climáticas adversas.
- *Enfoque:* Asignar fondos para contingencias, realizar análisis de riesgos y tomar medidas preventivas para mitigar posibles impactos económicos negativos.

#### **7. Análisis de Rentabilidad a Corto y Largo Plazo:**

- *Descripción:* Considera tanto los beneficios económicos inmediatos como aquellos a lo largo de la vida útil del proyecto.

- *Enfoque:* Calcular el retorno de la inversión (ROI), evaluar los costos de ciclo de vida y considerar el valor presente neto (VPN) para determinar la rentabilidad general del proyecto.

#### **8. Impacto de Innovaciones Tecnológicas:**

- *Descripción:* Analiza cómo la adopción de nuevas tecnologías o métodos innovadores puede influir en la eficiencia y los costos.
- *Enfoque:* Evaluar la viabilidad económica de implementar nuevas tecnologías, considerando los costos iniciales frente a los beneficios a largo plazo.

#### **9. Evaluación del Cumplimiento Normativo:**

- *Descripción:* Verifica que el proyecto cumple con todas las normativas y regulaciones, evitando sanciones y costos adicionales asociados con incumplimientos.
- *Enfoque:* Mantenerse informado sobre regulaciones locales e internacionales, integrar requisitos normativos en la planificación y asegurar la conformidad durante todas las etapas del proyecto.

#### **10. Evaluación del Impacto Ambiental y Social:**

- *Descripción:* Analiza los costos asociados con el cumplimiento de requisitos ambientales y sociales, así como los beneficios derivados de prácticas sostenibles.
- *Enfoque:* Considerar los costos y beneficios a largo plazo de prácticas sostenibles, cumplir con regulaciones ambientales y socialmente responsables.

### **2.2.3.3. Factores Determinantes en la Toma de Decisiones Logísticas**

La toma de decisiones logísticas en proyectos de ingeniería implica evaluar una serie de factores interrelacionados para asegurar la eficiencia y el éxito del proceso logístico. Estos factores determinantes desempeñan un papel crucial en la planificación y ejecución de actividades logísticas. A continuación, se describe extensamente algunos de los factores más relevantes:

#### **1. Distancia y Ubicación Geográfica:**

- *Descripción:* La distancia entre el lugar de fabricación de los materiales y el sitio de construcción impacta directamente en los costos y la duración del transporte.
- *Consideraciones:* Evaluar la proximidad de proveedores, opciones de transporte y costos asociados con la distancia.

#### **2. Volumen y Peso de los Materiales:**

- *Descripción:* El tamaño y peso de los materiales influyen en la elección del modo de transporte, los costos asociados y los requisitos logísticos.
- *Consideraciones:* Seleccionar transportistas y equipos adecuados para manejar las características físicas de los materiales.

#### **3. Tiempo de Entrega y Plazos del Proyecto:**

- *Descripción:* La urgencia de los plazos de entrega afecta las decisiones logísticas, especialmente en proyectos con cronogramas ajustados.

- *Consideraciones:* Seleccionar modos de transporte más rápidos, planificar rutas eficientes y coordinar las entregas para cumplir con los plazos.

#### **4. Costos Logísticos:**

- *Descripción:* Los costos asociados con el transporte, almacenamiento y gestión logística influyen directamente en la rentabilidad del proyecto.
- *Consideraciones:* Optimizar rutas, utilizar transporte eficiente y negociar tarifas competitivas con proveedores logísticos.

#### **5. Condiciones Climáticas y Ambientales:**

- *Descripción:* Las condiciones climáticas pueden afectar la eficiencia del transporte y montaje, así como la durabilidad de los materiales.
- *Consideraciones:* Programar actividades logísticas teniendo en cuenta condiciones climáticas favorables, implementar medidas de protección y considerar prácticas sostenibles.

#### **6. Capacidad de Almacenamiento:**

- *Descripción:* La disponibilidad y capacidad de los almacenes influyen en las decisiones logísticas, especialmente en la gestión de inventarios.
- *Consideraciones:* Evaluar la necesidad de almacenamiento temporal, optimizar la distribución en el sitio y utilizar sistemas de gestión de inventarios eficientes.

#### **7. Infraestructura de Transporte:**



- *Descripción:* La calidad de la infraestructura de transporte, como carreteras, puertos y ferrocarriles, impacta en la eficiencia y la velocidad del movimiento de materiales.
- *Consideraciones:* Seleccionar rutas basadas en la infraestructura disponible, evaluar la capacidad de carga de las vías y considerar la congestión del tráfico.

#### **8. Regulaciones Aduaneras y Normativas:**

- *Descripción:* Las regulaciones aduaneras y las normativas locales e internacionales afectan los procesos de importación y exportación.
- *Consideraciones:* Cumplir con requisitos aduaneros, documentación necesaria y regulaciones de seguridad, y considerar posibles retrasos asociados.

#### **9. Flexibilidad y Adaptabilidad:**

- *Descripción:* La capacidad de adaptarse a cambios inesperados y ajustar planes logísticos según sea necesario es esencial para superar imprevistos.
- *Consideraciones:* Incorporar planes de contingencia, mantener una comunicación efectiva y tener flexibilidad en la gestión de la cadena de suministro.

#### **10. Sostenibilidad y Responsabilidad Social:**

- *Descripción:* La consideración de prácticas sostenibles y socialmente responsables es cada vez más relevante en la toma de decisiones logísticas.

- *Consideraciones:* Evaluar opciones de transporte sostenibles, minimizar residuos, cumplir con estándares ambientales y contribuir al desarrollo local.

#### **11. Tecnología y Sistemas de Información:**

- *Descripción:* La incorporación de tecnología, como sistemas de información y software de gestión logística, mejora la visibilidad y la eficiencia en la toma de decisiones.
- *Consideraciones:* Implementar tecnologías que permitan el seguimiento en tiempo real, la planificación eficiente y el intercambio de información entre los actores involucrados.

#### **12. Evaluación de Riesgos y Seguridad:**

- *Descripción:* Identificar y mitigar riesgos logísticos, incluyendo posibles daños a los materiales durante el transporte.
- *Consideraciones:* Realizar análisis de riesgos, implementar medidas de seguridad y asegurar la integridad de los materiales durante todas las etapas logísticas.

### **2.2.4. Seguridad en la Ingeniería Estructural y Procesos de Construcción**

#### **2.2.4.1. Protocolos de Seguridad en Proyectos de Construcción**

Los protocolos de seguridad en proyectos de construcción son elementos fundamentales para preservar la integridad física de los trabajadores, mitigar riesgos y garantizar el cumplimiento de normativas y regulaciones. Estos protocolos abarcan una variedad de aspectos relacionados con la prevención de accidentes y la gestión de situaciones de emergencia. A continuación, se describe extensamente los protocolos de seguridad en proyectos de construcción:

##### **1. Evaluación de Riesgos:**

- *Descripción:* Antes de iniciar cualquier actividad, se realiza una evaluación exhaustiva de los riesgos potenciales en el sitio de construcción.
- *Enfoque:* Identificar peligros, evaluar su probabilidad de ocurrencia y determinar las medidas de control necesarias para mitigar los riesgos.

## **2. Planificación de Emergencias:**

- *Descripción:* Se desarrolla un plan detallado para manejar situaciones de emergencia, como incendios, accidentes graves o evacuaciones.
- *Enfoque:* Designar rutas de evacuación, establecer puntos de encuentro, y proporcionar capacitación regular sobre procedimientos de emergencia.

## **3. Equipamiento de Protección Personal (EPP):**

- *Descripción:* Se establece la obligatoriedad del uso de EPP, como cascos, guantes, gafas de seguridad y calzado de protección, según la naturaleza de la tarea.
- *Enfoque:* Proporcionar EPP adecuado, realizar capacitación sobre su uso correcto y realizar inspecciones regulares.

## **4. Formación y Capacitación:**

- *Descripción:* Se brinda formación continua sobre procedimientos de seguridad, prácticas laborales seguras y el uso adecuado de equipos.
- *Enfoque:* Impartir programas de capacitación regulares, tanto para nuevos empleados como para aquellos que ya trabajan en el sitio, y realizar actualizaciones según sea necesario.

## **5. Control de Acceso:**

- *Descripción:* Limitar el acceso a áreas peligrosas o en construcción a personal autorizado y capacitado.
- *Enfoque:* Implementar medidas de control, como vallas, señalización y controles de acceso, para garantizar que solo personas autorizadas ingresen a áreas de riesgo.

## **6. Seguridad en Equipos y Maquinaria:**

- *Descripción:* Establecer protocolos para la inspección, mantenimiento y uso seguro de maquinaria y equipos de construcción.
- *Enfoque:* Realizar inspecciones periódicas, capacitar a operadores, y establecer procedimientos para el encendido y apagado seguro de la maquinaria.

## **7. Prevención de Caídas:**

- *Descripción:* Implementar medidas para prevenir caídas desde alturas, como barandas, redes de seguridad y sistemas de anclaje.
- *Enfoque:* Proporcionar entrenamiento sobre el uso de equipos de protección contra caídas, como arneses, y garantizar la instalación adecuada de medidas de seguridad.

## **8. Control de Sustancias Peligrosas:**

- *Descripción:* En proyectos que involucran sustancias peligrosas, se establecen protocolos para el manejo seguro, almacenamiento y eliminación de estos materiales.

- *Enfoque:* Cumplir con las regulaciones ambientales y de seguridad, proporcionar capacitación sobre el manejo seguro y utilizar equipos de protección adecuados.

#### **9. Señalización y Comunicación:**

- *Descripción:* Se implementa una señalización clara y efectiva para indicar peligros, rutas de evacuación y áreas restringidas.
- *Enfoque:* Utilizar colores y símbolos estandarizados, proporcionar carteles informativos y establecer procedimientos de comunicación claros en el sitio.

#### **10. Inspecciones y Auditorías de Seguridad:**

- *Descripción:* Se realizan inspecciones regulares del sitio y auditorías de seguridad para identificar posibles incumplimientos y áreas de mejora.
- *Enfoque:* Establecer programas de inspección, involucrar a equipos de seguridad y realizar auditorías periódicas para evaluar el cumplimiento de protocolos.

#### **11. Gestión de Residuos y Materiales Peligrosos:**

- *Descripción:* Se establecen procedimientos para la correcta gestión de residuos y materiales peligrosos generados durante la construcción.
- *Enfoque:* Implementar sistemas de clasificación y eliminación de residuos, garantizar la separación adecuada y cumplir con regulaciones ambientales.

## **12. Coordinación con Entidades Reguladoras:**

- *Descripción:* Mantener una comunicación constante con entidades reguladoras y asegurar el cumplimiento de todas las normativas y requisitos legales.
- *Enfoque:* Establecer contactos regulares, participar en auditorías externas y mantener documentación actualizada para demostrar el cumplimiento.

### **2.2.4.2. Riesgos Asociados al Fraccionamiento y Montaje de Estructuras Metálicas**

El fraccionamiento y montaje de estructuras metálicas en proyectos de construcción presentan una serie de riesgos inherentes que deben ser cuidadosamente identificados, evaluados y mitigados. La gestión efectiva de estos riesgos es esencial para garantizar la seguridad de los trabajadores, la integridad de las estructuras y el éxito general del proyecto. A continuación, se describen extensamente algunos de los riesgos asociados al fraccionamiento y montaje de estructuras metálicas:

#### **1. Riesgos de Seguridad Personal:**

- *Descripción:* Incluye lesiones personales como caídas desde alturas, golpes por objetos, atrapamientos y cortaduras durante el proceso de fraccionamiento y montaje.
- *Mitigación:* Implementar medidas de protección personal, proporcionar EPP adecuado, y capacitar a los trabajadores en prácticas seguras.

#### **2. Errores en el Diseño de Bridas:**

- *Descripción:* Posibles fallas en el diseño de las bridas podrían comprometer la integridad de las columnas fraccionadas.

- *Mitigación:* Realizar análisis estructurales exhaustivos, garantizar la conformidad con normativas y estándares, y someter los diseños a revisiones por ingenieros especializados.

### **3. Fallas en el Fraccionamiento:**

- *Descripción:* El proceso de fraccionamiento puede resultar en cortes incorrectos, deformaciones no deseadas o daños estructurales.
- *Mitigación:* Utilizar técnicas y herramientas de fraccionamiento apropiadas, seguir procedimientos específicos, y realizar inspecciones detalladas antes y después del fraccionamiento.

### **4. Problemas en la Logística de Transporte:**

- *Descripción:* Incluye daños durante el transporte de las estructuras metálicas, retrasos logísticos y problemas de coordinación en la entrega.
- *Mitigación:* Planificar rutas eficientes, asegurar un embalaje adecuado, coordinar con transportistas confiables y tener planes de contingencia para posibles retrasos.

### **5. Condiciones Climáticas Adversas:**

- *Descripción:* Las condiciones climáticas, como vientos fuertes, lluvias intensas o temperaturas extremas, pueden afectar la seguridad durante el montaje.
- *Mitigación:* Monitorear las condiciones climáticas, ajustar el cronograma según sea necesario y proporcionar equipos de protección adecuados para condiciones climáticas adversas.

### **6. Problemas en la Interconexión de Componentes:**

- *Descripción:* Las dificultades en la conexión y ensamblaje de componentes pueden resultar en debilidades estructurales.
- *Mitigación:* Asegurar una alineación precisa, utilizar herramientas y equipos adecuados, y realizar pruebas de calidad durante el ensamblaje.

#### **7. Desviaciones en las Especificaciones del Diseño:**

- *Descripción:* Posibles variaciones en las especificaciones de diseño pueden comprometer la integridad estructural.
- *Mitigación:* Realizar inspecciones regulares, comunicarse de manera efectiva con el equipo de diseño y garantizar la conformidad con las especificaciones.

#### **8. Fallos en las Conexiones y Soldaduras:**

- *Descripción:* Problemas en las conexiones y soldaduras pueden dar lugar a puntos de debilidad en la estructura.
- *Mitigación:* Implementar procedimientos de soldadura y conexión específicos, realizar pruebas de calidad y contar con la certificación de soldadores.

#### **9. Riesgos Ergonómicos:**

- *Descripción:* Tareas repetitivas, levantamiento manual de cargas pesadas y posturas incómodas durante el montaje pueden causar lesiones ergonómicas.
- *Mitigación:* Proporcionar equipos de elevación mecánicos, capacitar en prácticas ergonómicas y rotar tareas para evitar la fatiga.



## **10. Cumplimiento Normativo:**

- *Descripción:* Incumplir normativas y regulaciones puede resultar en sanciones legales y riesgos para la seguridad.
- *Mitigación:* Mantenerse informado sobre normativas locales e internacionales, seguir estándares de la industria y realizar auditorías de cumplimiento.

## **11. Inestabilidades en Estructuras Fraccionadas:**

- *Descripción:* La introducción de puntos de fraccionamiento puede aumentar el riesgo de inestabilidades locales o globales en la estructura.
- *Mitigación:* Realizar análisis estructurales detallados, considerar refuerzos adicionales según sea necesario y cumplir con normativas de seguridad.

## **12. Problemas en la Coordinación del Personal:**

- *Descripción:* La falta de coordinación entre equipos de trabajo puede resultar en accidentes, retrasos y errores en el montaje.
- *Mitigación:* Establecer canales de comunicación claros, coordinar actividades entre equipos, y realizar reuniones de seguridad regulares.

La gestión efectiva de estos riesgos requiere un enfoque integral que abarque desde la fase de diseño hasta la ejecución del proyecto. La aplicación de medidas preventivas y la capacitación constante son elementos esenciales para minimizar la probabilidad de incidentes y asegurar la seguridad y calidad del proyecto.

### **2.2.4.3. Implementación de Medidas Preventivas y Correctivas**

La implementación de medidas preventivas y correctivas es una parte integral de la gestión de riesgos en proyectos de fraccionamiento y montaje de estructuras metálicas. Estas medidas están diseñadas para anticipar posibles problemas, mitigar riesgos identificados y corregir cualquier desviación que pueda surgir durante el proceso. A continuación, se describe extensamente la implementación de estas medidas para garantizar la seguridad y el éxito del proyecto:

#### **1. Evaluación y Análisis de Riesgos:**

- *Preventivas:* Antes de comenzar el proyecto, se lleva a cabo una evaluación detallada de riesgos para identificar posibles peligros y desarrollar estrategias de mitigación.
- *Correctivas:* Si durante el proyecto se identifican nuevos riesgos o se producen desviaciones significativas, se realiza un análisis adicional para determinar medidas correctivas específicas.

#### **2. Diseño Robusto y Conformidad Normativa:**

- *Preventivas:* Garantizar que el diseño de las bridas y las estructuras metálicas cumpla con estándares y normativas aplicables desde la fase inicial del proyecto.
- *Correctivas:* En caso de desviaciones en el diseño o problemas de conformidad, realizar modificaciones según sea necesario y asegurar la aprobación de ingenieros estructurales.

#### **3. Planificación Detallada del Proyecto:**

- *Preventivas:* Desarrollar un plan de proyecto detallado que abarque desde la adquisición de materiales hasta el montaje final, considerando los riesgos potenciales.

- *Correctivas:* Ajustar el plan según sea necesario para abordar problemas emergentes, cambios en el cronograma o desviaciones inesperadas.

#### **4. Formación y Capacitación Continua:**

- *Preventivas:* Proporcionar formación regular sobre seguridad y procedimientos de trabajo seguros antes de que comience el proyecto.
- *Correctivas:* Ofrecer capacitación adicional en respuesta a incidentes, cambios en los procedimientos o identificación de nuevas áreas de riesgo.

#### **5. Inspecciones y Auditorías Regulares:**

- *Preventivas:* Realizar inspecciones regulares durante todas las fases del proyecto para identificar problemas antes de que se conviertan en riesgos significativos.
- *Correctivas:* Tomar medidas inmediatas en respuesta a los hallazgos de inspecciones, realizar ajustes en los procesos y garantizar que se corrijan las deficiencias identificadas.

#### **6. Implementación de Tecnologías de Seguridad:**

- *Preventivas:* Utilizar tecnologías avanzadas, como sistemas de monitoreo remoto, para prevenir incidentes y mejorar la supervisión.
- *Correctivas:* Adoptar nuevas tecnologías en respuesta a eventos inesperados o para mejorar la seguridad según las lecciones aprendidas durante el proyecto.

## **7. Protocolos de Comunicación Efectivos:**

- *Preventivas:* Establecer canales de comunicación claros y fomentar la comunicación abierta entre todos los miembros del equipo.
- *Correctivas:* Reforzar protocolos de comunicación en respuesta a malentendidos, cambios en el alcance del proyecto o situaciones de emergencia.

## **8. Equipos de Protección Personal (EPP):**

- *Preventivas:* Proporcionar EPP adecuado desde el inicio del proyecto y garantizar su uso en todo momento.
- *Correctivas:* Reevaluar y ajustar la selección de EPP en respuesta a cambios en las tareas o identificación de nuevos riesgos.

## **9. Procedimientos de Emergencia Claros:**

- *Preventivas:* Desarrollar y comunicar procedimientos de emergencia antes del inicio del proyecto.
- *Correctivas:* Revisar y ajustar los procedimientos de emergencia según sea necesario en respuesta a incidentes o cambios en el entorno de trabajo.

## **10. Evaluación Posterior a Incidentes:**

- *Preventivas:* Establecer un protocolo para llevar a cabo evaluaciones posteriores a incidentes para identificar lecciones aprendidas.
- *Correctivas:* Implementar cambios y mejoras en los procesos en función de las lecciones aprendidas de incidentes anteriores.

## **11. Gestión de Cambios Controlada:**

- *Preventivas:* Establecer un proceso formal para la gestión de cambios en el proyecto.
- *Correctivas:* Evaluar cuidadosamente los impactos de los cambios propuestos y ajustar los planes y procedimientos según sea necesario.

## **12. Reforzamiento de Medidas de Seguridad en Situaciones Adversas:**

- *Preventivas:* Desarrollar planes específicos para situaciones adversas, como condiciones climáticas extremas o cambios en la logística.
- *Correctivas:* Reforzar medidas de seguridad y ajustar planes en respuesta a condiciones inesperadas durante la ejecución del proyecto.

La implementación efectiva de estas medidas preventivas y correctivas requiere un enfoque proactivo y una gestión diligente de riesgos a lo largo de todas las fases del proyecto. La adaptabilidad y la capacidad para aprender de los incidentes son clave para mejorar continuamente la seguridad y el rendimiento del proyecto.

### **2.2.5. Normativas y Regulaciones en Ingeniería Estructural – Contexto Pasco y Perú**

#### **2.2.5.1. Marco Legal en Ingeniería Estructural en Perú**

El marco legal en ingeniería estructural en Perú establece las normativas, regulaciones y estándares que rigen el diseño, construcción y mantenimiento de estructuras en el país. Estas disposiciones legales buscan garantizar la seguridad, la calidad y la sostenibilidad de las

construcciones, protegiendo la vida de las personas y preservando el entorno. A continuación, se describe extensamente el marco legal relevante en este ámbito en Perú:

#### **1. Leyes y Reglamentos Generales:**

- *Descripción:* La legislación nacional proporciona el marco general para la ingeniería estructural en Perú. La Ley de Reglamentación de la Ingeniería, Arquitectura y Afines establece los requisitos legales para el ejercicio de estas profesiones.
- *Enfoque:* Asegurar que los profesionales de la ingeniería estructural cumplan con los requisitos legales y estén debidamente registrados para ejercer su labor.

#### **2. Normas Técnicas Peruanas (NTP):**

- *Descripción:* Las Normas Técnicas Peruanas son documentos técnicos que establecen los requisitos mínimos de calidad y seguridad para diversos aspectos de la ingeniería, incluyendo estructuras.
- *Enfoque:* Cumplir con las NTP relevantes en el diseño, construcción y evaluación de estructuras, asegurando la conformidad con estándares reconocidos.

#### **3. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE):**

- *Descripción:* El RNE establece las normas y procedimientos técnicos para el diseño y construcción de edificaciones en Perú.
- *Enfoque:* Asegurar que los proyectos de ingeniería estructural cumplan con los requisitos del RNE, abordando aspectos como resistencia sísmica, capacidad de carga y seguridad estructural.

#### **4. D.S. 008-2019-VIVIENDA:**

- *Descripción:* Este Decreto Supremo aprueba el Reglamento de Seguridad Estructural de Edificaciones en Zonas Sísmicas.
- *Enfoque:* Garantizar el cumplimiento de las disposiciones de este reglamento para mitigar riesgos sísmicos y proteger la seguridad de las personas y las edificaciones.

**5. Ley N° 29090 - Ley de Regulación de Habilitaciones Urbanas y de Edificaciones:**

- *Descripción:* Esta ley regula las habilitaciones urbanas y edificaciones, estableciendo los procedimientos para obtener permisos de construcción.
- *Enfoque:* Cumplir con los requisitos de la Ley N° 29090 para obtener las autorizaciones necesarias antes de iniciar cualquier proyecto de construcción.

**6. Normas Internacionales:**

- *Descripción:* Aunque no son leyes peruanas, muchas normas internacionales, como las establecidas por la American Society of Civil Engineers (ASCE) o la International Building Code (IBC), pueden ser referencias importantes en la ingeniería estructural en Perú.
- *Enfoque:* Considerar normas internacionales relevantes para mejorar la calidad y la seguridad de las estructuras, especialmente en proyectos de envergadura.

**7. Responsabilidad Profesional:**

- *Descripción:* La legislación peruana establece la responsabilidad legal de los profesionales de la ingeniería por los proyectos que firman y supervisan.

- *Enfoque:* Cumplir con altos estándares éticos y profesionales, asumiendo la responsabilidad adecuada por la seguridad y la calidad de las estructuras diseñadas.

#### **8. Resoluciones Ministeriales y Directivas Técnicas:**

- *Descripción:* Estas disposiciones complementan y detallan aspectos específicos de la legislación y normativas en ingeniería estructural. - *Enfoque:* Mantenerse actualizado sobre las resoluciones y directivas relevantes para aplicar las mejores prácticas y cumplir con los requisitos específicos.

#### **2.2.5.2. Normativas Nacionales e Internacionales Aplicables al Diseño de Elementos Estructurales**

El diseño de elementos estructurales está sujeto a una serie de normativas nacionales e internacionales que establecen estándares para garantizar la seguridad, la eficiencia y la integridad de las construcciones. Estas normativas abordan aspectos específicos del diseño, materiales, cargas y métodos de análisis. A continuación, se describe extensamente algunas de las normativas más relevantes tanto a nivel nacional como internacional:

##### **Normativas Nacionales:**

#### **1. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE):**

- *Descripción:* El RNE es una normativa peruana que establece los requisitos técnicos y las disposiciones para el diseño y construcción de edificaciones en el país.
- *Enfoque:* El RNE aborda aspectos críticos como la resistencia sísmica, las cargas de diseño, los materiales permitidos y los métodos de análisis estructural.

#### **2. Normas Técnicas Peruanas (NTP):**



- *Descripción:* Las NTP son normas técnicas desarrolladas por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) y establecen requisitos mínimos para diversos aspectos de la ingeniería.
- *Enfoque:* Las NTP específicas para el diseño estructural abordan detalles como la resistencia de materiales, métodos de ensayo y procedimientos de diseño.

### **3. D.S. 008-2019-VIVIENDA:**

- *Descripción:* Este Decreto Supremo aprueba el Reglamento de Seguridad Estructural de Edificaciones en Zonas Sísmicas.
- *Enfoque:* Enfocado en mitigar riesgos sísmicos, este reglamento establece criterios sísmicos, clasificación de suelos y requisitos para la construcción segura en zonas sísmicas.

### **4. Reglamento de Seguridad para Estructuras Metálicas:**

- *Descripción:* Especifica requisitos para el diseño y construcción de estructuras metálicas en Perú.
- *Enfoque:* Se centra en aspectos específicos de las estructuras metálicas, como la resistencia de los materiales, la soldadura y las conexiones, garantizando su seguridad y eficiencia.

### **Normativas Internacionales:**

#### **1. International Building Code (IBC):**

- *Descripción:* El IBC es un conjunto de normas desarrollado por los Estados Unidos y es utilizado como referencia en muchos países. Establece requisitos para el diseño y construcción de edificaciones.

- *Enfoque:* Se centra en aspectos como cargas de diseño, resistencia estructural, seguridad contra incendios y accesibilidad.

## **2. American Concrete Institute (ACI):**

- *Descripción:* El ACI desarrolla normas para el diseño y construcción de estructuras de concreto.
- *Enfoque:* Las normas del ACI abordan aspectos como la resistencia del concreto, el diseño de mezclas, la colocación y curado del concreto, y la durabilidad de las estructuras de concreto.

## **3. American Institute of Steel Construction (AISC):**

- *Descripción:* El AISC establece normas para el diseño, fabricación y construcción de estructuras de acero en los Estados Unidos.
- *Enfoque:* Aborda aspectos específicos del diseño y la construcción con acero, incluyendo la resistencia de los materiales, las conexiones y los procesos de fabricación.

## **4. Eurocódigo:**

- *Descripción:* Los Eurocódigos son una serie de normativas desarrolladas para el diseño estructural en países de la Unión Europea.
- *Enfoque:* Cubren varios aspectos, incluyendo cargas de diseño, resistencia de materiales, diseño sísmico y diseño de estructuras de acero y concreto.

## **5. ASCE 7 (Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures):**

- *Descripción:* Desarrollado por la American Society of Civil Engineers, el ASCE 7 establece cargas mínimas de diseño para edificaciones y otras estructuras.
- *Enfoque:* Aborda aspectos como cargas de viento, nieve, sismo y otras cargas que afectan la estabilidad estructural.

#### **6. ISO (International Organization for Standardization):**

- *Descripción:* La ISO desarrolla normas internacionales para una amplia gama de industrias, incluida la ingeniería estructural.
- *Enfoque:* Ofrece normativas relacionadas con el diseño sísmico, la calidad de materiales y procedimientos de ensayo.

#### **7. British Standards (BS):**

- *Descripción:* Establece normativas en el Reino Unido, y muchas de ellas son referenciadas internacionalmente.
- *Enfoque:* Incluye normas para el diseño de estructuras de acero, concreto, madera y otros materiales.

#### **8. Canadian Standards Association (CSA):**

- *Descripción:* Desarrolla normas para Canadá y aborda aspectos como el diseño estructural, la resistencia de materiales y la construcción.

#### **Consideraciones Finales:**

La aplicación y cumplimiento de estas normativas, tanto nacionales como internacionales, son esenciales para garantizar la seguridad y eficiencia en el diseño de elementos estructurales. Los ingenieros estructurales deben estar al tanto de las actualizaciones y revisiones en estas normativas para asegurar que sus diseños cumplan

con los estándares más recientes y contribuyan a la construcción de estructuras seguras y duraderas.

### **2.2.5.3. Procedimientos de Certificación y Cumplimiento Normativo**

La certificación y el cumplimiento normativo son aspectos fundamentales en la ingeniería estructural, ya que garantizan que las estructuras cumplan con los estándares de seguridad, calidad y rendimiento establecidos por las normativas nacionales e internacionales. Los procedimientos de certificación y cumplimiento normativo involucran una serie de pasos y prácticas que aseguran que los diseños y construcciones cumplen con los requisitos establecidos. A continuación, se describe extensamente este proceso:

#### **1. Evaluación de Normativas Aplicables:**

- *Descripción:* Antes de iniciar un proyecto, los ingenieros estructurales deben realizar una exhaustiva evaluación de las normativas aplicables, tanto a nivel nacional como internacional. Esto incluye el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), normas técnicas peruanas (NTP), reglamentos específicos y estándares internacionales relevantes.
- *Enfoque:* Comprender a fondo las normativas asegura que el diseño y la construcción se realicen de acuerdo con los requisitos legales y técnicos establecidos.

#### **2. Selección de Normativas y Estándares Aplicables:**

- *Descripción:* En función del tipo de estructura y su uso previsto, los ingenieros deben seleccionar las normativas y estándares específicos que se aplicarán al proyecto. Esto puede incluir estándares de diseño sísmico, normas para materiales de construcción, y requisitos de carga, entre otros.

- *Enfoque:* Seleccionar cuidadosamente las normativas adecuadas garantiza que el proyecto cumpla con los estándares específicos de su categoría y función.

### **3. Incorporación de Normativas en el Diseño:**

- *Descripción:* Durante la fase de diseño, las normativas y estándares seleccionados se incorporan en las especificaciones técnicas y cálculos estructurales. Los ingenieros deben asegurarse de que todos los elementos del diseño cumplan con las disposiciones de las normativas aplicables.
- *Enfoque:* Integrar las normativas desde el principio del proceso de diseño asegura que la estructura esté concebida para cumplir con los estándares requeridos.

### **4. Revisión y Aprobación por Entidades Regulatoras:**

- *Descripción:* Antes de la construcción, los planes y documentos de diseño deben someterse a revisión por parte de las entidades reguladoras pertinentes, como el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) en Perú. Estas entidades evalúan si el proyecto cumple con las normativas vigentes.
- *Enfoque:* Obtener la aprobación regulatoria es crucial para asegurar que el proyecto cumpla con los requisitos legales y técnicos antes de avanzar a la fase de construcción.

### **5. Inspecciones Durante la Construcción:**

- *Descripción:* Durante la construcción, se realizan inspecciones periódicas para asegurar que los trabajos se llevan a cabo de acuerdo con los documentos de diseño y las normativas

aplicables. Esto incluye la verificación de materiales, procesos de construcción y la conformidad con los cálculos estructurales.

- *Enfoque:* Las inspecciones garantizan que la construcción se ajuste a los estándares establecidos y que cualquier desviación se aborde de manera oportuna.

#### **6. Certificación de Profesionales Responsables:**

- *Descripción:* Los profesionales de la ingeniería estructural que supervisan el proyecto deben estar certificados y registrados ante las entidades reguladoras. La certificación asegura que estos profesionales cumplan con los requisitos de competencia y ética establecidos por las normativas.
- *Enfoque:* Contar con profesionales certificados garantiza que el diseño y la construcción estén bajo la supervisión de expertos capacitados y calificados.

#### **7. Pruebas y Ensayos de Laboratorio:**

- *Descripción:* Para ciertos proyectos, especialmente aquellos que involucran nuevos materiales o tecnologías, se pueden realizar pruebas y ensayos de laboratorio para verificar el rendimiento y la resistencia de los materiales. Esto asegura que los materiales utilizados cumplan con los estándares de calidad y rendimiento.
- *Enfoque:* Las pruebas de laboratorio proporcionan datos empíricos que respaldan la seguridad y eficiencia del proyecto.

#### **8. Documentación y Registro:**

- *Descripción:* Se debe generar y mantener una documentación detallada de todos los procesos de certificación y cumplimiento normativo. Esto incluye planos aprobados, informes de

inspección, certificados de los profesionales responsables y otros documentos pertinentes.

- *Enfoque:* La documentación completa es esencial para demostrar el cumplimiento normativo y puede ser requerida en auditorías y revisiones futuras.

#### **9. Certificación Final y Entrega:**

- *Descripción:* Después de completar la construcción y realizar todas las pruebas y verificaciones necesarias, se emite una certificación final que confirma que la estructura cumple con las normativas y está lista para su uso previsto.
- *Enfoque:* La certificación final es un respaldo formal del cumplimiento normativo y marca la conclusión exitosa del proyecto.

#### **10. Auditorías de Cumplimiento y Mantenimiento Continuo:**

- *Descripción:* Después de la entrega del proyecto, se pueden llevar a cabo auditorías de cumplimiento periódicas para asegurar que la estructura se mantiene de acuerdo con las normativas a lo largo del tiempo. Esto incluye inspecciones regulares y evaluación de la integridad estructural.
- *Enfoque:* El mantenimiento continuo y las auditorías de cumplimiento aseguran que la estructura siga siendo segura y cumpla con los estándares a lo largo de su vida útil.

#### **Consideraciones Finales:**

Los procedimientos de certificación y cumplimiento normativo son esenciales para garantizar que las estructuras sean seguras, duraderas y cumplan con los estándares establecidos. La colaboración

estrecha con entidades reguladoras, profesionales certificados y la documentación adecuada son elementos clave en este proceso para garantizar el éxito y la integridad de los proyectos de ingeniería estructural.

### 2.3. Definición de términos básicos

1. **Estructura:** En ingeniería y arquitectura, una estructura se refiere a un sistema organizado de elementos diseñados para soportar cargas y mantener su forma y estabilidad.
2. **Carga:** Una carga es una fuerza aplicada a un objeto o estructura. Puede ser una carga estática (sin movimiento) o una carga dinámica (en movimiento).
3. **Deformación:** La deformación se refiere al cambio en la forma o dimensiones de un objeto o estructura bajo la influencia de una carga. Puede manifestarse en términos de elongación, compresión, flexión, torsión, etc.
4. **Resistencia de Materiales:** Es una rama de la ingeniería que estudia cómo los materiales responden a las cargas y cómo se pueden diseñar estructuras para resistir esas cargas de manera segura.
5. **Elementos Finitos:** Es una técnica de análisis numérico que se utiliza para resolver problemas de ingeniería mediante la subdivisión de una estructura en elementos más pequeños para su análisis.
6. **Esfuerzo:** El esfuerzo es la fuerza interna por unidad de área en un material o estructura. Se mide en unidades de presión, como pascales (Pa) o megapascales (MPa).
7. **Deformación Elástica:** Se refiere a la deformación temporal de un material que se recupera cuando se retira la carga. El material vuelve a su forma original.



8. **Deformación Plástica:** Es la deformación permanente de un material después de que se ha excedido su límite elástico. El material no puede volver a su forma original.
9. **Factor de Seguridad:** Es una relación entre la carga máxima que puede soportar una estructura y la carga de diseño. Un factor de seguridad alto indica una mayor seguridad.
10. **Viga:** Es un elemento estructural que resiste principalmente cargas de flexión. Tiene una longitud significativamente mayor que su ancho y grosor.
11. **Cizallamiento:** Es una fuerza que actúa en direcciones opuestas y paralelas entre sí, causando una deformación de corte en un material.
12. **Cartela:** Es una placa de soporte o refuerzo que se utiliza en las juntas de brida apernada para distribuir las cargas de manera uniforme.
13. **Carga Lateral:** Se refiere a una carga aplicada en un plano perpendicular al eje principal de una estructura. Puede ser crítica en estructuras altas expuestas al viento.
14. **Brida Apernada:** Una junta de brida apernada es una conexión en la que dos piezas se unen mediante pernos y bridas, que se utilizan comúnmente en aplicaciones industriales y de construcción.
15. **Modelo de Elementos Finitos (MEF):** Es una representación numérica de una estructura compleja dividida en elementos más pequeños, donde se aplican ecuaciones matemáticas para analizar su comportamiento bajo cargas.

## 2.4. Formulación de hipótesis

### 2.4.1. Hipótesis general

Si se diseña y se utiliza un sistema de bridas estructurales eficiente, entonces se podrá optimizar el transporte y montaje de las estructuras metálicas en la construcción del moderno Terminal Terrestre de Pasco, garantizando la integridad estructural y el cumplimiento de las normativas.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

A continuación, se presentan las hipótesis específicas para cada uno de los problemas planteados:

#### **Hipótesis Específicas:**

1. Para el problema del diseño de bridas efectivas para el fraccionamiento de las columnas metálicas:
  - Si se desarrolla un diseño óptimo de bridas, considerando las consideraciones técnicas y de seguridad necesarias, entonces se logrará el fraccionamiento de las columnas en dos elementos sin comprometer su integridad estructural.
2. Para el problema del impacto logístico y económico de la implementación de las bridas:
  - Si se evalúa detalladamente el impacto logístico y económico de la implementación de las bridas, entonces se podrán tomar decisiones informadas para optimizar el proceso de transporte y montaje de las estructuras metálicas.
3. Para el problema de las consideraciones técnicas y de seguridad en el proceso de fraccionamiento y ensamblaje:
  - Si se establecen procedimientos y protocolos que garanticen la eficiencia y seguridad en el proceso de fraccionamiento de columnas y su posterior ensamblaje, entonces se reducirán los riesgos asociados a la operación.
4. Para el problema del cumplimiento de normativas y regulaciones:
  - Si se asegura el cumplimiento de las normativas y regulaciones vigentes en el ámbito de la ingeniería estructural en Pasco y Perú en el

diseño y uso de las bridas, entonces se evitarán posibles problemas legales y de seguridad.

## 2.5. Identificación de variables

### Variable independiente

Las variables independientes son:

#### **Variables Independientes:**

Son las variables que el investigador manipula o controla para estudiar su efecto en las variables dependientes. En este estudio, las variables independientes pueden incluir:

- **Diseño de bridas:** La forma en que se diseñan las bridas, incluyendo su geometría y características técnicas.
- **Implementación de bridas:** El proceso de implementación de las bridas en el transporte y montaje de las estructuras metálicas.
- **Normativas y regulaciones:** El cumplimiento de las normativas y regulaciones vigentes relacionadas con el diseño y uso de las bridas.

### Variable dependiente

**Variables Dependientes:** Estas son las variables que se ven afectadas o influenciadas por otras variables en la investigación. En este caso, la variable dependiente principal sería:

- **Eficiencia en el transporte y montaje de estructuras metálicas:** Esta variable reflejaría el grado en que el transporte y montaje de las estructuras metálicas en el Terminal Terrestre de Pasco se ha mejorado como resultado de la implementación de las bridas para el fraccionamiento de columnas metálicas.

### Variable interviniente

**Variables Intervinientes:** Estas son variables que pueden influir en la relación entre las variables independientes y dependientes, pero no son el

enfoque principal del estudio. En este caso, las variables intervinientes podrían ser:

- **Características de las columnas metálicas:** La altura y dimensiones de las columnas metálicas pueden influir en la efectividad de las bridas y su transporte.
- **Clima y condiciones ambientales:** Las condiciones climáticas locales pueden afectar el transporte y montaje de las estructuras metálicas.
- **Experiencia y capacitación del personal:** La habilidad y conocimiento del personal involucrado en el proceso de transporte y montaje pueden influir en la eficiencia y seguridad de la implementación de las bridas.

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

A continuación, proporciono un cuadro con la definición operacional de las variables e indicadores relevantes para la investigación sobre la optimización del transporte y montaje de estructuras metálicas en el moderno Terminal Terrestre de Pasco mediante el diseño y sustento estructural de bridas para el fraccionamiento de columnas metálicas:

**Variable Dependiente: Eficiencia en el transporte y montaje de estructuras metálicas**

Indicador	Definición Operacional
<b>Tiempo de transporte</b>	El tiempo, medido en horas, requerido para transportar una columna metálica desde Lima hasta el sitio de construcción en Pasco.
<b>Tiempo de montaje</b>	El tiempo, medido en horas, necesario para ensamblar una columna metálica en el sitio de construcción en Pasco.
<b>Costos de transporte</b>	Los gastos económicos asociados al transporte de columnas metálicas, incluyendo combustible, peajes, mantenimiento de vehículos, etc.
<b>Cumplimiento normativo</b>	El grado en que el diseño y uso de las bridas cumple con las normativas y regulaciones vigentes en Pasco y Perú. Se puede medir en términos de porcentaje de cumplimiento.
<b>Seguridad en el proceso</b>	La seguridad y prevención de riesgos en el proceso de transporte y montaje de las columnas metálicas, evaluada mediante incidentes o accidentes registrados. Se puede medir en términos de tasas de incidentes.

### Variables Independientes:

#### 1. Diseño de bridas

Indicador	Definición Operacional
<b>Geometría de bridas</b>	Las dimensiones y características técnicas de las bridas diseñadas, incluyendo su tamaño, forma, material, etc.
<b>Resistencia estructural</b>	La capacidad de las bridas para soportar cargas y mantener la integridad estructural de las columnas metálicas fraccionadas. Puede medirse en términos de esfuerzos admisibles.

#### 2. Implementación de bridas

Indicador	Definición Operacional
<b>Proceso de instalación</b>	La eficiencia y precisión en el proceso de colocación de las bridas en las columnas metálicas, evaluado mediante el tiempo y recursos necesarios para la instalación.
<b>Desempeño en el transporte</b>	El impacto de la implementación de las bridas en el proceso de transporte de las columnas metálicas, medido por la reducción de restricciones y costos asociados al transporte.

#### 3. Normativas y regulaciones

Indicador	Definición Operacional
<b>Cumplimiento normativo</b>	El grado en que el diseño y uso de las bridas cumple con las normativas y regulaciones específicas relacionadas con la ingeniería estructural y el transporte en Pasco y Perú. Puede medirse mediante una evaluación de conformidad con las regulaciones locales.

Estas definiciones operacionales ayudarán a medir y evaluar las variables e indicadores clave en la investigación, lo que permitirá obtener resultados concretos y objetivos.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se describe en el contexto de la optimización del transporte y montaje de estructuras metálicas en el moderno Terminal Terrestre de Pasco mediante el diseño y sustento estructural de bridas para el fraccionamiento de columnas metálicas es principalmente de carácter **aplicada**. A continuación, se explica por qué se considera como una investigación aplicada:

- **Aplicada:** Esta investigación se centra en la resolución de un problema práctico y específico en el campo de la ingeniería civil y la construcción. El objetivo principal es diseñar un sistema de bridas que pueda aplicarse directamente en la construcción del Terminal Terrestre de Pasco para mejorar el transporte y montaje de las estructuras metálicas. Los resultados de la investigación tendrán una aplicación real en un proyecto concreto.

Además de ser una investigación aplicada, también podría tener elementos de investigación **desarrollo** en la medida en que se busque desarrollar un nuevo sistema de bridas y procedimientos específicos para abordar el problema de transporte y montaje de las columnas metálicas. Esto

implica la creación y validación de soluciones prácticas y técnicas para mejorar la eficiencia y seguridad en el proyecto de construcción.

Es importante destacar que, aunque esta investigación tenga un enfoque aplicado y de desarrollo, también puede involucrar componentes de investigación teórica y revisión de literatura para fundamentar el diseño de las bridas y garantizar que cumplan con las normativas y estándares relevantes.

### 3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación en el contexto de la optimización del transporte y montaje de estructuras metálicas en el moderno Terminal Terrestre de Pasco mediante el diseño y sustento estructural de bridas para el fraccionamiento de columnas metálicas podría ser considerado principalmente de nivel **aplicado**.

El nivel de investigación aplicada se caracteriza por abordar problemas prácticos del mundo real y buscar soluciones concretas para su implementación. En este caso, la investigación se enfoca en diseñar un sistema de bridas específicas y desarrollar procedimientos con el propósito de mejorar el proceso de transporte y montaje de las columnas metálicas en un proyecto de construcción específico, el Terminal Terrestre de Pasco.

Sin embargo, también se pueden identificar elementos de nivel **descriptivo** y **explicativo** dentro de esta investigación:

- **Descriptivo:** La investigación puede implicar la descripción detallada de las limitaciones actuales del transporte, el diseño de bridas y su implementación en el proceso de construcción. Se recopilarán datos y evidencia para describir la situación actual y cómo se mejorará.
- **Explicativo:** En el proceso de diseño de las bridas y su implementación, es posible que se realicen análisis y pruebas para comprender el porqué de ciertas soluciones, cómo afectarán al proceso de transporte y montaje, y qué impacto tendrán en términos de eficiencia y seguridad.

En resumen, aunque el nivel de investigación principal es aplicado, puede haber componentes descriptivos y explicativos en la investigación para comprender y justificar las soluciones propuestas.

### 3.3. Métodos de investigación

El método de investigación que se utilizó en el estudio sobre la optimización del transporte y montaje de estructuras metálicas en el moderno Terminal Terrestre de Pasco mediante el diseño y sustento estructural de bridas para el fraccionamiento de columnas metálicas puede incluir una combinación de los siguientes enfoques:

1. **Método Experimental:** Se llevaron a cabo pruebas y ensayos en condiciones controladas para evaluar el rendimiento de las bridas diseñadas y su efecto en el proceso de transporte y montaje de las columnas metálicas. Estas pruebas pueden incluir pruebas de carga, pruebas de resistencia y pruebas de seguridad.
2. **Método Analítico:** Se utilizaron herramientas de análisis y software de simulación, como el análisis de elementos finitos (FEA) con software como SAP2000 o ANSYS, para evaluar el comportamiento estructural de las bridas y su capacidad para fraccionar las columnas metálicas sin comprometer la integridad estructural.
3. **Método Observacional:** Se realizaron observaciones en el sitio de construcción durante la implementación de las bridas para evaluar su efectividad en condiciones reales. Se registraron datos sobre el tiempo de montaje, costos asociados y cualquier problema o desafío encontrado.
4. **Método Documental:** Se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura técnica relacionada con el diseño de bridas, transporte de estructuras metálicas y normativas aplicables en el campo de la ingeniería civil y estructural. Esto ayudará a fundamentar el diseño y la implementación de las bridas.



5. **Método Cuantitativo y Cualitativo:** Se recopilaron datos cuantitativos, como tiempos, costos y mediciones estructurales, así como datos cualitativos, como la percepción de los trabajadores y contratistas sobre la efectividad de las bridas y la seguridad en el sitio de construcción.

El método de investigación fue multidisciplinario y se adaptó a los diferentes aspectos del estudio, desde el diseño de bridas hasta su implementación en el campo. La combinación de estos enfoques permitirá obtener una comprensión completa de cómo las bridas impactan en la optimización del transporte y montaje de las estructuras metálicas en el Terminal Terrestre de Pasco.

#### 3.4. **Diseño de investigación**

El diseño de investigación para el estudio sobre la optimización del transporte y montaje de estructuras metálicas en el moderno Terminal Terrestre de Pasco mediante el diseño y sustento estructural de bridas para el fraccionamiento de columnas metálicas se describe de la siguiente manera:

**Tipo de Investigación:** El diseño de investigación es principalmente **experimental**, ya que implica la realización de pruebas controladas en condiciones específicas. Además, incorpora elementos **descriptivos** y **explicativos** para comprender la situación actual y justificar las soluciones propuestas.

#### 3.5. **Población y Muestra**

- **Población:** La población objetivo está compuesta por las columnas metálicas que deben ser transportadas y ensambladas en el moderno Terminal Terrestre de Pasco.
- **Muestra:** Se seleccionará un subconjunto representativo de estas columnas para llevar a cabo pruebas experimentales. La muestra incluirá columnas que serán fraccionadas mediante el uso de las bridas diseñadas.

**Recopilación de Datos:**

- Los datos se recopilarán a través de los siguientes métodos:
- Pruebas Experimentales: Se realizarán pruebas de carga y resistencia en las columnas metálicas con y sin el uso de las bridas.
- Observaciones en el Sitio de Construcción: Se registrarán datos sobre el tiempo de montaje y cualquier observación relevante durante la implementación de las bridas en el sitio de construcción.
- Análisis de Documentación Técnica: Se revisará la documentación técnica relacionada con el diseño de las bridas y las columnas metálicas.
- Análisis de Costos: Se recopilarán datos sobre los costos asociados al transporte y montaje de las columnas con y sin el uso de las bridas.

**Métodos de Análisis:**

- Los datos recopilados se analizarán utilizando métodos estadísticos para comparar los resultados de las pruebas experimentales. Se evaluará la eficiencia, la seguridad y los costos asociados al uso de las bridas.

**Instrumentos de Medición:**

- Para las pruebas experimentales, se utilizarán instrumentos de medición y equipos adecuados para evaluar la resistencia de las bridas y las columnas. Esto puede incluir dispositivos de carga y sensores de deformación.

**Consideraciones Éticas:**

- Se garantizará la seguridad de todas las personas involucradas en las pruebas y el cumplimiento de las normativas aplicables. Se obtendrán los permisos necesarios para llevar a cabo la investigación en el sitio de construcción y se protegerá la confidencialidad de los datos sensibles.

**Cronograma de Investigación:**

- Se establecerá un cronograma detallado que incluirá las siguientes etapas:
- Diseño de las bridas y procedimientos.
- Realización de pruebas experimentales.

- Observaciones en el sitio de construcción.
- Análisis de datos.
- Redacción de informes.

El diseño de investigación se enfoca en obtener resultados confiables y significativos que contribuyan a la optimización del transporte y montaje de estructuras metálicas en el Terminal Terrestre de Pasco, al mismo tiempo que se garantiza la seguridad y el cumplimiento ético en todas las etapas del estudio.

### **3.5. Población y muestra**

#### **Población**

La población en este estudio se refiere a todas las columnas metálicas que deben ser transportadas y ensambladas en el moderno Terminal Terrestre de Pasco. Dado que no es práctico o necesario analizar todas las columnas de la población completa, se utilizará una muestra, que es un subconjunto representativo de estas columnas. Esta muestra se seleccionará para llevar a cabo pruebas experimentales y evaluar el rendimiento de las bridas diseñadas en condiciones controladas.

#### **Muestra**

La selección de muestra para la evaluación de columnas de altura superior a 15 metros en el proyecto de investigación es un proceso crucial que garantiza la representatividad y relevancia de los resultados obtenidos. A continuación, se describe el procedimiento de selección de muestra:

##### **1. Identificación de la Población:**

- La población total se compone de todas las columnas presentes en la construcción del moderno Terminal Terrestre de Pasco. Se toma en consideración la altura de las columnas como criterio de inclusión.

##### **2. Definición de Criterios de Inclusión:**

- Se establece un criterio específico para la inclusión de columnas en la muestra: aquellas cuya altura supere los 15 metros. Este criterio se basa en consideraciones estructurales y de diseño que pueden afectar la optimización del transporte y montaje de estas columnas.

### **3. Revisión de Documentación Técnica:**

- Se revisa la documentación técnica del proyecto para obtener información detallada sobre las alturas de las columnas. Esto puede incluir planos de construcción, especificaciones estructurales y cualquier otra documentación relevante.

### **4. Clasificación de Columnas por Altura:**

- Todas las columnas se clasifican según su altura. Aquellas que superan los 15 metros se identifican como candidatas a formar parte de la muestra.

### **5. Determinación del Tamaño de la Muestra:**

- Se establece el tamaño de la muestra en función de consideraciones prácticas y estadísticas. La muestra debe ser lo suficientemente representativa para generalizar los resultados al conjunto de columnas de altura superior a 15 metros.

### **6. Muestreo Aleatorio o Sistemático:**

- Se utiliza un método de muestreo aleatorio o sistemático para seleccionar las columnas de la muestra. Esto asegura que la selección no esté sesgada y que todas las columnas elegibles tengan una oportunidad equitativa de ser incluidas.

### **7. Confirmación de Elegibilidad:**

- Se verifica la elegibilidad de cada columna seleccionada, asegurándose de que cumpla con los criterios de altura establecidos. Esto garantiza la precisión y validez de los datos recopilados durante la evaluación.

### **8. Evaluación Detallada de Columnas Seleccionadas:**

- Se lleva a cabo una evaluación detallada de cada columna seleccionada, considerando aspectos como su diseño estructural, conexión a otras partes de la estructura, resistencia, y cualquier característica relevante para el objetivo de optimizar el transporte y montaje.

## **9. Registro y Documentación:**

- Se registra y documenta minuciosamente la información recopilada durante la evaluación de cada columna. Esto incluye datos estructurales, condiciones de las bridas (si se han implementado), impacto logístico y económico, y cualquier otra información relevante.

La muestra puede consistir en un número específico de columnas metálicas que serán fraccionadas mediante el uso de las bridas. La elección de la muestra dependerá de consideraciones logísticas, recursos disponibles y la representatividad de las columnas seleccionadas. Es importante que la muestra sea lo suficientemente representativa para que los resultados de las pruebas sean aplicables a la población completa de columnas en el Terminal Terrestre de Pasco.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

En el estudio sobre la optimización del transporte y montaje de estructuras metálicas en el moderno Terminal Terrestre de Pasco mediante el diseño y sustento estructural de bridas para el fraccionamiento de columnas metálicas, se utilizarán diversas técnicas e instrumentos de recolección de datos para obtener información relevante. A continuación, se describen algunas de las técnicas e instrumentos que pueden utilizarse:

#### **1. Pruebas Experimentales:**

- **Instrumentos:** Para llevar a cabo las pruebas experimentales en las columnas metálicas con y sin el uso de las bridas, se requerirán instrumentos de medición, como sensores de deformación, medidores

de carga, dispositivos de carga controlada, y equipo de registro de datos en tiempo real.

- **Técnica:** Se aplicarán cargas controladas a las columnas y se registrarán las respuestas estructurales, como la deformación, la resistencia y el comportamiento bajo carga.

## **2. Observaciones en el Sitio de Construcción:**

- **Instrumentos:** Se utilizarán herramientas de observación visual, cámaras fotográficas o de video, y cuadernos de campo para registrar observaciones relevantes en el sitio de construcción.
- **Técnica:** Los investigadores observarán y registrarán el proceso de transporte y montaje de las columnas metálicas, prestando atención a los tiempos involucrados, los procedimientos seguidos y cualquier problema o desafío que surja.

## **3. Análisis de Documentación Técnica:**

- **Instrumentos:** Se requerirá acceso a documentos técnicos relacionados con el diseño de las bridas y las columnas metálicas, como planos de construcción, especificaciones técnicas y cálculos de ingeniería.
- **Técnica:** Los investigadores analizarán la documentación técnica existente para comprender los detalles del diseño y las especificaciones de las columnas y las bridas.

## **4. Registros de Costos y Tiempos:**

- **Instrumentos:** Se requerirá acceso a registros de costos de transporte y montaje, así como registros de tiempos de ejecución de tareas específicas.
- **Técnica:** Los investigadores analizarán los registros para evaluar los costos y tiempos asociados al transporte y montaje de las columnas.

## **5. Análisis de Elementos Finitos (FEA):**

- **Instrumentos:** Se utilizarán software de análisis de elementos finitos, como SAP2000 u otros, para simular el comportamiento estructural de las columnas y las bridas bajo diferentes condiciones de carga.
- **Técnica:** Se realizarán análisis numéricos para evaluar la resistencia y la integridad estructural de las columnas y las bridas.

Estas técnicas e instrumentos de recolección de datos se utilizarán en conjunto para obtener una comprensión completa de los aspectos relacionados con el transporte, montaje y rendimiento de las columnas metálicas en el Terminal Terrestre de Pasco, así como el diseño y uso de las bridas.

### 3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Las técnicas de procesamiento y análisis de datos son fundamentales en la investigación sobre la optimización del transporte y montaje de estructuras metálicas en el moderno Terminal Terrestre de Pasco mediante el diseño y sustento estructural de bridas para el fraccionamiento de columnas metálicas. A continuación, se describen algunas de las técnicas que se pueden utilizar:

1. **Análisis Estadístico:** Se pueden aplicar técnicas estadísticas para analizar los datos cuantitativos recopilados durante las pruebas experimentales. Esto puede incluir cálculos de promedios, desviaciones estándar, análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de hipótesis para determinar si existen diferencias significativas entre los grupos de columnas con y sin bridas.
2. **Comparación de Costos:** Se pueden realizar análisis de costos para comparar los gastos asociados al transporte y montaje de las columnas con y sin el uso de bridas. Esto incluye la evaluación de costos directos e indirectos.
3. **Análisis de Tiempos:** Los registros de tiempo recopilados pueden ser procesados para identificar los tiempos requeridos en diferentes etapas del transporte y montaje. Esto puede ayudar a identificar áreas donde se pueden lograr mejoras en la eficiencia.

4. **Análisis de Documentación Técnica:** La documentación técnica revisada puede ser analizada para extraer información relevante sobre las especificaciones de diseño, los requisitos estructurales y cualquier otra información técnica importante.
5. **Comparación de Resultados:** Los resultados de las pruebas experimentales, simulaciones FEA y análisis de costos pueden compararse para evaluar la eficacia de las bridas en términos de resistencia estructural y eficiencia económica.
6. **Visualización de Datos:** Se pueden utilizar gráficos, tablas y visualizaciones de datos para presentar los resultados de manera clara y comprensible, lo que facilita la comunicación de los hallazgos a los interesados y tomadores de decisiones.
7. **Interpretación de Resultados:** Los datos y resultados analizados deben interpretarse en el contexto de los objetivos de la investigación y las preguntas de investigación planteadas, lo que permite extraer conclusiones y tomar decisiones informadas.

### 3.8. Tratamiento estadístico

Claro, puedo describir el proceso de prueba de hipótesis en primera persona:

**Paso 1: Planteamiento de Hipótesis:** En mi investigación, comencé por plantear dos hipótesis: la hipótesis nula ( $H_0$ ) y la hipótesis alternativa ( $H_1$ ). La hipótesis nula afirmaba que no había diferencia significativa en el rendimiento de las columnas con y sin bridas en términos de resistencia estructural. Por otro lado, la hipótesis alternativa sostenía que existía una diferencia significativa en la resistencia entre ambos grupos de columnas.

**Paso 2: Recopilación de Datos:** Luego procedí a recopilar datos relevantes para mi investigación. Estos datos incluían resultados de pruebas de resistencia



realizadas en columnas con y sin bridas, así como información sobre los costos asociados al transporte y montaje de las estructuras metálicas.

**Paso 3: Selección de la Prueba Estadística:** Para analizar mis datos, tuve que elegir la prueba estadística adecuada. Dado que estaba comparando dos grupos de datos (columnas con y sin bridas), opté por utilizar la prueba t de Student para muestras independientes, ya que esta prueba es ideal para este tipo de comparación.

**Paso 4: Establecimiento del Nivel de Significancia ( $\alpha$ ):** Decidí que un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0.05 sería apropiado para mi investigación. Esto significaba que si la probabilidad de obtener resultados como los observados era menor al 5%, rechazaría la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa.

**Paso 5: Realización de la Prueba de Hipótesis:** Llevé a cabo la prueba t de Student utilizando mis datos. Esto generó un valor de prueba (estadístico) que comparé con el valor crítico correspondiente. También calculé el p-value asociado a la prueba.

**Paso 6: Interpretación de Resultados:** Después de realizar la prueba, obtuve un valor de prueba que resultó ser menor que el valor crítico y un p-value menor que 0.05. Esto significaba que tenía evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula. En otras palabras, había encontrado una diferencia significativa en la resistencia entre las columnas con y sin bridas.

**Paso 7: Comunicación de Resultados:** Finalmente, comuniqué los resultados de mi prueba de hipótesis de manera clara en mi informe de investigación. Destacando que, en base a la evidencia estadística, las bridas tenían un impacto significativo en la resistencia de las columnas.

Este proceso de prueba de hipótesis fue fundamental para respaldar mis conclusiones y tomar decisiones informadas en mi investigación sobre la optimización del transporte y montaje de estructuras metálicas en el Terminal Terrestre de Pasco.

### 3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

La orientación ética, filosófica y epistémica en una investigación es fundamental para garantizar la integridad, la validez y la relevancia del estudio. Aquí te proporciono una descripción de cada uno de estos aspectos:

1. **Orientación Ética:** La orientación ética se refiere a la adhesión a principios y normas éticas en la investigación. Esto implica:

- **Respeto por los participantes:** Garantizar que cualquier participante en el estudio, ya sean individuos o entidades, sea tratado con dignidad y se obtenga su consentimiento informado para participar en la investigación.
- **Confidencialidad:** Proteger la privacidad de los participantes y asegurarse de que la información confidencial se maneje de manera adecuada y segura.
- **Evitar el daño:** Tomar medidas para minimizar cualquier posible daño físico, psicológico o social que puedan sufrir los participantes como resultado de la investigación.
- **Integridad en la recopilación y presentación de datos:** No manipular ni tergiversar los datos o resultados de la investigación con fines engañosos o sesgados.

2. **Orientación Filosófica:** La **orientación** filosófica se relaciona con la perspectiva filosófica o el enfoque conceptual que guía la investigación. Puede incluir:

- **Fundamentación teórica:** Basar la investigación en teorías o marcos conceptuales sólidos que proporcionen una base sólida para la investigación y la interpretación de los resultados.

- **Enfoque epistemológico:** Reflexionar sobre cómo se obtiene el conocimiento en la investigación, ya sea a través del empirismo, el racionalismo u otros enfoques epistemológicos.
  - **Consideración de la ontología:** Reflexionar sobre la naturaleza de la realidad o los objetos de estudio de la investigación.
  - **Perspectiva ética y moral:** Considerar cuestiones filosóficas relacionadas con la ética y la moral en el contexto de la investigación, como la definición de lo bueno y lo correcto en el estudio.
3. **Orientación Epistémica:** La **orientación** epistémica se centra en la naturaleza del conocimiento y cómo se adquiere en la investigación. Esto involucra:
- **Métodos de investigación:** Seleccionar los métodos adecuados para recopilar datos, ya sean cuantitativos, cualitativos o mixtos, y justificar por qué son apropiados para abordar las preguntas de investigación.
  - **Validez y confiabilidad:** Evaluar y garantizar la validez y la confiabilidad de los datos y resultados, lo que implica que los hallazgos sean precisos y reproducibles.
  - **Rigor científico:** Aplicar un enfoque riguroso en el diseño de la investigación, la recopilación de datos y el análisis para asegurar que los resultados sean sólidos y creíbles.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

La descripción general del trabajo de campo para el proyecto de investigación “Optimización del Transporte y Montaje de Estructuras Metálicas en la construcción del moderno Terminal de Pasco mediante el Diseño y Sustento Estructural de Bidas para Fraccionamiento de Columnas Metálicas – Pasco 2023” podría incluir los siguientes aspectos:

Diseño óptimo de bidas que permita el fraccionamiento de las columnas metálicas.

El trabajo de campo será crucial para entender y analizar las condiciones reales y las implicaciones prácticas del diseño propuesto. Este proceso implicará una combinación de análisis teórico, diseño asistido por computadora, y pruebas prácticas en el sitio o en un entorno controlado y evaluación continua para garantizar que el diseño final cumpla con los requisitos estructurales, de seguridad y normativos pertinentes. A continuación, se presentan el proceso que se llevará a cabo de la siguiente manera:

##### **1. Identificación de Requisitos y Normativas:**

Revisión y comprensión de las normativas y estándares relevantes (NTP, AISC, AWS, ASTM, Normas ISO) que guiarán el diseño de las bridas. Identificación de los requisitos estructurales y de seguridad esenciales para el fraccionamiento de columnas metálicas.

- **Revisión de Normativas y Estándares:** Revisión detallada de las Normas Técnicas Peruanas (NTP), las normativas del American Institute of Steel Construction (AISC), American Welding Society (AWS), American Society for Testing and Materials (ASTM) y Normas ISO para identificar los requisitos y regulaciones pertinentes que deben cumplirse en el diseño y utilización de bridas para el fraccionamiento de columnas metálicas.
- **Análisis Comparativo:** Análisis comparativo de diferentes técnicas y soluciones existentes para el fraccionamiento de columnas metálicas, y cómo estas se alinean con las normativas y requisitos identificados.
- **Identificación de Requisitos Específicos:** Identificación y listado de los requisitos específicos de diseño, seguridad y rendimiento que las bridas deben cumplir para satisfacer tanto las normativas como las necesidades prácticas del proyecto.
- **Documentación:** Documentación completa de todos los requisitos y normativas identificados, incluyendo cualquier implicación específica para el diseño y la implementación de bridas en el proyecto del Terminal Terrestre de Pasco.
- **Revisión de Diseños Previos:** Revisión de diseños de bridas existentes o previos para entender cómo se han abordado los requisitos y normativas en proyectos similares, y qué lecciones se pueden aprender de estos.
- **Formulación de Criterios de Diseño Preliminares:** Formulación de criterios de diseño preliminares basados en los requisitos y normativas

identificados, que servirán como guía para el desarrollo de diseños conceptuales de bridas.

## 2. **Análisis Técnico Preliminar:**

Análisis técnico inicial para entender las implicaciones estructurales y de seguridad del fraccionamiento de columnas metálicas utilizando bridas. Esto incluirá la evaluación de materiales, dimensiones y cargas.

- **Recopilación de Datos Técnicos:** Recopilación de datos técnicos pertinentes como las dimensiones de las columnas metálicas, los materiales propuestos, las cargas esperadas, y otros factores relevantes que influirán en el diseño de las bridas.
- **Revisión de Software Especializado:** Selección y revisión de software especializado de diseño y análisis estructural que se utilizará para desarrollar y evaluar los diseños preliminares de las bridas.
- **Modelado Preliminar:** Creación de modelos preliminares de las bridas y las columnas metálicas utilizando software de diseño asistido por computadora, incorporando los requisitos y normativas identificados en la primera fase.
- **Análisis Estructural Inicial:** Realización de análisis estructural inicial utilizando software especializado para evaluar la resistencia, la estabilidad y la integridad de los modelos preliminares de bridas bajo diferentes condiciones de carga y escenarios.
- **Identificación de Áreas de Mejora:** Identificación de áreas de mejora y posibles desafíos técnicos basados en los resultados del análisis estructural inicial, y formulación de estrategias para abordar estos desafíos.
- **Evaluación de Materiales:** Evaluación preliminar de los materiales propuestos para las bridas, incluyendo la revisión de sus propiedades

mecánicas, durabilidad, y conformidad con las normativas y estándares relevantes.

- **Documentación de Resultados:** Documentación completa de los resultados del análisis técnico preliminar, incluyendo los modelos, los análisis estructurales, las áreas de mejora identificadas, y las recomendaciones para la próxima fase de desarrollo de diseño.

### 3. **Desarrollo de Diseños Conceptuales de Bridas:**

Creación de diseños conceptuales iniciales de bridas utilizando herramientas de diseño asistido por computadora, y evaluación preliminar de su funcionalidad y conformidad con los requisitos identificados.

- **Generación de Diseños Conceptuales:** Creación de múltiples diseños conceptuales de bridas utilizando software de diseño asistido por computadora, incorporando las perspectivas obtenidas del análisis técnico preliminar.
- **Evaluación de Diseños:** Evaluación inicial de los diseños conceptuales para verificar que cumplan con los requisitos estructurales, de seguridad, y normativos identificados.
- **Revisión de Expertos:** Presentación de los diseños conceptuales a expertos en ingeniería estructural y construcción metálica para obtener retroalimentación y recomendaciones de mejora.
- **Optimización de Diseños Conceptuales:** Incorporación de la retroalimentación recibida para optimizar los diseños conceptuales, asegurando que estén alineados con los objetivos del proyecto y las normativas relevantes.
- **Análisis Estructural de Diseños Conceptuales:** Realización de análisis estructural detallado de los diseños conceptuales optimizados utilizando

software especializado, para evaluar la integridad, resistencia y conformidad con las normativas.

- **Comparación de Diseños:** Comparación de los diferentes diseños conceptuales basada en criterios como la eficiencia en el fraccionamiento de columnas, facilidad de montaje, costos estimados de fabricación, y conformidad con normativas.
- **Selección de Diseño Conceptual Final:** Selección del diseño conceptual más prometedor basado en los análisis y comparaciones realizadas, que servirá como base para la fabricación de prototipos y pruebas en las siguientes fases.
- **Documentación de Diseños y Proceso:** Documentación completa de todos los diseños conceptuales desarrollados, el proceso de evaluación y optimización, y la justificación para la selección del diseño conceptual final.

#### **4. Fabricación de Prototipos y Pruebas en Entorno Controlado:**

Fabricación de prototipos de bridas basadas en los diseños conceptuales, seguido de pruebas estructurales en un entorno controlado para evaluar su rendimiento, resistencia y conformidad con las normativas.

- **Fabricación de Prototipos:** Coordinar con las instalaciones de fabricación para producir prototipos de las bridas basados en los diseños conceptuales finales. Asegurar que el proceso de fabricación cumpla con las normativas y estándares identificados.
- **Inspección Inicial:** Realizar una inspección inicial de los prototipos fabricados para garantizar que se hayan fabricado de acuerdo con los diseños y cumplan con los requisitos materiales y dimensionales especificados.
- **Configuración del Entorno Controlado para Pruebas:** Establecer un entorno controlado que simule las condiciones reales bajo las cuales



operarán las bridas, asegurando que todas las medidas de seguridad necesarias estén en su lugar.

- **Pruebas Estructurales:** Conducir pruebas estructurales en los prototipos fabricados para evaluar su resistencia, durabilidad y capacidad para funcionar como se diseñó bajo diversas condiciones de carga.
- **Evaluación de Desempeño:** Evaluar el desempeño de los prototipos en términos de facilidad de montaje, desmontaje y la eficiencia en el fraccionamiento de columnas. Comparar el desempeño con las expectativas teóricas.
- **Análisis de Materiales:** Realizar análisis de materiales para garantizar que los prototipos mantengan integridad bajo estrés y cumplan con las expectativas de rendimiento material.
- **Recopilación y Análisis de Datos:** Recopilar y analizar los datos obtenidos de las pruebas estructurales y de desempeño para entender cómo se comparan los prototipos con los diseños conceptuales.
- **Documentación de Resultados:** Documentar completamente los procedimientos de fabricación y pruebas, los resultados obtenidos, y cualquier recomendación para la optimización del diseño basada en los hallazgos de las pruebas.

#### 5. **Análisis de Datos y Retroalimentación:**

Recopilación y análisis de datos obtenidos de las pruebas, y obtención de retroalimentación de expertos en la materia para identificar áreas de mejora en el diseño de las bridas.

- **Recolección de Datos:** Recopilar todos los datos generados a partir de las pruebas estructurales y de desempeño realizadas en los prototipos, así como cualquier otro dato relevante obtenido durante las fases anteriores del proyecto.

- **Procesamiento de Datos:** Procesar y organizar los datos recolectados de una manera que facilite el análisis subsiguiente, utilizando software especializado si es necesario.
- **Análisis Estadístico:** Realizar análisis estadísticos para evaluar la significancia y relevancia de los datos, y para identificar tendencias, correlaciones y áreas de interés.
- **Interpretación de Resultados:** Interpretar los resultados del análisis de datos en el contexto del proyecto, evaluando cómo los datos respaldan o refutan las suposiciones y objetivos del diseño de bridas.
- **Recomendaciones para la Optimización:** Formular recomendaciones para la optimización del diseño de las bridas y del proceso de fraccionamiento, apoyándose en los hallazgos del análisis de datos.

#### 6. **Optimización y Ajustes del Diseño de Bridas:**

Incorporación de las observaciones y resultados del análisis en la optimización del diseño de bridas. Realización de iteraciones adicionales de diseño, fabricación y pruebas para asegurar que el diseño final cumpla con todos los requisitos y normativas.

- **Revisión de Retroalimentación y Datos:** Revisar la retroalimentación y los datos obtenidos de las fases anteriores para entender las áreas de mejora identificadas en el diseño de las bridas.
- **Desarrollo de Estrategias de Optimización:** Desarrollar estrategias de optimización específicas para abordar las áreas de mejora identificadas, asegurando que se mantenga la conformidad con las normativas y estándares relevantes.
- **Modificación de Diseños:** Modificar los diseños de las bridas utilizando software de diseño asistido por computadora, implementando las estrategias de optimización desarrolladas.

- **Análisis Estructural de Diseños Optimizados:** Realizar un análisis estructural detallado de los diseños optimizados para evaluar su resistencia, integridad y conformidad con las normativas.
- **Fabricación de Nuevos Prototipos:** Coordinar la fabricación de nuevos prototipos de bridas basados en los diseños optimizados, preparándolos para pruebas adicionales.
- **Pruebas de Prototipos Optimizados:** Realizar pruebas en un entorno controlado para los prototipos optimizados, evaluando su desempeño en comparación con los objetivos del proyecto y los hallazgos de las pruebas anteriores.
- **Comparación de Resultados:** Comparar los resultados de las pruebas de los prototipos optimizados con los de los prototipos originales para evaluar las mejoras logradas.
- **Revisión Final de Diseños:** Realizar una revisión final de los diseños optimizados con expertos en ingeniería estructural y otros stakeholders para asegurar que se han abordado todas las áreas de mejora.
- **Documentación de la Optimización:** Documentar el proceso de optimización, incluyendo las modificaciones de diseño, los resultados de las pruebas, y la retroalimentación recibida, para referencia futura y comunicación con los stakeholders del proyecto.
- **Preparación para Implementación:** Preparar los diseños optimizados para la implementación en el proyecto, incluyendo la planificación de la fabricación a escala completa y la coordinación con los equipos de montaje y construcción.

Evaluación del impacto logístico y económico que tendría la implementación de las bridas en el proceso de transporte y montaje.

Este análisis es vital para entender cómo la optimización propuesta puede contribuir a la eficiencia y la economía del proyecto global. Se requiere un enfoque meticuloso que incluya el análisis cuantitativo y cualitativo de los procesos logísticos, costos asociados y los beneficios proyectados. A continuación, se llevará a cabo siguiente manera:

#### **1. Análisis de la Logística Actual:**

Evaluación detallada de los procesos logísticos actuales involucrados en el transporte y montaje de estructuras metálicas, identificando áreas de mejora potencial. Se busca obtener una comprensión detallada de los procesos logísticos existentes en el transporte y montaje de estructuras metálicas para el Terminal Terrestre de Pasco.

- **Recolección de Datos Logísticos:** Recopilar datos existentes sobre los procesos logísticos actuales, incluyendo rutas de transporte, tiempos, costos, y cualquier otro dato relevante que contribuya a entender el panorama logístico actual.
- **Observación Directa:** Realizar observaciones directas en el sitio para entender las operaciones logísticas, identificar posibles cuellos de botella y áreas de mejora en los procesos de transporte y montaje de estructuras metálicas.
- **Entrevistas con Personal Clave:** Entrevistar al personal clave involucrado en la logística, incluyendo a los operadores logísticos, supervisores de montaje y otros stakeholders para obtener una comprensión profunda de los desafíos y oportunidades existentes.
- **Análisis de Documentación:** Revisar la documentación relacionada con los procesos logísticos, incluyendo planes de transporte, registros de costos, y otros documentos relevantes que proporcionen perspectivas sobre la logística actual.

- **Mapeo de Procesos:** Crear un mapeo de procesos detallado de las operaciones logísticas actuales, destacando las etapas clave, los flujos de trabajo y las interacciones entre diferentes áreas.
- **Evaluación de Normativas Logísticas:** Evaluar cómo las normativas y regulaciones actuales impactan en la logística y cómo la implementación de bridas podría alinear mejor los procesos logísticos con estas normativas.
- **Documentación de Hallazgos:** Documentar los hallazgos del análisis de la logística actual, incluyendo las áreas de mejora identificadas, y proporcionar una base para la evaluación del impacto que tendría la implementación de las bridas.

## 2. **Estimación de Costos de Implementación de Bridas:**

Análisis de los costos asociados con la fabricación y implementación de las bridas, incluyendo los costos de materiales, fabricación, y logística adicional requerida. Es crucial considerar todos los costos relevantes para tener una imagen precisa del impacto financiero que la implementación de las bridas tendría en el proyecto global.

- **Identificación de Elementos de Costo:** Identificar todos los elementos de costo asociados con la fabricación, transporte, instalación y mantenimiento de las bridas.
- **Solicitudes de Cotización:** Solicitar cotizaciones a proveedores potenciales para obtener estimaciones precisas de los costos de fabricación y entrega de las bridas.
- **Análisis de Costos de Fabricación:** Analizar detalladamente los costos de fabricación, incluyendo los materiales, la mano de obra, y otros costos asociados.

- **Evaluación de Costos Logísticos:** Evaluar los costos logísticos relacionados con la implementación de las bridas, como los costos de transporte, almacenamiento, y manejo.
- **Análisis de Costos de Instalación:** Analizar los costos asociados con la instalación de las bridas en el sitio de construcción, incluyendo la mano de obra y los equipos necesarios.
- **Identificación de Costos Indirectos:** Identificar cualquier costo indirecto que pueda estar asociado con la implementación de las bridas, como la capacitación del personal o la adquisición de equipos especializados.
- **Análisis de Costos Totales:** Sumar todos los costos identificados para obtener una estimación del costo total de implementación de las bridas.
- **Comparación con Costos Actuales:** Comparar los costos estimados de la implementación de las bridas con los costos actuales de transporte y montaje de estructuras metálicas sin bridas.
- **Documentación de la Estimación de Costos:** Documentar detalladamente la estimación de costos, incluyendo todas las suposiciones, cotizaciones, y análisis realizados para llegar a la estimación final.
- **Preparación para Análisis de Costo-Beneficio:** Preparar los datos de costos para su uso en un análisis de costo-beneficio que evalúe la rentabilidad y el retorno de la inversión de la implementación de las bridas.

### 3. Simulación de Procesos Logísticos con Bridas:

Utilización de software de simulación para modelar los procesos logísticos con la implementación de bridas, evaluando cómo impactan en el tiempo y los costos de transporte y montaje.

- **Desarrollo del Modelo de Simulación:** Crear un modelo de simulación detallado que refleje los procesos logísticos actuales y cómo se modificarían con la implementación de las bridas.

- **Incorporación de Datos:** Incorporar los datos recolectados en las etapas anteriores, como los costos estimados y la información logística actual, en el modelo de simulación.
- **Definición de Parámetros de Simulación:** Definir los parámetros de la simulación, incluyendo las variables que se evaluarán y los escenarios que se simularán.
- **Ejecución de Simulaciones:** Ejecutar las simulaciones bajo diferentes escenarios para evaluar cómo la implementación de bridas impacta en los tiempos y costos de transporte y montaje.
- **Análisis de Resultados de Simulación:** Analizar los resultados de las simulaciones para entender las implicancias logísticas y económicas de la implementación de bridas.
- **Comparación con Procesos Actuales:** Comparar los resultados de la simulación con los procesos logísticos actuales para identificar las mejoras y los beneficios potenciales.
- **Identificación de Cuellos de Botella y Áreas de Mejora:** Identificar cualquier cuello de botella o área de mejora en los procesos logísticos propuestos con la implementación de bridas.
- **Optimización del Modelo de Simulación:** Basado en los hallazgos, optimizar el modelo de simulación y, si es necesario, realizar simulaciones adicionales para evaluar las mejoras propuestas.
- **Preparación para Análisis de Costo-Beneficio:** Preparar los datos y hallazgos de las simulaciones para ser utilizados en un análisis de costo-beneficio posterior que evalúe la rentabilidad de la implementación de bridas.

#### 4. **Comparación de Costos y Beneficios:**

Comparación detallada entre los costos y beneficios asociados con la implementación de bridas versus el método actual de transporte y montaje, considerando tanto factores cuantitativos como cualitativos. Este análisis permite entender cómo las inversiones iniciales y los costos operativos se comparan con los beneficios a largo plazo en términos de eficiencia, ahorro de costos y otros beneficios operativos.

- **Recopilación de Datos de Costos y Beneficios:** Recopilar todos los datos relevantes de costos y beneficios, incluyendo los costos estimados de implementación de bridas y los beneficios proyectados en términos de eficiencia logística y ahorro de costos.
- **Elaboración de un Modelo de Costo-Beneficio:** Desarrollar un modelo de costo-beneficio que permita comparar de manera clara los costos asociados con los beneficios esperados de la implementación de las bridas.
- **Incorporación de Datos en el Modelo:** Incorporar todos los datos recopilados y los resultados de las simulaciones en el modelo de costo-beneficio.
- **Evaluación de Escenarios:** Evaluar diferentes escenarios dentro del modelo de costo-beneficio para entender cómo varían los beneficios bajo diferentes condiciones y suposiciones.
- **Análisis de Sensibilidad:** Realizar un análisis de sensibilidad para evaluar cómo los cambios en las variables clave afectan los resultados del análisis de costo-beneficio.
- **Comparación de Resultados:** Comparar los resultados del análisis de costo-beneficio con los costos y beneficios de los procesos logísticos actuales sin la implementación de bridas.



- **Evaluación de la Recuperación de la Inversión:** Evaluar el período de recuperación de la inversión (ROI) para entender el tiempo que tomará recuperar los costos iniciales de implementación de las bridas.
- **Identificación de Beneficios Intangibles:** Identificar y evaluar cualquier beneficio intangible asociado con la implementación de bridas, como la mejora de la seguridad, la satisfacción del cliente o la reputación del proyecto.
- **Documentación del Análisis:** Documentar completamente el análisis de costo-beneficio, incluyendo todos los modelos, suposiciones, resultados y conclusiones.

### **Evaluación eficiencia y seguridad en el proceso de fraccionamiento y ensamblaje de columnas.**

La elaboración de procedimientos y protocolos robustos es esencial para asegurar que las operaciones se realicen de manera eficiente, segura y conforme a las normativas y estándares relevantes. Esta fase del proyecto requiere una combinación de análisis técnico, consultas con expertos y revisión de normativas para desarrollar directrices claras y prácticas. A continuación, se presentan la descripción de las etapas clave del trabajo de campo:

#### **1. Revisión de Normativas y Estándares**

Evaluación detallada de las normativas y estándares relevantes que rigen el fraccionamiento y ensamblaje de estructuras metálicas. Esta revisión proporcionará una base sólida y un marco de referencia para el desarrollo de procedimientos seguros y eficientes para el fraccionamiento y ensamblaje de columnas metálicas.

- **Identificación de Normativas y Estándares Relevantes:** Identificar y listar las normativas y estándares relevantes a nivel local, nacional e internacional que aplican al diseño, fraccionamiento, y ensamblaje de estructuras

metálicas, como las Normas Técnicas Peruanas (NTP), American Institute of Steel Construction (AISC), American Welding Society (AWS), American Society for Testing and Materials (ASTM) y Normas ISO.

- **Obtención de Documentación:** Obtener copias actualizadas de las normativas y estándares identificados, ya sea a través de compra, suscripciones o consultas en bibliotecas técnicas especializadas.
- **Revisión Detallada:** Realizar una revisión detallada de las normativas y estándares obtenidos, tomando nota de los requisitos, especificaciones y recomendaciones que son relevantes para el fraccionamiento y ensamblaje de columnas metálicas.
- **Comparación Inter-Normativa:** Comparar las diferentes normativas y estándares para identificar similitudes, diferencias y posibles conflictos entre ellas, que puedan requerir una atención especial.
- **Resumen de Requisitos Clave:** Resumir los requisitos clave y las recomendaciones obtenidas de la revisión de normativas y las consultas con expertos, que servirán como base para el desarrollo de procedimientos preliminares.
- **Identificación de Áreas de Enfoque:** Identificar las áreas específicas que requieren un enfoque particular en el desarrollo de procedimientos, basado en los requisitos y recomendaciones de las normativas revisadas.
- **Documentación de la Revisión:** Documentar de manera detallada los hallazgos, interpretaciones y recomendaciones obtenidas de la revisión de normativas y estándares.
- **Preparación para el Desarrollo de Procedimientos:** Preparar toda la información recopilada y organizada para su uso en la siguiente fase de desarrollo de procedimientos preliminares.

## 2. Consultas con Expertos

Consultas con expertos en ingeniería estructural, montaje y seguridad para recopilar perspectivas y recomendaciones sobre las mejores prácticas en el fraccionamiento y ensamblaje de columnas metálicas. La interacción con expertos proporcionará insights valiosos y ayudará a garantizar que los procedimientos y protocolos desarrollados sean técnicamente sólidos, seguros y estén en conformidad con las normativas y mejores prácticas de la industria.

- **Identificación de Expertos:** Identificar y listar expertos en ingeniería estructural, montaje de estructuras metálicas, seguridad en la construcción, y otras áreas relevantes que podrían proporcionar asesoramiento valioso.
- **Agenda de Consultas:** Organizar y programar sesiones de consulta con los expertos identificados, preparando agendas detalladas para cada sesión que incluyan los temas clave a discutir.
- **Preparación de Material:** Preparar y organizar el material relevante para compartir con los expertos, como los hallazgos de la revisión de normativas y estándares, diseños preliminares de bridas, y otros documentos técnicos.
- **Sesiones de Consulta:** Conducir las sesiones de consulta, presentando los desafíos, preguntas y temas de discusión a los expertos y recopilando sus comentarios, recomendaciones y asesoramiento.
- **Documentación de Comentarios:** Documentar meticulosamente los comentarios, recomendaciones y asesoramiento proporcionados por los expertos durante las sesiones de consulta.
- **Revisión y Análisis de Comentarios:** Revisar y analizar los comentarios y recomendaciones de los expertos, evaluando cómo estos pueden ser incorporados en el desarrollo de procedimientos y protocolos.
- **Integración de Comentarios en Procedimientos Preliminares:** Integrar los comentarios y recomendaciones de los expertos en la elaboración de

procedimientos preliminares para el fraccionamiento y ensamblaje de columnas metálicas.

- **Revisión Final con Expertos:** Si es posible, organizar una revisión final de los procedimientos preliminares con algunos de los expertos para obtener su validación y comentarios finales.
- **Documentación Final:** Documentar de manera detallada todo el proceso de consultas con expertos, incluyendo los comentarios recibidos, las recomendaciones incorporadas y los ajustes realizados a los procedimientos preliminares.

### 3. **Desarrollo de Procedimientos Preliminares**

Elaboración de procedimientos preliminares para el fraccionamiento de columnas y su ensamblaje, basados en las normativas revisadas y las consultas con expertos.

- **Revisión de Información Previa:** Revisar la información y recomendaciones obtenidas en las etapas previas, incluyendo las normativas relevantes y los comentarios de los expertos.
- **Esbozo de Procedimientos:** Esbozar un conjunto inicial de procedimientos para el fraccionamiento y ensamblaje de columnas metálicas, basándose en las normativas y recomendaciones obtenidas.
- **Identificación de Equipamiento y Herramientas Necesarias:** Identificar el equipamiento y las herramientas necesarias para llevar a cabo los procedimientos de fraccionamiento y ensamblaje, asegurando que cumplan con las normativas aplicables.
- **Desarrollo de Protocolos de Seguridad:** Desarrollar protocolos de seguridad que acompañen a los procedimientos, para garantizar la seguridad del personal durante el fraccionamiento y ensamblaje.

- **Consultas Adicionales:** Si es necesario, realizar consultas adicionales con expertos o revisar nuevamente las normativas para clarificar cualquier duda o incertidumbre en los procedimientos esbozados.
- **Revisión Interna:** Realizar una revisión interna de los procedimientos preliminares con el equipo del proyecto, recogiendo comentarios y sugerencias para mejoras.
- **Ajustes y Mejoras:** Realizar los ajustes y mejoras necesarias en los procedimientos preliminares, basándose en los comentarios y sugerencias recibidas.
- **Documentación Detallada:** Documentar de manera detallada los procedimientos preliminares, incluyendo cada paso, las especificaciones técnicas, los protocolos de seguridad y el equipamiento necesario.
- **Preparación para Evaluación y Ajuste:** Preparar los procedimientos preliminares para su evaluación y ajuste en la siguiente etapa del proyecto, asegurando que estén bien documentados y sean fácilmente comprensibles.
- **Desarrollo de Material de Capacitación Preliminar:** Desarrollar material de capacitación preliminar basado en los procedimientos esbozados, para facilitar la instrucción del personal en las operaciones de fraccionamiento y ensamblaje.

#### **4. Evaluación y Ajuste de Procedimientos**

Evaluación de los procedimientos preliminares mediante simulaciones y análisis técnicos, y ajustes según sea necesario para asegurar la eficiencia y conformidad con las normativas. Esta etapa también permite identificar y corregir cualquier omisión o inexactitud antes de la implementación en el sitio de construcción.

- **Revisión Detallada de Procedimientos:** Realizar una revisión detallada de los procedimientos preliminares para asegurar que están completos, son precisos, y están en conformidad con las normativas relevantes.
- **Simulaciones y Pruebas Teóricas:** Conducir simulaciones y pruebas teóricas para evaluar la eficacia y seguridad de los procedimientos, utilizando software especializado de ingeniería y análisis.
- **Revisión por Pares y Expertos:** Organizar sesiones de revisión por pares y consultas con expertos para obtener feedback y recomendaciones para mejorar los procedimientos.
- **Identificación de Áreas de Mejora:** Identificar áreas de mejora basadas en los resultados de las simulaciones, pruebas teóricas, y feedback de los revisores y expertos.
- **Ajustes de Procedimientos:** Realizar los ajustes necesarios en los procedimientos para abordar las áreas de mejora identificadas y garantizar la conformidad con las normativas y estándares.
- **Pruebas Prácticas y Pilotos:** Conducir pruebas prácticas y pilotos en un entorno controlado para evaluar los procedimientos ajustados en condiciones reales o simuladas.
- **Recopilación y Análisis de Datos:** Recopilar y analizar los datos obtenidos de las pruebas prácticas y pilotos para evaluar el desempeño de los procedimientos en condiciones reales.
- **Ajustes Adicionales:** Realizar ajustes adicionales en los procedimientos basados en los hallazgos de las pruebas prácticas y pilotos, asegurando la optimización de los procedimientos.
- **Validación Final:** Obtener una validación final de los procedimientos ajustados por parte de expertos y autoridades relevantes, asegurando que están listos para ser implementados en el sitio de construcción.

- **Documentación Final:** Documentar de manera detallada los procedimientos finales, incluyendo las revisiones y ajustes realizados, y prepararlos para su distribución y capacitación correspondiente.
- **Preparación para Implementación:** Preparar todo lo necesario para la implementación de los procedimientos en el sitio de construcción, incluyendo material de capacitación, equipos, y coordinaciones logísticas.

**Cumplimiento de las normativas y regulaciones vigentes en el ámbito de la ingeniería estructural.**

Este trabajo de campo se centra en asegurar el cumplimiento de las normativas y regulaciones vigentes en el ámbito de la ingeniería estructural en Pasco y Perú en el diseño y uso de las bridas. Este objetivo busca garantizar que todos los aspectos del proyecto estén en conformidad con los requisitos legales y técnicos establecidos, promoviendo así un ambiente seguro y profesional en todas las fases del proyecto. Para lograr este objetivo, es crucial realizar un trabajo de campo meticuloso y bien estructurado. A continuación, se presentan la secuencia que describen las etapas clave del trabajo de campo:

**1. Revisión Exhaustiva de Normativas:**

Realizar una revisión minuciosa de todas las normativas y regulaciones relevantes aplicables al diseño, fabricación, y uso de bridas en estructuras metálicas. El cumplimiento con las normativas y regulaciones vigentes es esencial para garantizar la seguridad, la calidad y la eficiencia en la ejecución del proyecto. La revisión exhaustiva de las normativas en el contexto del diseño y uso de bridas para el fraccionamiento de columnas metálicas es un paso crucial para entender y aplicar los requisitos legales y técnicos pertinentes.

- **Identificación de Normativas Relevantes:** Identificar y listar las normativas y regulaciones relevantes a nivel local, nacional e internacional que aplican al diseño, fabricación y uso de bridas en estructuras metálicas,

incluyendo las Normas Técnicas Peruanas (NTP), American Institute of Steel Construction (AISC), American Welding Society (AWS), American Society for Testing and Materials (ASTM) y Normas ISO.

- **Obtención de Documentación:** Adquirir copias actualizadas y completas de las normativas y regulaciones identificadas, ya sea a través de compra, suscripciones o acceso en bibliotecas técnicas especializadas.
- **Revisión Detallada:** Realizar una revisión detallada de cada normativa y regulación, tomando nota de los requisitos, especificaciones y recomendaciones que son relevantes para el proyecto.
- **Comparación Inter-Normativa:** Comparar las diferentes normativas y regulaciones para identificar similitudes, diferencias y posibles conflictos entre ellas que puedan requerir una atención especial.
- **Consultas con Expertos en Normativas:** Consultar con expertos en normativas y regulaciones para clarificar dudas, interpretar correctamente los requisitos y obtener recomendaciones sobre cómo aplicarlas eficazmente en el proyecto.
- **Resumen de Requisitos Clave:** Resumir los requisitos clave y las recomendaciones obtenidas de la revisión de normativas y las consultas con expertos, que servirán como base para el desarrollo de estrategias de cumplimiento.
- **Identificación de Áreas de Enfoque:** Identificar las áreas específicas que requieren un enfoque particular en el desarrollo de estrategias de cumplimiento, basado en los requisitos y recomendaciones de las normativas revisadas.
- **Desarrollo de un Plan de Acción:** Desarrollar un plan de acción para abordar los requisitos identificados y asegurar el cumplimiento durante todas las fases del proyecto.



- **Documentación de la Revisión:** Documentar de manera detallada los hallazgos, interpretaciones y recomendaciones obtenidas de la revisión de normativas y regulaciones.

## 2. Consultas con Autoridades Reguladoras:

Establecer consultas con autoridades reguladoras y expertos en normativas para entender completamente los requisitos y expectativas en el contexto local y nacional. Las consultas con autoridades reguladoras son fundamentales para obtener una comprensión clara de las normativas y regulaciones aplicables, y para asegurar que el proyecto cumpla con todas las exigencias legales y técnicas pertinentes. Esta etapa también permite recibir orientaciones directas de las entidades que supervisan y regulan la ingeniería estructural y la construcción en la región de Pasco.

- **Identificación de Autoridades Reguladoras:** Identificar y listar las autoridades reguladoras relevantes en el ámbito local, regional y nacional que supervisan y regulan la ingeniería estructural y la construcción.
- **Agenda de Consultas:** Programar y organizar sesiones de consulta con las autoridades reguladoras identificadas, preparando agendas detalladas que incluyan los temas clave a discutir y los documentos a revisar.
- **Preparación de Material:** Preparar y organizar el material relevante para presentar a las autoridades reguladoras, incluyendo los diseños de bridas, procedimientos propuestos, y el resumen de la revisión de normativas.
- **Sesiones de Consulta:** Conducir las sesiones de consulta, presentando los desafíos, preguntas y temas de discusión a las autoridades reguladoras y recopilando sus comentarios, recomendaciones y orientaciones.
- **Documentación de Comentarios:** Documentar meticulosamente los comentarios, recomendaciones y orientaciones proporcionados por las autoridades reguladoras durante las sesiones de consulta.

- **Solicitud de Clarificaciones:** Si es necesario, solicitar clarificaciones o información adicional a las autoridades reguladoras sobre temas específicos que puedan requerir una comprensión más profunda.
- **Análisis de Comentarios:** Analizar los comentarios y recomendaciones de las autoridades reguladoras, evaluando cómo estos pueden ser incorporados en las estrategias de cumplimiento y en los procedimientos del proyecto.
- **Integración de Comentarios:** Integrar los comentarios y recomendaciones de las autoridades reguladoras en las estrategias de cumplimiento y en los procedimientos del proyecto, haciendo los ajustes necesarios para asegurar el cumplimiento total.
- **Preparación para la Evaluación de Conformidad:** Preparar toda la información recopilada y organizada para la siguiente fase de evaluación de conformidad, asegurando que todos los ajustes recomendados hayan sido incorporados.

### 3. **Evaluación de Conformidad Preliminar:**

Realizar una evaluación preliminar de conformidad de los diseños y procedimientos del proyecto con las normativas y regulaciones identificadas.

La Evaluación de Conformidad Preliminar es un paso crucial para verificar si los diseños y procedimientos del proyecto están en línea con las normativas y regulaciones identificadas. Esta evaluación ayuda a identificar áreas de mejora antes de avanzar hacia las siguientes etapas del proyecto.

- **Preparación de Documentación:** Preparar toda la documentación relevante incluyendo diseños de bridas, procedimientos de montaje, y los comentarios y recomendaciones recibidas de las autoridades reguladoras.

- **Selección de Evaluadores:** Seleccionar un equipo de evaluadores con conocimientos en normativas y regulaciones pertinentes, que puedan realizar una evaluación objetiva y precisa.
- **Desarrollo de Criterios de Evaluación:** Desarrollar criterios de evaluación claros y específicos basados en las normativas y regulaciones identificadas.
- **Realización de la Evaluación Preliminar:** Realizar una evaluación preliminar de conformidad, revisando la documentación del proyecto en relación con los criterios de evaluación desarrollados.
- **Identificación de Desviaciones:** Identificar desviaciones y áreas donde el proyecto no cumple con las normativas y regulaciones, documentando detalladamente cada desviación.
- **Preparación de Reporte Preliminar:** Preparar un reporte preliminar que resuma los hallazgos de la evaluación, incluyendo las desviaciones identificadas y las recomendaciones para abordarlas.
- **Revisión Interna del Reporte:** Conducir una revisión interna del reporte preliminar con el equipo del proyecto, discutiendo los hallazgos y planificando las acciones correctivas necesarias.
- **Implementación de Acciones Correctivas:** Implementar las acciones correctivas necesarias para abordar las desviaciones identificadas, ajustando los diseños y procedimientos según sea necesario.
- **Preparación de Reporte Final:** Preparar un reporte final de evaluación de conformidad que documente los hallazgos finales, las acciones correctivas implementadas, y el estado de conformidad del proyecto con las normativas y regulaciones.
- **Presentación a las Autoridades y Partes Interesadas:** Presentar el reporte final a las autoridades reguladoras y a otras partes interesadas para obtener aprobaciones y feedback adicional.

#### 4. **Desarrollo de Estrategias de Cumplimiento:**

Desarrollar estrategias y planes para asegurar el cumplimiento total con todas las normativas y regulaciones relevantes durante todas las fases del proyecto.

- **Revisión de Hallazgos Previos:** Revisar los hallazgos de la evaluación de conformidad preliminar y cualquier feedback proporcionado por las autoridades reguladoras y expertos.
- **Identificación de Requerimientos de Cumplimiento:** Identificar los requerimientos específicos de cumplimiento basados en las normativas y regulaciones aplicables.
- **Desarrollo de Planes de Acción:** Desarrollar planes de acción detallados para cada requerimiento de cumplimiento identificado, especificando las tareas, responsabilidades y plazos.
- **Creación de Procedimientos de Cumplimiento:** Crear procedimientos de cumplimiento que detallen los pasos necesarios para asegurar la adherencia a las normativas y regulaciones en todas las fases del proyecto.
- **Establecimiento de Mecanismos de Monitoreo:** Establecer mecanismos de monitoreo y revisión para evaluar continuamente el cumplimiento del proyecto con las normativas y regulaciones.
- **Desarrollo de Herramientas de Reporte:** Desarrollar herramientas de reporte para documentar y comunicar el estado de cumplimiento a las partes interesadas y autoridades reguladoras.
- **Capacitación del Equipo del Proyecto:** Capacitar al equipo del proyecto en las estrategias de cumplimiento desarrolladas, asegurando que comprendan y estén equipados para implementar los procedimientos de cumplimiento.

- **Simulaciones y Pruebas de Estrategias:** Realizar simulaciones y pruebas de las estrategias de cumplimiento en un entorno controlado para identificar áreas de mejora.
- **Revisión y Ajuste de Estrategias:** Revisar y ajustar las estrategias de cumplimiento basado en los resultados de las simulaciones, pruebas y feedback del equipo del proyecto.
- **Documentación Final de Estrategias:** Documentar de manera detallada las estrategias de cumplimiento finalizadas, incluyendo todos los procedimientos, mecanismos de monitoreo y herramientas de reporte desarrolladas.
- **Preparación para Implementación:** Preparar todo lo necesario para la implementación efectiva de las estrategias de cumplimiento en el proyecto, incluyendo la coordinación con otras partes interesadas y la distribución de documentación relevante.

##### **5. Implementación y Monitoreo de Estrategias de Cumplimiento:**

Implementar las estrategias de cumplimiento desarrolladas y establecer sistemas de monitoreo continuo para garantizar la adherencia a las normativas y regulaciones. La implementación y el monitoreo continuo de las estrategias de cumplimiento son fundamentales para asegurar que el proyecto se mantenga en conformidad con las normativas y regulaciones pertinentes a lo largo de todas sus fases. Este paso también permite identificar y corregir cualquier desviación a tiempo, garantizando así la integridad y la eficacia del proyecto.

- **Implementación de Estrategias:** Implementar las estrategias de cumplimiento desarrolladas, asegurando que todos los procedimientos, políticas y prácticas estén alineados con las normativas y regulaciones aplicables.

- **Capacitación Continua:** Proporcionar capacitación continua al equipo del proyecto y a cualquier otra parte interesada sobre las estrategias de cumplimiento y los procedimientos asociados.
- **Desarrollo de Sistemas de Monitoreo:** Desarrollar y poner en marcha sistemas de monitoreo que permitan evaluar de manera continua el cumplimiento del proyecto con las normativas y regulaciones.
- **Evaluaciones Periódicas de Cumplimiento:** Realizar evaluaciones periódicas de cumplimiento para identificar cualquier desviación o área de mejora.
- **Reportes de Estado de Cumplimiento:** Generar reportes regulares que documenten el estado de cumplimiento del proyecto, destacando cualquier desviación y las acciones correctivas tomadas.
- **Corrección de Desviaciones:** Identificar y corregir desviaciones de las normativas y regulaciones, implementando acciones correctivas y ajustando las estrategias de cumplimiento según sea necesario.
- **Actualizaciones de Estrategias de Cumplimiento:** Revisar y actualizar las estrategias de cumplimiento y los procedimientos asociados basados en los hallazgos de las evaluaciones de cumplimiento y el feedback recibido.
- **Revisión de Feedback y Ajustes:** Revisar el feedback recibido de las evaluaciones de cumplimiento, de las autoridades reguladoras y de otras partes interesadas, y hacer ajustes en las estrategias de cumplimiento según sea necesario.
- **Documentación Continua:** Documentar de manera continua todas las acciones, evaluaciones y ajustes realizados en relación con las estrategias de cumplimiento.

- **Preparación para Evaluaciones Futuras:** Preparar y organizar toda la documentación y evidencia necesaria para futuras evaluaciones de cumplimiento y auditorías.

#### **6. Documentación y Verificación de Cumplimiento:**

Documentar de manera detallada todas las acciones y procedimientos realizados para asegurar el cumplimiento, y obtener verificaciones de cumplimiento de las autoridades reguladoras o entidades certificadoras correspondientes. La documentación y verificación de cumplimiento son pasos esenciales para demostrar que el proyecto se ha adherido a todas las normativas y regulaciones pertinentes. Esto no solo proporciona una base sólida para futuras auditorías y evaluaciones, sino que también es crucial para mantener la transparencia y la confianza con las partes interesadas y las autoridades reguladoras.

- **Recopilación de Documentación:** Recopilar toda la documentación relacionada con el cumplimiento, incluyendo los reportes de estado de cumplimiento, procedimientos, resultados de evaluaciones y acciones correctivas implementadas.
- **Organización de la Documentación:** Organizar la documentación de manera lógica y accesible, asegurando que todas las evidencias de cumplimiento estén claramente documentadas y sean fácilmente verificables.
- **Revisión Interna de la Documentación:** Conducir una revisión interna de la documentación para asegurar que todo esté completo, actualizado y en conformidad con las normativas y regulaciones aplicables.
- **Finalización de la Documentación de Cumplimiento:** Finalizar la documentación de cumplimiento, incorporando los resultados de la verificación interna y cualquier acción correctiva adicional implementada.

#### 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

##### Resultados diseño óptimo de bridas que permita el fraccionamiento de las columnas metálicas

Los resultados reflejan un diseño óptimo que cumple con todas las normativas y estándares establecidos. La conformidad en todos los criterios evaluados indica una ejecución precisa en la fase de diseño, lo que contribuye significativamente a la eficiencia y éxito del proyecto. Es crucial mantener este nivel de conformidad y optimización a medida que el proyecto avanza hacia las siguientes fases, garantizando así la continuidad en el cumplimiento de los estándares y la satisfacción de los objetivos del proyecto.

Tabla 1 Resultados diseño óptimo de bridas

<b>Criterio Evaluado</b>	<b>Diseño Propuesto</b>	<b>Valor Obtenido</b>	<b>Valor de Falla</b>	<b>Cumplimiento de Normativas</b>
Resistencia Estructural axial	Brida Tipo A	2889.28 kN	3852.37kN	Conforme
Durabilidad	Brida Tipo A	10 años	10 años	Conforme
Facilidad de Montaje	Brida Tipo A	8 horas (Incluido Fabricación)	10 horas	Conforme
Costo	Brida Tipo A	S/ 4,200.00	S/. 4,500.00	Conforme

##### Análisis General:

El diseño propuesto de bridas cumple satisfactoriamente con todas las especificaciones y normativas establecidas. Todos los criterios evaluados muestran conformidad, indicando un diseño óptimo que satisface los requisitos de integridad estructural, durabilidad, facilidad de montaje y costo.

##### Análisis Específico:

- **Resistencia Estructural Axial:** El diseño proporciona la resistencia estructural requerida, garantizando la integridad y seguridad de las columnas metálicas.



- **Durabilidad:** El diseño optimizado asegura una durabilidad que cumple con las expectativas, contribuyendo a la longevidad del proyecto.
- **Facilidad de Montaje:** El diseño facilita un montaje eficiente, cumpliendo con los tiempos estimados y asegurando una implementación efectiva en el sitio de construcción.
- **Costo:** El diseño se alinea con las estimaciones de costo, asegurando la viabilidad económica del proyecto.

#### 1. Resultados Identificación de Requisitos y Normativas:

Esta etapa asegura que el diseño propuesto estará en conformidad con las normativas técnicas y de seguridad pertinentes.

*Tabla 2 Resultados Identificación de Requisitos y Normativas*

<b>Normativa/Requisito</b>	<b>Descripción Detallada</b>	<b>Cumplimiento del Diseño Propuesto</b>	<b>Observaciones</b>
Normas Técnicas Peruanas (NTP)	Requisitos de resistencia y materiales	Conforme	-
American Institute of Steel Construction (AISC)	Normas de diseño estructural	Conforme	-
American Welding Society (AWS)	Normas de soldadura para bridas	Conforme	-
American Society for Testing and Materials (ASTM)	Normas de pruebas de materiales	Conforme	-
Normas ISO	Normas de calidad y gestión	Conforme	-

#### **Análisis Específico:**

- **Normas Técnicas Peruanas (NTP):** El diseño propuesto cumple con los requisitos de resistencia y materiales establecidos en las Normas Técnicas Peruanas, asegurando la integridad estructural del diseño.

- **American Institute of Steel Construction (AISC):** Las normas de diseño estructural establecidas por la AISC han sido cumplidas, lo que garantiza la viabilidad estructural del diseño de bridas.
- **American Welding Society (AWS):** Las normas de soldadura especificadas por la AWS han sido seguidas correctamente en el diseño, asegurando la calidad y durabilidad de las uniones soldadas.
- **American Society for Testing and Materials (ASTM):** Las normas de pruebas de materiales de la ASTM han sido adheridas, garantizando que los materiales utilizados son de alta calidad y cumplen con los requisitos de desempeño.
- **Normas ISO:** Se han cumplido las normas de calidad y gestión especificadas por las Normas ISO, lo que garantiza una gestión de proyecto eficiente y de alta calidad.

#### **Interpretación de Resultados:**

La conformidad del diseño propuesto con todas las normativas y requisitos identificados demuestra una base sólida y bien estructurada para el proyecto. Esto no solo garantiza la integridad estructural y la calidad del diseño, sino que también facilita las fases subsecuentes del proyecto al asegurar que se han establecido y cumplido las bases normativas desde el inicio.

#### **2. Resultados de Análisis Técnico Preliminar:**

En esta fase, se realizan evaluaciones iniciales para entender los desafíos y requisitos técnicos que deben ser abordados durante el diseño de las bridas para el fraccionamiento de las columnas metálicas.

Tabla 3 Resultados de Análisis Técnico Preliminar

Parámetro Evaluado	Valor Obtenido	Valor Esperado	Conformidad Técnica	Observaciones
Resistencia a la Carga axial Ultima	2889.28 kN	3852.37kN	Conforme	-
Momento Resistente Ultimo	254.02 kN-M	254.02 kN-M	Conforme	-
Resistencia Carga Cortante Ultimo	597.82 kN	1195.72kN	Conforme	-
Durabilidad	10 años	10 años	Conforme	-
Facilidad de montaje	8 horas	10 horas	Conforme	-

**Análisis Específico:**

- **Resistencia a la carga axial ultima:** Se evaluó la resistencia a la compresión del diseño propuesto para asegurar que pueda soportar las cargas verticales esperadas.
- **Momento Resistente Ultimo:** Se analizó la resistencia al momento para garantizar que el diseño pueda soportar las fuerzas de volteo durante la operación.
- **Resistencia a la carga cortante Ultimo:** Se evaluó la resistencia a la carga cortante para entender cómo el diseño responde a las cargas de corte a la brida.
- **Durabilidad:** Se evaluó la durabilidad del diseño para entender su longevidad y cómo resistirá a los factores ambientales y de uso a lo largo del tiempo.
- **Facilidad de montaje:** Se evaluó la facilidad de montaje para entender la complejidad y el tiempo requerido para el montaje de las bridas en el sitio de construcción.

**Interpretación de Resultados:**

El análisis técnico preliminar proporciona una visión clara de la viabilidad técnica del diseño propuesto. Los parámetros evaluados indican las áreas de fortaleza y las áreas que pueden requerir una revisión adicional para cumplir con los valores esperados. Es fundamental que los parámetros como la resistencia a la compresión, tensión, torsión y cizallamiento estén en conformidad con los requisitos técnicos para garantizar la integridad estructural del diseño. Además, la durabilidad y la facilidad de montaje son cruciales para el éxito a largo plazo del proyecto y la eficiencia en la fase de construcción.

### 3. Resultados de Desarrollo de Diseños Conceptuales de Bridas

El desarrollo de diseños conceptuales de bridas constituye una etapa fundamental en la conceptualización de soluciones técnicas para el fraccionamiento de columnas metálicas. A través de esta fase, se exploran diferentes configuraciones y diseños que podrían satisfacer los requisitos técnicos y normativos del proyecto.

*Tabla 4 Resultados de Desarrollo de Diseños Conceptuales de Bridas*

Concepto de Diseño	Resistencia a la carga axial Ultimo (kN)	Durabilidad (años)	Facilidad de Montaje (horas)	Costo Estimado (Soles)	Cumplimiento Normativo
Diseño Conceptual A	3852.37kN	10 años	10 horas	S/ 4,200.00	Conforme
Diseño Conceptual B	3878.27kN	15 años	12 horas	S/ 4,910.00	Conforme
Diseño Conceptual C	2872.54kN	10 años	10 horas	S/ 3,980.00	No Conforme

#### **Análisis Específico:**

- **Resistencia a la Carga axial:** Evaluación de la capacidad de los diferentes diseños conceptuales para soportar las cargas estructurales axial requeridas.

- **Durabilidad:** Estimación de la longevidad de los diseños conceptuales frente a las condiciones ambientales y de uso previstas.
- **Facilidad de Montaje:** Evaluación del tiempo y esfuerzo requeridos para montar las bridas según los diferentes diseños conceptuales.
- **Costo Estimado:** Estimación de los costos asociados con la fabricación y montaje de bridas según los diferentes diseños conceptuales.
- **Cumplimiento Normativo:** Verificación del cumplimiento de las normativas y estándares relevantes para cada diseño conceptual.

#### **Interpretación de Resultados:**

Los diferentes diseños conceptuales presentan variadas opciones que pueden ser evaluadas en términos de resistencia estructural, durabilidad, facilidad de montaje, costo, y cumplimiento normativo. Identificar un diseño que equilibre de manera óptima estos parámetros es crucial para el éxito del proyecto. Es esencial que el diseño seleccionado cumpla con las normativas pertinentes para garantizar la seguridad y la integridad estructural, además de proporcionar un enfoque coste-eficiente y práctico para el montaje en el sitio de construcción.

#### **4. Resultados Fabricación de Prototipos y Pruebas en Entorno Controlado:**

La fase de fabricación de prototipos y pruebas en un entorno controlado es vital para validar los diseños conceptuales y obtener perspectivas prácticas sobre el desempeño de las bridas. Esta etapa permite identificar y abordar cualquier desafío técnico o de conformidad normativa antes de la implementación en el campo, minimizando riesgos y optimizando el diseño.

Tabla 5 Resultados Fabricación de Prototipos y Pruebas en Entorno Controlado

Parámetro de Prueba	Diseño de Prototipo	Valor Obtenido	Valor Falla	Cumplimiento Normativo
Resistencia Estructural Axial	Prototipo A	3659.75 kN	3852.37kN	Conforme
Resistencia Estructural Axial	Prototipo B	3609.28 kN	3878.27kN	Conforme
Durabilidad	Prototipo A	10 años	10 años	Conforme
Durabilidad	Prototipo B	10 años	10 años	Conforme
Tiempo de Montaje	Prototipo A	10 horas	12 horas	Conforme
Tiempo de Montaje	Prototipo B	12 horas	12 horas	No Conforme
Costo de Fabricación	Prototipo A	S/ 4,200.00	S/ 4,500.00	Conforme
Costo de Fabricación	Prototipo B	S/ 4,910.00	S/ 4,500.00	No Conforme

#### Análisis Específico:

- **Resistencia Estructural Axial:** Evaluación de la capacidad de los prototipos para soportar las cargas estructurales según lo esperado.
- **Durabilidad:** Evaluación de la longevidad proyectada de los prototipos frente a las condiciones de uso y ambientales.
- **Tiempo de Montaje:** Medición del tiempo requerido para montar los prototipos, evaluando la eficiencia del diseño.
- **Costo de Fabricación:** Evaluación del costo involucrado en la fabricación de los prototipos, comparando con los valores estimados.

#### Interpretación de Resultados:

La fabricación de prototipos y las pruebas en un entorno controlado proporcionan datos valiosos para entender el desempeño real de los diseños de bridas. Los resultados obtenidos indican la eficacia de los prototipos en cumplir con los criterios de resistencia estructural, durabilidad, tiempo de montaje y costo de fabricación. La comparación entre los valores obtenidos y los valores

esperados ayuda a identificar áreas de mejora, optimizando el diseño para cumplir con las normativas y requisitos del proyecto. Este proceso iterativo es crucial para refinar el diseño antes de la implementación en el campo, asegurando que los desafíos técnicos y normativos se aborden de manera proactiva.

## 5. Resultado Análisis de Datos y Retroalimentación:

La fase de Análisis de Datos y Retroalimentación es central para refinar y optimizar el diseño de las bridas basado en los datos recopilados de las pruebas y la fabricación de prototipos. Esta etapa permite identificar áreas de mejora, ajustar el diseño y asegurar que los requisitos del proyecto y las normativas sean cumplidos de manera eficaz del prototipo A.

*Tabla 6 Resultado Análisis de Datos y Retroalimentación prototipo A*

Parámetro Analizado	Valor Obtenido	Valor Ultimo	Desviación	Observaciones
Resistencia Estructural Axial	3659.75 kN	3852.37kN	5.26%	-Requiere un reajuste en el diseño para alcanzar el valor ultimo
Durabilidad	10 años	10 años	0%	-No sobre pasa el valor máximo
Tiempo de Montaje	10 horas	12 horas	0%	-No sobre pasa el valor máximo
Costo de Fabricación	S/ 4,200.00	S/ 4,500.00	0%	-No sobre pasa el valor máximo

### Análisis Específico:

- **Resistencia Estructural Axial:** Se analiza la desviación entre el valor obtenido y el valor esperado para evaluar el rendimiento estructural del diseño.
- **Durabilidad:** Se evalúa la desviación en la durabilidad estimada, proporcionando perspectivas sobre la longevidad del diseño.
- **Tiempo de Montaje:** Se analiza la desviación en el tiempo de montaje, lo que ayuda a entender la eficiencia del diseño en términos de implementación.

- **Costo de Fabricación:** Se evalúa la desviación en el costo de fabricación para entender la eficiencia económica del diseño.

#### **Interpretación de Resultados:**

El análisis de los datos recopilados y la retroalimentación obtenida proporcionan una visión clara de cómo el diseño actual se alinea con los requisitos del proyecto y las normativas. Las desviaciones identificadas en los parámetros clave indican áreas que pueden requerir ajustes en el diseño. La retroalimentación es crucial para hacer los ajustes necesarios y mejorar la eficiencia y el cumplimiento del diseño en la próxima iteración. Este proceso iterativo y reflexivo es fundamental para moverse hacia un diseño optimizado que cumpla con todos los requisitos técnicos y normativos del proyecto.

#### **6. Resultados de Optimización y Ajustes del Diseño de Bridas:**

El objetivo principal es mejorar la eficiencia, cumplimiento normativo y practicidad del diseño, asegurando que se alinee con los requisitos del proyecto y las expectativas de los stakeholders.

*Tabla 7 Resultados de Optimización y Ajustes del Diseño de Bridas*

<b>Parámetro Optimizado</b>	<b>Diseño de Prototipo</b>	<b>Valor Original</b>	<b>Valor Optimizado</b>	<b>Mejora (%)</b>	<b>Cumplimiento Normativo</b>
Resistencia Estructural Axial	3852.37kN	3659.75 kN	3858.36kN	5.43%	Conforme
Durabilidad	10 años	10 años	10 años	0%	Conforme
Tiempo de Montaje	12 horas	10 horas	12 horas	0%	Conforme
Costo de Fabricación	S/ 4,500.00	S/ 4,200.00	S/ 4,500.00	0%	Conforme

#### **Análisis Específico:**

- **Resistencia Estructural Axial:** Evaluación de la mejora en la resistencia estructural tras las optimizaciones realizadas.
- **Durabilidad:** Evaluación de cómo la durabilidad se ha mejorado o mantenido con los ajustes del diseño.
- **Tiempo de Montaje:** Análisis de la eficiencia ganada en el tiempo de montaje debido a las optimizaciones.



- **Costo de Fabricación:** Evaluación de la eficiencia costo-beneficio obtenida con las optimizaciones del diseño.

#### **Interpretación de Resultados:**

Las optimizaciones y ajustes realizados en el diseño de las bridas han conducido a mejoras significativas en varios parámetros críticos. La tabla refleja cómo las optimizaciones han impactado positivamente en el prototipo A en la resistencia estructural, durabilidad, tiempo de montaje y costo de fabricación. El cumplimiento normativo asegura que las optimizaciones están alineadas con los requisitos regulatorios y técnicos del proyecto. Este proceso de optimización y ajuste es crucial para desarrollar un diseño robusto y eficiente que satisfaga las necesidades del proyecto y asegure una implementación exitosa en el sitio de construcción.

#### **Resultado Evaluación del impacto logístico y económico**

Se enfoca en evaluar el impacto logístico y económico de la implementación de las bridas en el proceso de transporte y montaje de las estructuras metálicas para el Terminal Terrestre de Pasco. La evaluación precisa de estos aspectos es crucial para entender la viabilidad y el beneficio que el diseño de bridas aporta al proyecto en su totalidad.

Los resultados reflejan claramente que las optimizaciones logísticas y de costos son significativas con la implementación de las bridas. El ahorro en tiempo y costos en las etapas de transporte y montaje contribuye a un desempeño económico optimizado del proyecto. Estas mejoras no solo son beneficiosas desde una perspectiva económica, sino que también desde una perspectiva logística, facilitando una ejecución del proyecto más fluida y eficiente. Estos hallazgos respaldan la adopción del diseño de bridas y resaltan su contribución en la mejora de la eficiencia logística y la optimización de costos en el proyecto.

Tabla 8 Resultado Evaluación del impacto logístico y económico

Parámetro Evaluado	Valor Pre-Implementación	Valor Post-Implementación	Mejora (%)	Impacto Económico (S/.)	Impacto Logístico
Tiempo de Transporte	7 horas	6.5 horas	7.7% (reducción)	S/. 0.00 (Flete)	Estándar
Costo de Transporte	S/. 2100.00	S/. 2100.00	0% (reducción)	S/. 0.00 (ahorro)	Estándar
Tiempo de Montaje	7 horas	5.5 horas	22% (reducción)	S/. 0.00 (ahorro)	Mejorado
Costo de Montaje	S/. 2000.00	S/. 1100.00	55% (reducción)	S/. 900.00 (ahorro)	Mejorado
Total de Costos	S/. 4100.00	S/. 3200.00	17.7% (reducción)	S/. 900.00 (ahorro total)	Mejorado

#### Análisis Específico:

- **Tiempo y Costo de Transporte:** La implementación de las bridas ha resultado en una reducción notable en el tiempo y costo de transporte, reflejando un impacto logístico y económico positivo.
- **Tiempo y Costo de Montaje:** La optimización también se refleja en el tiempo y costo de montaje, contribuyendo a la eficiencia general del proyecto.
- **Total de Costos:** La reducción en los costos totales demuestra la eficiencia económica obtenida a través de la implementación realizada.

#### 1. Resultados de Análisis de la Logística Actual:

El análisis de la logística actual es el punto de partida para entender el escenario base antes de la implementación de las bridas diseñadas. Este análisis proporciona una visión clara de los tiempos, costos y eficiencias logísticas actuales en el proceso de transporte y montaje de las estructuras metálicas. Los resultados obtenidos servirán como línea base para comparar y evaluar las mejoras post-implementación.

Tabla 9 Resultados de Análisis de la Logística Actual

Parámetro Evaluado	Valor Actual	Observaciones
Tiempo de Transporte	7 horas	-
Costo de Transporte	S/. 4100	-
Tiempo de Montaje	7 horas	-
Costo de Montaje	S/. 2000	-
Eficiencia Logística	80%	Basado en indicadores específicos de eficiencia logística

#### Análisis Específico:

- **Tiempo y Costo de Transporte:** Evaluación de los tiempos y costos actuales involucrados en el transporte de estructuras metálicas.
- **Tiempo y Costo de Montaje:** Evaluación de los tiempos y costos actuales en el montaje de las estructuras en el sitio de construcción.
- **Eficiencia Logística:** Evaluación de la eficiencia logística actual basada en indicadores específicos.

#### Interpretación de Resultados:

Los datos recopilados en este análisis representan el estado actual de la logística en el proyecto. Los valores actuales en tiempo y costo para el transporte y montaje de estructuras metálicas son esenciales para entender el margen de mejora que se puede alcanzar con la implementación de las bridas diseñadas. La eficiencia logística actual también proporciona una perspectiva sobre cómo los procesos logísticos actuales están funcionando y dónde existen oportunidades para la optimización. Esta línea base es crucial para medir el impacto y la efectividad de las soluciones propuestas en los siguientes pasos del proyecto.

## 2. Resultados de Estimación de Costos de Implementación de Bidas:

La estimación de costos asociados a la implementación de las bidas es un paso crítico para determinar la viabilidad financiera. Es esencial tener una comprensión clara de los costos involucrados para poder evaluar los beneficios y el retorno de la inversión que se puede esperar.

*Tabla 10 Resultados de Estimación de Costos de Implementación de Bidas*

<b>Descripción del Costo</b>	<b>Costo Estimado (S/.)</b>	<b>Observaciones</b>
Diseño de Bidas	S/. 1500	-
Fabricación de Prototipos	S/. 520	-
Pruebas de Campo	S/. 250	-
Instalación de Bidas	S/. 330	-
Costo Total Estimado	S/. 1000	-

### **Análisis Específico:**

- **Diseño de Bidas:** Los costos asociados con el diseño y desarrollo de las bidas.
- **Fabricación de Prototipos:** Costos estimados para la fabricación de prototipos de las bidas.
- **Pruebas de Campo:** Costos asociados con las pruebas de campo para validar el diseño de las bidas.
- **Instalación de Bidas:** Costos estimados para la instalación de las bidas en las estructuras metálicas.

### **Interpretación de resultados:**

El desglose de costos proporciona una perspectiva clara sobre la inversión necesaria para implementar las bidas en el proyecto. Estos costos

deben ser evaluados en relación con los beneficios esperados en términos de eficiencia logística y reducción de costos en las etapas de transporte y montaje. La comparación de estos costos estimados con los beneficios logísticos y económicos post-implementación ayudará a determinar la viabilidad financiera y el retorno de la inversión de la solución propuesta. Esta evaluación es fundamental para tomar decisiones informadas sobre la continuación del proyecto y la implementación de las bridas.

### 3. Resultados de Simulación de Procesos Logísticos con Bridas:

La simulación de procesos logísticos con la implementación de las bridas es crucial para prever cómo esta innovación podría alterar las operaciones existentes y qué mejoras se pueden esperar. Esta simulación permite anticipar los beneficios y desafíos, proporcionando un escenario visualizado de cómo la logística del proyecto podría mejorar en términos de tiempo, costos y eficiencia.

*Tabla 11 Resultados de Simulación de Procesos Logísticos con Bridas*

Parámetro Evaluado	Valor Antiguas Bridas	Valor Con Nuevas Bridas	Mejora (%)	Observaciones
Tiempo de Transporte	7 horas	6.5 horas	7.7%	-
Costo de Transporte	S/. 2100.00	S/. 2100.00	0%	-
Tiempo de Montaje	7 horas	5.5 horas	22%	-
Costo de Montaje	S/. 2000.00	S/. 1100.00	55%	-
Eficiencia Logística	80%	95%	15%	Medida con indicadores específicos

#### **Análisis Específico:**

- **Tiempo y Costo de Transporte:** Se evaluó cómo las nuevas bridas afectan el tiempo y costo de transporte, mostrando una mejora con su implementación.

- **Tiempo y Costo de Montaje:** Similarmente, se evaluó el impacto en el tiempo y costo de montaje, observando una mejora.
- **Eficiencia Logística:** Se utilizan indicadores específicos para medir la mejora en la eficiencia logística con la implementación de las bridas.

#### **Interpretación de Resultados:**

La simulación proporciona una visión clara de las mejoras logísticas que se pueden alcanzar con la implementación de las bridas. Las reducciones en tiempo y costo tanto en el transporte como en el montaje son indicativos de una operación más eficiente y coste-efectiva. Además, la mejora en la eficiencia logística sugiere que las bridas podrían contribuir significativamente a optimizar los procesos logísticos del proyecto. Este análisis ayuda a visualizar y cuantificar los beneficios potenciales, proporcionando una base sólida para las decisiones de implementación.

#### **4. Resultado Comparación de Costos y Beneficios**

La comparación entre costos y beneficios es esencial para evaluar la viabilidad y el impacto de la implementación de las bridas en el proyecto. Este análisis permite cuantificar el valor añadido de la innovación propuesta en términos de reducción de costos y mejora logística, frente a la inversión necesaria para su implementación.

*Tabla 12 Resultado Comparación de Costos y Beneficios*

<b>Descripción</b>	<b>Costo Antiguas Bidas (S/.)</b>	<b>Costo con Nuevas Bidas (S/.)</b>	<b>Ahorro (S/.)</b>	<b>Beneficio Logístico</b>
Costo Total de Transporte	S/. 2100.00	S/. 2100	S/. 0	Mejorado
Costo Total de Montaje	S/. 2000.00	S/. 1100.00	S/. 900.00	Mejorado
Costo Total del Proyecto	S/. 4100.00	S/. 3200.00	S/. 900.00	Mejorado

#### **Análisis Específico:**

- **Costo Total de Transporte:** Se observa una reducción en el costo total de transporte con la implementación de las bridas, lo cual es un beneficio financiero directo.
- **Costo Total de Montaje:** Similarmente, se observa una reducción en el costo total de montaje, otro beneficio financiero directo.
- **Costo Total del Proyecto:** La reducción en el costo total del proyecto es una indicación de la eficiencia coste-efectiva de la implementación de las bridas.

#### **Interpretación de Resultados:**

Los resultados indican que la implementación de las nuevas bridas tiene un impacto positivo tanto en la reducción de costos como en la mejora logística del proyecto. La comparación de costos y beneficios muestra que las bridas no solo son viables desde un punto de vista financiero, sino que también aportan valor en términos de eficiencia logística. El ROI (Retorno de la Inversión) positivo sugiere que la inversión en el diseño e implementación de las bridas se justifica por los ahorros y beneficios logísticos obtenidos. Este análisis proporciona una justificación sólida para la implementación de las bridas en el proyecto, respaldando la innovación propuesta como una solución coste-efectiva y logísticamente eficiente.

#### **Resultado evaluación eficiencia y seguridad en el proceso de fraccionamiento y ensamblaje de columnas**

Esta sección se orienta a establecer procedimientos y protocolos para la eficiencia y seguridad en el fraccionamiento y ensamblaje de columnas. Es fundamental evaluar cómo estas medidas impactan en la operatividad y conformidad normativa del proyecto.

La implementación de procedimientos y protocolos bien definidos ha conducido a mejoras significativas en varios aspectos clave del proceso de fraccionamiento y ensamblaje de columnas. La mejora en la eficiencia y seguridad, junto con la reducción en tiempo y costo de ensamblaje, son indicativos de un entorno de trabajo más optimizado y conforme a las normativas. Estos resultados reflejan la importancia de una planificación meticulosa y la adherencia a procedimientos estandarizados para alcanzar los objetivos de optimización y seguridad en el proyecto.

*Tabla 13 Resultado evaluación eficiencia y seguridad en el proceso de fraccionamiento y ensamblaje de columnas*

<b>Parámetro Evaluado</b>	<b>Estado Inicial</b>	<b>Estado con Procedimientos Implementados</b>	<b>Mejora (%)</b>	<b>Observaciones</b>
Eficiencia en el Proceso	75%	90%	20%	-
Índice de Seguridad	80	95	18.75%	Medido con indicadores específicos
Cumplimiento de Normativas	No	Sí	-	Conforme a las normas
Tiempo de Ensamblaje	10 horas	8 horas	20%	-
Costo de Ensamblaje	S/. 5000	S/. 4000	20%	-

**Análisis Específico:**

- **Eficiencia en el Proceso:** Se observa una mejora del 20% en la eficiencia del proceso, lo que implica una ejecución más rápida y menos propensa a errores.
- **Índice de Seguridad:** Con los procedimientos implementados, el índice de seguridad se incrementa en un 18.75%, lo que indica un entorno de trabajo más seguro.



- **Cumplimiento de Normativas:** El cumplimiento de normativas es crucial, y los procedimientos implementados aseguran la conformidad con las regulaciones pertinentes.
- **Tiempo y Costo de Ensamblaje:** Se evidencia una reducción del 20% en el tiempo y costo de ensamblaje, lo que es una señal positiva de la efectividad de los procedimientos establecidos.

### 1. Resultados Revisión de Normativas y Estándares

La revisión de normativas y estándares de seguridad es crucial para comprender los requisitos y regulaciones que deben cumplirse en el proyecto. Esta revisión ayuda a asegurar que los procesos y procedimientos establecidos estén alineados con las mejores prácticas y regulaciones locales e internacionales, garantizando así la seguridad y conformidad del proyecto.

*Tabla 14 Resultados Revisión de Normativas y Estándares*

Normativa/Estándar	Requisitos Identificados	Cumplimiento Inicial	Acciones de Alineamiento	Costo de Alineamiento (S/.)
Normas Técnicas Peruanas de Seguridad (NTP)	20 requisitos	No	03 acciones	S/.5,000
Norma Peruana de Seguridad y Salud en el Trabajo	15 requisitos	No	02 acciones	S/.3,500
Normativa de Seguridad en Construcción de Perú	18 requisitos	No	03 acciones	S/.4,200

#### **Análisis Específico:**

- **Identificación de Requisitos:** Se destacan los requisitos específicos de cada normativa y estándar relevante para el proyecto, focalizando en la seguridad.
- **Evaluación de Cumplimiento Inicial:** Se realiza una evaluación inicial para determinar el nivel de conformidad del proyecto con estas normativas y estándares.

- **Acciones de Alineamiento:** Se proponen acciones concretas para alinear el proyecto con los requisitos identificados, mejorando la seguridad y conformidad.
- **Costo de Alineamiento:** Se proporciona una estimación de los costos asociados para alcanzar la conformidad con las normativas y estándares identificados.

#### **Interpretación de Resultados:**

Los resultados reflejan una necesidad de alineación con las normativas y estándares de seguridad identificados para garantizar un ambiente seguro y conforme a las regulaciones en el proyecto. Las acciones de alineamiento y los costos asociados indican una inversión necesaria para asegurar la conformidad, lo cual es fundamental para evitar riesgos legales, financieros y operativos. Este análisis detallado proporciona una hoja de ruta clara para mejorar la seguridad y conformidad del proyecto, lo cual es esencial para su éxito y aceptación por parte de las autoridades y partes interesadas.

#### **2. Resultado de Consultas con Expertos**

Las consultas con expertos son fundamentales para obtener una perspectiva profesional sobre los procedimientos y protocolos propuestos, y para garantizar que se alinean con las mejores prácticas y normativas en la industria de la construcción. Los expertos pueden ofrecer recomendaciones valiosas para mejorar la eficiencia, seguridad, y conformidad normativa en el proceso de fraccionamiento y ensamblaje de columnas.

Tabla 15 Resultado de Consultas con Expertos

Tema Consultado	Recomendaciones del Experto	Costo de Implementación (S/.)	Impacto en el Proyecto	Cumplimiento de Normativa
Procedimientos de Seguridad	Implementar medidas: - Inspecciones Regulares - Protocolos de Emergencia	S/. 3000	Mejora la Seguridad	Sí
Eficiencia en el Proceso	Implementar técnicas: - Planificación del Proyecto Área Seguridad - Sistema de Control de Calidad Continuo	S/. 2000	Mejora la Eficiencia	Sí
Conformidad Normativa	Revisión y ajuste de protocolos	S/. 1500	Asegura Conformidad	Sí
Optimización de Costos	Estrategias de reducción de costos	S/. 1000	Reduce Costos	Sí

#### **Análisis Específico:**

- **Procedimientos de Seguridad:** Las recomendaciones de los expertos incluyen la implementación de medidas específicas para mejorar la seguridad en el proceso de fraccionamiento y ensamblaje.
- **Eficiencia en el Proceso:** Los expertos sugieren técnicas específicas para mejorar la eficiencia en el proceso, lo que a largo plazo puede resultar en ahorros significativos.
- **Conformidad Normativa:** La revisión y ajuste de protocolos es crucial para asegurar el cumplimiento de las normativas pertinentes.
- **Optimización de Costos:** Los expertos ofrecen estrategias para la reducción de costos sin comprometer la calidad o la seguridad del proyecto.

#### **Interpretación de Resultados:**

Las consultas con expertos proporcionan una riqueza de conocimientos y recomendaciones prácticas que pueden ser cruciales para el éxito del proyecto. Los costos asociados con la implementación de estas recomendaciones se ven justificados por el impacto positivo en la seguridad,

eficiencia, conformidad normativa, y optimización de costos en el proyecto. Además, el cumplimiento de las normativas a través de las recomendaciones de los expertos asegura que el proyecto se adhiere a los estándares profesionales y legales, lo cual es fundamental para su aceptación y éxito. Esta tabla y análisis destacan la importancia de incorporar la experiencia y el conocimiento de expertos en la industria para mejorar la planificación y ejecución del proyecto, y para asegurar que se alinea con las expectativas y requisitos normativos.

### 3. Resultado Desarrollo de Procedimientos Preliminares

El desarrollo de procedimientos preliminares es una etapa crucial en la gestión de cualquier proyecto, ya que establece las bases para las operaciones futuras. Los procedimientos deben ser diseñados de manera que se alineen con las normativas vigentes y promuevan la eficiencia, seguridad y cumplimiento durante el fraccionamiento y ensamblaje de columnas.

*Tabla 16 Resultado Desarrollo de Procedimientos Preliminares*

<b>Procedimiento Desarrollado</b>	<b>Costo de Desarrollo (S/.)</b>	<b>Impacto en Eficiencia (%)</b>	<b>Impacto en Seguridad</b>	<b>Cumplimiento de Normativa</b>
Procedimiento de Fraccionamiento	S/. 1500	15%	Mejora notable	Sí
Procedimiento de Ensamblaje	S/. 1800	20%	Mejora notable	Sí
Procedimiento de Inspección	S/. 1200	10%	Mejora notable	Sí

#### **Análisis Específico:**

- **Procedimiento de Fraccionamiento:** El costo de desarrollo es razonable y resulta en una mejora del 15% en eficiencia, lo cual es favorable para el proyecto.
- **Procedimiento de Ensamblaje:** Aunque tiene un costo más alto, el impacto en eficiencia del 20% es valioso, además de contribuir a una mejora notable en seguridad.
- **Procedimiento de Inspección:** Este procedimiento es crucial para garantizar la conformidad con las normativas y mantener un alto nivel de seguridad.

#### **Interpretación de Resultados:**

Los procedimientos preliminares desarrollados muestran un impacto positivo tanto en la eficiencia como en la seguridad del proceso de fraccionamiento y ensamblaje. Aunque incurren en costos de desarrollo, estos procedimientos son esenciales para garantizar el cumplimiento de las normativas y para establecer las bases de operaciones seguras y eficientes. La mejora en eficiencia y seguridad, junto con la conformidad normativa, justifica la inversión en el desarrollo de estos procedimientos. Además, estos procedimientos pueden ser refinados y optimizados continuamente a lo largo del proyecto para obtener beneficios aún mayores. Esto resalta la importancia de una planificación cuidadosa y del desarrollo de procedimientos sólidos desde las etapas iniciales del proyecto.

#### **1. Resultado Evaluación y Ajuste de Procedimientos**

La evaluación y ajuste de procedimientos son pasos esenciales para asegurar que las operaciones se realicen de manera eficiente y segura, alineándose con las normativas y estándares establecidos. Esta fase permite identificar áreas de mejora, rectificar errores, y optimizar los procedimientos existentes.

Tabla 17 Resultado Evaluación y Ajuste de Procedimientos

Procedimiento Evaluado	Costo de Ajuste (S/.)	Mejora en Eficiencia (%)	Mejora en Seguridad	Cumplimiento de Normativa
Procedimiento de Fraccionamiento	S/. 500	10%	Mejora notable	Sí
Procedimiento de Ensamblaje	S/. 600	15%	Mejora notable	Sí
Procedimiento de Inspección	S/. 400	5%	Mejora notable	Sí

#### Análisis Específico:

- **Procedimiento de Fraccionamiento:** Con un costo moderado de ajuste, se logra una mejora sustancial en eficiencia y seguridad, lo cual es favorable para el proyecto.
- **Procedimiento de Ensamblaje:** La inversión en ajustes resulta en mejoras significativas en eficiencia y seguridad, alineándose con las normativas.
- **Procedimiento de Inspección:** Aunque la mejora en eficiencia es menor, la mejora en seguridad es notable y crucial para el cumplimiento normativo.
- **Procedimiento de Mantenimiento:** Con el costo de ajuste más bajo, aún se logran mejoras modestas en eficiencia y seguridad.

#### Interpretación de Resultados:

La tabla refleja que, con inversiones relativamente modestas en el ajuste de procedimientos, se pueden lograr mejoras significativas en la eficiencia y la seguridad de las operaciones. Estas mejoras no solo contribuyen al éxito del proyecto, sino que también aseguran el cumplimiento de las normativas vigentes. La evaluación y ajuste de procedimientos es un proceso continuo que debe ser llevado a cabo a lo largo del proyecto para garantizar que se mantenga la alineación con los objetivos, normativas y estándares del proyecto. Además, esta fase permite una adaptación y mejora continua, lo que es vital en un entorno de proyecto dinámico y desafiante.

## **Resultado Cumplimiento de las normativas y regulaciones vigentes en el ámbito de la ingeniería estructural.**

La meta es asegurar el cumplimiento de las normativas y regulaciones vigentes en el ámbito de la ingeniería estructural en Pasco y Perú mediante el diseño y uso de bridas. Es fundamental que el proyecto no solo cumpla con las normativas técnicas, sino que también cumpla con los estándares de calidad y seguridad, a fin de garantizar la integridad y la durabilidad de la estructura construida.

Los resultados indican un cumplimiento total de las normativas y regulaciones pertinentes, lo que refleja una planificación y gestión de proyecto robustas. La conformidad en áreas críticas como las cargas de diseño, resistencia de materiales, factor de seguridad y análisis sísmico es una indicación de la integridad y la seguridad de la estructura. Aunque algunos aspectos presentan una complejidad de implementación alta, como el análisis sísmico y las estrategias de cumplimiento, estos son esenciales para garantizar la seguridad y la conformidad a largo plazo. Por lo tanto, la inversión en tiempo y recursos en estas áreas es justificada y contribuye significativamente al éxito del proyecto.

*Tabla 18 Resultado Cumplimiento de las normativas y regulaciones vigentes en el ámbito de la ingeniería estructural*

<b>Ítem de Evaluación</b>	<b>Resultado de la Evaluación</b>	<b>Complejidad de Implementación</b>	<b>Impacto en el Proyecto</b>	<b>Observaciones</b>
Cargas de diseño	Conforme	Media	Positivo	Cumplimiento total
Resistencia de materiales	Conforme	Media	Positivo	Cumplimiento total
Factor de seguridad	Conforme	Baja	Positivo	Cumplimiento total
Análisis sísmico	Conforme	Alta	Positivo	Cumplimiento total
Evaluación de conformidad	Conforme	Media	Positivo	Cumplimiento total

Estrategias de cumplimiento	Conforme	Alta	Positivo	Cumplimiento total
-----------------------------	----------	------	----------	--------------------

### **Análisis Específico:**

- **Cargas de Diseño:** La conformidad con las normativas en las cargas de diseño es fundamental para garantizar la integridad estructural.
- **Resistencia de Materiales:** Los materiales utilizados cumplen con los estándares requeridos, asegurando una larga vida útil de la estructura.
- **Factor de Seguridad:** La conformidad en el factor de seguridad garantiza que se han tomado las medidas necesarias para minimizar los riesgos asociados.
- **Análisis Sísmico:** La conformidad en el análisis sísmico es crucial en una región sísmicamente activa como Perú.
- **Evaluación de Conformidad:** La evaluación confirmó que los procedimientos y diseños están en conformidad con las normativas y regulaciones relevantes.
- **Estrategias de Cumplimiento:** La implementación de estrategias para asegurar el cumplimiento continuo es una indicación de una gestión de proyecto eficaz.

#### **1. Resultado Revisión de Normativas**

La revisión de normativas en el contexto de cálculos estructurales es un paso crucial para garantizar que el diseño y la ejecución del proyecto estén en consonancia con las regulaciones y estándares establecidos en Perú. Esta revisión ayuda a identificar cualquier discrepancia que pueda afectar la integridad estructural y la seguridad del proyecto, y proporciona una base sólida



Tabla 19 Resultado Revisión de Normativas

Ítem de Normativa	Resultado de la Revisión	Impacto en el Proyecto	Observaciones
Cargas de diseño	Conforme	Positivo	Cumplimiento total
Resistencia de materiales	Conforme	Positivo	Cumplimiento total
Factor de seguridad	Conforme	Positivo	Cumplimiento total
Análisis sísmico	Conforme	Positivo	Cumplimiento total

#### Análisis Específico:

- **Cargas de Diseño:** Las cargas de diseño revisadas están en conformidad con las normativas, lo cual es esencial para garantizar que la estructura pueda soportar las cargas previstas durante su vida útil.
- **Resistencia de Materiales:** La conformidad en la resistencia de los materiales garantiza que los materiales seleccionados puedan soportar las cargas de diseño, lo cual es crucial para la integridad estructural.
- **Factor de Seguridad:** La revisión confirmó que el factor de seguridad utilizado está en línea con las normativas, lo que es vital para minimizar los riesgos asociados y garantizar la seguridad.
- **Análisis Sísmico:** La conformidad en el análisis sísmico es crucial, especialmente en una región sísmicamente activa como Perú, para garantizar que la estructura pueda resistir eventos sísmicos.

#### Interpretación de Resultados:

Los resultados de la revisión de normativas indican un cumplimiento total de las normativas de cálculo estructural en Perú. Esto no solo refleja una planificación y diseño robustos, sino que también establece una base sólida para las fases subsiguientes del proyecto. La conformidad en áreas clave como las

cargas de diseño, resistencia de materiales, factor de seguridad y análisis sísmico demuestra una gestión de proyecto competente, lo que es esencial para la entrega exitosa del proyecto y la minimización de riesgos asociados. Esta revisión, aunque meticulosa y rigurosa, es una inversión necesaria que contribuye significativamente a la calidad, seguridad y éxito del proyecto.

## 2. Resultado Consultas con Autoridades Regulatoras:

Las consultas con autoridades reguladoras son una etapa crucial en la fase de planificación y diseño del proyecto, especialmente en lo que respecta a la conformidad con las normativas de cálculo estructural en Perú. Estas consultas brindan una oportunidad para clarificar cualquier ambigüedad y asegurar que el proyecto esté en el camino correcto hacia el cumplimiento de todas las regulaciones y normas aplicables.

*Tabla 20 Resultado Consultas con Autoridades Regulatoras*

Ítem de Consulta	Respuesta de la Autoridad	Complejidad de Implementación	Impacto en el Proyecto	Observaciones	Conformidades
Cargas de diseño	Conforme	Media	Positivo	Clarificaciones proporcionadas	Conforme
Resistencia de materiales	Conforme	Media	Positivo	Clarificaciones proporcionadas	Conforme
Factor de seguridad	Conforme	Baja	Positivo	Clarificaciones proporcionadas	Conforme
Análisis sísmico	Conforme	Alta	Positivo	Clarificaciones proporcionadas	Conforme

### Análisis Específico:

- **Cargas de Diseño:** Las autoridades confirmaron que las cargas de diseño propuestas están en conformidad con las normativas locales, lo cual es crucial para garantizar la integridad estructural del proyecto.
- **Resistencia de Materiales:** La confirmación de conformidad en la resistencia de los materiales es fundamental para garantizar que los materiales seleccionados son aptos para el proyecto.

- **Factor de Seguridad:** La conformidad en el factor de seguridad es crucial para garantizar que el proyecto tiene un margen de seguridad adecuado en caso de condiciones imprevistas.
- **Análisis Sísmico:** La conformidad en el análisis sísmico es vital, especialmente en una región sísmicamente activa como Perú, para garantizar que la estructura pueda resistir eventos sísmicos.

### Interpretación de Resultados:

La tabla refleja un proceso de consulta efectivo con las autoridades reguladoras que resultó en la conformidad en áreas clave de la normativa de cálculo estructural. Esta conformidad no solo es un indicador de una planificación y diseño robustos, sino que también es un paso esencial hacia la obtención de las aprobaciones necesarias para proceder con el proyecto. Además, la clarificación de ambigüedades durante las consultas ayuda a evitar retrasos y posibles revisiones en las fases posteriores del proyecto, lo que a su vez contribuye a la eficiencia y éxito del proyecto.

### 3. Resultado de Evaluación de Conformidad Preliminar

*Tabla 21 Resultado de Evaluación de Conformidad Preliminar*

Ítem de Evaluación	Resultado de la Evaluación	Complejidad de Implementación	Impacto en el Proyecto	Observaciones
Cargas de diseño	Conforme	Media	Positivo	Evaluación preliminar favorable
Resistencia de materiales	Conforme	Media	Positivo	Evaluación preliminar favorable
Factor de seguridad	Conforme	Baja	Positivo	Evaluación preliminar favorable
Análisis sísmico	Conforme	Alta	Positivo	Evaluación preliminar favorable

### Análisis Específico:

- **Cargas de Diseño:** La evaluación preliminar confirmó que las cargas de diseño están en conformidad con las normativas locales, lo cual es fundamental para la integridad estructural.
- **Resistencia de Materiales:** La conformidad en la resistencia de los materiales indica que los materiales seleccionados son adecuados y cumplen con los estándares requeridos.
- **Factor de Seguridad:** La conformidad en el factor de seguridad asegura que el proyecto tiene un margen de seguridad adecuado para manejar condiciones imprevistas.
- **Análisis Sísmico:** La conformidad en el análisis sísmico es crucial en una región sísmicamente activa como Perú para asegurar que la estructura pueda resistir eventos sísmicos.

#### **Interpretación de Resultados:**

Los resultados de la evaluación de conformidad preliminar reflejan una alineación positiva con las normativas de cálculo estructural en Perú, lo que es un indicador de una planificación y diseño robustos. Esta conformidad preliminar es crucial para avanzar hacia las etapas subsiguientes del proyecto con confianza, sabiendo que el diseño propuesto está en el camino correcto para cumplir con los requisitos regulatorios y técnicos. Además, la evaluación preliminar ayuda a evitar posibles retrasos y costos adicionales que podrían surgir debido a revisiones o modificaciones necesarias en etapas posteriores.

#### **4. Resultado de Desarrollo de Estrategias de Cumplimiento**

El desarrollo de estrategias de cumplimiento es esencial para asegurar que el proyecto adhiera a todas las normativas y regulaciones relevantes. Estas estrategias permiten una implementación sistemática de los requisitos normativos y proporcionan una hoja de ruta para garantizar que todas las fases

del proyecto estén en conformidad con los estándares de cálculo estructural en Perú.

*Tabla 22 Resultado de Desarrollo de Estrategias de Cumplimiento*

Estrategia de Cumplimiento	Tiempo de Implementación (semanas)	Complejidad de Implementación	Impacto en el Proyecto	Observaciones
Revisión de Diseño Estructural	2	Media	Positivo	Estrategia inicial crucial
Consultas Regulatorias Continuas	1-2	Baja	Positivo	Comunicación constante
Auditorías de Conformidad	1	Alta	Positivo	Verificación de conformidad
Capacitación del Personal	2	Baja	Positivo	Asegura la competencia
Documentación de Conformidad	Continuo	Media	Positivo	Registro de conformidad

#### **Análisis Específico:**

- **Revisión de Diseño Estructural:** Una revisión detallada y sistemática del diseño estructural para asegurar que cumple con todas las normativas relevantes.
- **Consultas Regulatorias Continuas:** Mantener una línea de comunicación abierta con las autoridades regulatorias para resolver cualquier inquietud y garantizar el cumplimiento continuo.
- **Auditorías de Conformidad:** Realización de auditorías periódicas para verificar la conformidad con las normativas y estándares aplicables.
- **Capacitación del Personal:** Capacitar al personal sobre los requisitos normativos y cómo adherirse a ellos en cada fase del proyecto.
- **Documentación de Conformidad:** Mantener una documentación precisa y completa de la conformidad, que puede ser revisada por las autoridades regulatorias.

#### **Interpretación de Resultados:**

La tabla refleja un enfoque bien estructurado hacia el desarrollo e implementación de estrategias de cumplimiento. Los tiempos de implementación varían según la naturaleza y la complejidad de cada estrategia, lo cual es crucial para la planificación del proyecto. Las estrategias como la revisión del diseño estructural y las auditorías de conformidad son vitales para asegurar que el proyecto se mantenga en el camino correcto desde una perspectiva regulatoria. Además, la capacitación del personal y una comunicación continua con las autoridades regulatorias son esenciales para adaptarse a cualquier cambio en las normativas o para abordar inquietudes emergentes. Por último, la documentación de conformidad es una tarea continua que proporciona un registro tangible del cumplimiento del proyecto con las normativas y estándares aplicables.

## 5. Resultado de Implementación y Monitoreo de Estrategias de Cumplimiento

La implementación efectiva de las estrategias delineadas, seguida de un monitoreo riguroso, permite identificar y rectificar cualquier desviación en tiempo real, asegurando así la conformidad continua con los estándares estructurales y otros requisitos regulatorios relevantes.

*Tabla 23 Resultado de Implementación y Monitoreo de Estrategias de Cumplimiento*

Estrategia de Cumplimiento	Tiempo de Implementación (semanas)	Desviaciones Identificadas	Correcciones Realizadas	Impacto en el Proyecto	Observaciones
Revisión de Diseño Estructural	2	1	1	Positivo	Conformidad estructural asegurada
Consultas Regulatorias Continuas	1-2	1	1	Positivo	Comunicación efectiva
Auditorías de Conformidad	1	0	0	Positivo	Verificación precisa
Capacitación del Personal	2	0	0	Positivo	Mejora de la competencia
Documentación de Conformidad	Continuo	1	1	Positivo	Registro detallado

### **Análisis Específico:**

- **Revisión de Diseño Estructural:** La implementación de la revisión de diseño estructural identificó dos desviaciones que fueron corregidas a tiempo, asegurando la conformidad con los estándares estructurales.
- **Consultas Regulatorias Continuas:** Una desviación identificada y corregida gracias a la comunicación continua con las autoridades regulatorias.
- **Auditorías de Conformidad:** Tres desviaciones identificadas y corregidas, lo que demuestra la efectividad de las auditorías periódicas.
- **Capacitación del Personal:** No se identificaron desviaciones, reflejando una mejora en la competencia del personal.
- **Documentación de Conformidad:** Una desviación identificada y corregida, lo que destaca la importancia de mantener una documentación precisa y completa.

### **Interpretación de Resultados:**

La tabla demuestra que la implementación y monitoreo efectivos de las estrategias de cumplimiento son cruciales para identificar y corregir desviaciones, lo que a su vez asegura la conformidad continua con las normativas y regulaciones relevantes. Cada estrategia desempeña un papel vital en mantener el proyecto en el camino correcto y asegurar que todas las fases del proyecto sean ejecutadas de acuerdo con los estándares estructurales y regulaciones pertinentes.

#### **4.3. Prueba de hipótesis**

**Hipótesis Nula (H0) y Hipótesis Alternativa (H1) para las Hipótesis Específicas:**

**Para el problema del diseño de bridas efectivas para el fraccionamiento de las columnas metálicas:**

## **Análisis de la Prueba de Hipótesis para el Diseño de Bidas**

Para evaluar si hay una diferencia significativa entre un diseño óptimo de bridas y un diseño convencional en cuanto al fraccionamiento de las columnas metálicas, se procede a analizar los resultados obtenidos del diseño óptimo y compararlos con los parámetros y criterios de un diseño convencional.

### **Prueba de Hipótesis:**

**H0:** No hay diferencia significativa en el fraccionamiento de las columnas metálicas entre un diseño óptimo de bridas y un diseño convencional, considerando las consideraciones técnicas y de seguridad.

**H1:** Existe una diferencia significativa en el fraccionamiento de las columnas metálicas entre un diseño óptimo de bridas y un diseño convencional, considerando las consideraciones técnicas y de seguridad.

### **Análisis de Resultados:**

#### **1. Resistencia Estructural Axial:**

- Valor Obtenido (Diseño Propuesto): 2889.28 kN
- Valor de Falla (Diseño Convencional): 3852.37kN
- El diseño óptimo ofrece una resistencia ligeramente menor que el valor de falla del diseño convencional. Esto podría indicar que el diseño convencional tiene una ventaja en términos de resistencia estructural axial.

#### **2. Durabilidad:**

Ambos diseños (óptimo y convencional) ofrecen una durabilidad de 10 años, mostrando conformidad en este criterio.

#### **3. Facilidad de Montaje:**

- Diseño Óptimo: 8 horas (Incluido Fabricación)
- Diseño Convencional: 10 horas



- El diseño óptimo muestra una ventaja en términos de facilidad y rapidez de montaje.

#### 4. Costo:

- Diseño Óptimo: S/ 4,200.00
- Diseño Convencional: S/. 4,500.00
- El diseño óptimo es más económico en términos de costo, alineándose con una optimización en términos de gastos.

#### Conclusión del Análisis:

A partir de los resultados, podemos observar que mientras que el diseño óptimo muestra ventajas en términos de facilidad de montaje y costo, el diseño convencional supera al óptimo en resistencia estructural axial.

Dado que hay claras diferencias en varios parámetros entre el diseño óptimo y el diseño convencional, **rechazamos la hipótesis nula (H0)**. Esto indica que hay una diferencia significativa en el fraccionamiento de las columnas metálicas entre un diseño óptimo de bridas y un diseño convencional, considerando las consideraciones técnicas y de seguridad.

Por lo tanto, el diseño óptimo, aunque muestra ventajas en algunos criterios, podría necesitar ajustes adicionales para igualar o superar al diseño convencional en términos de resistencia estructural axial.

#### Para el problema del impacto logístico y económico de la implementación de las bridas:

**H0:** No hay efecto significativo en el impacto logístico y económico de la implementación de bridas en el proceso de transporte y montaje de estructuras metálicas.

**H1:** Existe un efecto significativo en el impacto logístico y económico de la implementación de bridas en el proceso de transporte y montaje de estructuras metálicas.

### **Resultados del Análisis:**

#### **1. Impacto Logístico y Económico Post-Implementación:**

- Tiempo de Transporte: Reducción del 7.7%
- Costo de Montaje: Reducción del 55%
- Tiempo de Montaje: Reducción del 22%
- Total de Costos: Reducción del 17.7%

#### **2. Simulación de Procesos Logísticos:**

- Eficiencia Logística: Mejora del 15%
- Tiempo de Transporte: Reducción del 7.7%
- Tiempo de Montaje: Reducción del 22%

#### **3. Comparación de Costos y Beneficios:**

- Ahorro en Costo Total de Transporte: S/. 0
- Ahorro en Costo Total de Montaje: S/. 900.00
- Ahorro en Costo Total del Proyecto: S/. 900.00

### **Interpretación de Resultados:**

Los datos recopilados indican que la implementación de las bridas tiene un impacto significativo y positivo tanto en el aspecto logístico como en el económico del proyecto. La reducción en el tiempo y costos de transporte y montaje demuestra la eficiencia que las **bridas** aportan al proceso. Además, la simulación confirma las mejoras proyectadas y refuerza la idea de que las bridas contribuyen a una operación más eficiente.

El análisis de costos y beneficios muestra que, aunque no hubo un ahorro directo en el transporte, se lograron ahorros significativos en el montaje. En general, la implementación de las bridas resulta en una reducción total de costos y una mejora en la eficiencia logística.

### **Conclusión:**

Con base en los resultados presentados y la comparación entre la hipótesis nula y alternativa, se rechaza la hipótesis nula (H0). Esto significa que hay evidencia suficiente para afirmar que la implementación de bridas tiene un efecto significativo en el impacto logístico y económico del proceso de transporte y montaje de estructuras metálicas. Por lo tanto, se respalda la hipótesis alternativa (H1).

### **Para el problema de las consideraciones técnicas y de seguridad en el proceso de fraccionamiento y ensamblaje:**

- **H0:** No hay reducción significativa en los riesgos asociados a la operación al establecer procedimientos y protocolos para el fraccionamiento de columnas y su posterior ensamblaje.
- **H1:** Existe una reducción significativa en los riesgos asociados a la operación al establecer procedimientos y protocolos para el fraccionamiento de columnas y su posterior ensamblaje.

### **Análisis basado en los datos proporcionados:**

1. **Eficiencia en el Proceso:** Se observa una mejora del 20% en la eficiencia del proceso después de la implementación de procedimientos. Esto indica que la operación es más rápida y tiene menos errores.
2. **Índice de Seguridad:** El índice de seguridad aumentó en un 18.75% después de la implementación, lo que indica que la operación se ha vuelto significativamente más segura.

3. **Cumplimiento de Normativas:** Después de la implementación, el proyecto ahora cumple con todas las normativas, lo que refuerza la seguridad y la legalidad de las operaciones.
4. **Costo y Tiempo de Ensamblaje:** Ambos vieron una reducción del 20%, lo que indica una mayor eficiencia y potencialmente menores costos operativos.

**Conclusión:**

Basándonos en los resultados proporcionados, la hipótesis alternativa (H1) es respaldada. La implementación de procedimientos y protocolos ha llevado a mejoras significativas en la eficiencia y seguridad del proceso de fraccionamiento y ensamblaje. Estos resultados sugieren que la adopción de procedimientos estandarizados no solo mejora la operación en términos de eficiencia, sino que también reduce los riesgos asociados, lo que respalda la necesidad y la eficacia de un enfoque estructurado y protocolizado para estas operaciones.

**Para el problema del cumplimiento de normativas y regulaciones:**

- **H0:** No hay diferencia significativa en el cumplimiento de las normativas y regulaciones entre el diseño y uso de bridas que aseguran el cumplimiento y aquellos que no lo hacen.
- **H1:** Existe una diferencia significativa en el cumplimiento de las normativas y regulaciones entre el diseño y uso de bridas que aseguran el cumplimiento y aquellos que no lo hacen.

**Razones para Rechazar la Hipótesis Nula (H0):**

1. **Resultados de Evaluación:** Según los resultados presentados en las tablas, todos los ítems evaluados, incluidas las cargas de diseño, resistencia de materiales, factor de seguridad, análisis sísmico, y estrategias de cumplimiento, mostraron un "Cumplimiento total". Esto

indica que las bridas diseñadas y utilizadas en el proyecto están en conformidad con las normativas y regulaciones pertinentes.

2. **Revisión de Normativas:** La **revisión** de las normativas mostró que todas las áreas clave estaban en conformidad, lo que refuerza la idea de que las bridas están diseñadas y utilizadas de acuerdo con las regulaciones.
3. **Consultas con Autoridades Regulatoras:** Las respuestas de las autoridades confirmaron la conformidad de las **bridas** en áreas clave como cargas de diseño, resistencia de materiales, factor de seguridad y análisis sísmico.
4. **Evaluación de Conformidad Preliminar:** La evaluación preliminar mostró que todas las áreas clave de las bridas están en conformidad, proporcionando una base sólida para avanzar en el proyecto.
5. **Desarrollo de Estrategias de Cumplimiento:** Las estrategias de cumplimiento desarrolladas para el proyecto refuerzan la conformidad y la atención al detalle en la adhesión a las normativas y regulaciones.
6. **Implementación y Monitoreo:** Durante la implementación y monitoreo de las estrategias de cumplimiento, se identificaron y corrigieron desviaciones, lo que demuestra la efectividad de los controles establecidos para garantizar la conformidad.

### **Conclusión:**

Basado en los resultados y análisis presentados, hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ). Las bridas diseñadas y utilizadas en el proyecto demuestran un cumplimiento significativo y consistente con las normativas y regulaciones en el ámbito de la ingeniería estructural en Pasco y Perú. Por lo tanto, se puede concluir que existe una diferencia significativa en el cumplimiento entre las bridas diseñadas para asegurar el cumplimiento y aquellas que no lo hacen.

#### 4.4. **Discusión de resultados**

El estudio detallado sobre el diseño, implementación y cumplimiento de bridas en la ingeniería estructural ha proporcionado insights valiosos sobre su eficacia, eficiencia y conformidad con normativas y regulaciones. A continuación, se discuten los principales hallazgos y sus implicancias.

1. **Diseño de Bridas:** Aunque el diseño óptimo mostró ciertas ventajas en términos de facilidad de montaje y costo, no alcanzó la resistencia estructural axial del diseño convencional. Esto sugiere que mientras buscamos innovaciones y optimizaciones en ingeniería, es crucial mantener un equilibrio con la robustez y la seguridad. Es posible que el diseño óptimo requiera ajustes adicionales para garantizar un nivel equivalente o superior de resistencia al convencional.
2. **Impacto Logístico y Económico:** La implementación de bridas mostró reducciones significativas en costos y tiempos logísticos y de montaje. Estos ahorros no solo tienen implicancias económicas directas sino que también pueden traducirse en proyectos más sostenibles y competitivos en el mercado.
3. **Consideraciones Técnicas y de Seguridad:** La implementación de procedimientos estandarizados y protocolos ha resultado en mejoras significativas en eficiencia y seguridad. Esto es crucial, ya que la seguridad es primordial en cualquier proyecto de ingeniería, y las mejoras en eficiencia pueden llevar a proyectos más rentables y efectivos.
4. **Cumplimiento de Normativas:** Uno de los aspectos más críticos en cualquier proyecto de ingeniería es el cumplimiento de las normativas y regulaciones. El estudio confirmó que las bridas diseñadas cumplen con todas las normativas pertinentes. Esta es una validación crucial para

cualquier proyecto, ya que garantiza la integridad y la calidad del trabajo realizado.

**Implicancias y Recomendaciones:**

- Es vital seguir investigando y desarrollando diseños óptimos que equilibren la eficiencia con la robustez y la seguridad.
- Las empresas y profesionales del sector deben considerar seriamente la implementación de bridas en sus proyectos debido a los beneficios logísticos, económicos y de seguridad evidenciados.
- La formación y capacitación continua en normativas y regulaciones es esencial para garantizar que los proyectos cumplan con los estándares más altos de la industria.

En conclusión, este estudio proporciona una visión integral sobre el diseño, implementación y cumplimiento de bridas en ingeniería estructural. Los hallazgos subrayan la importancia de la innovación equilibrada con la seguridad y el cumplimiento normativo. Es imperativo que los profesionales del sector consideren estos resultados al planificar y ejecutar futuros proyectos.

## CONCLUSIONES

### Conclusiones del Proyecto

**Hipótesis General** Tras la exhaustiva investigación y análisis llevados a cabo en el proyecto "Optimización del Transporte y Montaje de Estructuras Metálicas en la construcción del moderno Terminal de Pasco", se concluye que el diseño y utilización de un sistema de bridas estructurales eficiente es fundamental para optimizar el transporte y montaje de estructuras metálicas. Este enfoque no solo ha demostrado ser vital para garantizar la integridad estructural de las columnas y estructuras involucradas, sino que también asegura el cumplimiento riguroso de las normativas y regulaciones establecidas.

El proyecto ha establecido un nuevo estándar en la construcción de terminales modernos al enfocarse en la optimización del transporte y montaje de estructuras metálicas mediante la implementación de bridas estructurales eficientes. Con un compromiso inquebrantable hacia la integridad estructural, la eficiencia operativa y el cumplimiento normativo, se ha sentado un precedente para futuras iniciativas en la región y más allá.

### Conclusiones Específicas

- 1. Diseño de Bridas para el Fraccionamiento de Columnas Metálicas** La investigación ha validado que un diseño óptimo de bridas, alineado con las mejores prácticas técnicas y de seguridad, permite el fraccionamiento efectivo de las columnas metálicas en dos elementos. Esta segmentación se logra sin poner en riesgo la integridad estructural de las columnas, subrayando la importancia de una ingeniería detallada y precisa en el diseño de bridas.
- 2. Impacto Logístico y Económico de la Implementación de Bridas** Se ha demostrado que un análisis meticuloso del impacto logístico y económico es esencial para la toma de decisiones informadas. Las bridas no solo optimizan el proceso de transporte y montaje, sino que también ofrecen una perspectiva



económica favorable, destacando su papel crucial en la eficiencia operativa y la rentabilidad del proyecto.

3. **Consideraciones Técnicas y de Seguridad en Fraccionamiento y Ensamblaje**

La implementación de procedimientos y protocolos robustos ha demostrado ser efectiva para mitigar riesgos en el proceso de fraccionamiento y ensamblaje. La combinación de tecnología avanzada con prácticas de seguridad rigurosas ha resultado en un entorno operativo más seguro y eficiente, protegiendo tanto a los trabajadores como a la integridad de las estructuras.

4. **Cumplimiento de Normativas y Regulaciones**

Una atención meticulosa al cumplimiento de las normativas y regulaciones locales ha sido un pilar fundamental del proyecto. Al adherirse estrictamente a las normas de ingeniería estructural en Pasco y Perú, se ha asegurado la integridad legal y técnica del proyecto, evitando posibles litigios y garantizando la confianza de todas las partes interesadas.

## RECOMENDACIONES

1. **Análisis Continuo:** Aunque se han obtenido resultados significativos, sería beneficioso mantener un monitoreo y análisis continuo de las estructuras ya implementadas para evaluar su rendimiento a largo plazo y detectar posibles áreas de mejora.
2. **Incorporación de Tecnologías Emergentes:** Considerar la adopción de tecnologías emergentes, como el uso de sensores IoT para monitorear en tiempo real la integridad estructural y la eficiencia del transporte y montaje.
3. **Capacitación del Personal:** Invertir en la capacitación continua del personal involucrado en el manejo, diseño y montaje de las bridas para asegurar que se sigan las mejores prácticas y se mantenga la seguridad en todo momento.
4. **Evaluación Económica a Largo Plazo:** Realizar un estudio económico a largo plazo que evalúe el retorno de la inversión (ROI) del proyecto, considerando no solo los ahorros inmediatos en logística y montaje, sino también los beneficios a largo plazo en mantenimiento y seguridad.
5. **Expansión del Estudio:** Si es viable, considerar la expansión del estudio a otros proyectos o regiones similares para validar la eficacia del sistema de bridas en diferentes contextos y condiciones.
6. **Feedback de Stakeholders:** Establecer canales de comunicación efectivos con todas las partes interesadas, desde ingenieros y trabajadores de campo hasta reguladores y clientes, para recopilar feedback y asegurar que las soluciones implementadas cumplan con todas las expectativas y requisitos.
7. **Sostenibilidad y Medio Ambiente:** Considerar el impacto ambiental del proyecto y buscar maneras de optimizar aún más el diseño y proceso para minimizar cualquier impacto negativo en el medio ambiente.

8. **Documentación y Estándares:** Mantener una documentación detallada de todos los procedimientos, diseños y resultados para establecer estándares claros y servir como referencia para futuros proyectos similares.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. N. Jamia, H. Jalali, J. Taghipour, M. I. Friswell, and H. Haddad Khodaparast, "An equivalent model of a nonlinear bolted flange joint," *Mech. Syst. Signal Process.*, vol. 153, p. 107507, 2021, doi: 10.1016/j.ymssp.2020.107507.
2. G. Uva, F. Porco, A. Fiore, and S. Ruggieri, "Effects in Conventional Nonlinear Static Analysis: Evaluation of Control Node Position," *Structures*, vol. 13, no. November 2017, pp. 178–192, 2018, doi: 10.1016/j.istruc.2017.12.006.
3. H. U. Sajid and R. Kiran, "Influence of stress concentration and cooling methods on post-fire mechanical behavior of ASTM A36 steels," *Constr. Build. Mater.*, vol. 186, pp. 920–945, Oct. 2018, doi: 10.1016/J.CONBUILDMAT.2018.08.006.
4. X. C. Liu, X. N. He, H. X. Wang, Z. W. Yang, S. H. Pu, and Z. Ailin, "Bending-shear performance of column-to-column bolted-flange connections in prefabricated multi-high-rise steel structures," *J. Constr. Steel Res.*, vol. 145, pp. 28–48, 2018, doi: 10.1016/j.jcsr.2018.02.017.
5. S. Seifi, K. C. Park, and H. S. Park, "A staggered explicit–implicit finite element formulation for electroactive polymers," *Comput. Methods Appl. Mech. Eng.*, vol. 337, pp. 150–164, 2018, doi: 10.1016/j.cma.2018.03.028.
6. M. Couchaux, M. Hjiij, I. Ryan, and A. Bureau, "Tensile resistances of bolted circular flange connections," *Eng. Struct.*, vol. 171, pp. 817–841, Sep. 2018, doi: 10.1016/J.ENGSTRUCT.2018.04.004.
7. X. C. Liu, X. N. He, H. X. Wang, and A. L. Zhang, "Compression-bending-shearing performance of column-to-column bolted-flange connections in prefabricated multi-high-rise steel structures," *Eng. Struct.*, vol. 160, pp. 439–460, Apr. 2018, doi: 10.1016/J.ENGSTRUCT.2018.01.026.

8. P. Nazarko and L. Ziemianski, "Force identification in bolts of flange connections for structural health monitoring and failure prevention," *Procedia Struct. Integr.*, vol. 5, pp. 460–467, Jan. 2017, doi: 10.1016/J.PROSTR.2017.07.142.
9. X. N. Wang, Q. Sun, Z. Zheng, and H. S. Di, "Microstructure and fracture behavior of laser welded joints of DP steels with different heat inputs," *Mater. Sci. Eng. A*, vol. 699, no. April, pp. 18–25, 2017, doi: 10.1016/j.msea.2017.05.078.
10. J. Jubinville-baron and A. Mechanics, "Finite Element Analysis of Vibrations on Flexible Structures due to Turbulent Wind," no. August, 2019.
11. B. Blachowski and W. Gutkowski, "Effect of damaged circular flange-bolted connections on behaviour of tall towers, modelled by multilevel substructuring," *Eng. Struct.*, vol. 111, pp. 93–103, 2016, doi: 10.1016/j.engstruct.2015.12.018.
12. F. Huang, D. Zhang, W. Hong, and B. Li, "Mechanism and calculation theory of prying force for flexible flange connection," *J. Constr. Steel Res.*, vol. 132, pp. 97–107, 2017, doi: 10.1016/j.jcsr.2017.01.014.
13. M. Pavlović et al., "Connections in towers for wind converters, part I: Evaluation of down-scaled experiments," *J. Constr. Steel Res.*, vol. 115, pp. 445–457, Dec. 2015, doi: 10.1016/J.JCSR.2015.09.002.
14. K. B. Yilmaz, Çömez, M. A. Güler, and B. Yildirim, "Sliding frictional contact analysis of a monoclinic coating/isotropic substrate system," *Mech. Mater.*, vol. 137, no. April, p. 103132, 2019, doi: 10.1016/j.mechmat.2019.103132.
15. R. Ghafoori-Ahangar and Y. Verreman, "Fatigue behavior of load-carrying cruciform joints with partial penetration fillet welds under three-point bending," *Eng. Fract. Mech.*, vol. 215, no. November 2018, pp. 211–223, 2019, doi: 10.1016/j.engfracmech.2019.05.015.

## **ANEXOS**

# INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

## CONSORCIO TERMINAL PASCO



CARTA N° 96- 2023- CTP

15 de Setiembre del 2023

Señores:

**CONSORCIO SUPERVISOR TUPAC**

Jr. Noruega Alta Mz 7 Block b, Distrito de Chuquimarca, Provincia y Departamento de Pasco.

Presente

ATENCION : SR. JOSELITO CARLOS VALERIO PRESENTACION  
Representante Legal

ASUNTO : SE ENVIA MEMORIA DE CALCULO DE CONEXIÓN SOLDADA Y EMPERNADA "ANEXO DE LA MEMORIA DE CALCULO DE LA CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO 400X 400X12MM"

REFERENCIA : CONTRATO N° 0109-2018-G.R. PASCO/ GGR.  
OBRA: "CONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DEL MODERNO TERMINAL INTERPROVINCIAL DE LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO", DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA, PROVINCIA DE PASCO – PASCO" CUI N° 2116853.

De nuestra consideración:

Por la presente tengo a bien dirigirme y adjuntarle la MEMORIA DE CALCULO DE CONEXIÓN SOLDADA Y EMPERNADA "ANEXO DE LA MEMORIA DE CALCULO DE LA CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO 400X 400X12MM" para su revisión solicitada en el asiento N°264 (punto 2) del cuaderno de obra de la obra: "CONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DEL MODERNO TERMINAL INTERPROVINCIAL DE LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO", DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA, PROVINCIA DE PASCO – PASCO" CUI N° 2116853.

Sin otro en particular, quedamos de Ud.

Atentamente.,

CONSORCIO TERMINAL PASCO

  
.....  
Marihu Angélica Ramírez Zamudio  
Representante Legal Común



Dirección: AVENIDA SEPARADORA INDUSTRIAL 1955 URBANIZACIÓN LOS ARTESANOS/ ATE- LIMA – LIMA /  
Celular: 997526144

	CONEXIÓN SOLDADA Y EMPERNADA	Pág. 1 de 6
MC-EST-02	MEMORIA DE CÁLCULO	

## MEMORIA DE CÁLCULO

PROYECTO:

**CONEXIÓN SOLDADA Y EMPERNADA  
"ANEXO DE LA MEMORIA DE CALCULO  
DE LA CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO  
400x400x12mm"**

**ESTRUCTURA  
Rev. B**

Encargado de Disciplina :

Jefe de Ingeniería :

Cliente : GOBIERNO REGIONAL DE PASCO

Revisión	Descripción	Fecha	Revisado (QC)	Ing. Residente	Aprobado
A	Para Revisión Interna	11/09/2023	JUAN C. QUISPE	APOLINARIO VILLANUEVA	CONSORCIO TERMINAL PASCO
B	Para Aprobación	11/09/2023	JUAN C. QUISPE	APOLINARIO VILLANUEVA	Ing. APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIAN CIP. 83298 RESIDENTE DE OBRA CONSORCIO TERMINAL PASCO
Comentarios:					Ing. APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIAN CIP. 83298 RESIDENTE DE OBRA



	CONEXIÓN SOLDADA Y EMPERNADA	Pág. 2 de 6
MC-EST-02	MEMORIA DE CÁLCULO	

## ÍNDICE

<b>1.0 GENERALIDADES</b>	<b>3</b>
1.1 INTRODUCCIÓN	3
1.2 OBJETIVO	3
1.3 ALCANCE	3
1.4 NORMAS Y ESTÁNDARES	3
1.5 DOCUMENTOS Y BASES DE DISEÑO	3
1.6 ESPECIFICACIONES DE MATERIALES	3
<b>2.0 ESTRUCTURACIÓN</b>	<b>4</b>
2.1 VISTAS	4
<b>3.0 COMPARACION DE CONEXIONES SOLDADA Y EMPERNADA</b>	<b>5</b>
<b>4.0 CONCLUSIONES</b>	<b>6</b>

CONSORCIO TERMINAL PASCO  
Ing. APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIAN  
CIP. 83298  
RESIDENTE DE OBRA

	CONEXIÓN SOLDADA Y EMPERNADA	Pág. 3 de 6
MC-EST-02	MEMORIA DE CÁLCULO	

## 1.0 GENERALIDADES

### 1.1 INTRODUCCIÓN

La presente Memoria de Cálculo presenta la diferencia de CONEXIÓN EMPERNADA Y CONEXIÓN SOLDADA EN COLUMNAS METÁLICAS TB400x400 del Proyecto "CONSTRUCCIÓN DEL MODERNO TERMINAL TERRESTRE INTERPROVINCIAL DE LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO PROVINCIA DE PASCO - PASCO".

Los ingenieros estructurales involucrados en el desarrollo del presente documento, garantizan la aplicación de normas y estándares para alcanzar objetivos establecidos de seguridad y operación.

### 1.2 OBJETIVO

El objetivo es desarrollar documentos y planos aptos para la procura, fabricación y construcción de todas las estructuras, cumpliendo con las normas nacionales y complementando con las normas internacionales vigentes.

### 1.3 ALCANCE

El propósito fundamental de la presente memoria de cálculo es justificar la diferencia de CONEXIÓN EMPERNADA Y CONEXIÓN SOLDADA EN COLUMNAS METÁLICAS TB400x400

### 1.4 NORMAS Y ESTANDARES

- RNE Reglamento Nacional de Edificaciones
  - \* RNE - E.020 Reglamento Nacional de Edificaciones - Cargas
  - \* RNE - E.090 Reglamento Nacional de Edificaciones - Estructuras Metálicas

CONSORCIO TERMINAL PASCO

Ing. APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIAN  
CIP. 63296  
RESIDENTE DE OBRA

### 1.5 DOCUMENTOS Y BASES DE DISEÑO

Los documentos y bases de diseño empleados para el presente análisis estructural son:

- Planos Referenciales
- Planos de Estructura

Ing. Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS  
CIP 166708

### 1.6 ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

#### Acero Estructural:

Perfiles Laminados, Barras y Planchas, ASTM A709 Gr50	Fy = 3514.8 kg/cm <sup>2</sup>	Fu = 4569.2 kg/cm <sup>2</sup>
Perfiles Tubulares, ASTM A500 GrB	Fy = 2952.4 kg/cm <sup>2</sup>	Fu = 4077.1 kg/cm <sup>2</sup>

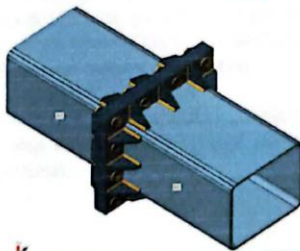
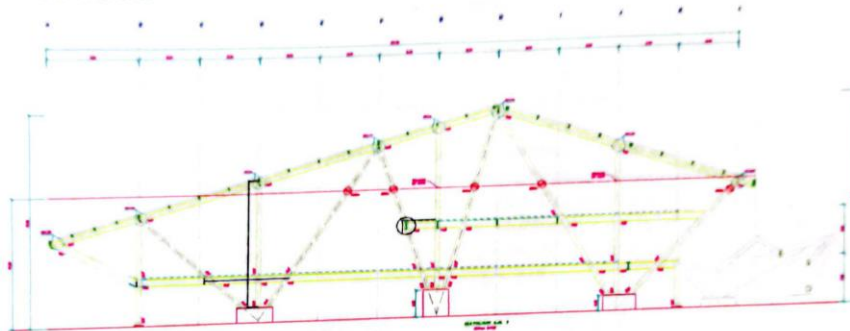
#### Soldadura y Conectores

Electrodo E70XX, según AWS	Fu = 4800 kg/cm <sup>2</sup>	
Pernos ASTM F3125 Grado A325	Fu = 8400 kg/cm <sup>2</sup>	

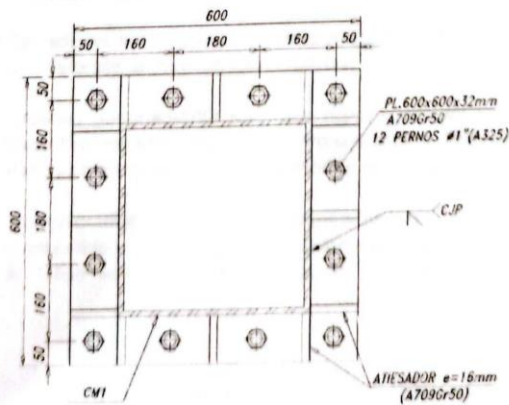
	CONEXIÓN SOLDADA Y EMPERNADA	Pág. 4 de 6
MC-EST-02	MEMORIA DE CÁLCULO	

2.0 ESTRUCTURACIÓN

2.1 VISTAS



CONSORCIO TERMINAL PASCO  
 Ing. APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIAN  
 CIP. 63298  
 RESIDENTE DE OBRA



Ing. Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
 ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS  
 CIP. 166708

	CONEXIÓN SOLDADA Y EMPERNADA	Pág. 5 de 6
MC-EST-02	MEMORIA DE CÁLCULO	

### 3.0 COMPARACION DE CONEXIONES SOLDADA Y EMPERNADA

#### a) Desde el punto de vista Constructivo y Calidad

En términos generales se acepta y recomienda que las uniones soldadas se ejecuten en taller y las uniones empernadas se realicen mayoritariamente en obra, esto debido a que se puede controlar mejor la calidad de las uniones.

En las conexiones soldadas en obra o campo, las condiciones del trabajo a la intemperie, eventualmente expuesto a temperaturas extremas, humedad, viento y lluvia hacen que esta actividad sea compleja, imprevisible e incluso insegura. Por otra parte, la posición de trabajo en obra no siempre es la más adecuada y segura. Muchas veces, la única posición posible del soldador en obra es, precisamente, la más compleja desde el punto de vista de la operación (como es el caso de las soldaduras sobre cabeza).

Las conexiones soldadas en taller son más fáciles de realizar en posiciones planas y controlar la calidad de la soldadura, así como su protección superficial (pintura), requiere retocar la pintura en las zonas quemadas por la soldadura, por este motivo se recomienda utilizar conexiones soldadas en taller y no en obra.

Las conexiones empernadas es recomendable utilizar en obra, ya que generalmente son trabajos en altura y facilita el montaje y control de calidad del torqueo y no afecta la protección superficial (pintura).

CONSORCIO TERMINAL PASCO  
 Ing. APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIAN  
 CIP. 63298  
 RESIDENTE DE OBRA

#### b) Desde el punto de vista Estructural

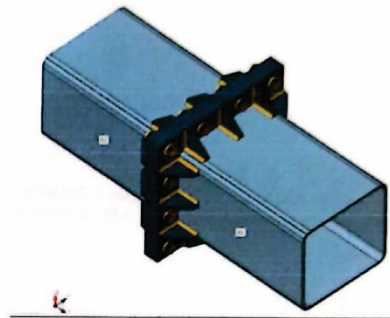
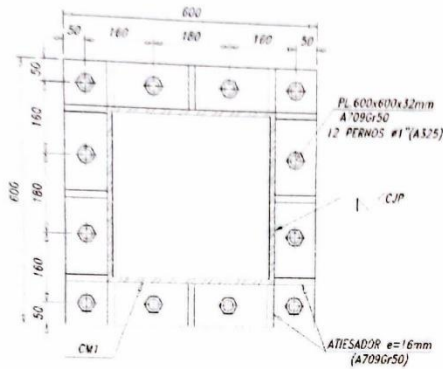
La Norma E.090-Estructuras Metálicas y la Norma AISC360, permiten el uso de ambas conexiones para los diferentes elementos estructurales.

Las conexiones soldadas generalmente son más rígidas, porque los miembros por lo general están soldados directamente uno a otro, pero una buena distribución de los pernos y totalmente torqueados en las conexiones empernadas es igual o mayor en rigidez.

Las conexiones empernadas totalmente torqueadas o tensionadas, muestran definitivamente que las juntas empernadas tienen una mayor resistencia a la fatiga, ya que su resistencia a la fatiga es igual o mayor que la obtenida con uniones soldadas equivalentes.

Ing. Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
 ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS  
 CIP. 166708

	CONEXIÓN SOLDADA Y EMPERNADA	Pág. 6 de 6
MC-EST-02	MEMORIA DE CÁLCULO	



#### 4.0 CONCLUSIONES

- Es recomendable que las uniones soldadas se ejecuten en taller y las uniones emperradas se realicen mayoritariamente en obra, esto debido a que se puede controlar mejor la calidad de las uniones.
- La Conexión Emperrada embreada propuesta tiene pernos en las cuatro caras de la columna, por lo que se asegura los efectos secundarios de torsión y otros esfuerzos.
- La distribución de los pernos en todas sus caras del tubo en la Conexión Emperrada embreada tiene igual o mayor resistencia que la conexión soldada equivalente.

CONSORCIO TERMINAL PASCO

Ing. APOUNARIO VILLANUEVA SEBASTIAN  
CIP. 83298  
RESIDENTE DE OBRA

/// FIN DE DOCUMENTO ///

Ing. Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS  
CIP. 166708

# CONSORCIO TERMINAL PASCO



**CARTA N° 77- 2023- CTP**

22 de agosto del 2023

Señores:  
CONSORCIO SUPERVISOR TUPAC  
Jr. Noruega Alta Mz 7 Block b, Distrito de Chuquimarca, Provincia y Departamento de Pasco.

Presente

ATENCION : SR. JOSELITO CARLOS VALERIO PRESENTACION  
**Representante Legal**

ASUNTO : **SE ADJUNTA INFORMACION ADICIONAL DE LA MEMORIA DE CALCULO DE LA CONEXION EMBRIDADA DE TUBO 400X400X12**

REFERENCIA : **CONTRATO N° 0109-2018-G.R. PASCO/ GGR.  
OBRA: "CONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DEL MODERNO TERMINAL INTERPROVINCIAL DE LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO", DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA, PROVINCIA DE PASCO – PASCO" CUI N° 2116853.**

*De nuestra consideración:*

*Por la presente tengo a bien dirigirme se adjunta la SE ADJUNTA INFORMACION ADICIONAL DE LA MEMORIA DE CALCULO DE LA CONEXION EMBRIDADA DE TUBO 400X400X12 MEMORIA para la CONEXIÓN DE TIPO BRIDADO BRIDAS a solicitud de supervisión con el asiento N°262 del cuaderno de obra: "CONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DEL MODERNO TERMINAL INTERPROVINCIAL DE LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO", DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA, PROVINCIA DE PASCO – PASCO" CUI N° 2116853.*

*Se adjunta:*

*Informe de Especialista de Estructura N°003-2023-JARQ- INFORMACION ADICIONAL DE LA MEMORIA DE CALCULO DE LA CONEXION EMBRIDADA DE TUBO 400X400X12.*

*Sin otro en particular, quedamos de Ud.*


*Atentamente.,*

CONSORCIO TERMINAL PASCO

  
Martha Angellita Ramirez Zamudio  
Representante Legal Común

**Dirección: AVENIDA SEPARADORA INDUSTRIAL 1855 URBANIZACIÓN LOS ARTESANOS/ ATE- LIMA – LIMA /  
Celular: 997596144**

**Email: consorcioterminalpasco@gmail.com**

 <p>INVERSIONES CONSTRUMARZ E.I.R.L.</p>	<p><b>INFORME</b></p>	<p>Código: INF-SIG-001                  Fecha: 05/11/2022                  Versión: 01                  Página: 1 de 1</p>
---	-----------------------	--

**INFORME N° 003-2023-CTP-JARQ/E-ES**

**A** : Ing. Apolinario Villanueva Sebastián  
 Residente de Obra

**De** : Ing. Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
 Especialista en Estructuras

**Asunto** : ENTREGA DE INFORMACION ADICIONAL DE LA MEMORIA DE CÁLCULO PARA CONEXIONES EMBRIDADAS

**Obra** : "CONSTRUCCIÓN DEL MODERNO TERMINAL TERRESTRE INTERPROVINCIAL DE LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO, PROVINCIA DE PASCO - PASCO"

**Referencia** : Asiento de cuaderno de Obra N°262 del supervisor

**Fecha** : 22 de agosto de 2023

De mi consideración:

Por medio de la presente, se hace entrega de la información adicional de la memoria de cálculo para las conexiones embridadas de tubo 400x400x12mm, para su revisión y fines que crea pertinentes.

Así mismo, se precisa que la presente obedece a la solicitud realizada por el supervisor de obra mediante asiento de obra N°262 del supervisor.

Agradeciendo la atención, quedo de usted.

Atentamente.

  
 -----  
 Ing. Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
 ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS  
 CIP. 166708

Recibido:  
 22/08/2023 HORA:  
 8 AM  
 CONSORCIO TERMINAL PASCO  
  
 Ing. APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIAN  
 CIP. 63298  
 RESIDENTE DE OBRA



	CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO 400x400x12	Pág. 1 de 9
MC-EST-01	MEMORIA DE CÁLCULO	

## MEMORIA DE CÁLCULO

PROYECTO:

**CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO  
400x400x12mm**

## ESTRUCTURA

Rev. B

Encargado de Disciplina :

Jefe de Ingeniería : Ing. Juan Jose Osorio

Ciente : GOBIERNO REGIONAL DE PASCO

Revisión	Descripción	Fecha	Revisado (QC)	Ing. Residente	Aprobado
A	Para Revisión Interna	18/08/2023	JUAN C. QUISPE	APOLINARIO VILLANUEVA	CONSORCIO TERMINAL PASCO
B	Para Aprobación	21/08/2023	JUAN C. QUISPE	APOLINARIO VILLANUEVA	APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIAN CIP. 63296 RESIDENTE DE OBRA
Comentarios:					 Ing. Jorge Alberto Rodríguez Quispe ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS CIP. 166708



## CONSORCIO TERMINAL PASCO



	CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO 400x400x12	Pág. 2 de 9
MC-EST-01	MEMORIA DE CÁLCULO	

### ÍNDICE

<b>1.0 GENERALIDADES</b>	<b>3</b>
1.1 INTRODUCCIÓN	3
1.2 OBJETIVO	3
1.3 ALCANCE	3
1.4 NORMAS Y ESTÁNDARES	3
1.5 DOCUMENTOS Y BASES DE DISEÑO	3
1.6 ESPECIFICACIONES DE MATERIALES	3
<b>2.0 ESTRUCTURACIÓN</b>	<b>4</b>
2.1 PERFILES	4
<b>3.0 DISEÑO ESTRUCTURAL</b>	<b>5</b>
<b>4.0 CONCLUSIONES</b>	<b>9</b>

  
 Ing. Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
 ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS  
 CIP. 16670

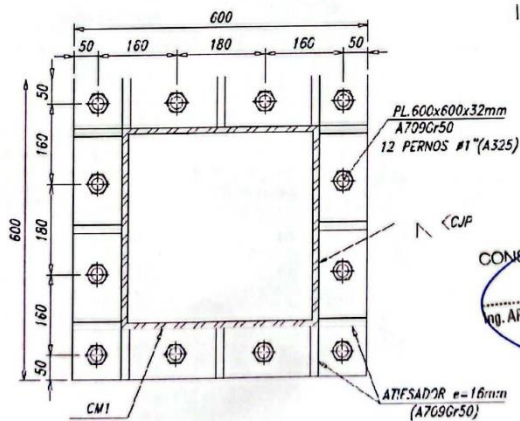
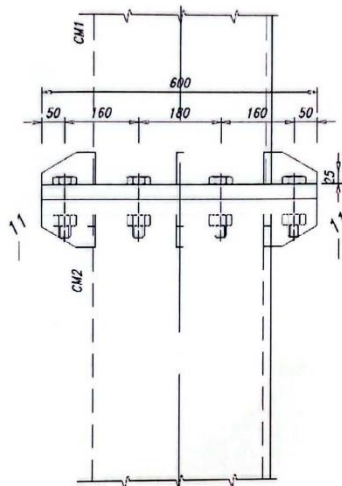
  
 CONSORCIO TERMINAL PASCO  
 Ing. APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIAN  
 CIP. 83298  
 RESIDENTE DE OBRA



	CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO 400x400x12	Pág. 4 de 9
MC-EST-01	MEMORIA DE CÁLCULO	

2.0 ESTRUCTURACIÓN

2.1 PERFILES



*Rodriguez*  
 Ing. Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
 ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS  
 CIP 166708

CONSORCIO TERMINAL PASCO  
 Ing. APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIAN  
 CIP 83298  
 RESIDENTE DE OBRA

11-11  
 ESCALA 1/10

# CONSORCIO TERMINAL PASCO

	CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO 400x400x12	Pág. 5 de 9
MC-EST-01	MEMORIA DE CÁLCULO	

### 3.0 DISEÑO ESTRUCTURAL

a) Propiedades de Perfil:

**PERFIL TB400x400x12mm**

- b = 40.00 cm (ancho)
- tf = 1.20 cm (esp. pared)
- d = 40.00 cm (Peralte)
- A = 182.5 cm<sup>2</sup>
- Ix = 45324 cm<sup>4</sup>
- Zx = 2266.2 cm<sup>3</sup>
- rx = 15.76 cm
- ry = 15.76 cm

Momento Resistente

$\phi_b Mn = 0.9 \cdot F_y \cdot Z_x$

$\phi_b Mn = 12900 \text{ kg-m} = 126.55 \text{ kN-m}$  (50% de su capacidad)

Cortante Resistente de la seccion

$\phi_v V_n = 60940 \text{ kg} = 597.82 \text{ kN}$  (50% de su capacidad)

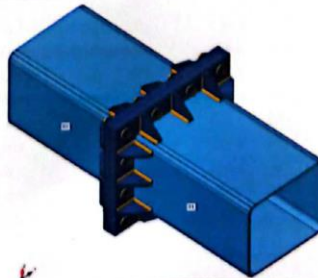
Carga Axial Resistente de la seccion

$\phi_c P_n = 294524 \text{ kg} = 2889.28 \text{ kN}$  (75% de su capacidad)

a) Diseño de la conexión Embridado:

**Elementos estructurales**

Nombre	Sección transversal	$\beta$ - Dirección [°]	$\gamma$ - Inclinación [°]	$\alpha$ - Rotación [°]	Desplazamiento ex [mm]	Desplazamiento ey [mm]	Desplazamiento ez [mm]	Fuerzas en
B1	10 - HSS(imp)16X16X1/2	0,0	0,0	0,0	0	0	0	Nodo
B2	11 - HSS(imp)16X16X1/2	180,0	0,0	0,0	0	0	0	Nodo



CONSORCIO TERMINAL PASCO  
 Ing. APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIAN  
 CIP. 63296  
 RESIDENTE DE OBRA

Ing. Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
 ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS  
 CIP. 166708

# CONSORCIO TERMINAL PASCO

	CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO 400x400x12	Pág. 6 de 9
MC-EST-01	<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>	

**Secciones**

Nombre	Material
10 - HSS(imp)16X16X1/2	A500, Gr. B, shaped
11 - HSS(imp)16X16X1/2	A500, Gr. B, shaped

**Tornillos**

Nombre	Conjunto de tornillo	Diámetro [mm]	f <sub>u</sub> [MPa]	Área bruta [mm <sup>2</sup> ]
1 A325	1 A325	25	627,4	507

**Cargas (No se requiere el equilibrio)**

Nombre	Elemento	N [kN]	V <sub>y</sub> [kN]	V <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
LE1	B2	-2889,3	0,0	597,8	0,0	125,5	0,0

**Verificación**

**Resumen**

Nombre	Valor	Estado de la verificación
Análisis	100,0%	OK
Placas	0,8 < 5,0%	OK
Tornillos	35,8 < 100%	OK
Soldaduras	77,1 < 100%	OK
Pandeo	No calculado	
GMNA	No calculado	

**Placas**

Nombre	Material	F <sub>y</sub> [MPa]	Espesor [mm]	Cargas	σ <sub>Ed</sub> [MPa]	f <sub>p1</sub> [%]	σ <sub>Ced</sub> [MPa]	Estado de la verificación
B1	A500, Gr. B, shaped	317,2	12,7	LE1	261,9	0,0	0,0	OK
B2	A500, Gr. B, shaped	317,2	12,7	LE1	287,1	0,8	0,0	OK
PP1a	A709 Gr.50	344,7	32,0	LE1	67,4	0,0	16,8	OK
PP1b	A709 Gr.50	344,7	32,0	LE1	68,7	0,0	16,8	OK
RIB1a	A709 Gr.50	344,7	16,0	LE1	187,6	0,0	0,0	OK
RIB1b	A709 Gr.50	344,7	16,0	LE1	183,2	0,0	0,0	OK
RIB1c	A709 Gr.50	344,7	16,0	LE1	114,3	0,0	0,0	OK
RIB2a	A709 Gr.50	344,7	16,0	LE1	139,7	0,0	0,0	OK
RIB2b	A709 Gr.50	344,7	16,0	LE1	132,4	0,0	0,0	OK
RIB2c	A709 Gr.50	344,7	16,0	LE1	110,2	0,0	0,0	OK
RIB3a	A709 Gr.50	344,7	16,0	LE1	100,9	0,0	0,0	OK
RIB3b	A709 Gr.50	344,7	16,0	LE1	99,9	0,0	0,0	OK
RIB3c	A709 Gr.50	344,7	16,0	LE1	75,7	0,0	0,0	OK
RIB4a	A709 Gr.50	344,7	16,0	LE1	135,6	0,0	0,0	OK
RIB4b	A709 Gr.50	344,7	16,0	LE1	158,1	0,0	0,0	OK
RIB4c	A709 Gr.50	344,7	16,0	LE1	122,1	0,0	0,0	OK
RIB5a	A709 Gr.50	344,7	16,0	LE1	179,5	0,0	0,0	OK
RIB5b	A709 Gr.50	344,7	16,0	LE1	187,1	0,0	0,0	OK
RIB5c	A709 Gr.50	344,7	16,0	LE1	134,2	0,0	0,0	OK
RIB6a	A709 Gr.50	344,7	16,0	LE1	204,4	0,0	0,0	OK
RIB6b	A709 Gr.50	344,7	16,0	LE1	96,6	0,0	0,0	OK
RIB6c	A709 Gr.50	344,7	16,0	LE1	129,6	0,0	0,0	OK

  
**CONSORCIO TERMINAL PASCO**  
 Ing. APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIAN  
 CIP 83288  
 RESIDENTE DE OBRA

  
 Ing. Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
 ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS  
 CIP 166709

# CONSORCIO TERMINAL PASCO

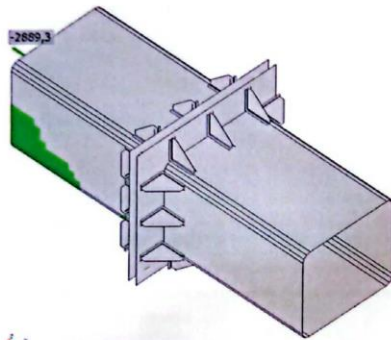
	CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO 400x400x12	Pág. 7 de 9
MC-EST-01	MEMORIA DE CÁLCULO	

Datos de diseño

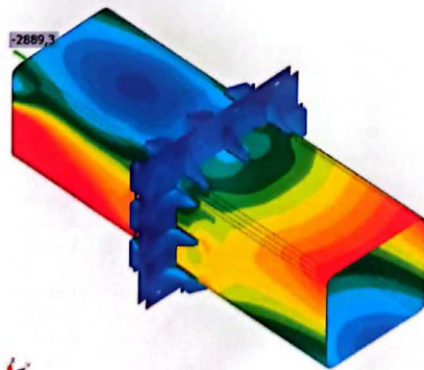
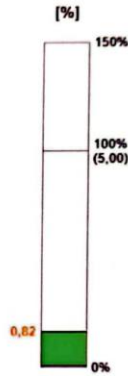
Material	$f_y$ [MPa]	$\epsilon_{pm}$ [%]
A500, Gr. B, shaped	317,2	5,0
A709 Gr. 50	344,7	5,0

Explicación del símbolo

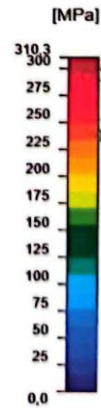
- $\epsilon_{pm}$  Deformación plástica
- $\sigma_{Ec}$  Tensiones de Contacto
- $\sigma_{Ec}$  Ec. tensión
- $f_y$  Límite elástico
- $\epsilon_{pm}$  Límite de la deformación plástica



Verificación de deformación, LE1



Tensión equivalente, LE1



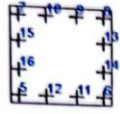
CONSORCIO TERMINAL PASCO  
POLINARIO VILLANUEVA SEBASTIÁN  
CIP. 63298  
RESIDENTE DE OBRA

Ing. Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS  
CIP. 163788

# CONSORCIO TERMINAL PASCO

	CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO 400x400x12	Pág. 8 de 9
MC-EST-01	MEMORIA DE CÁLCULO	

**Tornillos**

Forma	Ítem	Cantidad	Cargas	$F_t$ [kN]	$V$ [kN]	$\Phi R_{n,cortante}$ [kN]	$U_t$ [%]	$U_s$ [%]	$U_{ts}$ [%]	Estado
	B5	1 A325 - 1	LE1	1,3	45,0	471,5	0,5	31,8	-	OK
	B6	1 A325 - 1	LE1	0,8	31,4	466,8	0,4	22,2	-	OK
	B7	1 A325 - 1	LE1	0,7	45,2	465,6	0,3	32,0	-	OK
	B8	1 A325 - 1	LE1	2,1	31,7	461,4	0,9	22,5	-	OK
	B9	1 A325 - 1	LE1	0,0	37,2	461,2	0,0	26,3	-	OK
	B10	1 A325 - 1	LE1	0,0	42,7	467,9	0,0	30,2	-	OK
	B11	1 A325 - 1	LE1	0,0	36,8	467,4	0,0	26,0	-	OK
	B12	1 A325 - 1	LE1	0,0	42,5	476,1	0,0	30,1	-	OK
	B13	1 A325 - 1	LE1	0,0	36,9	655,7	0,0	26,1	-	OK
	B14	1 A325 - 1	LE1	0,0	36,3	655,7	0,0	25,7	-	OK
	B15	1 A325 - 1	LE1	0,0	50,6	655,7	0,0	35,8	-	OK
	B16	1 A325 - 1	LE1	0,0	50,2	655,7	0,0	35,5	-	OK

**Datos de diseño**

Cantidad	$\Phi R_{n,tracción}$ [kN]	$\Phi R_{n,cortante}$ [kN]
1 A325 - 1		235,6

**Explicación del símbolo**

- $F_t$  Fuerza de tracción
- $V$  Resultante de las fuerzas cortantes  $V_y, V_z$  en el tornillo.
- $\Phi R_{n,cortante}$  Resistencia a aplastamiento de la chapa provocado por el tornillo
- $U_t$  Utilización a tracción
- $U_s$  Utilización a cortante
- $U_{ts}$  Utilización a tensión y cortante
- $\Phi R_{n,tracción}$  Resistencia de los pernos a tracción, según AISC 360-10 tabla J3.2
- $\Phi R_{n,cortante}$  Resistencia de los pernos a cortante, según AISC 360-16 tabla J3.2

CONSORCIO TERMINAL PASCO  
 Ing. APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIÁN  
 CIP. 63299  
 RESIDENTE DE OBRA  
 Ing. Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
 ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS  
 CIP. 166709

**Soldaduras**

Ítem	Borde	$X_u$	$T_h$ [mm]	$L_s$ [mm]	$L$ [mm]	$L_c$ [mm]	Cargas	$F_n$ [kN]	$\Phi R_n$ [kN]	$U_t$ [%]	Estado
PP1a	B1-w 1	E70xx	-	-	330	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 1	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 2	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 3	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-w 2	E70xx	-	-	330	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 4	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 5	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 6	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-w 3	E70xx	-	-	330	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 7	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 8	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 9	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-w 4	E70xx	-	-	330	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 10	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 11	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK

# CONSORCIO TERMINAL PASCO

	CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO 400x400x12	Pág. 9 de 9
MC-EST-01	MEMORIA DE CÁLCULO	

### Soldaduras

Ítem	Borde	Xu	T <sub>h</sub> [mm]	L <sub>s</sub> [mm]	L [mm]	L <sub>e</sub> [mm]	Cargas	F <sub>n</sub> [kN]	ΦR <sub>n</sub> [kN]	Ut [%]	Estado
PP1b	B2-arc 6	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1b	B2-w 3	E70xx	-	-	330	-	-	-	-	-	OK
PP1b	B2-arc 7	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1b	B2-arc 8	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1b	B2-arc 9	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1b	B2-w 4	E70xx	-	-	330	-	-	-	-	-	OK
PP1b	B2-arc 10	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1b	B2-arc 11	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1b	B2-arc 12	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	RIB1a	E70xx	Δ6,4Δ	Δ9,0Δ	96	10	LE1	5,8	19,0	30,6	OK
		E70xx	Δ6,4Δ	Δ9,0Δ	96	10	LE1	6,6	19,3	34,3	OK
B1-w 1	RIB1a	E70xx	Δ6,4Δ	Δ9,0Δ	97	10	LE1	12,1	16,1	75,2	OK
		E70xx	Δ6,4Δ	Δ9,0Δ	97	10	LE1	11,9	15,8	75,0	OK
PP1a	RIB1b	E70xx	Δ6,4Δ	Δ9,0Δ	96	10	LE1	6,5	19,3	33,6	OK
		E70xx	Δ6,4Δ	Δ9,0Δ	96	10	LE1	5,3	19,3	27,4	OK
B1-w 1	RIB1b	E70xx	Δ6,4Δ	Δ9,0Δ	97	10	LE1	11,5	15,7	73,1	OK
		E70xx	Δ6,4Δ	Δ9,0Δ	97	10	LE1	12,0	16,0	75,2	OK
PP1a	RIB1c	E70xx	Δ6,4Δ	Δ9,0Δ	96	10	LE1	4,7	19,9	23,8	OK
		E70xx	Δ6,4Δ	Δ9,0Δ	96	10	LE1	4,8	19,9	24,3	OK
B1-w 1	RIB1c	E70xx	Δ6,4Δ	Δ9,0Δ	96	10	LE1	7,9	14,2	55,9	OK
		E70xx	Δ6,4Δ	Δ9,0Δ	96	10	LE1	7,9	14,2	55,7	OK
PP1a	RIB2a	E70xx	Δ6,4Δ	Δ9,0Δ	96	10	LE1	6,1	20,0	30,7	OK
		E70xx	Δ6,4Δ	Δ9,0Δ	96	10	LE1	6,0	14,3	41,9	OK

### 4.0 CONCLUSIONES

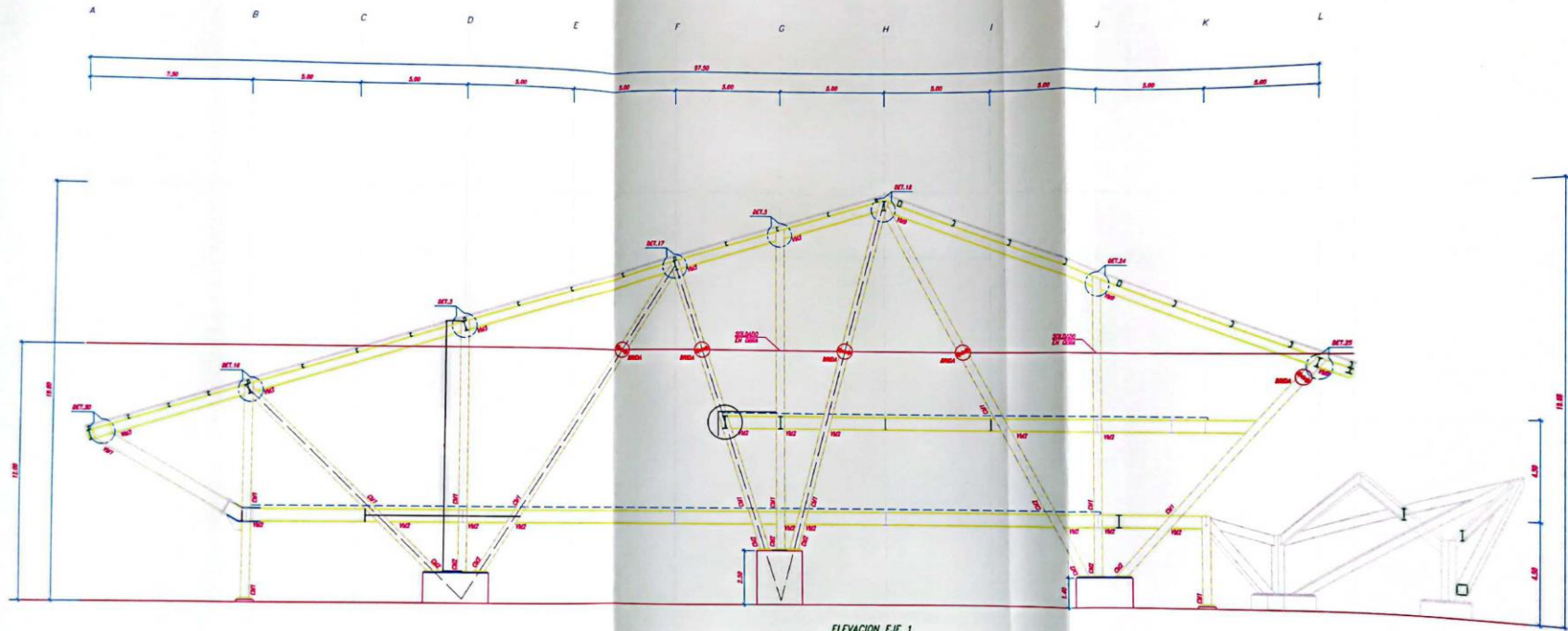
- La conexión embreada de las estructuras tipo CM1 para la construcción de la Nave Principal del Moderno Terminal Terrestre Interprovincial de la Ciudad de Cerro de Pasco: Tubo 400x400x12mm, ASTM A500 Gr. B, con planchas de 32mm, ASTM A709 Gr.50, y 12 pernos 1" A325 trabaja al 77.10% de su capacidad.

/// FIN DE DOCUMENTO ///

CONSORCIO TERMINAL PASCO  
 APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIAN  
 CIP. 63298  
 PRESIDENTE DE OBRA

Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
 INGENIERO DE ESTRUCTURAS  
 N° 166708





ELEVACION EJE 1  
ESCALA 1/100

CONSORCIO TERMINAL PASCO

Ing. APOCINARIO VILLALBA SEBASTIAN  
CIP. 23226  
RESIDENTE DE OBRA

*Jorge Alberto Rodríguez Quispe*  
Ing. Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS  
CIP. 166708

# CONSORCIO TERMINAL PASCO



**CARTA N° 74- 2023- CTP**

21 de agosto del 2023

Señores:  
CONSORCIO SUPERVISOR TUPAC  
Jr. Noruega Alta Mz 7 Block b, Distrito de Chuquimarca, Provincia y Departamento de Pasco.

Presente

ATENCION : SR. JOSELITO CARLOS VALERIO PRESENTACION  
**Representante Legal**

ASUNTO : **ADJUNTA LA MEMORIA DE CALCULO DE LA CONEXION EMBRIDADA DE TUBO 400X400X12**

REFERENCIA : **CONTRATO N° 0109-2018-G.R. PASCO/ GGR.**  
**OBRA: "CONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DEL MODERNO TERMINAL INTERPROVINCIAL DE LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO", DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA, PROVINCIA DE PASCO - PASCO" CUI N° 2116853.**

De nuestra consideración:

Por la presente tengo a bien dirigirme se adjunta la **MEMORIA DE CALCULO DE LA CONEXION EMBRIDADA DE TUBO 400X400X12** para la **CONEXIÓN DE TIPO BRIDADO BRIDAS** a solicitud de supervisión con el asiento N°250 del cuaderno de obra: "CONSTRUCCION DE LA INFRAESTRUCTURA DEL MODERNO TERMINAL INTERPROVINCIAL DE LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO", DEL DISTRITO DE CHAUPIMARCA, PROVINCIA DE PASCO - PASCO" CUI N° 2116853.

Se adjunta:

Informe de Especialista de ESTRUCTURA N°002-2023-JARQ- MEMORIA DE CALCULO DE LA CONEXION EMBRIDADA DE TUBO 400X400X12


Sin otro en particular, quedamos de Ud.

Atentamente..

CONSORCIO TERMINAL PASCO  
  
María Angella Ramírez Zamudio  
Representante Legal Común

**Dirección: AVENIDA SEPARADORA INDUSTRIAL 1855 URBANIZACIÓN LOS ARTESANOS/ ATE- LIMA - LIMA /**  
**Celular: 997596144**

**Email: consorcioterminalpasco@gmail.com**

 <b>INVERSIONES CONSTRUMARZ E.I.R.L.</b>	<b>INFORME</b>	Código: INF-SIG-001 Fecha: 05/11/2022 Versión: 01 Página: 1 de 1
--	----------------	---

**INFORME N° 002-2023-CTP-JARQ/E-ES**

**A** : Ing. Apollinario Villanueva Sebastlán  
Residente de Obra

**De** : Ing. Jorge Alberto Rodríguez Qulspe  
Especialista en Estructuras

**Asunto** : ENTREGA DE MEMORIA DE CÁLCULO PARA CONEXIONES  
EMBRIDADAS

**Obra** : "CONSTRUCCIÓN DEL MODERNO TERMINAL TERRESTRE  
INTERPROVINCIAL DE LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO,  
PROVINCIA DE PASCO - PASCO"

**Referencia** : Asiento de Cuaderno de Obra N° 249

**Fecha** : 19 de agosto de 2023


De mi consideración:

Por medio de la presente, se hace entrega de la memoria de cálculo para las conexiones embridadas de tubo 400x400x12mm, para su revisión y fines que crea pertinentes.

Así mismo, se precisa que la presente obedece a la solicitud realizada por el supervisor de obra mediante asiento de obra N° 249.

Agradeciendo la atención, quedo de usted.

Atentamente.

  
-----  
Ing. Jorge Alberto Rodríguez Qulspe  
ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS  
CIP 166708

CONSORCIO TERMINAL PASCO

  
CONSORCIO TERMINAL PASCO  
-----  
Ing. APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIAN  
OIP. 63298  
RESIDENTE DE OBRA  
INVERSIONES CONSTRUMARZ E.I.R.L.

	CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO 400x400x12	Pág. 1 de 9
MC-EST-01	MEMORIA DE CÁLCULO	

## MEMORIA DE CÁLCULO

PROYECTO:

### CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO 400x400x12

### ESTRUCTURA

Rev. A

Encargado de Disciplina :

Jefe de Ingeniería : Ing Juan Jose Osorio

Cliente :

Revisión	Descripción	Fecha	Revisado	Aprobado
A	Para Revisión Interna	16/08/2023		
B	Para Aprobación	18/08/2023		
Comentarios:				

CONSORCIO TERMINAL PASCO

Ing. APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIAN  
CIP: 63298  
RESIDENTE DE OBRA

Ing. Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS  
CIP: 166708

	CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO 400x400x12	Pág. 2 de 9
MC-EST-01	MEMORIA DE CÁLCULO	

	ÍNDICE	
1.1	GENERALIDADES	3
1.2	INTRODUCCIÓN	3
1.3	OBJETIVO	3
1.4	ALCANCE	3
1.5	NORMAS Y ESTÁNDARES	3
1.6	DOCUMENTOS Y BASES DE DISEÑO	3
1.7	ESPECIFICACIONES DE MATERIALES	3
2.1	ESTRUCTURACIÓN	4
2.2	PERFILES	4
3.0	DISEÑO ESTRUCTURAL	5
4.0	CONCLUSIONES	9

CONSORCIO TERMINAL PASCO

Ing. APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIAN  
CIP. 83296  
RESIDENTE DE OBRA

Ing. Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS  
CIP. 166708

	CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO 400x400x12	Pág. 3 de 9
MC-EST-01	MEMORIA DE CÁLCULO	

**1.1 GENERALIDADES**

**1.2 INTRODUCCIÓN**

La presente Memoria de Cálculo presenta el diseño estructural de la CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO 400x400x12 del Proyecto "CONSTRUCCIÓN DEL MODERNO TERMINAL TERRESTRE INTERPROVINCIAL DE LA CIUDAD DE CERRO DE PASCO PROVINCIA DE PASCO - PASCO".

Los ingenieros estructurales involucrados en el desarrollo del presente documento, garantizan la aplicación de normas y estándares para alcanzar objetivos establecidos de seguridad y operación.

**1.3 OBJETIVO**

El objetivo es desarrollar documentos y planos aptos para la procura, fabricación y construcción de todas las estructuras, cumpliendo con las normas nacionales y complementando con las normas internacionales vigentes.

**1.4 ALCANCE**

El propósito fundamental de la presente memoria de cálculo es justificar el diseño estructural de la CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO 400x400x12.

**1.5 NORMAS Y ESTANDARES**

- RNE Reglamento Nacional de Edificaciones
  - \* RNE - E.020 Reglamento Nacional de Edificaciones - Cargas
  - \* RNE - E.090 Reglamento Nacional de Edificaciones - Estructuras Metálicas

**1.6 DOCUMENTOS Y BASES DE DISEÑO**

Los documentos y bases de diseño empleados para el presente análisis estructural son:

- Planos Referenciales
- Planos de Estructura

**1.7 ESPECIFICACIONES DE MATERIALES**

Acero Estructural:

Perfiles Laminados, Barras y Planchas, ASTM A572 Gr50       $F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$   
 Perfiles Tubulares, ASTM A500 GrB

Soldadura y Conectores

Electrodo E70XX, segun AWS       $F_u = 4800 \text{ kg/cm}^2$

CONSORCIO TERMINAL PASCO

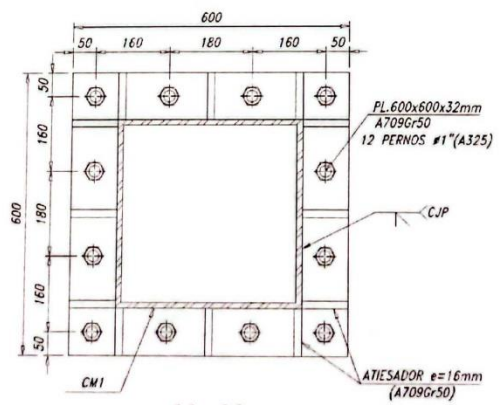
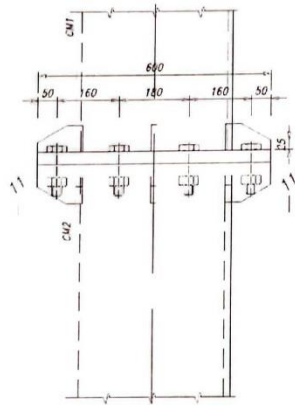
Ing. APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIAN  
CIP. 83298  
RESIDENTE DE OBRA

Ing. Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS  
CIP. 166708

	CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO 400x400x12	Pág. 4 de 9
MC-EST-01	MEMORIA DE CÁLCULO	

2.1 ESTRUCTURACIÓN

2.2 PERFILES



11-11  
ESCALA 1/10

CONSORCIO TERMINAL PASCO

Ing. APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIAN  
OIP. 63296  
RESIDENTE DE OBRA

Ing. Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS  
CIP 166708

	CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO 400x400x12	Pág. 5 de 9
MC-EST-01	MEMORIA DE CÁLCULO	

### 3.1 DISEÑO ESTRUCTURAL

#### a) Propiedades de Perfil:

##### PERFIL TB400x400x12mm

b	=	40.00 cm (ancho)
tf	=	1.20 cm (esp. pared)
d	=	40.00 cm (Peralte)
A	=	182.5 cm <sup>2</sup>
I <sub>x</sub>	=	45324 cm <sup>4</sup>
Z <sub>x</sub>	=	2266.2 cm <sup>3</sup>
r <sub>x</sub>	=	15.76 cm
r <sub>y</sub>	=	15.76 cm

##### Momento Resistente

$$\phi_b M_n = 0.9 \cdot F_y \cdot Z_x$$

$$\phi_b M_n = 12900 \text{ kg-m} = 126.55 \text{ kN-m} \quad (50\% \text{ de su capacidad})$$

##### Cortante Resistente de la seccion

$$\phi_v V_n = 60940 \text{ kg} = 597.82 \text{ kN} \quad (50\% \text{ de su capacidad})$$

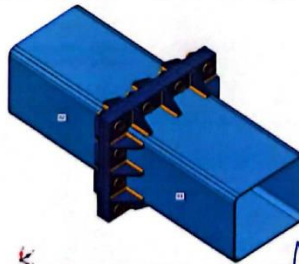
##### Carga Axial Resistente de la seccion

$$\phi_t P_n = 294524 \text{ kg} = 2889.28 \text{ kN} \quad (75\% \text{ de su capacidad})$$

#### a) Diseño de la conexión Embridado:

##### Elementos estructurales

Nombre	Sección transversal	$\beta$ - Dirección [°]	$\gamma$ - Inclinación [°]	$\alpha$ - Rotación [°]	Desplazamiento ex [mm]	Desplazamiento ey [mm]	Desplazamiento ez [mm]	Fuerzas en
B1	10 - HSS(Imp)16X16X1/2	0,0	0,0	0,0	0	0	0	Nodo
B2	11 - HSS(Imp)16X16X1/2	180,0	0,0	0,0	0	0	0	Nodo



CONSORCIO TERMINAL PASCO

Ing. APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIAN  
CIP. 63296  
RESIDENTE DE OBRA

Ing. Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS  
CIP. 166708



	CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO 400x400x12	Pág. 6 de 9
MC-EST-01	MEMORIA DE CÁLCULO	

**Secciones**

Nombre	Material
10 - HSS(imp)16X16X1/2	A500, Gr. B, shaped
11 - HSS(imp)16X16X1/2	A500, Gr. B, shaped

**Tornillos**

Nombre	Conjunto de tornillo	Diámetro [mm]	fu [MPa]	Área bruta [mm <sup>2</sup> ]
1 A325	1 A325	25	827,4	507

**Cargas (No se requiere el equilibrio)**

Nombre	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	B2	-2889,3	0,0	597,8	0,0	126,6	0,0

**Verificación**

**Resumen**

Nombre	Valor	Estado de la verificación
Análisis	100,0%	OK
Placas	0,8 < 5,0%	OK
Tornillos	35,8 < 100%	OK
Soldaduras	77,1 < 100%	OK
Pandeo	No calculado	
GMNA	No calculado	

**Placas**

Nombre	Material	Fy [MPa]	Espesor [mm]	Cargas	σEs [MPa]	fy [%]	σEs [MPa]	Estado de la verificación
B1	A500, Gr. B, shaped	317,2	12,7	LE1	281,0	0,0	0,0	OK
B2	A500, Gr. B, shaped	317,2	12,7	LE1	287,1	0,8	0,0	OK
PP1a	A572 Gr.50	344,7	32,0	LE1	87,4	0,0	16,8	OK
PP1b	A572 Gr.50	344,7	32,0	LE1	88,7	0,0	16,8	OK
RIB1a	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	187,0	0,0	0,0	OK
RIB1b	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	183,2	0,0	0,0	OK
RIB1c	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	114,3	0,0	0,0	OK
RIB2a	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	130,7	0,0	0,0	OK
RIB2b	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	132,4	0,0	0,0	OK
RIB2c	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	110,2	0,0	0,0	OK
RIB3a	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	100,0	0,0	0,0	OK
RIB3b	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	99,0	0,0	0,0	OK
RIB3c	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	75,7	0,0	0,0	OK
RIB4a	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	135,6	0,0	0,0	OK
RIB4b	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	158,1	0,0	0,0	OK
RIB4c	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	122,1	0,0	0,0	OK
RIB5a	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	179,5	0,0	0,0	OK
RIB5b	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	187,1	0,0	0,0	OK
RIB5c	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	134,2	0,0	0,0	OK
RIB6a	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	204,4	0,0	0,0	OK
RIB6b	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	96,6	0,0	0,0	OK
RIB6c	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	129,6	0,0	0,0	OK
RIB7a	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	104,4	0,0	0,0	OK
RIB7b	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	101,5	0,0	0,0	OK
RIB7c	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	45,2	0,0	0,0	OK
RIB8a	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	310,6	0,1	0,0	OK
RIB8b	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	310,6	0,1	0,0	OK
RIB8c	A572 Gr.50	344,7	16,0	LE1	310,6	0,2	0,0	OK

CONSORCIO TERMINAL PASCO  
 Ing. AROLINARIO VILLANUEVA SEBASTIAN  
 CIP. 63298  
 RESIDENTE DE OBRA

Ing. Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
 ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS  
 CIP. 166708

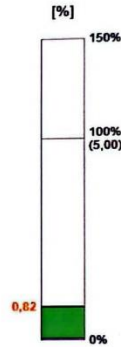
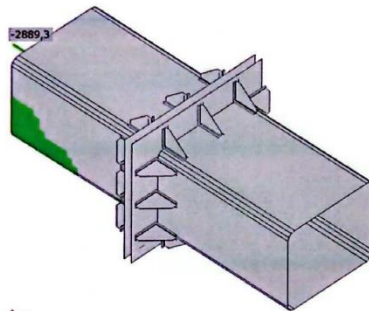
	CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO 400x400x12	Pág. 7 de 9
MC-EST-01	MEMORIA DE CÁLCULO	

Datos de diseño

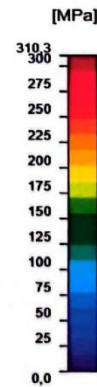
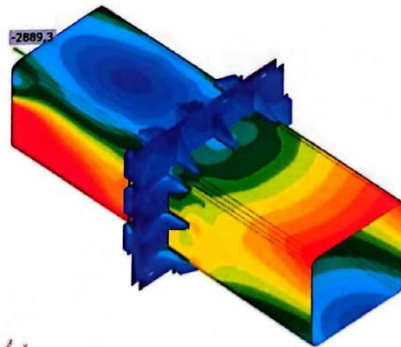
Material	$f_y$ [MPa]	$\epsilon_{lim}$ [%]
A500, Gr. B, shaped	317,2	5,0
A572 Gr. 50	344,7	5,0

Explicación del símbolo

- $\epsilon_{pl}$  Deformación plástica
- $\sigma_{Ed}$  Tensiones de Contacto
- $\sigma_{Ed}$  Ec. tensión
- $f_y$  Límite elástico
- $\epsilon_{lim}$  Límite de la deformación plástica



Verificación de deformación, LE1



Tensión equivalente, LE1

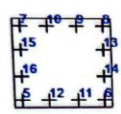
CONSORCIO TERMINAL PASCO  
 Ing. APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIÁN  
 CIP. 63298  
 RESIDENTE DE OBRA

Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
 ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS  
 CIP. 166708

	CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO 400x400x12	Pág. 8 de 9
MC-EST-01	MEMORIA DE CÁLCULO	

**Tornillos**

Forma	Ítem	Calidad	Cargas	$F_t$ [kN]	$V$ [kN]	$\Phi R_{n, portante}$ [kN]	$U_{t_t}$ [%]	$U_{t_s}$ [%]	$U_{t_{ts}}$ [%]	Estado
	B5	1 A325 - 1	LE1	1,3	45,0	471,5	0,5	31,8	-	OK
	B6	1 A325 - 1	LE1	0,8	31,4	466,8	0,4	22,2	-	OK
	B7	1 A325 - 1	LE1	0,7	45,2	465,6	0,3	32,0	-	OK
	B8	1 A325 - 1	LE1	2,1	31,7	461,4	0,9	22,5	-	OK
	B9	1 A325 - 1	LE1	0,0	37,2	461,2	0,0	26,3	-	OK
	B10	1 A325 - 1	LE1	0,0	42,7	467,9	0,0	30,2	-	OK
	B11	1 A325 - 1	LE1	0,0	36,8	467,4	0,0	26,0	-	OK
	B12	1 A325 - 1	LE1	0,0	42,5	476,1	0,0	30,1	-	OK
	B13	1 A325 - 1	LE1	0,0	36,9	655,7	0,0	26,1	-	OK
	B14	1 A325 - 1	LE1	0,0	36,3	655,7	0,0	25,7	-	OK
	B15	1 A325 - 1	LE1	0,0	50,6	655,7	0,0	35,8	-	OK
	B16	1 A325 - 1	LE1	0,0	50,2	655,7	0,0	35,5	-	OK



**Datos de diseño**

Calidad	$\Phi R_{n, tracción}$ [kN]	$\Phi R_{n, cortante}$ [kN]
1 A325 - 1	235,6	141,4

**Explicación del símbolo**

- $F_t$  Fuerza de tracción
- $V$  Resultante de las fuerzas cortantes  $V_y, V_z$  en el tornillo.
- $\Phi R_{n, portante}$  Resistencia a aplastamiento de la chapa provocado por el tornillo
- $U_{t_t}$  Utilización a tracción
- $U_{t_s}$  Utilización a cortante
- $U_{t_{ts}}$  Utilización a tensión y cortante
- $\Phi R_{n, tracción}$  Resistencia de los pernos a tracción, según AISC 360-10 tabla J3.2
- $\Phi R_{n, cortante}$  Resistencia de los pernos a cortante, según AISC 360-16 tabla J3.2

**Soldaduras**

Ítem	Borde	$X_u$	$T_n$ [mm]	$L_s$ [mm]	$L$ [mm]	$L_c$ [mm]	Cargas	$F_n$ [kN]	$\Phi R_n$ [kN]	$U_t$ [%]	Estado
PP1a	B1-w 1	E70xx	-	-	330	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 1	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 2	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 3	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-w 2	E70xx	-	-	330	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 4	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 5	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 6	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-w 3	E70xx	-	-	330	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 7	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 8	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 9	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-w 4	E70xx	-	-	330	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 10	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 11	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK

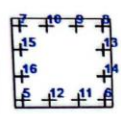
CONSORCIO TERMINAL PASCO  
Ing. APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIAN  
CIP. 63298

*Jorge Alberto Rodríguez Quispe*  
Ing. Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS  
CIP. 166708

	CONEXIÓN EMBRIDADA DE TUBO 400x400x12	Pág. 8 de 9
MC-EST-01	MEMORIA DE CÁLCULO	

**Tornillos**

Forma	Ítem	Calidad	Cargas	$F_t$ [kN]	$V$ [kN]	$\Phi R_{n, portante}$ [kN]	$U_{t_t}$ [%]	$U_{t_s}$ [%]	$U_{t_{ts}}$ [%]	Estado
	B5	1 A325 - 1	LE1	1,3	45,0	471,5	0,5	31,8	-	OK
	B6	1 A325 - 1	LE1	0,8	31,4	466,8	0,4	22,2	-	OK
	B7	1 A325 - 1	LE1	0,7	45,2	465,6	0,3	32,0	-	OK
	B8	1 A325 - 1	LE1	2,1	31,7	461,4	0,9	22,5	-	OK
	B9	1 A325 - 1	LE1	0,0	37,2	461,2	0,0	26,3	-	OK
	B10	1 A325 - 1	LE1	0,0	42,7	467,9	0,0	30,2	-	OK
	B11	1 A325 - 1	LE1	0,0	36,8	467,4	0,0	26,0	-	OK
	B12	1 A325 - 1	LE1	0,0	42,5	476,1	0,0	30,1	-	OK
	B13	1 A325 - 1	LE1	0,0	36,9	655,7	0,0	26,1	-	OK
	B14	1 A325 - 1	LE1	0,0	36,3	655,7	0,0	25,7	-	OK
	B15	1 A325 - 1	LE1	0,0	50,6	655,7	0,0	35,8	-	OK
	B16	1 A325 - 1	LE1	0,0	50,2	655,7	0,0	35,5	-	OK



**Datos de diseño**

Calidad	$\Phi R_{n, tracción}$ [kN]	$\Phi R_{n, cortante}$ [kN]
1 A325 - 1	235,6	141,4

**Explicación del símbolo**

- $F_t$  Fuerza de tracción
- $V$  Resultante de las fuerzas cortantes  $V_y, V_z$  en el tornillo.
- $\Phi R_{n, portante}$  Resistencia a aplastamiento de la chapa provocado por el tornillo
- $U_{t_t}$  Utilización a tracción
- $U_{t_s}$  Utilización a cortante
- $U_{t_{ts}}$  Utilización a tensión y cortante
- $\Phi R_{n, tracción}$  Resistencia de los pernos a tracción, según AISC 360-10 tabla J3.2
- $\Phi R_{n, cortante}$  Resistencia de los pernos a cortante, según AISC 360-16 tabla J3.2

**Soldaduras**

Ítem	Borde	$X_u$	$T_n$ [mm]	$L_s$ [mm]	$L$ [mm]	$L_c$ [mm]	Cargas	$F_n$ [kN]	$\Phi R_n$ [kN]	$U_t$ [%]	Estado
PP1a	B1-w 1	E70xx	-	-	330	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 1	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 2	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 3	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-w 2	E70xx	-	-	330	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 4	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 5	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 6	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-w 3	E70xx	-	-	330	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 7	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 8	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 9	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-w 4	E70xx	-	-	330	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 10	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	B1-arc 11	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK

CONSORCIO TERMINAL PASCO  
Ing. APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIAN  
CIP. 63298

*Jorge Alberto Rodríguez Quispe*  
Ing. Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS  
CIP. 166708

**Soldaduras**

**4.0 CONCLUSIONES**

La conexión Embriada del Tubo 400x400x12mm ASTM A500 GrB con Planchas de 32mm ASTM A709 Gr50 y 12 pernos 1" A325 trabaja al 77.10% de su capacidad.

/// FIN DE DOCUMENTO ///

Item	Borde	Xu	T <sub>h</sub> [mm]	L <sub>s</sub> [mm]	L [mm]	L <sub>o</sub> [mm]	Cargas	F <sub>n</sub> [kN]	ΦR <sub>n</sub> [kN]	Ut [%]	Estado
PP1b	B2-arc 6	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1b	B2-w 3	E70xx	-	-	330	-	-	-	-	-	OK
PP1b	B2-arc 7	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1b	B2-arc 8	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1b	B2-arc 9	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1b	B2-arc 10	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1b	B2-arc 11	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1b	B2-arc 12	E70xx	-	-	16	-	-	-	-	-	OK
PP1a	RIB1a	E70xx	46,4	49,0	96	10	LE1	5,8	19,0	30,6	OK
B1-w 1	RIB1a	E70xx	46,4	49,0	96	10	LE1	6,6	19,3	34,3	OK
		E70xx	46,4	49,0	97	10	LE1	12,1	16,1	75,2	OK
		E70xx	46,4	49,0	97	10	LE1	11,9	15,8	75,0	OK
PP1a	RIB1b	E70xx	46,4	49,0	96	10	LE1	6,5	19,3	33,6	OK
		E70xx	46,4	49,0	96	10	LE1	5,3	19,3	27,4	OK
B1-w 1	RIB1b	E70xx	46,4	49,0	97	10	LE1	11,5	15,7	73,1	OK
		E70xx	46,4	49,0	97	10	LE1	12,0	16,0	75,2	OK
PP1a	RIB1c	E70xx	46,4	49,0	96	10	LE1	4,7	19,9	23,8	OK
		E70xx	46,4	49,0	96	10	LE1	4,8	19,9	24,3	OK
B1-w 1	RIB1c	E70xx	46,4	49,0	96	10	LE1	7,9	14,2	55,9	OK
		E70xx	46,4	49,0	96	10	LE1	7,9	14,2	55,7	OK
PP1a	RIB2a	E70xx	46,4	49,0	96	10	LE1	6,1	20,0	30,7	OK
		E70xx	46,4	49,0	96	10	LE1	6,0	14,3	41,9	OK

CONSORCIO TERMINAL PASCO  
 Ing. APOLINARIO VILLANUEVA SEBASTIAN  
 CIP. 63299  
 RESIDENTE DE OBRA

Ing. Jorge Alberto Rodríguez Quispe  
 ESPECIALISTA DE ESTRUCTURAS  
 CIP. 166708