# UNIVERSIDAD DE HUANUCO

## FACULTAD DE INGENIERIA

## PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

**TESIS**

---

**“Modelamiento y análisis estructural para el diseño de una nave industrial con Cype 3d, Pillco Marca - Huánuco - 2022”**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Gómez Escandon, Heysonh Alejandro

ASESOR: Trujillo Ariza, Lisseth

HUÁNUCO – PERÚ

2023

U

D

H

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Estructuras
**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** (2020)

**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:**
**Área:** Ingeniería, Tecnología
**Sub área:** Ingeniería civil
**Disciplina:** Ingeniería civil

**DATOS DEL PROGRAMA:**
Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniero Civil
Código del Programa: P07
Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

**DATOS DEL AUTOR:**
Documento Nacional de Identidad (DNI): 71087681

**DATOS DEL ASESOR:**
Documento Nacional de Identidad (DNI): 70502371
Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental
Código ORCID: 0000-0002-5650-3745

**DATOS DE LOS JURADOS:**

| N° | APELLIDOS Y NOMBRES | GRADO | DNI | Código ORCID |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Jacha Rojas, Johnny Prudencio | Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible | 40895876 | 0000-0001-7920-1304 |
| 2 | Aguilar Alcántara, Leonel Marlo | Maestro en ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción | 43415813 | 0000-0002-0877-5922 |
| 3 | Martinez Morales, German Gaston | Ingeniero civil | 07397555 | 0000-0002-9182-1861 |

# UNIVERSIDAD DE HUANUCO

*Facultad de Ingeniería*

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (A) CIVIL**

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:00 horas del día **miércoles 08 de noviembre de 2023**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS — PRESIDENTE
- MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCÁNTARA — SECRETARIO
- ING. GERMAN GASTON MARTINEZ MORALES — VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 2629-2023-D-FI-UDH, para evaluar la **Tesis** intitulada: **"MODELAMIENTO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL PARA EL DISEÑO DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CYPE 3D, PILLCO MARCA – HUÁNUCO -2022"**, presentado por el (la) Bachiller. **Heysonh Alejandro GOMEZ ESCANDON,** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprobado por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 13 y cualitativo de Suficiente (Art. 47).

Siendo las 15:55 horas del día 08 del mes de noviembre del año 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
ORCID: 0000-0001-7920-1304
Presidente

MG. LEONEL MARLO AGUILAR ALCÁNTARA
ORCID: 0000-0002-0877-5922
Secretario

ING. GERMAN GASTON MARTINEZ MORALES
ORCID: 0000-0002-9182-1861
Vocal

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, Joel Luis Guarniz Flores, asesor(a) del PA Ingeniería Civil y designado(a) mediante documento RESOLUCIÓN Nº 093-2022-D-FI-UDH del (los) estudiante(s) **HEYSONH ALEJANDRO GOMEZ ESCANDON**, de la investigación titulada:

**"MODELAMIENTO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL PARA EL DISEÑO DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CYPE 3D, PILLCO MARCA – HUANUCO - 2022"**

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 16 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 18 de JULIO de 2023.

Joel Luis Guarniz Flores
INGENIERO CIVIL
CIP N° 163302

**Mg. Guarniz Flores Joel Luis**
**DNI N°46064394**
**ORCID. 0000-0003-1651-8683**
**Asesor**

MODELAMIENTO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL PARA EL DISEÑO DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CYPE 3D, PILLCO MARCA - HUÁNUCO -2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

| 16% | 15% | 2% | 6% |
|---|---|---|---|
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|---|---|
| 1 | repositorio.udh.edu.pe<br>Fuente de Internet | 3% |
| 2 | repositorio.ucv.edu.pe<br>Fuente de Internet | 2% |
| 3 | distancia.udh.edu.pe<br>Fuente de Internet | 1% |
| 4 | repositorio.urp.edu.pe<br>Fuente de Internet | 1% |
| 5 | riull.ull.es<br>Fuente de Internet | 1% |
| 6 | hdl.handle.net<br>Fuente de Internet | 1% |
| 7 | repositorio.unheval.edu.pe<br>Fuente de Internet | <1% |
| 8 | Submitted to Universidad de Jaén<br>Trabajo del estudiante | <1% |

Joel Luis Guarniz Flores
INGENIERO CIVIL
CIP N° 163302

**Mg. Guarniz Flores Joel Luis**
**DNI N°46064394**
**ORCID. 0000-0003-1651-8683**
**Asesor**

# DEDICATORIA

A Dios por jamás alejarse de mí, y guiarme en cada paso que doy.

A mi mamá y mi papá por su amor incondicional, apoyó e inquietud constante en formarme como un hombre de bien y un excelente profesional.

A mis hermanos por su comprensión, por estar al costado de mí.

A mi asesor Mg. Guarniz Flores, Joel Luis por brindarme el apoyo y asesoramiento necesario para poder realizar esta presente tesis.

## AGRADECIMIENTO

A mi padre, madre, hermanos y demás familiares por su apoyo incondicional durante toda nuestra vida universitaria.

Al Mg. Guarniz Flores, Joel Luis, por su constante asesoría y apoyo en el desarrollo de esta tesis.

A los docentes de la escuela de Ingeniería Civil, por los conocimientos otorgados durante toda nuestra fase universitaria.

A nuestros propios compañeros y amigos, por regalarnos su paciencia e inconmensurable amistad.

# ÍNDICE

DEDICATORIA ..... II
AGRADECIMIENTO ..... III
ÍNDICE ..... IV
ÍNDICE DE TABLAS ..... VII
ÍNDICE DE FIGURAS ..... IX
CAPÍTULO I ..... 14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN ..... 14
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA ..... 14
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA ..... 15
1.2.1 PROBLEMA GENERAL ..... 15
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS ..... 15
1.3 OBJETIVO GENERAL ..... 15
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 15
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN ..... 15
1.5.1 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA ..... 15
1.5.2 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA ..... 16
1.5.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA ..... 16
1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN ..... 16
1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN ..... 16
CAPÍTULO II ..... 18
MARCO TEÓRICO ..... 18
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN ..... 18
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES ..... 18
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES ..... 19
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES ..... 21
2.2. BASES TEÓRICAS ..... 21
2.2.1 CUBIERTAS ..... 21
2.2.2 CARGAS ESTRUCTURALES ..... 22
2.2.3 ANÁLISIS SÍSMICO ..... 30
2.2.4 COMBINACIONES DE CARGAS ..... 32
2.2.5 CÁLCULO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES ..... 33
2.2.6 DISEÑO DE UNIONES SOLDADAS ..... 41

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES ..... 44
2.4. HIPÓTESIS ..... 45
2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL ..... 45
2.5. VARIABLES ..... 45
2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE ..... 45
2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE ..... 45
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES ..... 46
CAPÍTULO III ..... 47
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN ..... 47
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN ..... 47
3.1.1 ENFOQUE ..... 47
3.1.2 ALCANCE O NIVEL ..... 47
3.1.3 DISEÑO ..... 47
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA ..... 47
3.2.1 POBLACIÓN ..... 47
3.2.2 MUESTRA ..... 47
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 48
3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS ..... 48
3.3.2 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS ..... 49
3.3.3 PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS .. 50
CAPÍTULO IV ..... 51
RESULTADOS ..... 51
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS ..... 51
4.1.1 ESTUDIO TOPOGRÁFICO ..... 51
4.1.2 DESCRIPCIÓN DE DISEÑO ..... 51
4.1.3 PARÁMETROS DE DISEÑO ..... 51
4.1.4 MEMORIA DE CALCULO ..... 58
4.1.5 ANÁLISIS SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA ..... 98
4.1.6 MEMORIA DE CÁLCULO DE CIMENTACIONES ..... 104
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS 115
CAPÍTULO V ..... 117
DISCUSIÓN DE RESULTADOS ..... 117
5.1. PRESENTAR LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ..... 117

CONCLUSIONES ..... 119
RECOMENDACIONES ..... 120
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 121
ANEXOS ..... 123

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Factor de suelo ..... 26
Tabla 2 Periodo TP y TL ..... 26
Tabla 3 Factor de uso ..... 27
Tabla 4 Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas sísmicas (Ro). ..... 27
Tabla 5 Factor de Irregularidad estructural en altura. ..... 27
Tabla 6 Factor de Irregularidad estructural en planta. ..... 28
Tabla 7 Categoría y regularidad de las edificaciones. ..... 29
Tabla 8 Valores máximos de la distorsión del entrepiso. ..... 32
Tabla 9 Propiedades de los elementos estructurales ..... 34
Tabla 10 Sistema de variables-dimensiones e indicadores. ..... 46
Tabla 11 Ensayos de Laboratorio ..... 48
Tabla 12 Cuadro de factores de zona “z” ..... 52
Tabla 13 Cuadro de factor “k” ..... 54
Tabla 14 Estados Límites ..... 58
Tabla 15 Detalles para el diseño de la columna 7"x7" (columnas esquineras) ..... 59
Tabla 16 Resumen de comprobaciones de la columna 7"x7" ..... 59
Tabla 17 Detalles para el diseño de la columna 7"x7" (columnas centrales) ..... 69
Tabla 18 Resumen de comprobaciones de la columna 7"x7" ..... 69
Tabla 19 Detalles para el diseño de la correa 1 ..... 78
Tabla 20 Detalles para el diseño de la correa 2 ..... 83
Tabla 21 Detalles para el diseño de la correa 3 ..... 89
Tabla 22 Coeficientes de participación ..... 101
Tabla 23 Hipótesis Sismo X1 e Hipótesis Sismo Y ..... 103
Tabla 24 Descripción de zapatas aisladas ..... 104
Tabla 25 Metrado de Zapatas aisladas tipo 1 ..... 105
Tabla 26 Metrado de Zapatas aisladas tipo 2 ..... 105
Tabla 27 Metrado de Zapatas aisladas tipo 3 ..... 105
Tabla 28 Metrado de Zapatas aisladas tipo 4 ..... 106
Tabla 29 Metrado de Zapatas aisladas tipo 5 ..... 106

Tabla 30 Metrado de Zapatas aisladas tipo 6 ..... 106
Tabla 31 Metrado de Zapatas aisladas tipo 7 ..... 106
Tabla 32 Resumen de cómputo (se incluyen desperdicios de acero)..... 107
Tabla 33 Comprobación de diseño de las zapatas aisladas ..... 107
Tabla 34 Deriva máxima de piso..... 116
Tabla 35 Matriz de consistencia..... 124

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Calaminas cortadas tipo TR4 ..... 22
Figura 2 Elementos de una cubierta. ..... 22
Figura 3 Forma de aplicación a barlovento y sotavento del viento ..... 24
Figura 4 Zonificación sísmica ..... 25
Figura 5 Perfiles de suelo. ..... 26
Figura 6 Factores de reducción ..... 33
Figura 7 Valores de K, con diversas condiciones en sus extremos ..... 35
Figura 8 Placas base de columnas ..... 37
Figura 9 Acotado de la placa base ..... 37
Figura 10 Distribución de pernos en la placa base ..... 39
Figura 11 Control de flechas o deflexiones máximas ..... 41
Figura 12 Control de flechas o deflexiones para tramos cortos ..... 41
Figura 13 Configuración básica de un proceso de soldadura con arco eléctrico. ..... 42
Figura 14 Propiedades mínimas del metal de aporte ..... 42
Figura 15 Esfuerzos permisibles de acuerdo al tipo de soldadura ..... 43
Figura 16 Cargas constantes permisibles y tamaños mínimos de soldadura de filete ..... 43
Figura 17 Para la presentación de datos ..... 49
Figura 18 Estructura completa ..... 52
Figura 19 Mapa eólico del Perú ..... 53
Figura 20 Columnas de sección 7"X7" ..... 55
Figura 21 Correas de 4"X4" ..... 56
Figura 22 Modelado 3D de la estructura ..... 56
Figura 23 Análisis del diseño “peso propio” ..... 57
Figura 24 Análisis de la estructura “esbeltez” ..... 57
Figura 25 Análisis de la estructura “sismo x” ..... 58
Figura 26 Análisis de la estructura “sismo y” ..... 58
Figura 27 Vista 3D estructura completa ..... 96
Figura 28 Estructura sometida al peso propio ..... 97
Figura 29 Estructura sometida a carga muerta ..... 97
Figura 30 Espectro elástico de aceleraciones ..... 98

Figura 31 Espectro de diseño de aceleraciones x ..... 100
Figura 32 Espectro de diseño de aceleraciones y ..... 100
Figura 33 Espectro de diseño según X ..... 102
Figura 34 Espectro de diseño según Y ..... 102
Figura 35 Estructura sometida a sismo “y” modo 2..... 103
Figura 36 Estructura sometida a sismo “x” modo 1..... 103
Figura 37 Vista 3D de la estructura con zapatas ..... 114
Figura 38 Detalles de la cimentación ..... 115
Figura 39 Plano de ubicación..... 125
Figura 40 Plano de estructural de la cubierta ..... 126
Figura 41 Plano de estructural del eje B-B ..... 127
Figura 42 Plano de estructural del eje A-A ..... 128
Figura 43 Plano de estructural de las uniones ..... 129
Figura 44 Detalles de las zapatas aisladas..... 130
Figura 45 Detalle de las vigas de cimentación..... 131
Figura 46 Detalles del pórtico C-C ..... 132
Figura 47 Descripción de las propiedades de las soldaduras..... 133
Figura 48 Detalles de las uniones soldadas 1..... 134
Figura 49 Detalles de las uniones soldadas 2..... 135
Figura 50 Detalles de las uniones soldadas 3..... 136
Figura 51 Detalles de las uniones soldadas 4..... 137

# RESUMEN

La tesis tuvo como objetivo realizar el modelamiento y análisis estructural para el diseño de una nave industrial con CYPE 3D, según el manual de diseño AISC. El diseño aplicado es una metodología cuantitativa, explicativa y no experimental; en la que los resultados y cálculos del proyecto están sustentados en normas técnicas peruanas y normas extranjeras para el diseño de aceros. Análisis de datos mediante fichas técnicas, tales como parámetros del área, las propiedades de los materiales a utilizar, características mecánicas del lugar; para llevar a cabo todos pasos necesarios, se tomaron en cuenta fuentes bibliográficas confiables de investigación respecto al diseño de este tipo de estructuras, donde se utilizaron para llevar a cabo la investigación antes mencionada. De acuerdo con los resultados obtenidos, se comienza a realizar el predimensionamiento de los elementos estructurales de la estructura teniendo en cuenta los parámetros obtenidos inicialmente, donde los cálculos a partir de este predimensionamiento van cambiando constantemente para que se pueda lograr la optimización. El diseño completo de la nave industrial, así como la cimentación se realiza en el software CYPE 3D, el cual se basa en el estándar que hemos especificado, que es el método de diseño AISC y LRFD. Sin embargo, se obtuvo un diseño preliminar el cual sido modelado en el programa, luego se mejoró este diseño optimizando el los elementos estructurales; se estableció para adoptar un segundo modelo del diseño donde cumpla con las especificaciones y se encuentre dentro de los rangos establecidos por las normas. Por lo tanto, se concluyó que el segundo modelo cumple con los requerimientos necesario que indican la norma E090 y que las hipótesis propuestas se verificaron como válidas y además que se podían alcanzar los objetivos planteados en la tesis.

**Palabras clave:** Cype 3d, Nave industrial, Optimización de diseño, Lrfd, Estructural.

# ABSTRACT

The thesis has a objective is to perform the structural modeling and analysis for the design of an industrial building with CYPE 3D, according to the AISC design manual. The applied design is a deductive methodology in which the results and calculations of the project are based on Peruvian and foreign technical standards for steel design. Data analysis by means of technical data sheets, such as area parameters, properties of the materials to be used, mechanical characteristics of the site; In order to carry out all necessary steps, reliable bibliographic sources of research regarding the design of this type of structures were taken into account, where they were used to carry out the aforementioned research. According to the calculations and results obtained, the pre-dimensioning of the structural elements of the industrial building is started taking into account the parameters obtained initially, where the calculations from this pre-dimensioning are constantly changing so that optimization can be achieved. The complete design of the industrial building, as well as the foundation, is carried out in CYPE 3D software, which is based on the standard we have specified, which is the AISC and LRFD design method. However, a preliminary design was obtained which was the pre-dimensioning where it was modeled in the program, then this design was improved by optimizing the structural elements; it was established to adopt a second model of the design where it complies with the specifications and is within the ranges established by the standards. Therefore, it was concluded that the second model complies with the necessary requirements of the E090 standard and that the proposed hypotheses were verified as valid and that the objectives of the thesis could be achieved.



**Keywords:** Cype 3d, Industrial building, Design optimization, Lrfd, Structural.

# INTRODUCCIÓN

En la actualidad el sector de la construcción en la ciudad de Huánuco viene mostrando un gran avance respecto a los anteriores años, estas construcciones vienen siendo en su mayoría edificación de concreto armado o de albañilería confinada debido a sus ventajas especialmente económicas, sin embargo, en los últimos años el acero se ha posicionado en nuestras ciudades como una opción para los métodos de construcción. Sobre todo, porque este tipo de estructura se coloca en la parte superior debido a su alta resistencia, buena ductilidad, ventaja de peso y otras propiedades que ofrece el material. En diseño y construcción. También hay algunas desventajas debido al alto costo.

Por ello la presente tesis “Modelamiento y análisis estructural para el diseño de una nave industrial con CYPE 3d, Pillco Marca - Huánuco -2022” plantea como objetivo principal realizar el modelamiento y análisis estructural para el diseño de una nave industrial aplicando el software CYPE 3D siguiendo el reglamento nacional de edificación y el manual de diseño AISC , CYPE 3D es un software que viene innovando el método de diseño ya que no solo nos ayuda a realizar el modelamiento y análisis estructural, sino que también realizar la optimación de los elementos estructurales siguiendo la norma E090 y brindarnos también la opción de trabajar en conjunto con otras personas dando lugar a la metodología BIM esto implica una evolución en relación a la información geométrica, tiempo, precio, efecto ambiental y datos de mantenimiento, lo cual lo convierte en un desarrollo sobre los procedimientos de diseño clásicos basados en la planeación física.

# CAPÍTULO I
# PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

## 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En Latinoamérica, las importaciones de los diversos tipos de acero han provenido del continente asiático abarcando un 77% del mercado en Latinoamérica, desplazando a países como Brasil. Destacando que China genera la misma proporción de acero que lo demás de todo el mundo.

En el mercado siderúrgico de América Latina, donde se obtuvieron una productividad de más 4.9 millones de toneladas de este material, segundo trimestre del 2019 y Brasil ha sido considerado como productor regional de 55% que corresponde a 5.5 Millones de toneladas de acero. En acero Laminado se produjo 4.5 millones de toneladas y el fundamental productor fue Brasil con 2 millones de toneladas que corresponde el 44% y México con 1.6 millones de toneladas que corresponde el 38%.

Los principales países que aumentaron su consumo de acero fueron Brasil con 192 mil toneladas adicionales que corresponde el 47%, Argentina 121 mil toneladas correspondiendo al 35% y Perú con 51 mil Toneladas correspondiendo el 20%.

En el Perú las construcciones metálicas son menos conocidas, todos los días se observa más su levantamiento, y no hay normas ni reglas para diseñar esta clase de construcciones. Luego de diseñar la composición de acero, escoja recursos que sean lo suficientemente fuertes, sin embargo el mal a la composición de metal, primordialmente en zonas sísmicas, se debería a la carencia de comprensión de los detalles de conexión en especial. En este análisis es necesario un diseño correcto de los recursos estructurales del área industrial por medio de las características geométricas y mecánicas del área industrial. Teóricamente, todo lo planteado por los diferentes creadores de diseños en acero es aplicable en ciertos parámetros, sin embargo, en la práctica, se tuvo que considerar los criterios de funcionalidad y factibilidad específicos que garanticen una configuración idónea y segura. Además de decidir el diseño conveniente de las vigas de rodadura para inmuebles industriales, se necesita establecer el diseño conveniente de las conexiones a cortante en funcionalidad de las fronteras de diseño y las reglas ya impuestas. Posteriormente, se pretende dar directrices y reglas iniciales para

el diseño de conexiones. Esto sirve como base para futuros proyectos con características semejantes y como guía para diseñar de manera correcta las conexiones.

## 1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cómo realizar el modelamiento y análisis estructural para el diseño de una nave industrial con CYPE 3D, Pillco Marca - Huánuco -2022?

### 1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cómo realizar el modelamiento estructural para el diseño de una nave industrial con CYPE 3D, Pillco Marca - Huánuco -2022?
- ¿De qué manera se podrá calcular el análisis estructural para el diseño de una nave industrial con CYPE 3D, Pillco Marca - Huánuco -2022?
- ¿Cómo comprobar las dimensiones de los elementos estructurales en el diseño de una nave industrial con CYPE 3D, Pillco Marca - Huánuco -2022?

## 1.3 OBJETIVO GENERAL

Realizar el modelamiento y análisis estructural para el diseño de una nave industrial con CYPE 3D, Pillco Marca - Huánuco -2022

## 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el modelamiento estructural para el diseño de una nave industrial con CYPE 3D, Pillco Marca - Huánuco -2022
- Calcular el análisis estructural para el diseño de una nave industrial con CYPE 3D, Pillco Marca - Huánuco -2022
- Comprobar las dimensiones de los elementos estructurales en el diseño de una nave industrial con CYPE 3D, Pillco Marca - Huánuco -2022

## 1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.5.1 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Esta investigación será de gran importancia para el distrito de Pillco Marca ya que el diseño estructural aportara positivamente a futuras investigaciones relacionadas a este tipo de estructuras, ya que ayudara a mejorar el diseño de estructuras metálicas, esto siguiendo la norma

E090 de estructuras metálicas así también como el manual AISC y aplicando un software especializado en el diseño de estructuras metálicas que es el CYPE 3D mejorando significativamente el diseño tradicional.

### 1.5.2 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La investigación realizada por mi persona revisará el procedimiento LRFD del manual AISC que es el más aplicado en todo el mundo, por su efectividad de un 98.8% de fiabilidad. Además, ser realizara el modelamiento, análisis y diseño empleando el software CYPE 3D que va a ser una elección para poder hacer el resultado del diseño y evaluación de las construcciones metálicas, lo que va a poder ser utilizado por futuros estudios e investigaciones que se encuentren como tema principal en los nuevos procedimientos constructivos que son las construcciones metálicas.

### 1.5.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Al momento que el ingeniero realice obras civiles, construcción y montaje de naves industriales, deben tener en cuenta constantemente la RNE, las especificaciones técnicas, de los materiales y la mano de obra debería ser de óptimamente con calidad en la construcción como además del montaje de las construcciones metálicas. Está tesis va a ser una optimización que estudiará el procedimiento AISC y LRFD para compararlo con los resultados del diseño con el programa CYPE 3D.

## 1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La presente tesis presentara limitaciones que retrasaran o afectaran de manera indirecta la presente investigación, si bien sabemos que estamos pasando por una crisis económica y política, la presente investigación tratara de solventarse con los recursos económicos disponibles al alcance de mi persona.

Otro impedimento para esto es la crisis sanitaria que viene azotando al mundo, ya que impide la recolección de datos y la visita a distintas obras relacionadas a la investigación fuera de la región Huánuco.

## 1.7 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación va a ser de gran ayuda para ofrecer pautas iniciales para crear estándares de conexiones, debido a que en la norma E090

no contamos con estos estándares; sin embargo, entros territorios como Chile, Colombia y Ecuador poseen aquellos estándares definidos para lograr diseñar conexiones, En USA y territorios del contiente europeo ya cuentan con una regla vigente idónea. Las conexiones a ocupar van a ser para una nave industrial, se cuenta con todos los parámetros, datos y valores necesarios apra ahcer un adecuado estudio y diseño estructural de una anve industrial (libros, artículos de indagación, conferencias, normativas de todo el mundo, páginas web, etcétera.).

# CAPÍTULO II
# MARCO TEÓRICO

## 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Martin (2017) en su trabajo titulado: “Proyecto estructural de construcción de nave industrial de 4300 m2 para almacenamiento de agua embotellada para la empresa -aguas de Chovar”, presentada a la Universidad Politécnica de Valencia; el objetivo principal de la tesis es presentar un trabajo final en el diseño estructural de una nave industrial para el almacenamiento de agua embotellada. Esta Nave Industrial, se hace contigua a otra ya que existe, en la que se embotella el agua obtenida del manantial y se comunican las dos naves por medio de numerosas puertas. Este inmueble industrial tiene un área construida de 4419 m2 y está en el poblado de Chovar (Castellón). En este trabajo se llegó a las siguientes conclusiones: el lote es conveniente para hacer las obras, debido a que se basa en su integridad de arcillas limosas de consistencia firme y de suficiente homogeneidad. El pórtico interior se compone por 3 pórticos adosados. Los pilares exteriores del pórtico son de perfil HEB 450 de 9,5 metros de elevación, en lo que los pilares interiores son de perfil HEB 360 de la misma elevación. Los dinteles son todos equivalentes de longitud 13,15 metros y de perfil IPE 360. La elevación de cumbrera del pórtico es 11,5 metros.

Piguave (2022) en su trabajo titulado: “Análisis y diseño estructural de una nave Industrial para la cancha de uso múltiple de la Universidad Estatal Del Sur De Manabí utilizando el software SAP2000”; presentada a la Universidad Estatal Del Sur De Manabí; el trabajo de estudio tendrá como principal objetivo realizar el diseño optimo y funcional de una nave industrial para la cancha de uso múltiple de la universidad donde se presenta la tesis, el trabajo tiene como viabilidad ya Al hallarse descubierto a la intemperie dificulta su uso bajo condiciones de lluvia y sol e inclusive por las noches, gracias a su falta de iluminación. Eh allí el valor de edificar cubiertas haciendo más fácil la utilización de dichos escenarios deportivos a la comunidad universitaria. En este trabajo se llegó a las siguientes conclusiones: Hay una marcada diferencia tanto en

sus características geométricas como de diseño entre los perfiles laminados en caliente y las secciones conformadas en gélido. Para las condiciones requeridas en el plan, dichos últimos son los recomendables por su bajo peso, disponibilidad en el mercado, velocidad de creación, entre otras.

Velasco (2019) en su tesis titulado: "*Diseño de una nave industrial para los talleres de la facultad de ciencias de la ingeniería en la finca experimental la María ";* presentada a la Universidad Técnica Estatal De Quevedo; el trabajo de estudio tendrá como principal objetivo realizar el diseño de una nave industrial proyectándose a ser un taller para la facultad de ciencias de la ingeniería en la finca experimental la María; uno de los aspectos de mayor relevancia que se verá en este trabajo es el dimensionamiento de la composición o nave industrial, la cual se presentará mediante una simulación de carga en el programa Sap2000, usando la regla ecuatoriana de la obra NEC-2015. La mencionada regla estima cargas y coeficientes para el estudio estructural, cabe resaltar que se usará el procedimiento de diseño por componente de carga y resistencia LRFD o además denominado procedimiento de diseño por estado límite. En el diseño de la nave industrial se escogió el programa Sap2000, donde se ha podido hacer un estudio de cargas en la composición, esto llegando a ser más preciso en la hora de dimensionar cada factor de la misma. En el interfaz que muestra la función de los recursos estructurales, permitió modificar recursos que puedan hacer laborar a la composición casi a su máxima capacidad concluyendo con una composición que en su 90% de recursos cumplía con un rango de 0 a 95 % de capacidad y en su pórtico más desfavorable poseía solamente 2 recursos del cordón mayor a máxima capacidad.

### 2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

Camacuari (2022) en tesis titulado: "*Análisis de una nave industrial de acero estructural con diferentes tipos de vigas de alma hueca ubicado en el distrito de Lurín*"; presentada a la Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas; muestra un objetivo común: realizar análisis de almacenes industriales para los que se han propuesto diferentes tipos de vigas de alma abierta. Desarrollo de levantamientos, con el objetivo de obtener

flechas, flechas, axiales y pesos sobre un área o relativo, para compararlos y descubrir qué refuerzos se comportan mejor y consumen menos material. Algunas de las conclusiones son: Se analizaron las armaduras mediante el programa SAP2000V bajo diferentes combinaciones de cargas estructurales establecidas en la RNE, en las cuales se concluyó la textura del estudio de las líneas contiguas. De los diez modelos analizados, los que pasaron la verificación de resistencia final fueron: Howeforced Howe, Pratt, K-Beam, Reinforced Diamond Beam, Warren reforzada y la viga Warren con montantes reforzada.

Cabanillas (2022) en su tesis: “Diseño sismo resistente de una nave industrial a dos aguas de acuerdo al R.N.E para un almacén de la empresa INDUPAC ubicada en la ciudad de Chiclayo.”; presentada a la Universidad Nacional De Trujillo; donde tiene como objetivo principal el diseño estructural de una nave industrial norma peruana en la ciudad de Trujillo, el componente diseñado es acero ASTM A500. El diseño se realiza con once plataformas principales con mejores perfiles HSS en el interior, veinte sub plataformas de perfiles rectangulares HSS HSS. Cuenta con columnas laterales HSS8"x8"x3/16" y columnas centrales HSS5"x5". como cubierta se utiliza escala tr de espesor Algunas conclusiones son: Las cargas vivas y muertas calculadas son 5.3 kgf/m2 y 30 kgf/m2. El diseño de la nave industrial se realiza teniendo en cuenta las combinaciones de carga de acuerdo con la metodología LRFD y la normativa nacional de edificación. Las configuraciones encontradas fueron: HSS 8” X8” X3/16” y HSS 5” x5” x1/8” para columnas, HSS 8” X8” X1/8” para mejores perfiles.

Diaz (2019) en su tesis: “*Análisis y diseño estructural de una nave industrial con puente grúa en el distrito de Talara, provincia de Piura – año 2019”* ;presentada a la Universidad Ricardo Palma; El objetivo de la tesis es determinar el diseño exacto de elementos estructurales de la casa industrial a través de características geométricas y mecánicas; se analizó la estructura de acuerdo a varias consideraciones de carga estática y dinámica de acuerdo a los requerimientos del plano, la configuración estructural de la nave industrial propuesta, luego se realizaron las vigas carril con las características de la carga en

movimiento que requiere la grúa para actuar, así mismo del cerramiento y sus correspondientes elementos de apoyo, luego de diseñar las conexiones se extraen conclusiones: Con los resultados obtenidos del Estudio de la estructura mediante el programa SAP2000, llegamos a la conclusión que la casa industrial con grúa suspendida está bien para la construcción primaria. La importancia del diseño, que es crear una composición (ligera) y resistencias óptimas, eligió que toda la composición del techo esté compuesta por la configuración de red completa, esto con el objetivo de crear esta rigidez en el plano (diafragma pseudo-rígido) para confirmar que el componente se comporta uniformemente frente a los esfuerzos de carga requeridos por el plan. su. Se ha comprobado que la composición cumple con los requisitos de dureza y resistencia, siendo su deformación máxima de 0,012.

### 2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

Actualmente no se cuenta con antecedentes locales respecto al tema de mi investigación que es el diseño de estructuras de acero por ello utilizaremos como guía fuentes bibliográficas de otras regiones y países para usar de guía y apoyo.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1 CUBIERTAS

Gracias a las diversas regiones que es necesario cubrir se optó por utilizar el tipo de calaminas trapezoidales de aluminio o mejor conocidas en el mercado como Aluzinc.

- Calamina trapezoidal de aluminio. – esta clase de coberturas poseen las próximas ventajas:
- Livianas. - Pesan menos que el acero galvanizado y el asbesto-cemento (de 0.89 a 3.05 kg/m2). Por esto son adaptables, simples de instalar y disminuyen el precio del transporte.
- Resistentes a la corrosión. - Resisten a la corrosión en cualquier tipo de atmósfera inclusive en ambientes marinos.
- Frescas. - Rechazan bastante más de un 75% de los relámpagos solares generándose un ambiente más fresco y agradable. Para

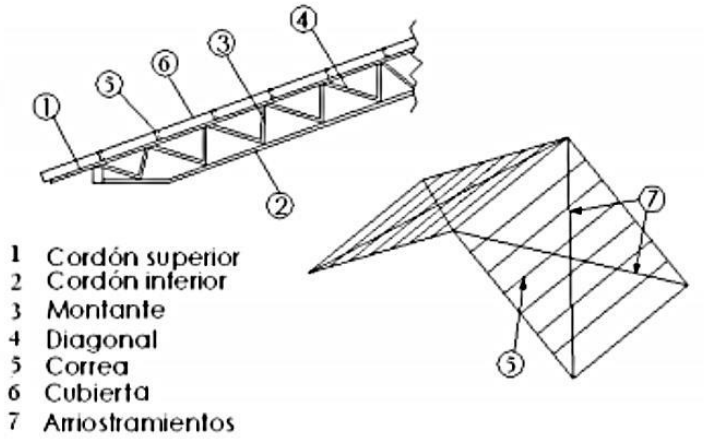
periodos de exposición solar más grandes de 2 horas producen una temperatura interna del 70% de la externa.

**Figura 1**
*Calaminas cortadas tipo TR4*

***Fuente:*** Internet

Los recursos que conforman una cubierta metálica son conocidos con ciertos sinónimos que dependen del tipo de composición y los materiales usados. En la figura se ilustra los elementos de una cubierta realizada por medio de perfiles estructurales.

**Figura 2**
*Elementos de una cubierta.*




***Fuente:*** Diseño de Estructuras De Acero - McCormick

### 2.2.2 CARGAS ESTRUCTURALES

En ningún caso las cargas empleadas en el diseño de este trabajo van a ser menores que los valores mínimos establecidos en la Regla E.020.

**Carga viva del techo:**

Las cargas vivas, llamadas cargas posibles, integran cada una de las fuerzas que son cambiantes en un mismo periodo.

**Carga muerta del techo**

Se denomina carga muerta al grupo de actividades que se generan por el peso propio de la obra; incluye el peso de la composición misma y el de los recursos no estructurales, como las paredes divisorias, los revestimientos de piso muros y fachadas, ventanas, las instalaciones y todos los recursos esos que conservan una postura fija en la obra, de forma que gravitan en forma constante sobre la composición.

**Carga de viento del techo**

Para el cálculo de la rapidez de diseño del viento se debería extrapolar la elevación a la que se quiere calcular la rapidez, para el presente trabajo se usó la ley exponencial de Hellman usada en el reglamento nacional de construcciones la cual nos plantea que hasta 10 m de elevación la rapidez de diseño no tendrá que ser menor de 75 Km/h, para la rapidez “V” de la expresión de Hellman, nos sugiere los diferentes valores de rapidez dependiendo del área para la cual se está diseñando.

La expresión de Hellman para el cálculo de la rapidez de diseño a una elevación “h” se establece con la siguiente ecuación:

$$Vh = V\,({}^{h}/_{10})^{0.22}$$

Donde:

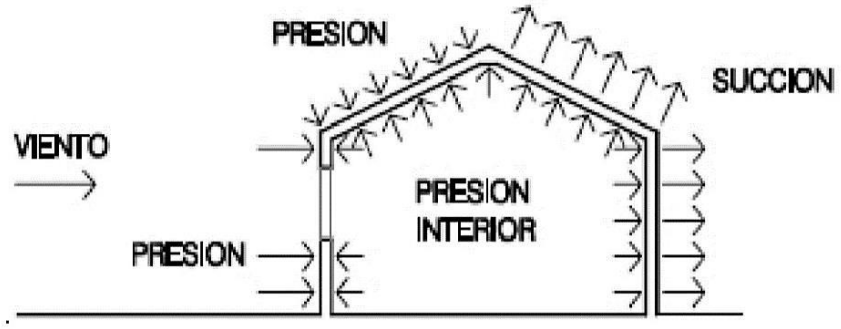
Vh: es la velocidad de diseño en la altura h en Km/h

V: es la velocidad de diseño hasta 10 m de altura en Km/h

h: es la altura sobre el terreno en metros

La manera en la cual el viento practica carga sobre la nave industrial podría ser a barlovento en caso de que la carga del viento actúe sobre el área a forma de presión, o podría ser a sotavento en la situación de que la carga de viento actúe sobre el área a forma de succión. Los signos a tener en cuenta van a ser, positivo para la situación de barlovento y negativo para la situación de sotavento.

**Figura 3**
*Forma de aplicación a barlovento y sotavento del viento*




Fuente: Diseño de Estructuras De Acero - McCormick

**Carga sísmica del techo**

**Zonificación**

Nuestro país se encuentra en una de las zonas más propensas a la actividad sísmica por ello las estructuras dentro de nuestro país está expuesto a daños e incluso pérdidas humanas.

Esto se debe a que en nuestro territorio hay 2 diferentes placas tectónicas las cuales al momento de colisionar estás generan un movimiento telúrico en toda la corteza terrestre. Por ello la norma E030 nos señala que existen 4 diferentes zonas las cuales poseen diferentes aceleraciones de gravedad, siendo la zona 4 la más vulnerable a las fuerzas sísmicas.

**Figura 4**
*Zonificación sísmica*

Fuente: adaptado de RNE (2019).

**Perfiles de suelo**

Los tipos de perfiles de suelos según nos indica la norma E030 son los siguientes:

- **Perfil tipo S0: Roca dura**
- **Perfil tipo S1: Roca o suelos muy rígidos**
- **Perfil tipo S2: Suelos intermedios**
- **Perfil tipo S3: Suelos blandos**
- **Perfil tipo S4: Condiciones excepcionales**

La siguiente imagen resume valores normales para los diversos tipos de perfiles de suelo:

**Figura 5**
*Perfiles de suelo.*

| Perfil | $\bar{V}_s$ | $\bar{N}_{60}$ | $\bar{s}_u$ |
|---|---|---|---|
| $S_0$ | > 1500 m/s | - | - |
| $S_1$ | 500 m/s a 1500 m/s | > 50 | >100 kPa |
| $S_2$ | 180 m/s a 500 m/s | 15 a 50 | 50 kPa a 100 kPa |
| $S_3$ | < 180 m/s | < 15 | 25 kPa a 50 kPa |
| $S_4$ | Clasificación basada en el EMS | | |

Fuente: adaptado de RNE (2019).

### Parámetros de Sitio (S, TP y TL)

La Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizando siguientes tablas:

**Tabla 1**
*Factor de suelo*

| FACTOR DE SUELO "S" | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **SUELO** | **S0** | **S1** | **S2** | **S3** |
| **Z4** | 0.80 | 1.00 | 1.05 | 1.10 |
| **Z3** | 0.80 | 1.00 | 1.15 | 1.20 |
| **Z2** | 0.80 | 1.00 | 1.20 | 1.40 |
| **Z1** | 0.80 | 1.00 | 1.60 | 2.00 |

***Fuente:*** adaptado de RNE (2019).

**Tabla 2**
*Periodo TP y TL*

| PERIODOS "TP" Y "TL" | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Perfil de suelo** | | | |
| | **S0** | **S1** | **S2** | **S3** |
| **TP (s)** | 0.30 | 0.40 | 0.60 | 1.00 |
| **TL (s)** | 3.00 | 2.50 | 2.00 | 1.60 |

***Fuente:*** adaptado de RNE (2019).

### Factor de Amplificación Sísmica (C)

Según la norma E030 y dependiendo de las características del sitio se debe definir el factor de amplificación sísmica “C” con las siguientes expresiones definidas:

$$\boldsymbol{T < T_P \;\; ; C = \;\; 2.5}$$

$$\boldsymbol{T_P < \;\; T < T_L; \; C = 2.5 \; \times \frac{T_P}{T}}$$

$$\boldsymbol{T > T_L; \;\; C = \;\; 2.5 \;\; \times \frac{T_P \;\; \times \;\; T_L}{T^2}}$$

Categoría de las edificaciones y factor de uso (U)

Cada edificación debe ser clasificada de acuerdo a su factor de uso, nuestro proyecto su ubica en la categoría c como se indica en la tabla:

**Tabla 3**

*Factor de uso*

| CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U" | | |
|---|---|---|
| **CATEGORÍA** | **DESCRIPCIÓN** | **FACTOR U** |
| **C Edificaciones Comunes** | Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes. | 1 |

***Fuente:*** adaptado de RNE (2019).

### Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas, R

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determinará como el producto del coeficiente $R0$ definido desde la Tabla 4 y de los componentes de irregularidad $Ia$, $IP$ logrados de las tablas.

**Tabla 4**

*Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas sísmicas (Ro).*

| Sistema Estructural | Coeficiente Básico de Reducción R0 (*) |
|---|---|
| **Acero:** | |
| Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF) | 8 |
| Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF) | 7 |
| Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF) | 6 |
| Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF) | 8 |
| Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF) | 6 |
| Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF) | 8 |
| **Concreto Armado:** | |
| Pórticos | 8 |
| Dual | 7 |
| De muros estructurales | 6 |
| Muros de ductilidad limitada | 4 |
| Albañilería Armada o Confinada | 3 |
| Madera (Por esfuerzos admisibles) | 7 |

***Fuente:*** adaptado de RNE (2019).

### Estructuras Regulares:

Cuando la estructura no posea irregularidades en planta o altura, el factor $I_a$ o $I_p$ será igual a 1

### Estructuras Irregulares:

Cuando una estructura posea irregularidades en planta o altura se tuvo que tener en cuenta el factor de irregularidad como se explica en las siguientes tablas:

**Tabla 5**

*Factor de Irregularidad estructural en altura.*

| IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA | Factor de Irregularidad Ia |
|---|---|
| **Irregularidad de Rigidez – Piso Blando** | 0.75 |

| | |
|---|---|
| Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso. | |
| **Irregularidad de Resistencia – Piso Débil**<br>Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior. | |
| **Irregularidad Extrema de Rigidez**<br>Se considera que existe irregularidad extrema en la rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,6 veces el correspondiente valor del entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso. | 0.5 |
| **Irregularidad Extrema de Resistencia**<br>Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior. | |
| **Irregularidad de Masa o Peso**<br>Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos. | 0.9 |
| **Irregularidad Geométrica Vertical**<br>La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos. | 0.9 |
| **Discontinuidad en los Sistemas Resistentes**<br>Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10 % de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25 % de la correspondiente dimensión del elemento. | 0.8 |
| **Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes**<br>Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25 % de la fuerza cortante total. | 0.6 |

***Fuente:*** adaptado de RNE (2019).

**Tabla 6**

*Factor de Irregularidad estructural en planta.*

| IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA | Factor de Irregularidad Ip |
|---|---|
| **Irregularidad Torsional**<br>Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (Δmáx), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (ΔCM). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible. | 0.75 |
| **Irregularidad Torsional Extrema**<br>Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en | 0.6 |

| | |
|---|---|
| un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (Δmáx), es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (ΔCM). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible. | |
| **Esquinas Entrantes**<br>La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta. | 0.9 |
| **Discontinuidad del Diafragma**<br>La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25 % del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta. | 0.85 |
| **Sistemas no Paralelos**<br>Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10 % de la fuerza cortante del piso. | 0.9 |

***Fuente:*** adaptado de RNE (2019).

### Restricciones de irregularidades

Según la norma E030 nos indica que dependiendo de la categoría y la zona donde se ubique la edificación se debe tomar en cuenta las siguientes irregularidades:

**Tabla 7**

*Categoría y regularidad de las edificaciones.*

| Categoría de la Edificación | Zona | Restricciones |
|---|---|---|
| **A1 y A2** | 4, 3 y 2 | No se permiten irregularidades |
| **A1 y A2** | 1 | No se permiten irregularidades extremas |
| **B** | 4, 3 y 2 | No se permiten irregularidades extremas |
| **B** | 1 | Sin restricciones |
| **C** | 4 y 3 | No se permiten irregularidades extremas |
| **C** | 2 | No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total |
| **C** | 1 | Sin restricciones |

***Fuente:*** adaptado de RNE (2019).

### Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R)

Según la norma E030 nos indica que el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas se calculará teniendo en cuenta los valores de $I_a$, $I_p$.

$$R = R_o \times I_a \times I_p$$

### Análisis estructural

- Consideraciones en general

Para construcciones regulares, la investigación puede hacerse tomando en cuenta que el total de la fuerza sísmica actúa independientemente en 2 direcciones ortogonales que predominan. Para construcciones irregulares se implica que la acción sísmica pasa en la dirección que resulte más desfavorable para el diseño.

- Modelos de estudio

El modelo del estudio estima una repartición espacial de masas y rigideces que sean idóneas para representar los espectros más significativos de comportamiento dinámico de la composición.

Para fines de esta regla, las construcciones de concreto armado y albañilería tuvon la posibilidad de ser analizadas tomando en cuenta las inercias de las secciones brutas, ignorando la figuración y el refuerzo.

### 2.2.3 ANÁLISIS SÍSMICO

Se usa uno de los métodos siguientes:

- Estudio estático o de fuerzas fijas iguales
- Estudio dinámico modal espectral

La investigación se hace tomando en cuenta un modelo de comportamiento lineal y flexible con las solicitaciones sísmicas reducidas.

El método del estudio dinámico tiempo – historia, descrito en este numeral, puede usarse con objetivos de verificación, empero en ningún caso es exigido como sustituto de los métodos designados para la exploración estático y dinámico.

**Estudio estático o de fuerzas equivalentes**

Esta forma representa las solicitaciones sísmicas por medio de un grupo de fuerzas actuando en el interior de masas de cada grado de la construcción.

**1. Fuerza cortante en la base**

La fuerza cortante total en la base de la composición, que corresponde a la dirección considerada, se establece por la siguiente expresión:

$$V = (Z \times U \times C \times S / R) \times P$$

Donde el valor de C/R deberá cumplir:

$$C/R \geq 0.125$$

Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

Según la norma E030 nos indica que para calcular la distribución de las fuerzas sísmicas en altura se deberá realizar la siguiente ecuación:

$$F_i = \alpha_i \times V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i \ (h_i)^k}{\sum_{j=1}^{n} P_j \ (h_j)^k}$$

**2.Período Fundamental de Vibración**

Según la norma E030 El periodo fundamental de vibración para cada dirección se estima con la siguiente ecuación:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

**3.Fuerzas sísmicas verticales**

Conforme en la regla E30 del reglamento nacional de construcciones la fuerza sísmica vertical se estima como una parte del peso propio igual a 2/3 ZUS en recursos horizontales de gigantes luces, incluyendo volados, es preciso un estudio dinámico con los espectros definidos después.

**Análisis dinámico moda espectral**

Cualquier composición podría ser diseñada utilizando los resultados de los exámenes dinámicos por mezcla modal espectral según lo detallado en este numeral.

**1.Modos de vibración**

Los métodos de vibración tienen la posibilidad de determinarse por un método de estudio que considere apropiadamente las propiedades de rigidez y el reparto de las masas.

En cada importancia se piensan esos métodos de vibración cuya suma de masas efectivas sea al menos el 90% de la masa total, empero se toma presente al menos los 3 primeros métodos que predominan en la dirección del estudio.

**2.Aceleración espectral**

En todas las direcciones analizadas se usa un espectro inelástico de pseudo – aceleraciones y esto está calculado por la fórmula:

$$Sa = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times g$$

**3.Desplazamientos laterales**

Para las construcciones regulares, los desplazamientos laterales se determinan multiplicando por 0.75R los resultados logrados del análisis lineal y elástico con las reducciones sísmicas. Para construcciones irregulares, los desplazamientos laterales se determinan multiplicando por 0.85R los resultados logrados del análisis lineal elástico.

**4.Desplazamientos laterales relativos admisibles**

El más alto movimiento relativo de entrepiso, calculado conforme el artículo 31, no excede la parte de elevación de entrepiso (distorsión) que se sugiere en la siguiente tabla.

**Tabla 8**

*Valores máximos de la distorsión del entrepiso.*

| Material Predominante | (Δi / hei) |
|---|---|
| Concreto Armado | 0,007 |
| Acero | 0,010 |
| Albañilería | 0,005 |
| Madera | 0,010 |
| Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada | 0,005 |

***Fuente:*** adaptado de RNE (2019).

### 2.2.4 COMBINACIONES DE CARGAS

**Combinaciones de Cargas LRFD**

La resistencia solicitada de un integrante para el procedimiento de Diseño por los Componentes de Carga y Resistencia o Estados Fronteras, conocido por sus siglas LFRD (Load and Resistente Factor Design), lo determinamos desde las combinaciones de cargas dadas en el reglamento de estructuras aplicable:

I.1.4CM

II. 1.2CM + 1.6CV + 0.5Q

III. 1.2CM + 1.6Q + (0.8W ó 0.5CV)

IV. 1.2CM + 1.3W + 0.5CV + 0.5Q

V. 1.2CM + 1.5E + (0.5CV ó 0.2Q)

Donde:

CM: carga muerta o load death

CV: carga viva o load live

Q: carga de nieve

**Combinaciones de Cargas ASD**

En este procedimiento las cargas no se multiplican por componentes de carga o de estabilidad. Lo cual se hace es juntar, de la misma forma que se encuentren, para distintas combinaciones factibles.

I. $CM$

II. $CM + CV$

III. $CM + (W\ o\ 0{,}70\ E)$

IV. $\alpha\ [CM + CV + (W\ o\ 0{,}70\ E)]$

V. $\alpha\ [CM + CV]$

VI. $\alpha\ [CM + (W\ o\ 0{,}70\ E)]$

VII. $\alpha\ [CM + CV + (W\ o\ 0{,}70\ E) + T]$

CM: carga muerta o load death

CV: carga viva o load live

α: Factor que tendrá un valor mínimo de 0.75 para la combinación IV, V y VI y un valor mínimo de 0.75 para la combinación VII

### 2.2.5 CÁLCULO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

**Componentes de reducción de la metodología LRFD**

Para la metodología LRFD en la cual se usan diferentes componentes de reducción para la decisión de los estados de carga, presentamos después un cuadro resumen de los componentes existentes de consenso al tipo de esfuerzo al que esté sometido el componente examinado para su siguiente cálculo.

**Figura 6**

*Factores de reducción*

| Valor de ϕ | Miembro o Conector |
|---|---|
| 0.9 | Sección total en tracción |
| 0.75 | Sección neta de conexión en tracción |
| 0.9 | Miembros en flexión |
| 0.85 | Miembros en comprensión axial |
| 0.75 | Pernos en tracción |

***Fuente:*** adaptado de RNE (2019).

**Propiedades de los recursos estructurales más usados**

Los perfiles estructurales para los recursos usados en las naves industriales usadas en el Perú y en todo el mundo son el de tipo ASTM A36. ASTM A500 y B500 en la cual presentamos después las características de este acero, además de la soldadura tipo E60XX y el material utilizado para los pernos que son de tipo ASTM A307.

**Tabla 9**
*Propiedades de los elementos estructurales*

| Tipo de acero | E(kg/cm2) | ρ(tn/m3) | Fy(tn/cm2) | Fu(tn/cm2) |
|---|---|---|---|---|
| **ASTM A500** | 2100000 | 7.85 | 2.7 | 3.1 |
| **ASTM B500** | 2100000 | 7.85 | 3.235 | 4 |
| **ASTM A36** | 2100000 | 7.85 | 2.53 | 4.08 |
| **ASTM A307** | 2100000 | 7.85 | 2.6 | 4.2 |
| **E60XX** | 2100000 | 7.85 | 3.45 | 4.27 |
| **E70XX** | 2100000 | 7.85 | 3.93 | 4.82 |

***Fuente:*** Diseño de Estructuras de Acero, McCormac.

**Cálculo de elementos a tensión**

**1.Límite de esbeltez**

Para calcular el límite de esbeltez se debe tener en cuenta la siguiente inecuación:

$$l/r \leq 300$$

Donde:

$l$: Longitud del miembro

$r$: Radio de giro menor a la sección transversal

Para los casos donde las varillas son de sección circular se sugiere la siguiente inecuación:

$$\emptyset \geq L/500$$

Donde:

$\emptyset$: diámetro de la varilla.

**2.Área mínima del perfil**

Para los miembros que se encuentren tensionados se diseñaran suponiendo que los esfuerzo son distribuidos en la sección transversal, la tensión nominal se calculara con la siguiente ecuación:

$$Tn = Fy \times An$$

La tensión admisible de la sección es:

$$Ta = \phi t \times Tn$$

**Cálculo de elementos a compresión**

**1.Longitud efectiva**

La longitud positiva a utilizarse para el cálculo es de manera directa proporcional al elemento de longitud positiva, según las condiciones en las cuales está secundado el componente en sus extremos.

LC = KL

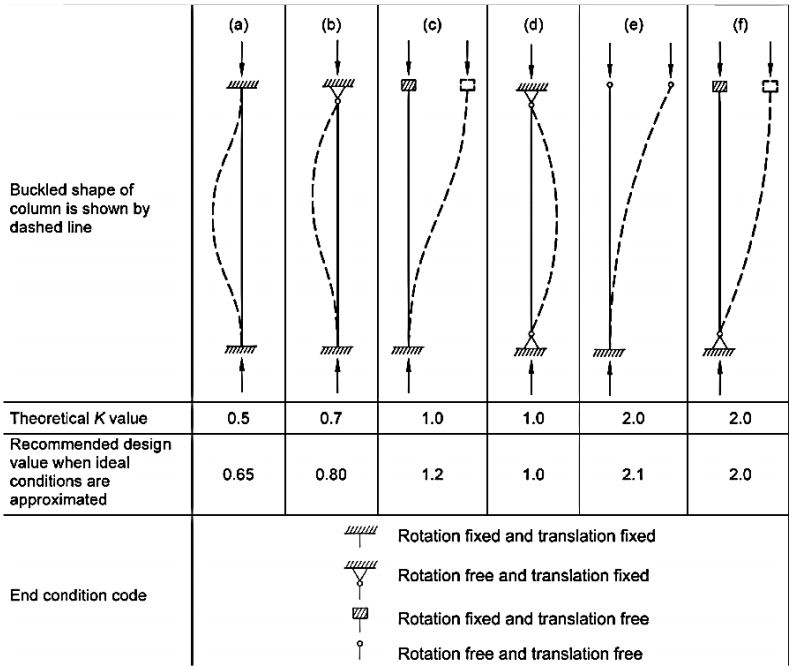
**2.Límite de esbeltez**

El límite de esbeltez debe cumplir la siguiente condición:

$$LC/r \leq 200$$

**Figura 7**

*Valores de K, con diversas condiciones en sus extremos*




***Fuente:*** Diseño de Estructuras De Acero - McCormick

**3.Área mínima del perfil**

Según la RNE la carga axial no debe exceder la siguiente expresión:

$$Pa \leq \phi c Pn$$

Donde:

$$Pn \geq \frac{Pa}{\emptyset c}$$

$$Pn = AeFcrit$$

$$\phi c = 0.85$$

Donde $F_{crit}$ se determina a partir del parámetro de esbeltez de columna:

$$\lambda c = K\,L\,/\,r\,\pi \times (Fy\,/\,E)\,0.5$$

Entonces

$$Fcr = (0.877\,/\,\lambda c^2\,) \times Fy\ \ para\ \lambda c > 1.5\ (pandeo\ inelastico)$$

$$Fcr = (0.658^{\lambda c^2}) \times Fy \ \ para\ \lambda c \leq 1.5\ (pandeo\ elastico)$$

Donde:

- $Pn$: $resistencia\ axial\ nominal\ a\ compresión.$
- $Pa$: $compresión\ admisible\ sobre\ el\ área\ del\ perfil.$
- $Ae$: $área\ neta\ efectiva.$
- $Fcrit$: $Esfuerzo\ crítico.$
- $\phi c$: $Factor\ de\ resistencia\ para\ miembros\ en\ compresión.$
- $\lambda c$: $parámetro\ de\ esbeltez\ de\ columna.$
- $E$: $módulo\ de\ elasticidad\ del\ elemento.$

**Cálculo de elementos a flexión**

Para calcular la resistencia a la flexión se debe tener en cuenta las siguientes ecuaciones:

$$Mn = Mp = FyZx$$

$$Ma \leq \emptyset b.Mn$$

$$\emptyset f = 0.90\ (LRFD)$$

Donde:

$$Ma: resistencia\ nominal$$

$$Mp: Momento\ de\ flexión\ plástico$$

$$\emptyset b: factor\ de\ resistencia\ para\ flexión$$

$$Fy: Esfuerzo\ de\ fluencia$$

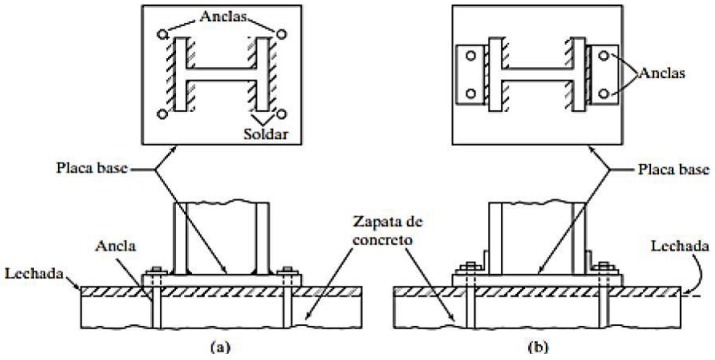
$$Zx: Módulo\ de\ sección\ plástico\ en\ torno\ al\ eje\ x$$

**Diseño de placas base para columnas**

Las cargas de las columnas de acero se transmiten por medio de una placa de base de acero a un área razonablemente enorme del cimiento, que se halla debajo de esa placa. Las placas base tienen la posibilidad de soldar de manera directa a las columnas o tienen la posibilidad de ligarse mediante alguna oreja de ángulo remachada o soldada como se ilustra en la Figura 7.

**Figura 8**

*Placas base de columnas*

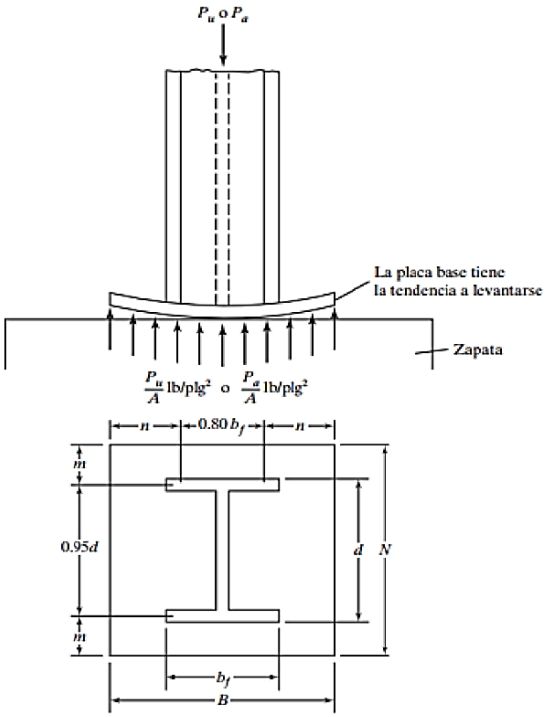



***Fuente:*** Diseño de Estructuras De Acero - McCormick

Para examinar la placa base de la Figura 8, se implica que la columna transmite a la placa base una carga total Pu. Entonces se implica que la carga se transmite uniformemente por medio de la placa a la cimentación abajo, con una presión igual Pu/A, donde A es la zona de la placa base. Relacionadas con la Figura 7, el manual del AISC indica que los instantes máximos en una placa base ocurren a distancias entre 0.80bf y 0.9d. El instante de flexión se calcula en todas estas secciones y se usa el más grande de los valores para establecer el espesor primordial de la placa.

**Figura 9**

*Acotado de la placa base*




***Fuente:*** Diseño de Estructuras De Acero - McCormick

**1.Área de la placa**

La resistencia de diseño al contacto del concreto debajo de la placa base debe ser al menos igual a la carga aplicada. La resistencia nominal al contacto del concreto (PP) es de:

$$PP = (0.85fc'A1)\sqrt{\frac{A2}{A1}} \leq 1.7fc'A1$$

$$Pu = \emptyset cPP$$

$$\emptyset C = 0.65$$

Donde:

$$PP: resistencia\ nominal\ del\ contacto\ del\ concreto$$

$$fC': Resistencia\ a\ la\ compresión\ del\ concreto$$

$$A1: Área\ de\ la\ placa\ base$$

$$A2: Área\ máxima\ de\ la\ porción\ de\ concreto\ soportante$$

Después se seleccionan las magnitudes B y N de la placa (mostrada en la Figura 8) a la 1 o 2 pulgadas más cercanas, de forma que los valores m y n mostrados en la figura sean alrededor de equivalentes. Tal método va a hacer los instantes de los voladizos en ambas direcciones alrededor de equivalentes. Esto nos posibilita conservar el espesor de la placa en un mínimo. La condición m = n puede aproximarse si se satisfacen las próximas ecuaciones:

$$N \approx \sqrt{A1} + \Delta$$

$$A1 = B \times N$$

$$\Delta = 0.5(0.95 \times d - 0.8 \times bf)$$

$$B \approx \frac{A_1}{N}$$

**2.Espesor de placa**

Para la decisión del espesor solicitado se toman los momentos provocados por los esfuerzos distribuidos uniformemente en la placa en las dos direcciones, de esta forma los espesores m y n se piensan en voladizo. Si hacemos la sumatoria de instantes en los dos ejes poseemos:

$$(\frac{Pu}{BN})(m)(\frac{m}{2}) = \frac{Pum^2}{2BN}$$

$$(\frac{Pu}{BN})(n)(\frac{n}{2}) = \frac{Pun^2}{2BN}$$

Thornton nos indica que determinar el espesor de las placas se debe escoger el mayor valor entre n, m o $\lambda n'$. El llamo a este valor $\ell$.

$$\ell \ = \ máx(m, n \ o \ \lambda n')$$

Donde:

$$n = \frac{B - 0.80bf}{2}$$

$$m = \frac{N - 0.9d}{2}$$

Para calcular $\lambda n'$:

$$X = \left[\frac{4dbf}{(d + bf)^2}\right]\frac{Pu}{\emptyset cPP}$$

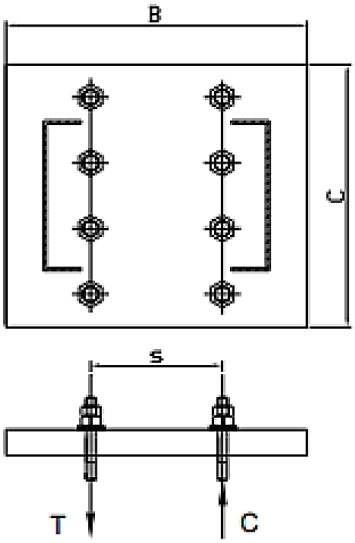
$$\lambda = \frac{2\sqrt{X}}{1 + \sqrt{1 - X}} \leq 1$$

$$\lambda n' = \frac{\lambda\sqrt{dbf}}{4}$$

**Diseño de anclajes**

Los pernos de anclaje como los que se presentan en la Figura 13, se implica que los pernos soportaran todo el instante. Esta suposición provee capacidad de reserva del sistema de anclaje para resistir una fuerza lateral notable (desplazamiento lateral de la columna).

**Figura 10**
*Distribución de pernos en la placa base*




***Fuente:*** Diseño de Estructuras De Acero - McCormick

$$T = \frac{M}{S}$$

Donde:

$T$: fuerza de tensión aplicada a los pernos

$S$: separación entre pernos de anclaje

$M$: Momento aplicado sobre la placa base

El área necesaria para los pernos es:

$$A = \frac{T}{Ft}$$

$$Ft = 0.6Fy$$

La longitud necesaria para los pernos de anclaje "$L_{hb}$" se hallará con las indicaciones de ACI318 con la siguiente formula:

$$L_{hb} = \frac{1200d}{\sqrt{f'c}} \geq 0.8d \ o \ 6"$$

**Cálculo de correas**

Para el cálculo de correas se debería primero a considerar cuales son los tipos de cargas que poseen más grande predominación sobre ellas. En las consideradas de manera directa sobre las correas son las cargas de viva y las cargas viento para su montaje.

Las cargas son aplicadas a partir de la cobertura hacia las correas, actuarán como cargas uniformes y distribuidas, que para las correas mejores van a ser cargas distribuidas verticales, en lo que para las correas laterales van a ser cargas distribuidas en sentido del viento.

**Control de deflexiones**

Conforme con la regla AISC-16, en el apartado L3, poseemos como recomendación que las fronteras de deflexión no tienen que superar varias interacciones estandarizadas para controlar deflexiones en flechas de marcos estructurales y para los recursos que conforman la nave industrial. Para controlar flechas en marcos estructurales y recursos estructurales utilizaremos la extraída de la Figura 11 Y Figura 12 dependiendo de cuál sea la situación de trabajo. Utilizaremos a siguiente ecuación para casos de gran luz.

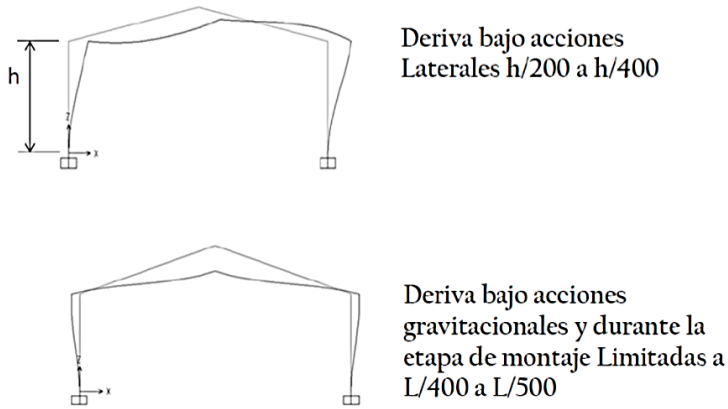
$$\delta \leq \frac{L}{\gamma}$$

Donde:

$\gamma$: Factor de división según tamaño de tramo.

$\delta$: Deflexión existente en el elemento o estructura.

**Figura 11**
*Control de flechas o deflexiones máximas*




***Fuente:*** Diseño de Estructuras De Acero - McCormick

**Figura 12**
*Control de flechas o deflexiones para tramos cortos*

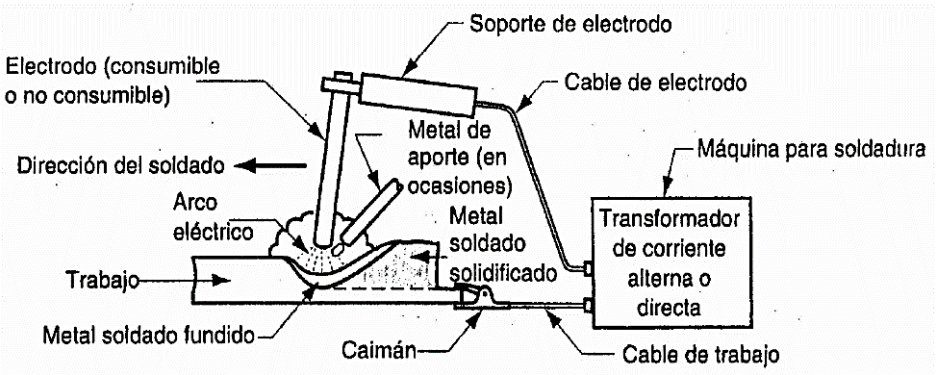
| Edificación | Flecha | Carga | Descripción | Flecha recomendada |
|---|---|---|---|---|
| Edificios Industriales | Vertical | CV | Tramos de miembros que soportan techos con recubrimientos no flexibles. | L/240 |
| | | CV | Tramos de miembros que soportan techos con recubrimientos flexibles. | L/180 |
| | | CV | Tramos de miembros que soportan pisos. | L/300 |
| | | $P_G$ | Tramos de vigas que soportan grúas móviles con capacidad: 25 Ton ó más<br>Menos de 25 Ton | L /800<br>L /600 |
| | Lateral | $P_{GL}$ | Tramos de vigas que soportan grúas móviles: | L/600 |
| | | $P_V$ | Columnas: Desplazamiento total de su parte superior | L/400 a L/200 |

***Fuente:*** Diseño de Estructuras De Acero - McCormick

### 2.2.6 DISEÑO DE UNIONES SOLDADAS

Para el cálculo de las uniones soldadas se necesita primero considerar los tipos de procesos de soldadura, además de los tipos de electrodos existentes y cuáles son sus propiedades para la selección idónea del tipo de electrodo. En los tipos de procesos de soldadura más conocidos en la industria metal mecánica tradicional poseemos la soldadura por arco eléctrico de la cual se parten diversos tipos de procesos dependiendo a las maneras de aplicación o tipos de materiales a lo largo de su aplicación.

**Figura 13**
*Configuración básica de un proceso de soldadura con arco eléctrico.*




***Fuente:*** Diseño de Estructuras De Acero - McCormick

El proceso general AW se muestra en la Figura 13. Un arco eléctrico es la descarga de una corriente eléctrica a través de un separador en un circuito. Se apoya en la existencia de una columna de gas térmicamente ionizado (llamado plasma) a través de la cual fluye una corriente eléctrica.

**Resistencia de las uniones soldadas**

En la mayor parte de los casos, la correspondencia en medio de las características del electrodo y las del metal de base no es tan fundamental como la velocidad y la capacidad del operador y el aspecto de la alianza terminada. Las características de los electrodos varían mucho, sin embargo, en la Figura 14 se enlistan las características mínimas de varias clases de electrodos.

**Figura 14**
*Propiedades mínimas del metal de aporte*

| Número de electrodo AWS* | Resistencia a la tensión, kpsi (MPa) | Resistencia a la fluencia, kpsi (MPa) | Elongación porcentual |
|---|---|---|---|
| E60xx | 62 (427) | 50 (345) | 17-25 |
| E70xx | 70 (482) | 57 (393) | 22 |
| E80xx | 80 (551) | 67 (462) | 19 |
| E90xx | 90 (620) | 77 (531) | 14-17 |
| E100xx | 100 (689) | 87 (600) | 13-16 |
| E120xx | 120 (827) | 107 (737) | 14 |

***Fuente:*** Diseño de Estructuras De Acero - McCormick

Al diseñar elementos soldadas es preferible elegir un acero que proporcione una soldadura instantánea y económica, aun cuando quizá necesite un sacrificio de otras cualidades, como la maquinabilidad.

A condición de que la carga sea la misma, el código posibilita el mismo esfuerzo en el metal de aporte y en el de base. Para dichos aceros ASTM, Sy = 0.5Su. En la Figura 15 se enlistan las fórmulas especificadas por el código para calcular dichos esfuerzos permisibles en algunas condiciones de carga. Los componentes de estabilidad implicados se calculan con facilidad.

**Figura 15**

*Esfuerzos permisibles de acuerdo al tipo de soldadura*

| Tipo de carga | Tipo de soldadura | Esfuerzo permisible | n* |
|---|---|---|---|
| Tensión | A tope | $0.60S_y$ | 1.67 |
| Aplastamiento | A tope | $0.90S_y$ | 1.11 |
| Flexión | A tope | $0.60\text{-}0.66S_y$ | 1.52-1.67 |
| Compresión simple | A tope | $0.60S_y$ | 1.67 |
| Cortante | A tope o de filete | $0.30S_{ut}^{\dagger}$ | |

*El factor de seguridad *n* se ha calculado mediante la teoría de la energía de distorsión.

†El esfuerzo cortante en el metal base no debe exceder de $0.40S_y$ del metal base.

***Fuente:*** Diseño de Estructuras De Acero - McCormac

**Figura 16**

*Cargas constantes permisibles y tamaños mínimos de soldadura de filete*

**Programa A: carga permisible para varios tamaños de soldadura de filete**

| | Nivel de resistencia del metal de aporte (EXX) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 60* | 70* | 80 | 90* | 100 | 110* | 120 |
| | Esfuerzo cortante permisible en la garganta, ksi (1 000 psi) de soldadura de filete o soldadura de muesca con penetración parcial | | | | | | |
| $\tau =$ | 18.0 | 21.0 | 24.0 | 27.0 | 30.0 | 33.0 | 36.0 |
| | Fuerza unitaria permisible en soldadura de filete, kip/pulg lineal | | | | | | |
| $^{\dagger}f =$ | 12.73*h* | 14.85*h* | 16.97*h* | 19.09*h* | 21.21*h* | 23.33*h* | 25.45*h* |
| Tamaño del cateto *h*, pulg | Fuerza unitaria permisible para varios tamaños de soldaduras de filete kip/pulg lineal | | | | | | |
| 1 | 12.73 | 14.85 | 16.97 | 19.09 | 21.21 | 23.33 | 25.45 |
| 7/8 | 11.14 | 12.99 | 14.85 | 16.70 | 18.57 | 20.41 | 22.27 |
| 3/4 | 9.55 | 11.14 | 12.73 | 14.32 | 15.92 | 17.50 | 19.09 |
| 5/8 | 7.96 | 9.28 | 10.61 | 11.93 | 13.27 | 14.58 | 15.91 |
| 1/2 | 6.37 | 7.42 | 8.48 | 9.54 | 10.61 | 11.67 | 12.73 |
| 7/16 | 5.57 | 6.50 | 7.42 | 8.35 | 9.28 | 10.21 | 11.14 |
| 3/8 | 4.77 | 5.57 | 6.36 | 7.16 | 7.95 | 8.75 | 9.54 |
| 5/16 | 3.98 | 4.64 | 5.30 | 5.97 | 6.63 | 7.29 | 7.95 |
| 1/4 | 3.18 | 3.71 | 4.24 | 4.77 | 5.30 | 5.83 | 6.36 |
| 3/16 | 2.39 | 2.78 | 3.18 | 3.58 | 3.98 | 4.38 | 4.77 |
| 1/8 | 1.59 | 1.86 | 2.12 | 2.39 | 2.65 | 2.92 | 3.18 |
| 1/16 | 0.795 | 0.930 | 1.06 | 1.19 | 1.33 | 1.46 | 1.59 |

*En realidad, las soldaduras de filete fueron ensayadas por el AISC/AWS Task Committee.

†$f = 0.707\,h\tau_{perm}$

**Programa B: tamaño mínimo de soldadura de filete, *h***

| Espesor del material de la parte unida más gruesa, pulg | | Tamaño de la soldadura, pulg |
|---|---|---|
| *Hasta $\frac{1}{4}$ inclusive | | $\frac{1}{8}$ |
| Mayor que $\frac{1}{4}$ | Hasta $\frac{1}{2}$ | $\frac{3}{16}$ |
| Mayor que $\frac{1}{2}$ | Hasta $\frac{3}{4}$ | $\frac{1}{4}$ |
| †Mayor que $\frac{3}{4}$ | Hasta $1\frac{1}{2}$ | $\frac{5}{16}$ |
| Mayor que $1\frac{1}{2}$ | Hasta $2\frac{1}{4}$ | $\frac{3}{8}$ |
| Mayor que $2\frac{1}{4}$ | Hasta 6 | $\frac{1}{2}$ |
| Mayor que 6 | | $\frac{5}{8}$ |

No se debe exceder el espesor de la parte más delgada.

*El tamaño mínimo para aplicaciones en puentes no puede ser menor a $\frac{3}{16}$ pulg.

†Para tamaño mínimo del filete de soldadura, el programa no puede ser mayor que la soldadura de filete de $\frac{5}{16}$ pulg por cada $\frac{3}{4}$ pulg de material.

*Fuente:* Adaptada de Omer W. Blodgett (ed.), *Stress Allowables Affect Weldment Design*, D412, The James F. Lincoln Arc Welding Foundation, Cleveland, mayo de 1991, p. 3. Reproducido con autorización de Lincoln Electric Company.

***Fuente:*** Diseño de Estructuras De Acero - McCormac

## 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Nave industrial:** Las naves industriales son espacios o estructuras que sirven para el beneficio de una industria, en ellas se hacen ocupaciones de almacenaje, producción, manufactura, repartición, en otras. No poseen apoyos intermedios debido a que tal la operación no posee obstáculos ni limitaciones, haciendo más fácil la forma de laborar. (bookcivil, 2020)
- **Perfil de Acero:** Los perfiles de acero son un tipo de producto que se generan por medio de la laminación en caliente del acero. El laminado, también conocido como rolado, es un proceso industrial por medio del cual el grosor es de un metal es limitado por medio de la utilización de diversos procesos. (bookcivil, 2020)
- **Diseño sismorresistente:** Un diseño sismorresistente conlleva a un estudio no lineal de la composición, donde hablamos de adivinar el complejo comportamiento de la composición ante un terremoto, simplificando la exploración con la utilización de límites establecidos (NORMA E.030).
- **Placas de base:** Las placas base son recursos estructurales en la parte inferior de las columnas para repartir la carga concentrada sobre un área de soporte más enorme, en consecuencia, las tensiones de los rodamientos se encuentren por abajo de las fronteras aceptables. estos dependen del tipo de marco al que pertenece la columna, la placa base puede estar sujeta a tensión, flexión y corte. (Camacuari Suárez, 2021)
- **Anclajes:** Los anclajes son dispositivos constituidos por tirantes o por barras rígidas que integradas en un talud de piedra o en ciertas piezas de una obra (muros, zapatas, etcétera.) tienen la posibilidad de, haciendo un trabajo a tracción, incrementar su resistencia y seguridad. (NORMA E.090)
- **Método LRFD**: El procedimiento LRFD por las siglas de Load and Resistance Element Design, es más vigente; ciertos territorios de América Latina lo han adoptado en los últimos años, mientras tanto que otros territorios continúan con el procedimiento ASD que hace

referencia al diseño de tensiones admisibles, dichos procedimientos son usados para el diseño de construcciones de acero. (NORMA E.090)

## 2.4. HIPÓTESIS

### 2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL

$H_i$: El uso del software CYPE 3D mejora el modelamiento, análisis y diseño de una nave industrial, Pillco Marca - Huánuco -2022.

$H_0$: El uso del software CYPE 3D no mejora el modelamiento, análisis y diseño de una nave industrial, Pillco Marca - Huánuco -2022.

## 2.5. VARIABLES

### 2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE

Nave industrial

**Indicadores:**

- Cimentaciones
- Correas
- Columnas
- Vigas

### 2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

Modelamiento, análisis y diseño estructural

**Indicadores:**

- Carga estructural
- Software CYPE 3D
- Análisis estructural

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 10**
*Sistema de variables-dimensiones e indicadores.*

| VARIABLE | DIMENSIÓN | INDICADOR | TIPO DE VARIABLE | ESCALA DE MEDICIÓN |
|---|---|---|---|---|
| **V. independiente**<br>**Modelamiento, análisis y diseño estructural** | Estructura metálica | • Carga estructural<br>• Software CYPE 3D<br>• Análisis estructural | Cuantitativa. | Discreta |
| **V. dependientes**<br>**Nave industrial** | Diseño estructural | • Cimentaciones<br>• Correas<br>• Columnas<br>• Vigas | Cuantitativa. | Discreta. |

# CAPÍTULO III
# METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

## 3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

### 3.1.1 ENFOQUE

La tesis será de carácter cuantitativo ya que empleo las normas vigentes de la E090 y bibliografías para realizar el análisis y diseño de los elementos estructurales.

### 3.1.2 ALCANCE O NIVEL

La tesis será de carácter explicativo, ya que se analizó y estudió varias normas nacionales e internaciones, en especial la norma E090 estructuras metálicas y la AISC para el diseño los elementos estructurales.

### 3.1.3 DISEÑO

Para la elaboración de esta investigación debemos tener en cuenta la siguiente definición: “Por definición, la investigación no experimental Es la que se hace sin manipular deliberadamente parámetros o variables. Se inspira prácticamente en la observación de fenómenos tal y como se otorgan en su entorno natural para luego analizarlos. (Hernandez, 2014).

Por lo mencionado en el anterior párrafo esta investigación será de carácter no experimental porque se emplea parámetro ya establecidos en las normas E030 diseño sismorresistente, E090 estructuras metálicas y la norma AISC.

## 3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1 POBLACIÓN

La población de esta investigación está conformada por el total de estructuras metálicas ubicados en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco.

### 3.2.2 MUESTRA

La Muestra es un subconjunto poblacional que está siendo estudiada. Representa la más grande población y se usa para sacar conclusiones de dicha población. Es una técnica de averiguación extensamente usada en las ciencias sociales como una forma de recopilar información sin tener que medir a toda la población.

La Muestra de esta investigación está conformada por cada nave industrial ubicados en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco.

## 3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### 3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

**Técnicas:** En la presente investigación se realizó diferentes actividades como el levantamiento topográfico para tener con exactitud las medidas del terreno y plantear la distribución en planta, se realizó un estudio de suelos para conocer la capacidad portante del terreno para el análisis sismorresistente se emplearon los parámetros de la E030 y para el diseño de las secciones de acero se empleó la E090.

**Tabla 11**
*Ensayos de Laboratorio*

| ENSAYO | NORMA APLICABLE | PROPÓSITO DEL ENSAYO |
|---|---|---|
| Contenido de Humedad | NTP 339.127 | "Determinar el contenido de humedad natural de suelos y agregados". |
| Análisis Granulométrico | NTP 339.128 | "Determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo". |
| Límite Líquido | NTP 339.129 | "Hallar el contenido de agua entre los estados del suelo". |
| Límite Plástico | NTP 339.129 | "Hallar el contenido de agua entre los estados del suelo". |
| Peso Específico Relativo de Sólidos de un Suelo | NTP 339.131 | "Determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo". |
| Corte Directo | NTP 339.171 | "Determinar la resistencia al corte de una muestra consolidada y drenada, que nos permita obtener la cohesión y ángulo de fricción interna del suelo". |

***Fuente:*** Reglamento Nacional de Edificaciones.

**Instrumentos:** los instrumentos empleados para la recolección de datos en el presenta trabajo de investigación son los siguientes:

**Aparatos experimentales:**

Para calcular el Angulo de cohesión interna y la capacidad portante del suelo donde se plantea el diseño se empleará los siguientes equipos:

- Horno Eléctrico
- Balanza
- Juego de tamices
- Materiales de vidrio
- Copa de Casagrande

**Documentos de archivo y fuentes:**

Se emplearán diferentes fuentes bibliográficas y documentos nacionales para la elaboración de la investigación.

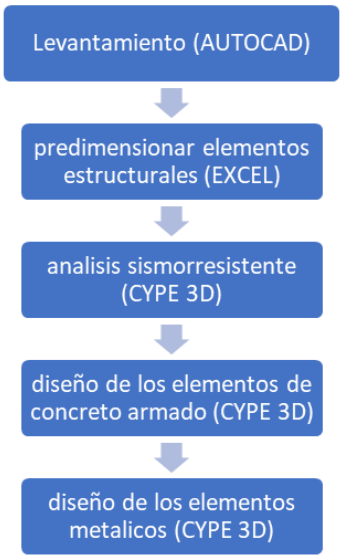
- Norma E030 Diseño sismorresistente 2016
- Norma E030 Diseño sismorresistente 2018
- Norma E050 Suelos y cimentaciones
- Norma E060 Concreto armado
- Norma E090 Estructuras metálicas
- Normativas y estándares americanos AISC/ANSI/ASTM
- Investigaciones, Publicaciones (artículos, ponencias, etc.)
- Libros

### 3.3.2 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Para la presentación de datos la presente investigación se empleó los siguientes medios:

- AUTOCAD para la elaboración del plano de ubicación y el levantamiento topográfico, para la elaboración de los planos estructurales tanto de los elementos estructurales como las vigas columnas y uniones.
- CYPE 3D para modelamiento, los análisis estructura metálica y para el diseño de las correas los elementos estructurales.
- EXCEL para el predimencionamiento de las secciones metálicas y el análisis de las derivas de los pisos y desplazamientos laterales relativos admisibles.

**Figura 17**
*Para la presentación de datos*



### 3.3.3 PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Para realizar el análisis de los datos obtenidos del presente trabajo se emplearon los programas de CYPE 3D para el análisis y diseño de los elementos estructurales y el software SAFE para el diseño de las zapatas de la estructura, todos los datos introducidos al programa primeramente serán analizados siguiendo la norma E030 de diseño sismorresistente y finalmente plasmaremos todos los resultados obtenidos en los anteriores programas al AUTOCAD para la elaboración de los planos estructurales.

Recopilaremos las diferentes indicaciones y parámetros de diseño, conseguidos de las diversas reglas (AISC para el diseño de las secciones metálicas y la E030 para los parámetros sísmicos), para hacer los diseños de los elementos principales, secundarios y sus conexiones.

El recurso para el estudio de la información va a ser el programa CYPE3D versión 18, realizado BIM CYPE. Los resultados logrados del estudio se presentarán en planos estructurales.

El análisis de mecánica de suelos y la ficha técnica se colocarán como anexos en el presente trabajo de indagación, tal los anexos mencionados van a ser de ayuda para el estudio, diseño y cimentación de la nave industrial. Con el fin de obtener los resultados más cercanos a la realidad y poder tener una estructura segura en la ciudad de Pillco Marca.

# CAPÍTULO IV
# RESULTADOS

## 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

### 4.1.1 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

La zona donde se encuentra ubicada nuestra tesis posee calles con una pendiente moderada debido a ello tuvo diversas apariencias su relieve.

También podemos resaltar que en la zona existen quebradas la cuales tuvo gran envergadura, las pendientes varían en algunas calles donde varían entre 10° hasta 25°, causando un leve problema de accesos a las vías principales y secundarias.

### 4.1.2 DESCRIPCIÓN DE DISEÑO

Ya que la provincia de Huánuco tuvo un enorme futuro en todos los aspectos constructivos, sus necesidades irán en incremento por ende este diseño va a ser una construcción de monumentales luces y para ello es necesario usar una composición no bastante pesada y económica para probables modificaciones en adelante por lo cual se ha determinado hacerlo de acero. Esta composición va a ser de un solo nivel, realizando en general un área de 400 metros cuadrados de área techada. La construcción va a ser referida para hacer diversos usos de almacenamiento públicos.

### 4.1.3 PARÁMETROS DE DISEÑO

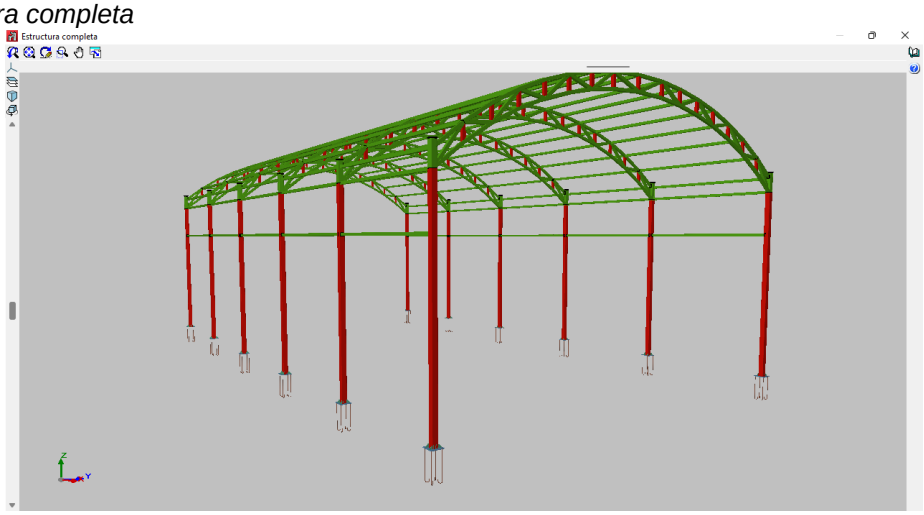
Para realizar el diseño se tomó los siguientes parámetros tomados de norma técnica peruana y como también de información proporcionada de la región.

Datos de cargas

**Carga muerta:**

El peso de la cubierta se considerará de 10 kg/m2, tomando en cuenta que se está empleando una lámina acanalada galvanizada de calibre 20 (0.95 mm de espesor).

**Figura 18**
*Estructura completa*




***Nota:*** *en la anterior figura se observa el modelamiento completo de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.*

**Carga viva:**

La carga viva se considerar de 50 kg/m2, ya que el presente proyecto planteado posee una cubierta curva y según la norma E020 (Para techos curvos, 0,50 kPa).

**Cargas de sismo:**

Estos datos que se usaron fueron obtenidos de acuerdo al reglamento nacional de edificación RNE la norma E030.

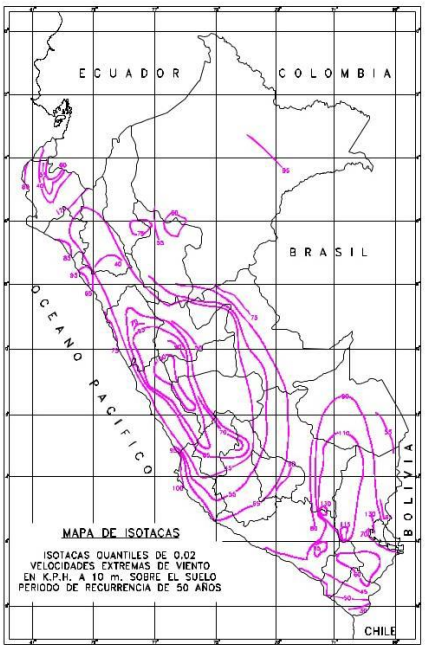
**Tabla 12**
*Cuadro de factores de zona "z"*

| FACTORES DE ZONA "Z" | |
|---|---|
| **Zona** | **z** |
| **4** | 0.45 |
| **3** | 0.35 |
| **2** | 0.25 |
| **1** | 0.1 |

***Nota.*** En la anterior tabla se observan los factores de zona de la estructura metálica en el software CYPE 3D según la norma E030 para el diseño de la nave industrial.

## Cálculo de cargas de viento:

**Figura 19**
*Mapa eólico del Perú*




***Nota:*** en la anterior figura se observa el mapa eólico del Perú que se tomó en cuenta para el análisis de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

$$v = 55\ km/h$$

$$vh = v * \left(\frac{h}{10}\right)^{0.22} = 55 * \left(\frac{9.67}{10}\right)^{0.22} = 54.6\ km/h$$

El factor de forma según la norma es:

$$c = 0.8\ barlovento$$

La presión exterior será:

$$p = 0.005 * c * (vh)^2$$

$$p = 0.005 * 0.8 * (54.6)^2$$

$$p = 11.924\ kg\ /m2$$

La succión exterior será:

$$p = 0.005 * c * (vh)^2$$

$$p = 0.005 * 0.8 * (54.6)^2$$

$$p = 11.924\ kg\ /m2$$

**Pre dimensionamiento de los elementos estructurales:**

**Pre dimensionamiento de tijerales (vigas principales)**

Se tendrá en cuenta:

$$p\ (peralte) = \frac{l\ (luz\ libre)}{f(factor\ )}$$

De lo cual se obtuvo:

$$p = \frac{14.8}{10} = 1.48\, m$$

Debido a la presencia de lluvias en la región y debido que se realizaría una cubierta curva, se tomará p=2.73m.

**Pre dimensionamiento de columnas**

Es el elemento estructural más importante de una nave industrial, ya que las columnas son el soporte para el peso de las estructuras sobre él. Por lo tanto, se propone el método de encontrar el área de la columna.

$$A = kp$$

donde:

A = área de la columna

P = carga de la columna

K = factor de cálculo dimensional

Para este factor k se considera el siguiente cuadro:

**Tabla 13**
*Cuadro de factor "k"*

| Posición | Valor "k" |
|---|---|
| **Central** | 21 |
| **Lateral** | 15 |
| **Esquina** | 8 |

***Nota.*** En la anterior tabla se observan los factores K de las columnas de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

Entonces:

$$- \text{Área lateral} = 15 \times 4.29 = 65.34\, cm2$$

$$- \text{Área esquina} = 8 \times 4.29 = 34.32\, cm2$$

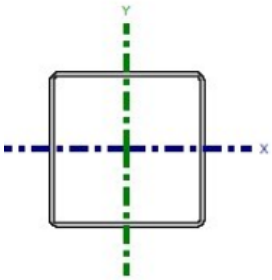
$$- \text{Área central} = 21 \times 4.29 = 90.09\, cm2$$

Usando una medida comercial y que cumpla con todas estas dimensiones requeridas usamos una sección cuadrada de 7"X7" *7mm donde su área de sección es de 46.76 cm2.

**Figura 20**

*Columnas de sección 7"X7"*

**Perfil: 7"X7"*7MM**
**Material: Acero (A36)**




| Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Inicial | Final | | Área (cm²) | $I_x^{(1)}$ (cm4) | $I_y^{(1)}$ (cm4) | $I_t^{(2)}$ (cm4) |
| N3 | N43 | 5.360 | 46.78 | 2246.29 | 2246.29 | 3555.01 |

*Notas:*
(1) *Inercia respecto al eje indicado*
(2) *Momento de inercia a torsión uniforme*

| | Pandeo | | Pandeo lateral | |
|---|---|---|---|---|
| | Plano ZX | Plano ZY | Ala sup. | Ala inf. |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| $L_K$ | 5.360 | 5.360 | 0.000 | 0.000 |
| $C_b$ | - | | 1.000 | |

*Notación:*
*β: Coeficiente de pandeo*
*$L_K$: Longitud de pandeo (m)*
*$C_b$: Factor de modificación para el momento crítico*

***Nota:*** en la anterior figura se observa las propiedades físicas y mecánicas de las columnas de sección 7"X7" de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

## Pre dimensionamiento de correas

El pre dimensionamiento de las correas serán predimesionados de forma similar a las vigas donde usaremos esta fórmula.

$$d(peralte\ de\ la\ correa) = \frac{L\ (luz\ total\ de\ la\ correa)}{c\ (coeficiente)}$$

Usando “c” = 45

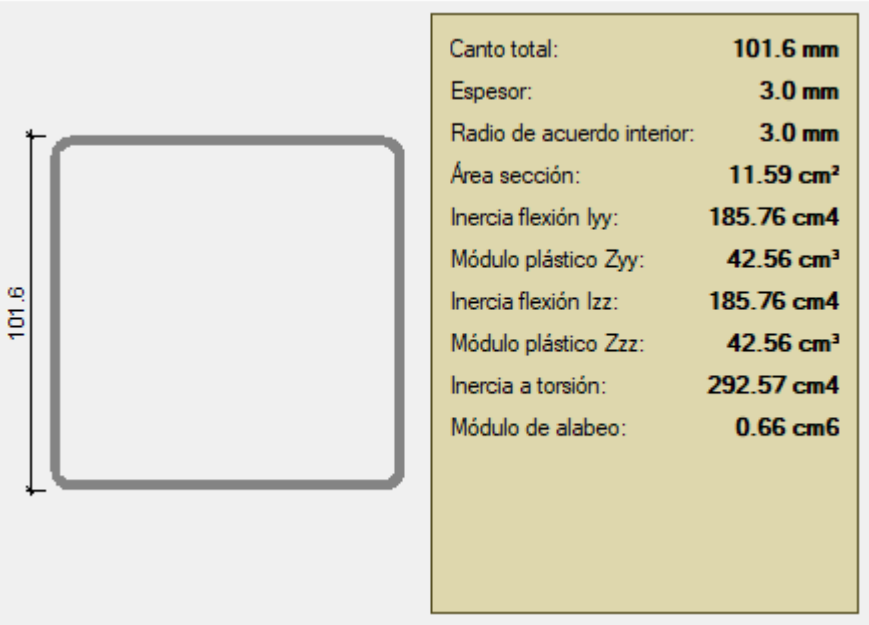
Tenemos:

$$d\ = \frac{540}{45} = \ 12\ cm$$

Tomaremos el valor de una sección cuadrada de 4”X4”x3mm donde su área de sección es de 11.59 cm2.

**Figura 21**

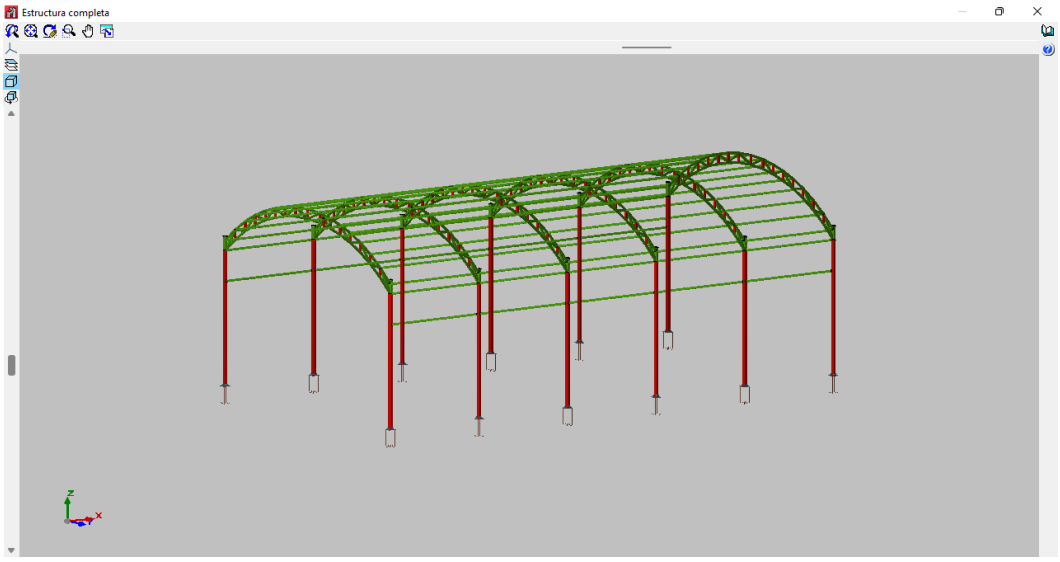
*Correas de 4"X4"*




***Nota:*** en la anterior figura se observa las propiedades físicas y mecánicas de las correas de 4"X4" de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**Figura 22**

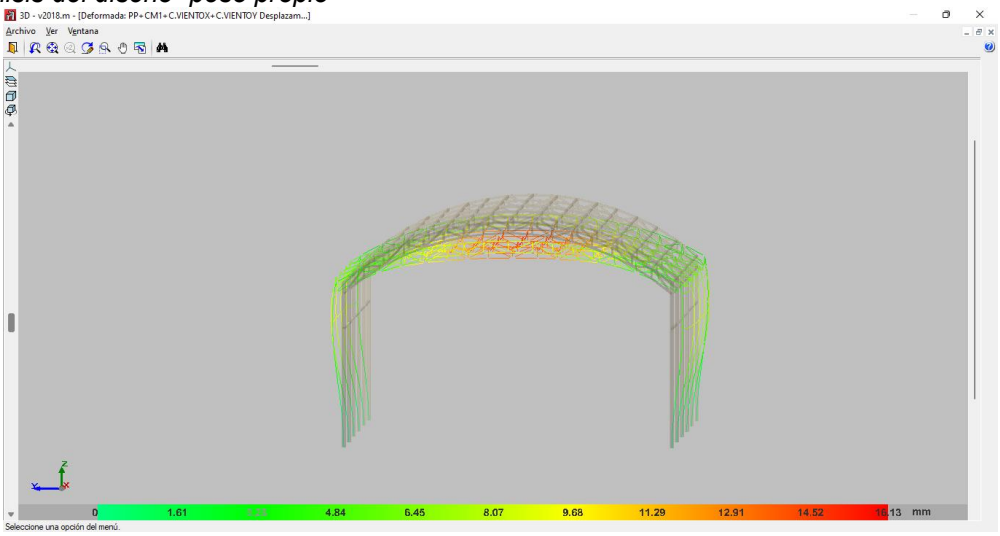
*Modelado 3D de la estructura*




***Nota:*** en la anterior figura se observa el modelado 3D de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**Figura 23**

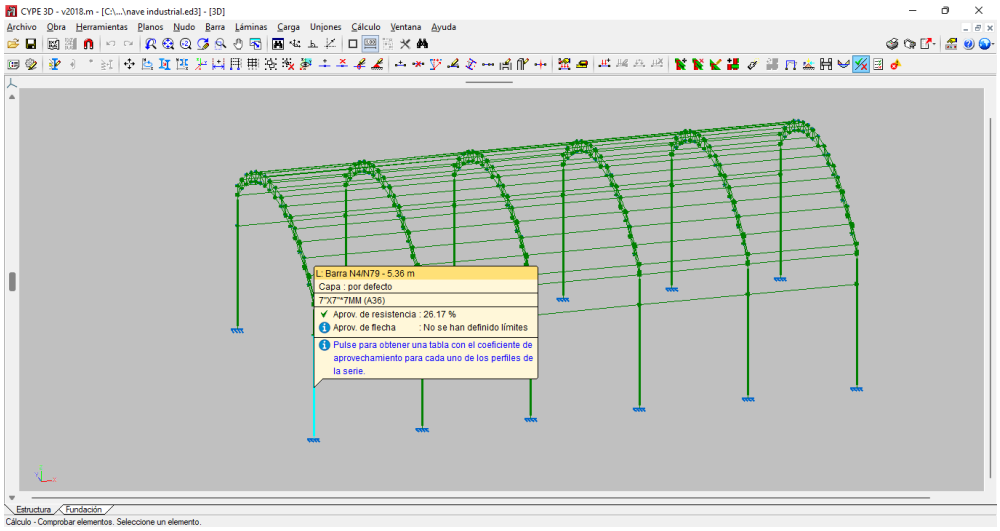
*Análisis del diseño "peso propio"*




***Nota:*** en la anterior figura se observa el análisis del diseño "peso propio" de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

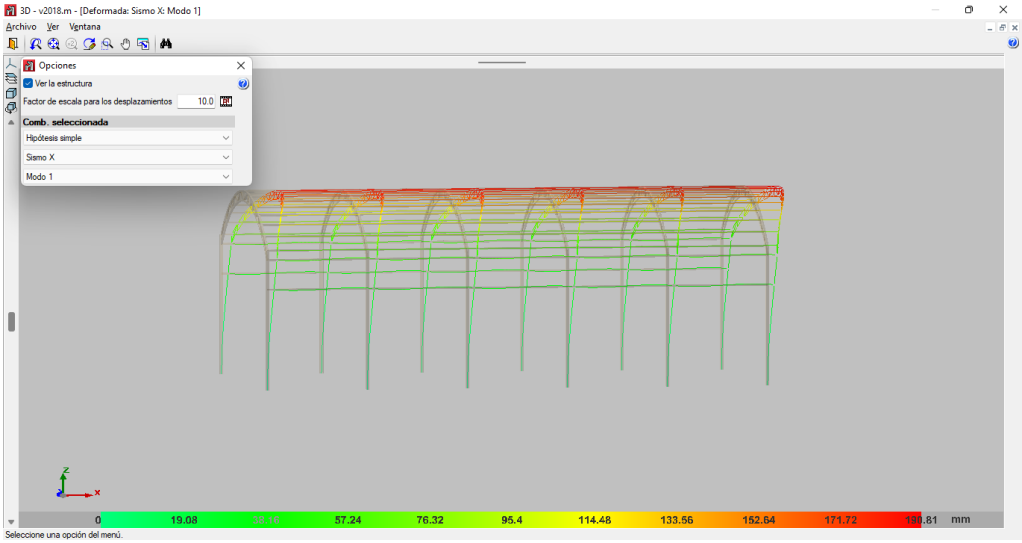
**Figura 24**

*Análisis de la estructura "esbeltez"*



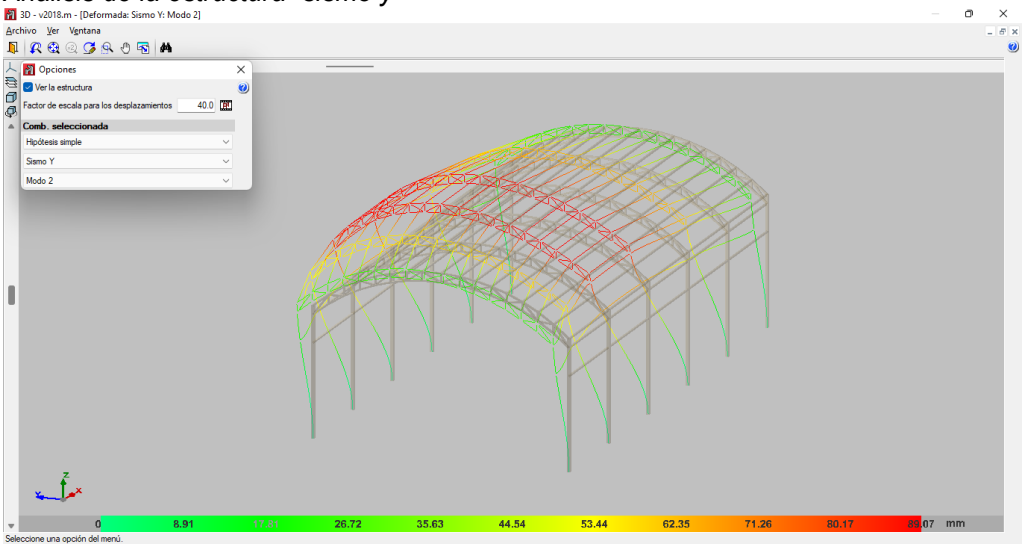

***Nota:*** en la anterior figura se observa el análisis de la estructura "esbeltez" de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**Figura 25**
*Análisis de la estructura "sismo x"*




***Nota:*** en la anterior figura se observa el análisis de la estructura "sismo x" de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**Figura 26**
*Análisis de la estructura "sismo y"*




***Nota:*** en la anterior figura se observa el análisis de la estructura "sismo y" de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

### 4.1.4 MEMORIA DE CALCULO

Normas consideradas

Fundación: NTE E.060: 2009

Aceros laminados y armados: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)

Categoría de uso: Cubiertas

**Tabla 14**
*Estados Límites*

| | |
|---|---|
| **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones** | **NTE E.060: 2009** |

| | |
|---|---|
| **E.L.S. Fisuración. Hormigón en cimentacionesTensiones sobre el terreno** | |
| **E.L.U. de rotura. Acero laminado** | **AISC 360-10 (LRFD)** |
| **Desplazamientos** | **ASCE 7 Acciones características** |

***Nota.*** En la anterior tabla se observan las características de los materiales de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

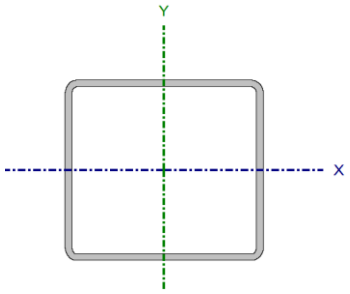
## Memoria de cálculo de la columna esquinera

**Tabla 15**

*Detalles para el diseño de la columna 7"x7" (columnas esquineras)*

Perfil: 7"X7"*7MM

Material: Acero (A36)




| Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Inicial | Final | | Área (cm²) | Ix (cm4) | Iy (cm4) | $I_t$ (cm4) |
| N4 | N79 | 5.360 | 46.78 | 2246.29 | 2246.29 | 3555.01 |

| | Pandeo | | Pandeo lateral | |
|---|---|---|---|---|
| | Plano ZX | Plano ZY | Ala sup. | Ala inf. |
| □ | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| $L_K$ | 5.360 | 5.360 | 0.000 | 0.000 |
| $C_b$ | - | | 1.000 | |

***Nota.*** En la anterior tabla se observan los detalles para el diseño de la columna 7"x7" (columnas esquineras) de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**Tabla 16**

*Resumen de comprobaciones de la columna 7"x7"*

| Barra | COMPROBACIONES LRFD | | | | | | | | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $P_t$ | □c | $P_c$ | $M_x$ | $M_y$ | $V_x$ | $V_y$ | $PM_xM_yV_xV_yT$ | |
| N4/N79 | N.P. | □ □ 200.0 OK | x: 0 m □ = 3.8 | x: 0 m □ = 24.3 | x: 0 m □ = 5.3 | □ = 0.2 | □ = 2.0 | x: 0 m □ = 26.2 | **OK □ = 26.2** |

***Nota.*** En la anterior tabla se observa el resumen de comprobaciones de la columna 7"x7" de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

### Resistencia a tracción

No existe fuerza axial a la tracción.

### Limitación de esbeltez para compresión

Límites de esbeltez para una barra a compresión es:

$\lambda \leq 200$

$\lambda$: 77

Donde:

$\lambda$: Limite para esbeltez

$\lambda = KL / r$

$\lambda$: 77

Donde:

L: Largo del elemento

L: 6855 mm

K: Coeficiente para el largo efectivo.

K: 0.78

rY: Radio de giro- Y

rY: 6.93 cm

Donde:

rY = √(Iv / A)

rY: 6.93 cm

Donde:

Iv: Momento de inercia Y

Iv: 2246.29 cm4

A: Área total del elemento.

A: 46.78 cm²

**<u>Resistencia a compresión</u>**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.

ηT = Pr / Pc ≤ 1

ηT: 0.038

La fuerza de compresión axial producida en el nudo N4, para la combinación 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1.

Donde:

Pr: Resistencia a compresión del método LRFD

Pr: 2.955 t

Pc: Resistencia de diseño a compresión

Pc: 78.131 t

$$Pc = \varphi p \cdot Pn$$

Se debe tomar el menor valor obtenido en los estados límites.

Donde:

φp: Factor de compresión

φp: 0.90

Pn: Resistencia nominal

Pn: 86.812 t

$$Pn = Fcr \cdot A$$

Para la tensión de pandeo por flexión debemos tener en cuenta los siguientes cálculos.

Donde:

A: Área

A: 46.78 cm²

Fcr: Tensión de pandeo por diseño a flexión

Fcr: 1855.81 kp/cm²

i) Cuando: Fy / Fe ≤ 2.25

$$Fcr = [0.658^{(Fy/Fe)}] \cdot Fy$$

Donde:

Fy: Límite elástico mín.

Fy: 2548.42 kp/cm²

Fe: Tensión crítica elástica

Fe: 3363.18 kp/cm²

Fex: 3363.18 kp/cm²

Fey: 3363.18 kp/cm²

$$Fe = \pi^2 E / (KL/r)^2$$

Donde:

E: Módulo de Elast.

E: 2038735.98 kp/cm²

K: Coeficiente para el largo efectivo.

Kx: 0.78

Ky: 0.78

L: Largo del elemento

L: 6855 mm

r: Radio de giro dominante

rx: 6.93 cm

ry: 6.93 cm

$$r = \sqrt{(I / A)}$$

Donde:

I: Momento de inercia

Ix: 2246.29 cm4

Iy: 2246.29 cm4

A: Área total del elemento.

A: 46.78 cm²

**<u>Resistencia a flexión eje X</u>**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.

ηM = Mr / Mc ≤ 1

ηM: 0.243

El momento flector producido por el nudo N4, para la combinación 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1.

Donde:

Mr: Resistencia a flexión

Mr: 1.653 t·m

Mc: Resistencia de diseño a flexión

Mc: 6.817 t·m

$$Mc = \varphi b \cdot Mn$$

Para el diseño a flexión debemos tener en cuenta los siguientes estados Límites:

Donde:

φb: Factor de resistencia a flexión

φb: 0.90

Mn: La resistencia nominal a flexión

Mn: 7.574 t·m

**1. Fluencia**

Mn = Mp = Fy·Zx

Mn: 7.574 t·m

Donde:

Fy: Límite elástico mín.

Fy: 2548.42 kp/cm²

Zx: Módulo resistente X

Zx: 297.22 cm³

2. Pandeo local del ala

a) No se aplica para este caso

3. Pandeo local del alma

a) No se aplica para este caso

**Resistencia a flexión eje Y**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.

ηM = Mr / Mc ≤ 1

ηM: 0.053

El momento flector producido por el nudo N4, para la combinación 1.2·PP+1.2·CM1-SX.

Donde:

Mr: Resistencia a flexión

Mr: 0.363 t·m

Mc: Resistencia de diseño a flexión

Mc: 6.817 t·m

$$Mc = \varphi b \cdot Mn$$

Para el diseño a flexión debemos tener en cuenta los siguientes estados Límites:

Donde:

φb: Factor de resistencia a flexión

φb: 0.90

Mn: La resistencia nominal a flexión

Mn: 7.574 t·m

Donde:

Mr: Resistencia a flexión requerida

Mr+: 0.356 t·m

Mr-: 0.363 t·m

**1. Fluencia**

Mn = Mp = Fy·Zy

Mn: 7.574 t·m

Donde:

Fy: Límite elástico mín.

Fy: 2548.42 kp/cm²

Zy: Módulo resistente Y

Zy: 297.22 cm³

2. Pandeo local del ala

No se aplica para este caso

3. Pandeo local del alma

No se aplica para este caso

**Resistencia a corte X**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.

$\eta v = Vr / Vc \leq 1$

$\eta v$: 0.002

La fuerza cortante Vr según la siguiente combinación 1.2·PP+1.2·CM1-SX.

Donde:

Vr: Resistencia al cortante

Vr: 0.073 t

Vc: Resistencia de diseño a cortante

$Vc = \varphi v \cdot Vn$

Vc: 29.631 t

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$\varphi v$: Factor de resistencia al corte

$\varphi v$: 0.90

Vn: Resistencia nominal al corte:

En secciones rectangulares huecas la resistencia a la cortante se calcular de la siguiente manera.

$Vn = 0.6 \cdot Fy \cdot Aw \cdot Cv$

Vn: 32.924 t

Donde:

Fy: Límite elástico mín.

Fy: 2548.42 kp/cm²

$Aw = 2b \cdot tf$

Aw: 21.53 cm²

Donde:

b: Distancia libre entre almas

b: 153.80 mm

tf: Espesor del ala

tf: 7.00 mm

b) Para las otras secciones se calcular de la siguiente manera:

i) $b/tf \leq 1.10 \cdot \sqrt{(Kv \cdot E/Fy)}$

Cv = 1.0

Cv: 1.00

Donde:

b: Distancia libre entre almas

b: 153.80 mm

tf: Espesor del ala

tf: 7.00 mm

E: Módulo de Elast.

E: 2038735.98 kp/cm²

Kv: Coeficiente de abolladura del alma

Kv: 5.00

**<u>Resistencia a corte Y</u>**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.

$\eta v = Vr / Vc \leq 1$

ηv: 0.020

La fuerza cortante Vr según la siguiente combinación

1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1.

Donde:

Vr: Resistencia al cortante

Vr: 0.587 t

Vc: Resistencia de diseño a cortante

$Vc = \varphi v \cdot Vn$

Vc: 29.631 t

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

φv: Factor de resistencia al corte

φv: 0.90

Vn: Resistencia nominal al corte:

En secciones rectangulares huecas la resistencia a la cortante se calcular de la siguiente manera.

$Vn = 0.6 \cdot Fy \cdot Aw \cdot Cv$

Vn: 32.924 t

Donde:

Fy: Límite elástico mín.

Fy: 2548.42 kp/cm²

Aw = 2b·tf

Aw: 21.53 cm²

Donde:

b: Distancia libre entre almas

b: 153.80 mm

tf: Espesor del ala

tf: 7.00 mm

b) Para las otras secciones se calcular de la siguiente manera:

i) b/tf ≤ 1.10·√(Kv·E/Fy)

Cv = 1.0

Cv: 1.00

Donde:

b: Distancia libre entre almas

b: 153.80 mm

tf: Espesor del ala

tf: 7.00 mm

E: Módulo de Elast.

E: 2038735.98 kp/cm²

Kv: Coeficiente de abolladura del alma

Kv: 5.00

**Resistencia a corte Y**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.

ηv = Vr / Vc ≤ 1

ηv: 0.020

La fuerza cortante Vr según la siguiente combinación

1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1.

Donde:

Vr: Resistencia al cortante

Vr: 0.587 t

Vc: Resistencia de diseño a cortante

$Vc = \varphi v \cdot Vn$

Vc: 29.631 t

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

φv: Factor de resistencia al corte

φv: 0.90

Vn: Resistencia nominal al corte:

En secciones rectangulares huecas la resistencia a la cortante se calcular de la siguiente manera.

$Vn = 0.6 \cdot Fy \cdot Aw \cdot Cv$

Vn: 32.924 t

Donde:

Fy: Límite elástico mín.

Fy: 2548.42 kp/cm²

$Aw = 2h \cdot tw$

Aw: 21.53 cm²

Donde:

h: Distancia libre entre alas

h: 153.80 mm

tw: Espesor del alma

tw: 7.00 mm

b) Para las otras secciones se calcular de la siguiente manera:

i) $h/tw \leq 1.10 \cdot \sqrt{(Kv \cdot E/Fy)}$

$Cv = 1.0$

Cv: 1.00

Donde:

h: Distancia libre entre alas

h: 153.80 mm

tw: Espesor del alma

tw: 7.00 mm

E: Módulo de Elast.

E: 2038735.98 kp/cm²

Kv: Coeficiente de abolladura del alma

Kv: 5.00

**Esfuerzos combinados y torsión**

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$\eta \leq 1$

$\eta$: 0.262

Los esfuerzos se encuentran en el nudo N4, para la combinación 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1.

Donde:

**1. Secciones con simetría doble y simple sometidas a flexión y compresión**

b) Para Pr/Pc < 0.2

$\eta = Pr/(2Pc) + (Mrx/Mcx + Mry/Mcy)$  (H1-1b)

$\eta 1$: 0.26

Donde:

Pr: Resistencia a compresión requerida

Pr: 2.955 t

Pc: Resistencia de diseño a compresión

Pc: 78.131 t

Mrx: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte

Mrx: 1.653 t·m

Mcx: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte

Mcx: 6.817 t·m

Mry: Resistencia a flexión requerida en el eje débil

Mry: 0.002 t·m

**3. Secciones doblemente simétricas sometidas a flexo compresión simple**

b) Para el estado límite de pandeo fuera del plano de flexión

$\eta = Pr/Pco + (Mrx/Mcx)^2$  (H1-2)

$\eta 2$: 0.10

Donde:

Pr: Resistencia a compresión requerida

Pr: 2.955 t

Pco: Resistencia a la compresión para pandeo

Pco: 78.131 t

Mrx: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte

Mrx: 1.653 t·m

Mcx: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte

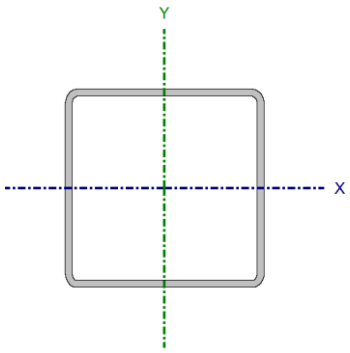
Mcx: 6.817 t·m

**Memoria de cálculo de la columna central**

**Tabla 17**

*Detalles para el diseño de la columna 7"x7" (columnas centrales)*

Perfil: 7"X7"*7MM
Material: Acero (A36)




| Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Inicial | Final | | Área (cm²) | Ix (cm4) | Iy (cm4) | $I_t$ (cm4) |
| N1 | N9 | 5.360 | 46.78 | 2246.29 | 2246.29 | 3555.01 |

| | Pandeo | | Pandeo lateral | |
|---|---|---|---|---|
| | Plano ZX | Plano ZY | Ala sup. | Ala inf. |
| □ | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| $L_K$ | 5.360 | 5.360 | 0.000 | 0.000 |
| $C_b$ | - | | 1.000 | |

***Nota.*** En la anterior tabla se observan los detalles para el diseño de la columna 7"x7" (columnas centrales) de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**Tabla 18**

*Resumen de comprobaciones de la columna 7"x7"*

| Barra | COMPROBACIONES LRFD | | | | | | | | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $P_t$ | □c | $P_c$ | $M_x$ | $M_y$ | $V_x$ | $V_y$ | $PM_xM_yV_xV_yT$ | |
| N1/N9 | N.P. | □ □ 200.0 OK | x: 0 m □ = 6.7 | x: 0 m □ = 44.2 | x: 0 m □ = 5.4 | x: 2.323 m □ = 0.3 | □ = 3.6 | x: 0 m □ = 47.6 | **OK □ = 47.6** |

***Nota.*** En la anterior tabla se observa el resumen de comprobaciones de la columna 7"x7" de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**<u>Resistencia a tracción</u>**

No existe fuerza axial a la tracción.

**<u>Limitación de esbeltez para compresión</u>**

Límites de esbeltez para una barra a compresión es:

$\lambda \leq 200$

$\lambda$: 77

Donde:

$\lambda$: Limite para esbeltez

$\lambda = KL / r$

$\lambda$: 77

Donde:

L: Largo del elemento

L: 6855 mm

K: Coeficiente para el largo efectivo.

K: 0.78

ry: Radio de giro- Y

ry: 6.93 cm

Donde:

ry = √(Iy / A)

ry: 6.93 cm

Donde:

Iy: Momento de inercia Y

Iy: 2246.29 cm4

A: Área total del elemento.

A: 46.78 cm²

**<u>Resistencia a compresión</u>**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.

ηT = Pr / Pc ≤ 1

ηT: 0.067

La fuerza de compresión axial producida en el nudo N1, para la combinación 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1.

Donde:

Pr: Resistencia a compresión del método LRFD

Pr: 5.262 t

Pc: Resistencia de diseño a compresión

Pc: 78.131 t

$$Pc = \varphi p \cdot Pn$$

Se debe tomar el menor valor obtenido en los estados límites.

Donde:

φp: Factor de compresión

φp: 0.90

Pn: Resistencia nominal

Pn: 86.812 t

$$Pn = Fcr \cdot A$$

Para la tensión de pandeo por flexión debemos tener en cuenta los siguientes cálculos.

Donde:

A: Área

A: 46.78 cm²

Fcr: Tensión de pandeo por diseño a flexión

Fcr: 1855.81 kp/cm²

i) Cuando: Fy/Fe ≤ 2.25

$$Fcr = [0.658^{(Fy/Fe)}] \cdot Fy$$

Donde:

Fy: Límite elástico mín.

Fy: 2548.42 kp/cm²

Fe: Tensión crítica elástica

Fe: 3363.18 kp/cm²

Fex: 3363.18 kp/cm²

Fey: 3363.18 kp/cm²

$$Fe = (\pi^2 E) / (KL/r)^2$$

Donde:

E: Módulo de Elast.

E: 2038735.98 kp/cm²

K: Coeficiente para el largo efectivo.

Kx: 0.78

Ky: 0.78

L: Largo del elemento

L: 6855 mm

r: Radio de giro dominante

rx: 6.93 cm

ry: 6.93 cm

$$r = \sqrt{(I/A)}$$

Donde:

I: Momento de inercia

Ix: 2246.29 cm4

Iy: 2246.29 cm4

A: Área total del elemento.

A: 46.78 cm²

**<u>Resistencia a flexión eje X</u>**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.

ηM = Mr / Mc ≤ 1

ηM: 0.442

El momento flector producido por el nudo N1, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1.

Donde:

Mr: Resistencia a flexión

Mr: 3.011 t·m

Mc: Resistencia de diseño a flexión

Mc: 6.817 t·m

$$Mc = \varphi b \cdot Mn$$

Para el diseño a flexión debemos tener en cuenta los siguientes estados Límites:

Donde:

φb: Factor de resistencia a flexión

φb: 0.90

Mn: La resistencia nominal a flexión

Mn: 7.574 t·m

Donde:

Mr: Resistencia a flexión requerida

Mr+: 0.199 t·m

Mr-: 3.011 t·m

**1. Fluencia**

Mn = Mp = Fy·Zx

Mn: 7.574 t·m

Donde:

Fy: Límite elástico mín.

Fy: 2548.42 kp/cm²

Zx: Módulo resistente X

Zx: 297.22 cm³

2. Pandeo local del ala

a) No se aplica para este caso

3. Pandeo local del alma

a) No se aplica para este caso

**<u>Resistencia a flexión eje Y</u>**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.

$\eta M = Mr / Mc \leq 1$

$\eta M$: 0.054

El momento flector producido por el nudo N1, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1-SX.

Donde:

Mr: Resistencia a flexión

Mr: 0.370 t·m

Mc: Resistencia de diseño a flexión

Mc: 6.817 t·m

$$Mc = \varphi b \cdot Mn$$

Para el diseño a flexión debemos tener en cuenta los siguientes estados Límites:

Donde:

$\varphi b$: Factor de resistencia a flexión

$\varphi b$: 0.90

Mn: La resistencia nominal a flexión

Mn: 7.574 t·m

Donde:

Mr: Resistencia a flexión requerida

Mr+: 0.370 t·m

Mr-: 0.370 t·m

**1. Fluencia**

$Mn = Mp = Fy \cdot Zy$

Mn: 7.574 t·m

Donde:

Fy: Límite elástico mín.

Fy: 2548.42 kp/cm²

Zy: Módulo resistente Y

Zy: 297.22 $cm^3$

2. Pandeo local del ala

a) No se aplica para este caso

3. Pandeo local del alma

a) No se aplica para este caso

**<u>Resistencia a corte X</u>**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.

$\eta v = Vr / Vc \leq 1$

$\eta v$: 0.003

El esfuerzo cortante Vr producido a una distancia 2.323 m del nudo N1, para la combinación 1.2·PP+1.2·CM1-SX.

Donde:

Vr: Resistencia al cortante

Vr: 0.078 t

Vc: Resistencia de diseño a cortante

$Vc = \varphi v \cdot Vn$

Vc: 29.631 t

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$\varphi v$: Factor de resistencia al corte

$\varphi v$: 0.90

Vn: Resistencia nominal al corte:

En secciones rectangulares huecas la resistencia a la cortante se calcular de la siguiente manera.

$Vn = 0.6 \cdot Fy \cdot Aw \cdot Cv$

Vn: 32.924 t

Donde:

Fy: Límite elástico mín.

Fy: 2548.42 $kp/cm^2$

$Aw = 2b \cdot tf$

Aw: 21.53 $cm^2$

Donde:

b: Distancia libre entre almas

b: 153.80 mm

tf: Espesor del ala

tf: 7.00 mm

b) Para las otras secciones se calcular de la siguiente manera:

i) $b/tf \leq 1.10 \cdot Kv \cdot \sqrt{(E/Fy)}$

Cv = 1.0

Cv: 1.00

Donde:

b: Distancia libre entre almas

b: 153.80 mm

tf: Espesor del ala

tf: 7.00 mm

E: Módulo de Elast.

E: 2038735.98 kp/cm²

Kv: Coeficiente de abolladura del alma

Kv: 5.00

**<u>Resistencia a corte Y</u>**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.

$\eta v = Vr / Vc \leq 1$

ηv: 0.036

La fuerza cortante Vr según la siguiente combinación

1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1.

Donde:

Vr: Resistencia al cortante

Vr: 1.066 t

Vc: Resistencia de diseño a cortante

$Vc = \varphi v \cdot Vn$

Vc: 29.631 t

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

φv: Factor de resistencia al corte

φv: 0.90

Vn: Resistencia nominal al corte:

En secciones rectangulares huecas la resistencia a la cortante se calcular de la siguiente manera.

Vn = 0.6·Fy·Aw·Cv

Vn: 32.924 t

Donde:

Fy: Límite elástico mín.

Fy: 2548.42 kp/cm²

Aw = 2h·tw

Aw: 21.53 cm²

Donde:

h: Distancia libre entre alas

h: 153.80 mm

tw: Espesor del alma

tw: 7.00 mm

b) Para las otras secciones se calcular de la siguiente manera:

i) h/tw ≤ 1.10·Kv·√(E/Fy)

Cv = 1.0

Cv: 1.00

Donde:

h: Distancia libre entre alas

h: 153.80 mm

tw: Espesor del alma

tw: 7.00 mm

E: Módulo de Elast.

E: 2038735.98 kp/cm²

Kv: Coeficiente de abolladura del alma

Kv: 5.00

**<u>Esfuerzos combinados y torsión</u>**

Se debe cumplir el siguiente criterio:

η ≤ 1

η: 0.476

Los esfuerzos se encuentran en el nudo N1, para la combinación 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1.

Donde:

**1. Secciones con simetría doble y simple sometidas a flexión y compresión**

b) Para Pr/Pc < 0.2

$\eta = Pr/(2Pc) + (Mrx/Mcx + Mry/Mcy)$ (H1-1b)

$\eta 1$: 0.48

Donde:

Pr: Resistencia a compresión requerida

Pr: 5.262 t

Pc: Resistencia de diseño a compresión

Pc: 78.131 t

Mrx: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte

Mrx: 3.011 t·m

Mcx: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte

Mcx: 6.817 t·m

Mry: Resistencia a flexión requerida en el eje débil

Mry: 0.001 t·m

Mcy: Resistencia de diseño a flexión en el eje débil

Mcy: 6.817 t·m

**3. Secciones doblemente simétricas sometidas a flexo compresión simple**

b) Para el estado límite de pandeo fuera del plano de flexión

$\eta = Pr/Pco + (Mrx/Mcx)^2$ (H1-2)

$\eta 2$: 0.26

Donde:

Pr: Resistencia a compresión requerida

Pr: 5.262 t

Pco: Resistencia a la compresión para pandeo

Pco: 78.131 t

Mrx: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte

Mrx: 3.011 t·m

Mcx: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte

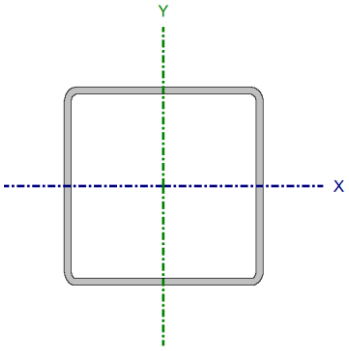
Mcx: 6.817 t·m

## Memoria de cálculo de la correa 1

**Tabla 19**

*Detalles para el diseño de la correa 1*

**Perfil: 4"X4"X3MM Material: Acero (A36)**




| Nudos | | Longitud(m) | **Características mecánicas** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Inicial | Final | | Área (cm²) | Ix (cm4) | Iy (cm4) | **It (cm4)** |
| N139 | N140 | 1.101 | 11.59 | 185.76 | 185.76 | **292.57** |

| | Pandeo | | **Pandeo lateral** | |
|---|---|---|---|---|
| | Plano ZX | Plano ZY | Ala sup. | **Ala inf.** |
| □ | 1.00 | 1.00 | 0.00 | **0.00** |
| LK | 1.101 | 1.101 | 0.000 | **0.000** |
| Cb | - | | **1.000** | |

***Nota.*** En la anterior tabla se observan los detalles para el diseño de la correa 1 de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**<u>Resistencia a tracción</u>**

No existe fuerza axial a la tracción.

**<u>Limitación de esbeltez para compresión</u>**

Límites de esbeltez para una barra a compresión es:

$\lambda \leq 200$

$\lambda$: 28

Donde:

$\lambda$: Límite para esbeltez

$\lambda = KL / r$

$\lambda$: 28

Donde:

L: Largo del elemento

L: 929 mm

K: Coeficiente para el largo efectivo.

K: 1.19

rx: Radio de giro respecto al eje X

rx: 4.00 cm

Donde:

$rx = \sqrt{(Ix / A)}$

rx: 4.00 cm

Donde:

Ix: Momento de inercia respecto al eje X

Ix: 185.76 cm4

A: Área total del elemento.

A: 11.59 cm²

**<u>Resistencia a compresión</u>**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.

$\eta T = Pr / Pc \leq 1$
$\eta T$: 0.735
La fuerza axial a la compresión se encuentra a una distancia de 0.121 m del nudo N139, para la combinación 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1.
Donde:
Pr: Resistencia a la compresión
Pr: 18.785 t
Pc: Resistencia de diseño a compresión
Pc: 25.548 t

$$Pc = \varphi p \cdot Pn$$

Se debe tomar el menor valor obtenido en los estados límites.
Donde:
$\varphi p$: Factor de compresión
$\varphi p$: 0.90
Pn: Resistencia nominal de compresión
$Pn = Fcr \cdot A$
Pn: 28.386 t
La sección cumple con las especificaciones LRFD.
Donde:
A: Área
A: 11.59 $cm^2$
Fcr: Tensión de pandeo por diseño a flexión
Fcr: 2448.21 $kp/cm^2$
i) Cuando: $Fy / Fe \leq 2.25$

$$Fcr = [0.658^{(Fy/Fe)}] \cdot Fy$$

Donde:
Fy: Límite elástico mín. del acero de las barras
Fy: 2548.42 $kp/cm^2$
Fe: Tensión crítica elástica de pandeo
$Fe = \pi^2 E / (KL/r)^2$
Fe: 26587.37 $kp/cm^2$
Fex: 26587.37 $kp/cm^2$
Fey: 26587.37 $kp/cm^2$
Donde:
E: Módulo de Elast.
E: 2038735.98 $kp/cm^2$
K: Coeficiente para el largo efectivo.
Kx: 1.19
Ky: 1.19
L: Largo del elemento
L: 929 mm
r: Radio de giro dominante
rx: 4.00 cm
ry: 4.00 cm

$$r = \sqrt{(I / A)}$$

Donde:
I: Momento de inercia
Ix: 185.76 cm4
Iy: 185.76 cm4
A: Área total de la sección transversal de la barra.
A: 11.59 cm²

**Resistencia a flexión eje X**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.
ηM = Mr / Mc ≤ 1
ηM: 0.139
El momento flector se encuentra a una distancia de 0.586 m del nudo N139, para la combinación 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1.
Donde:
Mr: Resistencia a flexión
Mr: 0.136 t·m
Mc: Resistencia de diseño a flexión
Mc: 0.976 t·m

$$Mc = \varphi b \cdot Mn$$

La resistencia para el diseño a flexión serán calculados de la siguiente forma:
Donde:
φb: Factor de resistencia a flexión
φb: 0.90
Mn: La resistencia nominal a flexión
Mn: 1.085 t·m

**Resistencia a flexión eje Y**

ηM = Mr / Mc ≤ 1
ηM: 0.047
El momento flector se encuentra a una distancia de 0.121 m del nudo N139, para la combinación 1.2·PP+1.2·CM1-SX.
Donde:
Mr: Resistencia a flexión
Mr: 0.046 t·m
Mc: Resistencia de diseño a flexión
Mc: 0.976 t·m

$$Mc = \varphi b \cdot Mn$$

La resistencia para el diseño a flexión será calculada de la siguiente forma:
Donde:
φb: Factor de resistencia a flexión
φb: 0.90
Mn: La resistencia nominal a flexión
Mn: 1.085 t·m

**Fluencia**

$Mn = Mp = Fy \cdot Zy$

Mn: 1.085 t·m

Donde:

Fy: Límite elástico mín.

Fy: 2548.42 kp/cm²

Zy: Módulo resistente Y

Zy: 42.56 cm³

**Resistencia a corte X**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.

$\eta v = Vr / Vc \leq 1$

ηv: 0.001

La fuerza cortante Vr según la siguiente combinación 1.2·PP+1.2·CM1-SX.

Donde:

Vr: Resistencia al corte requerida

Vr: 0.006 t

Vc: Resistencia de diseño a cortante

$Vc = \varphi v \cdot Vn$

Vc: 7.398 t

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

φv: Factor de resistencia al corte

φv: 0.90

Vn: Resistencia nominal al corte:

En secciones rectangulares huecas la resistencia a la cortante se calcular de la siguiente manera.

$Vn = 0.6 \cdot Fy \cdot Aw \cdot Cv$

Vn: 8.220 t

Donde:

Fy: Límite elástico mín.

Fy: 2548.42 kp/cm²

$Aw = 2b \cdot tf$

Aw: 5.38 cm²

Donde:

b: Distancia libre entre almas

b: 89.60 mm

tf: Espesor del ala

tf: 3.00 mm

a) Para las otras secciones se calcular de la siguiente manera:

i) $b / tf \leq 1.10 \cdot \sqrt{(Kv \cdot E / Fy)}$

Cv = 1.0

Cv: 1.00

Donde:
b: Distancia libre entre almas
b: 89.60 mm
tf: Espesor del ala
tf: 3.00 mm
E: Módulo de Elast.
E: 2038735.98 kp/cm²
Kv: Coeficiente de abolladura del alma
Kv: 5.00

**Resistencia a corte Y**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.
ηv = Vr / Vc ≤ 1
ηv: 0.037
El esfuerzo cortante Vr producido a una distancia 1.050 m del nudo N139, para la combinación 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1.
Donde:
Vr: Resistencia al corte requerida
Vr: 0.273 t
Vc: Resistencia de diseño a cortante
Vc = φv·Vn
Vc: 7.398 t
La resistencia de diseño a cortante viene dada por:
Donde:
φv: Factor de resistencia al corte
φv: 0.90
Vn: Resistencia nominal al corte:
En secciones rectangulares huecas la resistencia a la cortante se calcular de la siguiente manera.
Vn = 0.6·Fy·Aw·Cv
Vn: 8.220 t
Donde:
Fy: Límite elástico mín.
Fy: 2548.42 kp/cm²
Aw = 2h·tw
Aw: 5.38 cm²
Donde:
h: Distancia libre entre alas
h: 89.60 mm
tw: Espesor del alma
tw: 3.00 mm

*i) h / tw ≤ 1.10·√(Kv·E / Fy)*

Cv = 1.0
Cv: 1.00

Donde:
h: Distancia libre entre alas, menos el radio
h: 89.60 mm
tw: Espesor del alma
tw: 3.00 mm
E: Módulo de Elast.
E: 2038735.98 kp/cm²
Kv: Coeficiente de abolladura del alma
Kv: 5.00

**Esfuerzos combinados y torsión**

Se debe cumplir el siguiente criterio:
η ≤ 1
η: 0.859
El esfuerzo solicitado se encuentra a una distancia de 0.586 m del nudo N139, para la combinación 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1.
Donde:
η1: será calculado de la siguiente manera:
Secciones con simetría doble y simple sometidas a flexión y compresión

*a) Para Pr / Pc ≥ 0.2*

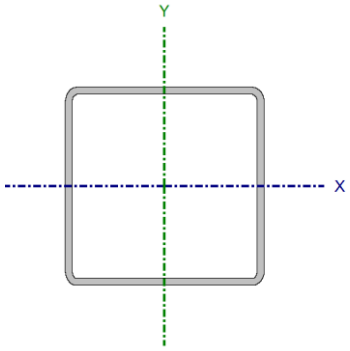
η = Pr / Pc + (8/9)·(Mrx / Mcx + Mry / Mcy)  (H1-1a)
η1: 0.86
Donde:
Pr: Resistencia a compresión requerida
Pr: 18.774 t
Pc: Resistencia de diseño a compresión
Pc: 25.548 t
Mrx: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte
Mrx: 0.136 t·m
Mcx: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte
Mcx: 0.976 t·m
Mry: Resistencia a flexión requerida en el eje débil
Mry: 0.000 t·m
Mcy: Resistencia de diseño a flexión en el eje débil
Mcy: 0.976 t·m

## Memoria de cálculo de la correa 2

**Tabla 20**
*Detalles para el diseño de la correa 2*

Perfil: 4"X4"X3MM Material: Acero (A36)

| | Nudos | | Longitud(m) | **Características mecánicas** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Inicial | Final | | Área (cm²) | Ix (cm4) | Iy (cm4) | **It (cm4)** |
| | N33 | N34 | 1.101 | 11.59 | 185.76 | 185.76 | **292.57** |




| | Pandeo | | Pandeo lateral | |
|---|---|---|---|---|
| | Plano ZX | Plano ZY | Ala sup. | **Ala inf.** |
| □ | 1.00 | 1.00 | 0.00 | **0.00** |
| LK | 1.101 | 1.101 | 0.000 | **0.000** |
| Cb | - | | **1.000** | |

***Nota.*** En la anterior tabla se observan los detalles para el diseño de la correa 2 de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**Resistencia a tracción**

No existe fuerza axial a la tracción.

**Limitación de esbeltez para compresión**

Límites de esbeltez para una barra a compresión es:

$\lambda \leq 200$

$\lambda$: 28

Donde:

$\lambda$: Límite para esbeltez

$\lambda = KL / r$

$\lambda$: 28

Donde:

L: Largo del elemento

L: 929 mm

K: Coeficiente para el largo efectivo.

K: 1.19

rx: Radio de giro respecto al eje X

rx: 4.00 cm

Donde:

$rx = \sqrt{(Ix / A)}$

rx: 4.00 cm

Donde:

Ix: Momento de inercia respecto al eje X

Ix: 185.76 $cm^4$

A: Área total del elemento.

A: 11.59 $cm^2$

**Resistencia a compresión**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.

$\eta T = Pr / Pc \leq 1$

$\eta T$: 0.735

La fuerza axial a la compresión se encuentra a una distancia de 0.121 m del nudo N33, para la combinación 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1.

Donde:
Pr: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones
Pr: 18.785 t
Pc: Resistencia de diseño a compresión
Pc: 25.548 t

$$Pc = \varphi p \cdot Pn$$

Se debe tomar el menor valor obtenido en los estados límites.
Donde:
φp: Factor de compresión
φp: 0.90
Pn: Resistencia nominal de compresión
Pn = Fcr·A
Pn: 28.386 t
La sección cumple con las especificaciones LRFD.
Donde:
A: Área
A: 11.59 cm²
Fcr: Tensión de pandeo por diseño a flexión
Fcr: 2448.21 kp/cm²
i) Cuando: Fy / Fe ≤ 2.25

$$Fcr = [0.658^{(Fy/Fe)}] \cdot Fy$$

Donde:
Fy: Límite elástico mín. del acero de las barras
Fy: 2548.42 kp/cm²
Fe: Tensión crítica elástica de pandeo (el menor de:)
Fe: 26587.37 kp/cm²
Fex: 26587.37 kp/cm²
Fey: 26587.37 kp/cm²

$$Fe = \pi^2 E / (KL/r)^2$$

Donde:
E: Módulo de Elast.
E: 2038735.98 kp/cm²
K: Coeficiente para el largo efectivo.
Kx: 1.19
Ky: 1.19
L: Largo del elemento
L: 929 mm
r: Radio de giro dominante
rx: 4.00 cm
ry: 4.00 cm

$$r = \sqrt{(I / A)}$$

Donde:
I: Momento de inercia

Ix: 185.76 cm4
Iy: 185.76 cm4
A: Área total de la sección transversal de la barra.
A: 11.59 cm²

**Resistencia a flexión eje X**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.
ηM = Mr / Mc ≤ 1
ηM: 0.139
El momento flector se encuentra a una distancia de 0.586 m del nudo N33, para la combinación 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1.
Donde:
Mr: Resistencia a flexión
Mr: 0.136 t·m
Mc: Resistencia de diseño a flexión
Mc: 0.976 t·m

$$Mc = \varphi b \cdot Mn$$

La resistencia para el diseño a flexión serán calculados de la siguiente forma:
Donde:
φb: Factor de resistencia a flexión
φb: 0.90

**Fluencia**

Mn = Mp = Fy·Zx
Mn: 1.085 t·m
Donde:
Fy: Límite elástico mín.
Fy: 2548.42 kp/cm²

**Resistencia a flexión eje Y**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.
ηM = Mr / Mc ≤ 1
ηM: 0.047
El momento flector se encuentra a una distancia de 0.121 m del nudo N33, para la combinación 1.2·PP+1.2·CM1-SX.
Donde:
Mr: Resistencia a flexión
Mr: 0.046 t·m
Mc: Resistencia de diseño a flexión
Mc: 0.976 t·m

$$Mc = \varphi b \cdot Mn$$

Donde:
φb: Factor de resistencia a flexión
φb: 0.90
Mn: La resistencia nominal a flexión
Mn: 1.085 t·m

**Resistencia a corte X**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.

$\eta v = Vr / Vc \leq 1$

$\eta v$: 0.001

La fuerza cortante Vr según la siguiente combinación 1.2·PP+1.2·CM1-SX.

Donde:

Vr: Resistencia al corte requerida

Vr: 0.006 t

Vc: Resistencia de diseño a cortante

$Vc = \varphi v \cdot Vn$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$\varphi v$: Factor de resistencia al corte

$\varphi v$: 0.90

Vn: Resistencia nominal al corte:

En secciones rectangulares huecas la resistencia a la cortante se calcular de la siguiente manera.

$Vn = 0.6 \cdot Fy \cdot Aw \cdot Cv$

Vn: 8.220 t

Donde:

Fy: Límite elástico mín.

Fy: 2548.42 kp/cm²

$Aw = 2b \cdot tf$

Aw: 5.38 cm²

Donde:

b: Distancia libre entre almas

b: 89.60 mm

tf: Espesor del ala

tf: 3.00 mm

a) Para las otras secciones se calcular de la siguiente manera:

i) $b / tf \leq 1.10 \cdot \sqrt{(Kv \cdot E / Fy)}$

Cv = 1.0

Cv: 1.00

Donde:

b: Distancia libre entre almas

b: 89.60 mm

tf: Espesor del ala

tf: 3.00 mm

E: Módulo de Elast.

E: 2038735.98 kp/cm²

Kv: Coeficiente de abolladura del alma

Kv: 5.00

**Resistencia a corte Y**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.

$\eta v = Vr / Vc \leq 1$

$\eta v$: 0.037

El esfuerzo cortante Vr producido a una distancia 1.050 m del nudo N33, para la combinación 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1.

Donde:

Vr: Resistencia al corte requerido

Vr: 0.273 t

Vc: Resistencia de diseño a cortante

$Vc = \varphi v \cdot Vn$

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$\varphi v$: Factor de resistencia al corte

$\varphi v$: 0.90

Vn: Resistencia nominal al corte:

En secciones rectangulares huecas la resistencia a la cortante se calcular de la siguiente manera.

$Vn = 0.6 \cdot Fy \cdot Aw \cdot Cv$

Vn: 8.220 t

Donde:

Fy: Límite elástico mín.

Fy: 2548.42 kp/cm²

$Aw = 2h \cdot tw$

Aw: 5.38 cm²

Donde:

h: Distancia libre entre alas

h: 89.60 mm

tw: Espesor del alma

tw: 3.00 mm

b) Para las otras secciones se calcular de la siguiente manera:

i) $h / tw \leq 1.10 \cdot \sqrt{(Kv \cdot E / Fy)}$

Cv = 1.0

Cv: 1.00

Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo

h: 89.60 mm

tw: Espesor del alma

tw: 3.00 mm

E: Módulo de Elast.

E: 2038735.98 kp/cm²

Kv: Coeficiente de abolladura del alma

Kv: 5.00

**Esfuerzos combinados y torsión**

Se debe cumplir el siguiente criterio:

$\eta \leq 1$

$\eta$: 0.859

El esfuerzo solicitado se encuentra a una distancia de 0.586 m del nudo N33, para la combinación 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1.

Donde:

$\eta 1$: será calculado de la siguiente manera:

Secciones con simetría doble y simple sometidas a flexión y compresión

*a) Para Pr/Pc ≥ 0.2*

$\eta = Pr/Pc + (8/9)\cdot(Mrx/Mcx + Mry/Mcy)$ (H1-1a)

$\eta 1$: 0.86

Donde:

Pr: Resistencia a compresión requerida

Pr: 18.774 t

Pc: Resistencia de diseño a compresión

Pc: 25.548 t

Mrx: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte

Mrx: 0.136 t·m

Mcx: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte

Mcx: 0.976 t·m

Mry: Resistencia a flexión requerida en el eje débil

Mry: 0.000 t·m

Mcy: Resistencia de diseño a flexión en el eje débil

Mcy: 0.976 t·m

Secciones doblemente simétricas sometidas a flexo compresión simple

b) Para el estado límite de pandeo fuera del plano de flexión

$\eta = Pr/Pco + (Mrx/Mcx)^2$ (H1-2)

$\eta 2$: 0.75

Donde:

Pr: Resistencia a compresión requerida

Pr: 18.774 t

Pco: Resistencia de diseño a compresión para pandeo de flexión

Pco: 25.548 t

Mrx: Resistencia a flexión requerida en el eje fuerte

Mrx: 0.136 t·m

Mcx: Resistencia de diseño a flexión en el eje fuerte

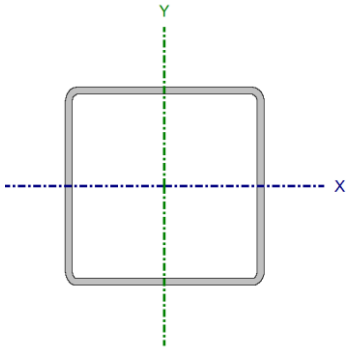
Mcx: 0.976 t·m

**Memoria de cálculo de la correa 3**

**Tabla 21**

*Detalles para el diseño de la correa 3*

| Perfil: 4"X4"X3MM Material: Acero (A36) |
|---|




| Nudos | | Longitud(m) | Características mecánicas | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Inicial | Final | | Área (cm²) | Ix (cm4) | Iy (cm4) | **It (cm4)** |
| N35 | N34 | 1.101 | 11.59 | 185.76 | 185.76 | **292.57** |

| | Pandeo | | Pandeo lateral | |
|---|---|---|---|---|
| | Plano ZX | Plano ZY | Ala sup. | **Ala inf.** |
| □ | 1.00 | 1.00 | 0.00 | **0.00** |
| LK | 1.101 | 1.101 | 0.000 | **0.000** |
| Cb | - | | **1.000** | |

***Nota.*** En la anterior tabla se observan los detalles para el diseño de la correa 3 de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**<u>Resistencia a tracción</u>**

No existe fuerza axial a la tracción.

**<u>Limitación de esbeltez para compresión</u>**

Límites de esbeltez para una barra a compresión es:

$\lambda \leq 200$

$\lambda$: 28

Donde:

$\lambda$: Límite para esbeltez

$\lambda = KL / r$

$\lambda$: 28

Donde:

L: Largo del elemento

L: 929 mm

K: Coeficiente para el largo efectivo.

K: 1.19

rx: Radio de giro respecto al eje X

rx: 4.00 cm

Donde:

$rx = \sqrt{(Ix/A)}$

rx: 4.00 cm

**<u>Resistencia a compresión</u>**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.

$\eta T = Pr/Pc \leq 1$

$\eta T$: 0.735

La fuerza axial a la compresión se encuentra a una distancia de 0.121 m del nudo N35, para la combinación 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1.

Donde:

Pr: Resistencia a compresión requerida para las combinaciones

Pr: 18.785 t

Pc: Resistencia de diseño a compresión

Pc: 25.548 t

$$Pc = \varphi p \cdot Pn$$

Se debe tomar el menor valor obtenido en los estados límites.

Donde:

φp: Factor de compresión

φp: 0.90

Pn: Resistencia nominal de compresión

Pn = Fcr·A

Pn: 28.386 t

La sección cumple con las especificaciones LRFD.

Donde:

A: Área

A: 11.59 cm²

Fcr: Tensión de pandeo por diseño a flexión

Fcr: 2448.21 kp/cm²

*i) Cuando Fy/Fe ≤ 2.25*

*Fcr = [0.658^(Fy/Fe)]·Fy*

Donde:

Fy: Límite elástico mín. del acero de las barras

Fy: 2548.42 kp/cm²

Fe: Tensión crítica elástica de pandeo (el menor valor)

$Fe = \pi^2 E / (KL/r)^2$

Fe: 26587.37 kp/cm²

Fex: 26587.37 kp/cm²

Fey: 26587.37 kp/cm²

Donde:

E: Módulo de Elast.

E: 2038735.98 kp/cm²

K: Coeficiente para el largo efectivo.

Kx: 1.19

Ky: 1.19

L: Largo del elemento

L: 929 mm

r: Radio de giro dominante

rx: 4.00 cm

ry: 4.00 cm

$$r = \sqrt{(I/A)}$$

Donde:

I: Momento de inercia

Ix: 185.76 cm4

Iy: 185.76 cm4

A: Área total de la sección transversal de la barra.

A: 11.59 cm²

**<u>Resistencia a flexión eje X</u>**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.

$\eta M = Mr/Mc \leq 1$

ηM: 0.139

El momento flector se encuentra a una distancia de 0.586 m del nudo N35, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1.

Donde:

Mr: Resistencia a flexión

Mr: 0.136 t·m

Mc: Resistencia de diseño a flexión

Mc: 0.976 t·m

$$Mc = \varphi b \cdot Mn$$

Donde:

φb: Factor de resistencia a flexión

φb: 0.90

Mn: La resistencia nominal a flexión

Mn: 1.085 t·m

**<u>Resistencia a flexión eje Y</u>**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.

ηM = Mr/Mc ≤ 1

ηM: 0.048

El momento flector se encuentra a una distancia de 0.121 m del nudo N35, para la combinación de acciones 1.2·PP+1.2·CM1+SX.

Donde:

Mr: Resistencia a flexión

Mr: 0.047 t·m

Mc: Resistencia de diseño a flexión

Mc: 0.976 t·m

$$Mc = \varphi b \cdot Mn$$

Donde:

φb: Factor de resistencia a flexión

φb: 0.90

Mn: La resistencia nominal a flexión

Mn: 1.085 t·m

**Fluencia**

Mn = Mp = Fy·Zy

Mn: 1.085 t·m

Donde:

Fy: Límite elástico mín.

Fy: 2548.42 kp/cm²

Zy: Módulo resistente Y

Zy: 42.56 cm³

**Resistencia a corte X**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.

ηv = Vr/Vc ≤ 1

ηv: 0.001

La fuerza cortante Vr según la siguiente combinación 1.2·PP+1.2·CM1-SX.

Donde:

Vr: Resistencia a la corte requerida de carga LRFD

Vr: 0.007 t

Vc: Resistencia de diseño a cortante

$Vc = \varphi v \cdot Vn$

Vc: 7.398 t

La resistencia de diseño cortante viene dada por:

Donde:

φv: Factor de resistencia al corte

φv: 0.90

Vn: Resistencia nominal al corte:

En secciones rectangulares huecas la resistencia a la cortante se calcular de la siguiente manera.

$Vn = 0.6 \cdot Fy \cdot Aw \cdot Cv$

Vn: 8.220 t

Donde:

Fy: Límite elástico mín.

Fy: 2548.42 kp/cm²

$Aw = 2b \cdot tf$

Aw: 5.38 cm²

Donde:

b: Distancia libre entre almas

b: 89.60 mm

tf: Espesor del ala

tf: 3.00 mm

a) Para las otras secciones se calcular de la siguiente manera:

i) $b/tf \leq 1.10 \cdot \sqrt{(Kv \cdot E/Fy)}$

Cv = 1.0

Cv: 1.00

Donde:

b: Distancia libre entre almas

b: 89.60 mm

tf: Espesor del ala

tf: 3.00 mm

E: Módulo de Elast.

E: 2038735.98 kp/cm²

Kv: Coeficiente de abolladura del alma

Kv: 5.00

**Resistencia a corte Y**

La sección cumple con las especificaciones LRFD.

$\eta v = Vr/Vc \leq 1$

$\eta v$: 0.037

El esfuerzo cortante Vr producido a una distancia 1.050 m del nudo N35, para la combinación 1.2·PP+1.2·CM1+1.6·Q1.

Donde:

Vr: Resistencia al corte requerida

Vr: 0.273 t

Vc: Resistencia de diseño a cortante

$Vc = \varphi v \cdot Vn$

Vc: 7.398 t

La resistencia de diseño a cortante viene dada por:

Donde:

$\varphi v$: Factor de resistencia al corte

$\varphi v$: 0.90

Vn: Resistencia nominal al corte:

En secciones rectangulares huecas la resistencia a la cortante se calcular de la siguiente manera.

$Vn = 0.6 \cdot Fy \cdot Aw \cdot Cv$

Vn: 8.220 t

Donde:

Fy: Límite elástico mín.

Fy: 2548.42 kp/cm²

$Aw = 2h \cdot tw$

Aw: 5.38 cm²

Donde:

h: Distancia libre entre alas

h: 89.60 mm

tw: Espesor del alma

tw: 3.00 mm

b) Para las otras secciones se calcular de la siguiente manera:

i) $h/tw \leq 1.10 \cdot \sqrt{(Kv \cdot E/Fy)}$

Cv = 1.0

Cv: 1.00

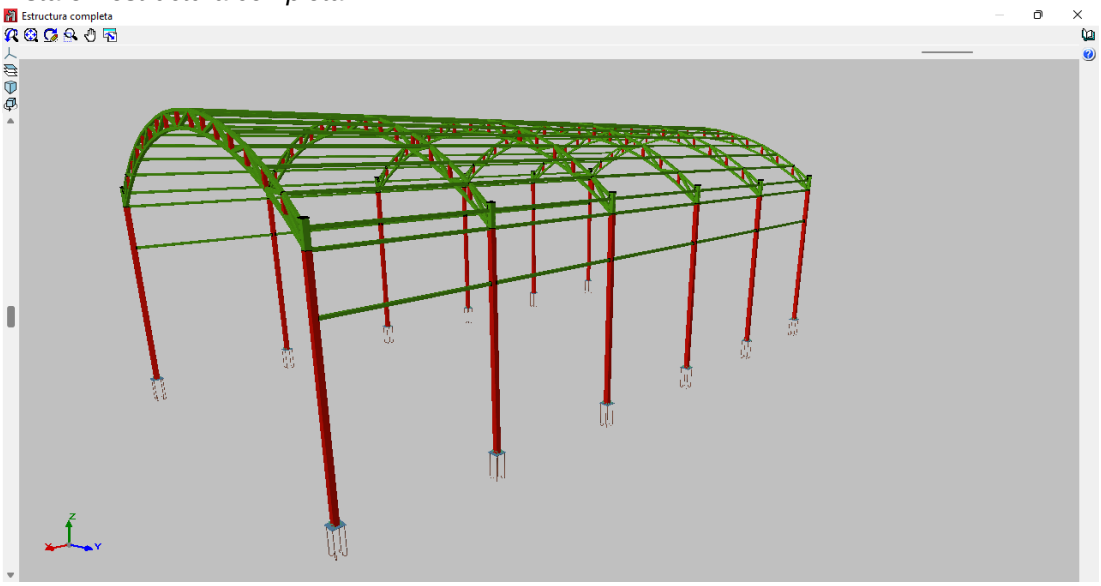
Donde:

h: Distancia libre entre alas, menos el radio de acuerdo

h: 89.60 mm

**Figura 27**

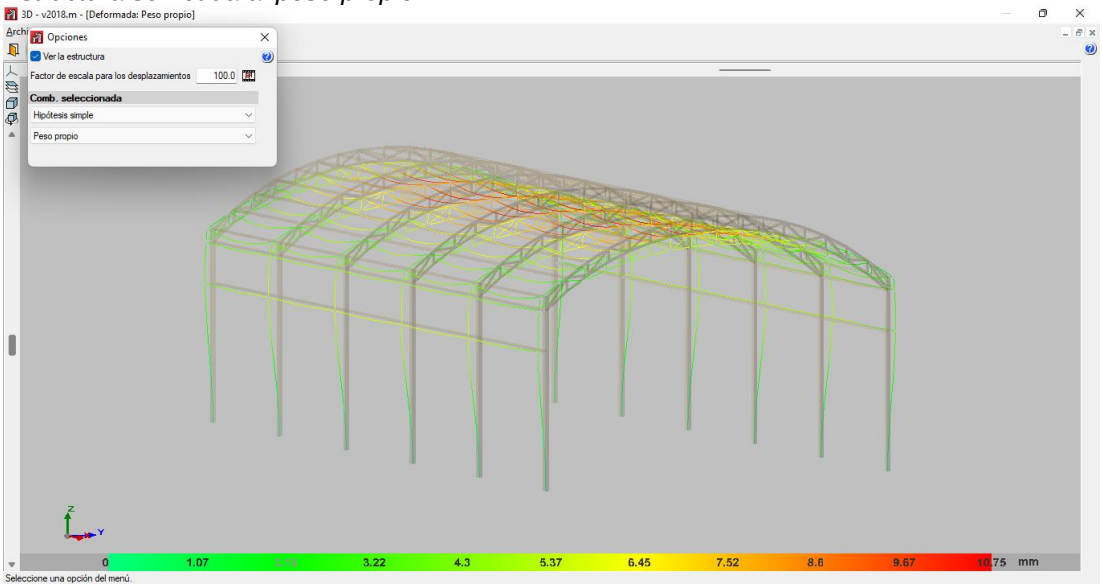
*Vista 3D estructura completa*




***Nota:*** en la anterior figura se observa la vista 3D de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**Figura 28**

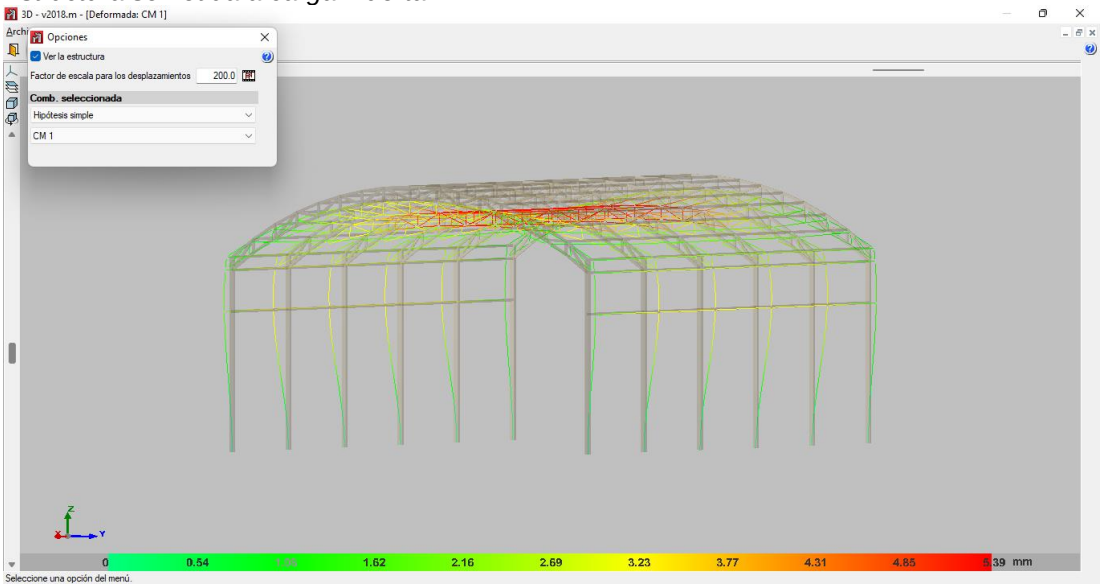
*Estructura sometida al peso propio*




***Nota:*** en la anterior figura se observa la acción del peso propio de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**Figura 29**

*Estructura sometida a carga muerta*



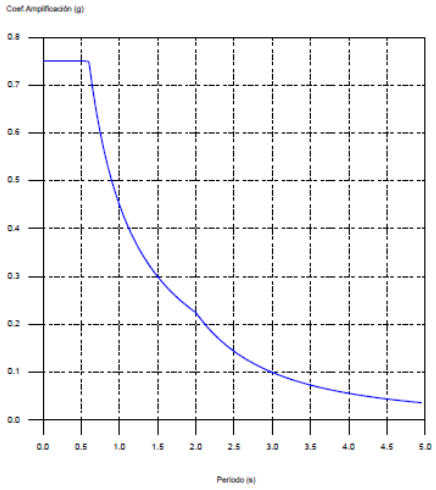

***Nota:*** en la anterior figura se observa la acción de la carga muerta de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

### 4.1.5 ANÁLISIS SÍSMICO DE LA ESTRUCTURA

**Espectro de cálculo**

**Figura 30**

*Espectro elástico de aceleraciones*




**Coef.Amplificación:**

$S_{ae} = Z \cdot U \cdot C \cdot S$

Donde:

$C = 2,5$ $\quad T < T_p$

$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$ $\quad T_p \leq T < T_l$

$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_l}{T^2}\right)$ $\quad T_l \leq T$

es el factor de amplificación sísmica.

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 0.750 g.

Norma Técnica E.030 2014 (decreto nº003-2016) (Artículo 4.5.2 y 2.5)

***Nota:*** en la anterior figura se observa el espectro elástico de aceleraciones de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**<u>Parámetros necesarios para la definición del espectro</u>**

Z: Factor de zona (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016), Tabla 1)

Z: 0.25

Zona sísmica (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016), Fig 1 y Anexo 1): Zona 2

U: Factor de importancia (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016), Tabla 3)

U: 1.00

Importancia de la obra (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016), Artículo 3.1 y Tabla 5): C: Edificaciones comunes

S: Factor de amplificación del suelo (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016), Tabla 3)

S: 1.20

Tipo de perfil de suelo (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016), 2.3.1): S2

Tp: Periodo de la plataforma del espectro (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016), Tabla 4)

Tp: 0.60 s

Tl: Periodo que define el inicio de la zona del espectro con desplazamiento constante (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016), Tabla 4)

Tl: 2.00 s

Tipo de perfil de suelo (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016), 2.3.1): S2

**<u>Espectro de diseño de aceleraciones</u>**

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente (R) correspondiente a cada dirección de análisis.

$Sa = Sae/R = Z \cdot U \cdot C \cdot S/R$

Rx: Coeficiente de reducción (X) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016), Tabla 6)

Rx: 7.00

$Rx = Rox \cdot Ia \cdot Ip$

Rox: Coeficiente de reducción (X) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016), Tabla 7)

Rox: 7.00

Ry: Coeficiente de reducción (Y) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016), Tabla 6)

Ry: 7.00

$Ry = Roy \cdot Ia \cdot Ip$

Roy: Coeficiente de reducción (Y) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016), Tabla 7)

Roy: 7.00

Ia: Factor de irregularidad en altura (X) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016), Tabla 8)

Ia: 1.00

Ia: Factor de irregularidad en altura (Y) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016), Tabla 8)

Ia: 1.00

Ip: Factor de irregularidad en planta (X) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016), Tabla 9)

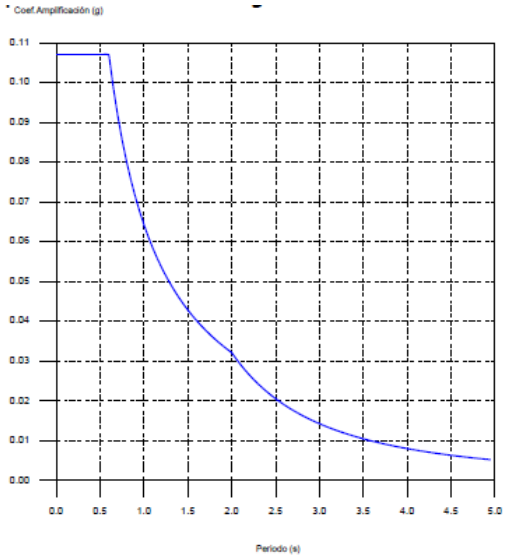
Ip: 1.00

Ip: Factor de irregularidad en planta (Y) (Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016), Tabla 9)

Ip: 1.00

**Figura 31**

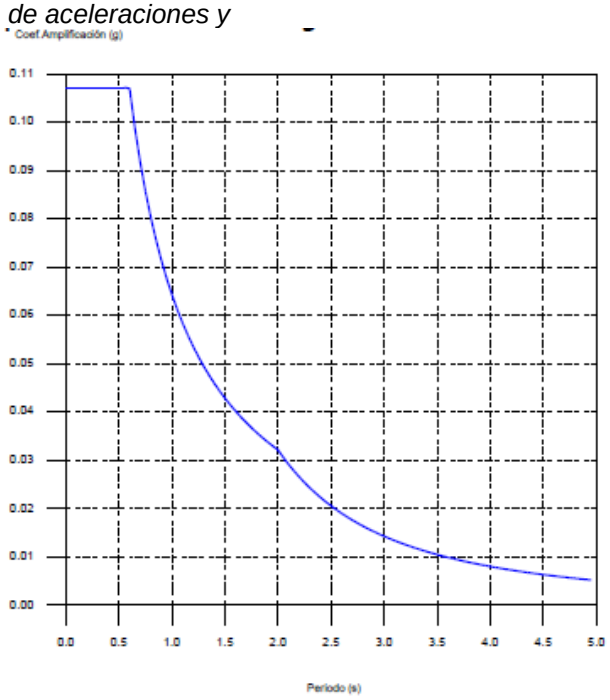
*Espectro de diseño de aceleraciones x*




***Nota:*** en la anterior figura se observa el espectro de diseño de aceleraciones x de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**Figura 32**

*Espectro de diseño de aceleraciones y*




***Nota:*** en la anterior figura se observa el espectro de diseño de aceleraciones y de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

## Coeficientes de participación

**Tabla 22**

*Coeficientes de participación*

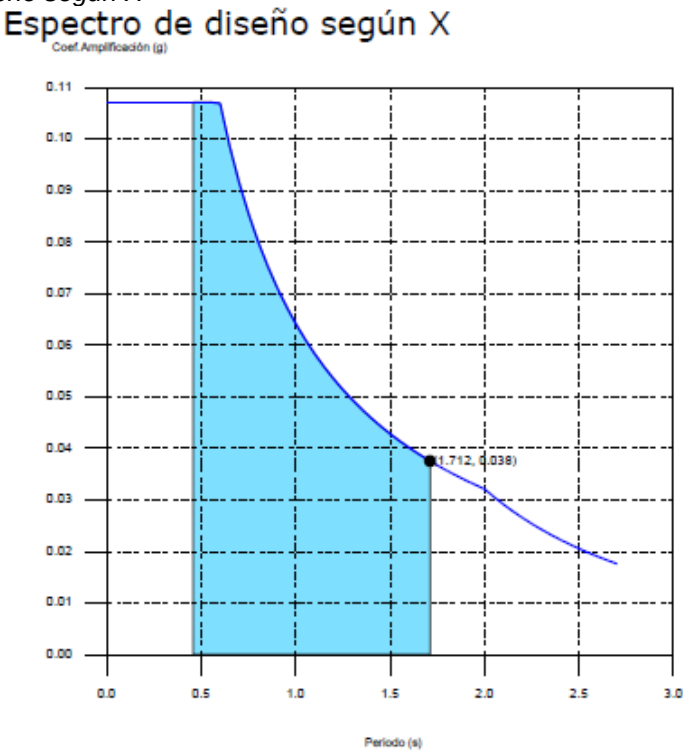
| Modo | T | Lx | Ly | Mx | My | Hipótesis X | Hipótesis Y |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Modo 1** | 1.712 | 1 | 0 | 85.21 % | 0 % | R = 7<br>A = 0.369 m/s²<br>D = 27.3442 mm | **R = 7<br>A = 0.369 m/s²<br>D = 27.3442 mm** |
| **Modo 2** | 0.857 | 0 | 1 | 0 % | 86.78 % | R = 7<br>A = 0.736 m/s²<br>D = 13.7024 mm | **R = 7<br>A = 0.736 m/s²<br>D = 13.7024 mm** |
| **Modo 3** | 0.808 | 0.2501 | 0.9682 | 0 % | 0 % | R = 7<br>A = 0.781 m/s²<br>D = 12.9098 mm | **R = 7<br>A = 0.781 m/s²<br>D = 12.9098 mm** |
| **Modo 4** | 0.788 | 0.0151 | 0.9999 | 0 % | 0 % | R = 7<br>A = 0.801 m/s²<br>D = 12.5918 mm | **R = 7<br>A = 0.801 m/s²<br>D = 12.5918 mm** |
| **Modo 5** | 0.697 | 0 | 1 | 0 % | 8.48 % | R = 7<br>A = 0.904 m/s²<br>D = 11.1461 mm | **R = 7<br>A = 0.904 m/s²<br>D = 11.1461 mm** |
| **Modo 6** | 0.621 | 0.0776 | 0.997 | 0 % | 0 % | R = 7<br>A = 1.018 m/s²<br>D = 9.92988 mm | **R = 7<br>A = 1.018 m/s²<br>D = 9.92988 mm** |
| **Modo 7** | 0.564 | 0 | 1 | 0 % | 4.06 % | R = 7<br>A = 1.051 m/s²<br>D = 8.46139 mm | **R = 7<br>A = 1.051 m/s²<br>D = 8.46139 mm** |
| **Modo 8** | 0.554 | 0.0048 | 1 | 0 % | 0 % | R = 7<br>A = 1.051 m/s²<br>D = 8.16515 mm | **R = 7<br>A = 1.051 m/s²<br>D = 8.16515 mm** |
| **Modo 9** | 0.459 | 1 | 0 | 13.18 % | 0 % | R = 7<br>A = 1.051 m/s²<br>D = 5.61338 mm | **R = 7<br>A = 1.051 m/s²<br>D = 5.61338 mm** |
| **Total** | | | | **98.39 %** | **99.32 %** | | |

***Nota.*** En la anterior tabla se observan los coeficientes de participación (modos de vibración) de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

## Representación de los periodos modales

**Figura 33**

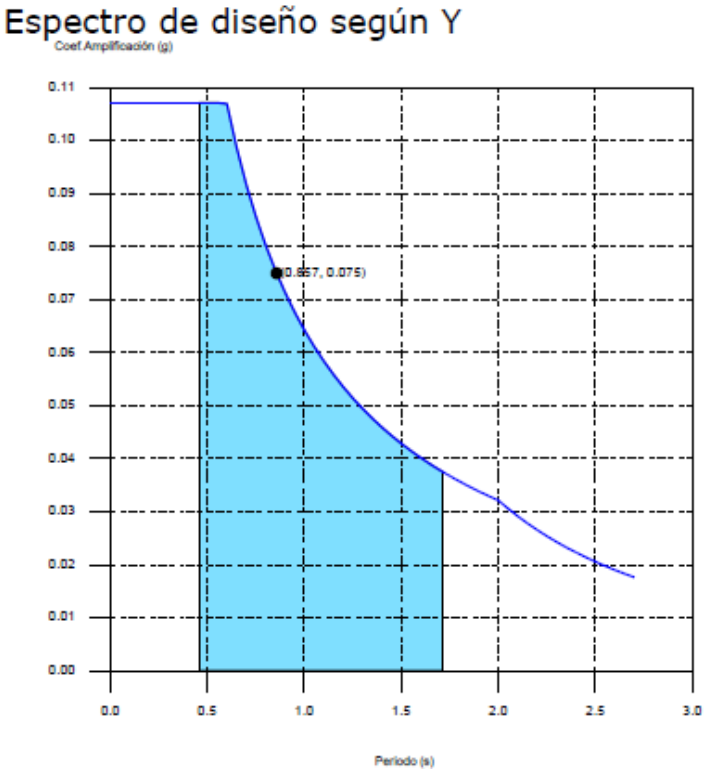
*Espectro de diseño según X*




***Nota:*** en la anterior figura se observa el espectro de diseño según X de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**Figura 34**

*Espectro de diseño según Y*




***Nota:*** en la anterior figura se observa el espectro de diseño según y de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

Se representa el rango de periodos abarcado por los modos estudiados, con indicación de los modos en losque se desplaza más del 30% de la masa:

**Tabla 23**

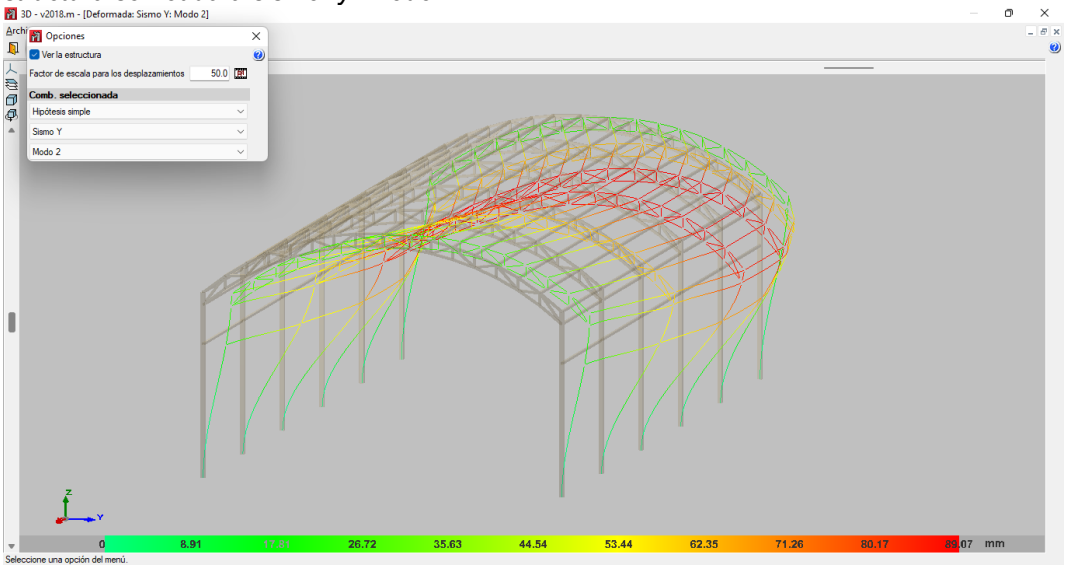
*Hipótesis Sismo X1 e Hipótesis Sismo Y*

| Hipótesis Sismo X1 | | | Hipótesis Sismo Y1 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Hipótesis modal** | **T (s)** | **A (g)** | **Hipótesis modal** | **T (s)** | **A (g)** |
| Modo 1 | 1.712 | 0.038 | Modo 2 | 0.857 | 0.075 |

***Nota.*** En la anterior tabla se observan las hipótesis Sismo X1 e Hipótesis Sismo Y de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**Figura 35**

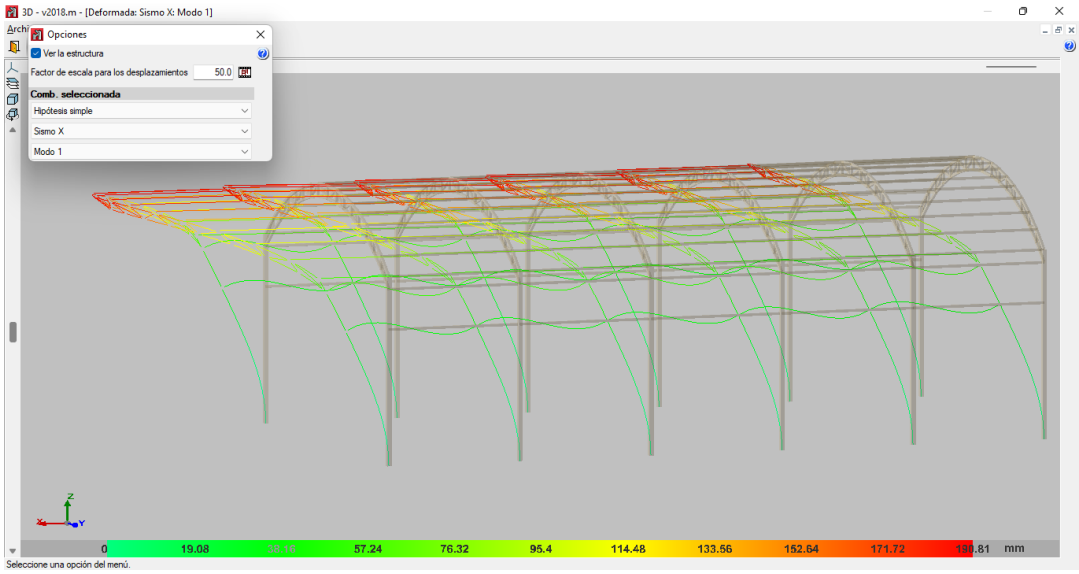
*Estructura sometida a sismo "y" modo 2*




***Nota:*** en la anterior figura se observa la estructura metálica sometida al sismo en la dirección y según el modo 2 en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**Figura 36**

*Estructura sometida a sismo "x" modo 1*




***Nota:*** en la anterior figura se observa la estructura metálica sometida al sismo en la dirección x según el modo 1 en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

### 4.1.6 MEMORIA DE CÁLCULO DE CIMENTACIONES

**Tabla 24**

*Descripción de zapatas aisladas*

| Referencias | Geometría | Armado |
|---|---|---|
| **N1, N3 y N189** | Zapata rectangular excéntrica<br>Ancho inicial X: 65.0 cm<br>Ancho inicial Y: 65.0 cm<br>Ancho final X: 65.0 cm Ancho final Y: 65.0 cm<br>Ancho zapata X: 130.0 cm<br>Ancho zapata Y: 130.0 cm<br>Altura: 85.0 cm | Sup X: 7Ø3/4"c/18<br>Sup Y: 7Ø3/4"c/18<br>Inf X: 7Ø3/4"c/18<br>Inf Y: 7Ø3/4"c/18 |
| **N4 y N228** | Zapata rectangular excéntrica<br>Ancho inicial X: 55.0 cm<br>Ancho inicial Y: 55.0 cm<br>Ancho final X: 55.0 cm Ancho final Y: 55.0 cm<br>Ancho zapata X: 110.0 cm<br>Ancho zapata Y: 110.0 cm<br>Altura: 85.0 cm | Sup X: 5Ø3/4"c/18<br>Sup Y: 3Ø1"c/30<br>Inf X: 5Ø3/4"c/18<br>Inf Y: 3Ø1"c/30 |
| **N5** | Zapata rectangular excéntrica<br>Ancho inicial X: 55.0 cm<br>Ancho inicial Y: 55.0 cm<br>Ancho final X: 55.0 cm Ancho final Y: 55.0 cm<br>Ancho zapata X: 110.0 cm<br>Ancho zapata Y: 110.0 cm<br>Altura: 85.0 cm | Sup X: 3Ø1"c/30<br>Sup Y: 5Ø3/4"c/18<br>Inf X: 3Ø1"c/30<br>Inf Y: 5Ø3/4"c/18 |
| **N6, N7 y N151** | Zapata rectangular excéntrica<br>Ancho inicial X: 65.0 cm<br>Ancho inicial Y: 65.0 cm<br>Ancho final X: 65.0 cm Ancho final Y: 65.0 cm<br>Ancho zapata X: 130.0 cm<br>Ancho zapata Y: 130.0 cm<br>Altura: 85.0 cm | Sup X: 7Ø3/4"c/18<br>Sup Y: 4Ø1"c/30<br>Inf X: 7Ø3/4"c/18<br>Inf Y: 4Ø1"c/30 |
| **N152 y N190** | Zapata rectangular excéntrica<br>Ancho inicial X: 65.0 cm<br>Ancho inicial Y: 65.0 cm<br>Ancho final X: 65.0 cm Ancho final Y: 65.0 cm<br>Ancho zapata X: 130.0 cm<br>Ancho zapata Y: 130.0 cm<br>Altura: 85.0 cm | Sup X: 4Ø1"c/30<br>Sup Y: 7Ø3/4"c/18<br>Inf X: 4Ø1"c/30<br>Inf Y: 7Ø3/4"c/18 |
| **N227** | Zapata rectangular excéntrica<br>Ancho inicial X: 55.0 cm<br>Ancho inicial Y: 55.0 cm<br>Ancho final X: 55.0 cm Ancho final Y: 55.0 cm<br>Ancho zapata X: 110.0 cm<br>Ancho zapata Y: 110.0 cm<br>Altura: 85.0 cm | Sup X: 5Ø3/4"c/18<br>Sup Y: 5Ø3/4"c/18<br>Inf X: 5Ø3/4"c/18<br>Inf Y: 5Ø3/4"c/18 |

***Nota.*** En la anterior tabla se observa la descripción de zapatas aisladas de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**Tabla 25**

*Metrado de Zapatas aisladas tipo 1*

| Referencias: N1, N3 y N189<br>Nombre de armado | | Grado 60<br>Ø3/4" | Total |
|---|---|---|---|
| **Parrilla inferior - Armado X** | Longitud (m) / Peso (kg) | 7x1.73<br>7x3.87 | **12.11**<br>**27.09** |
| **Parrilla inferior - Armado Y** | Longitud (m) / Peso (kg) | 7x1.73<br>7x3.87 | **12.11**<br>**27.09** |
| **Parrilla superior - Armado X** | Longitud (m) / Peso (kg) | 7x1.73<br>7x3.87 | **12.11**<br>**27.09** |
| **Parrilla superior - Armado Y** | Longitud (m) / Peso (kg) | 7x1.73<br>7x3.87 | **12.11**<br>**27.09** |
| **Totales** | Longitud (m) / Peso (kg) | 48.44<br>108.36 | **108.36** |
| **Total, con desperdicios (10.00%)** | **Longitud (m) / Peso (kg)** | **53.28**<br>**119.20** | **119.20** |

***Nota.*** En la anterior tabla se observa el metrado de zapatas aisladas tipo 1 de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**Tabla 26**

*Metrado de Zapatas aisladas tipo 2*

| Referencias: N4 y N228<br>Nombre de armado | | Grado 60<br>Ø3/4" | <br>Ø1" | Total |
|---|---|---|---|---|
| **Parrilla inferior - Armado X** | Longitud (m) / Peso (kg) | 5x1.53<br>5x3.42 | | **7.65**<br>**17.11** |
| **Parrilla inferior - Armado Y** | Longitud (m) / Peso (kg) | | 3x1.74<br>3x6.92 | **5.22**<br>**20.76** |
| **Parrilla superior - Armado X** | Longitud (m) / Peso (kg) | 5x1.53<br>5x3.42 | | **7.65**<br>**17.11** |
| **Parrilla superior - Armado Y** | Longitud (m) / Peso (kg) | | 3x1.74<br>3x6.92 | **5.22**<br>**20.76** |
| **Totales** | Longitud (m) / Peso (kg) | 15.30<br>34.22 | 10.44<br>41.52 | **75.74** |
| **Total, con desperdicios (10.00%)** | **Longitud (m) / Peso (kg)** | **16.83**<br>**37.64** | **11.48**<br>**45.67** | **83.31** |

***Nota.*** En la anterior tabla se observa el metrado de zapatas aisladas tipo 2 de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**Tabla 27**

*Metrado de Zapatas aisladas tipo 3*

| Referencia: N5<br>Nombre de armado | | Grado 60<br>Ø3/4" | <br>Ø1" | Total |
|---|---|---|---|---|
| **Parrilla inferior - Armado X** | Longitud (m) / Peso (kg) | | 3x1.74<br>3x6.92 | **5.22**<br>**20.76** |
| **Parrilla inferior - Armado Y** | Longitud (m) / Peso (kg) | 5x1.53<br>5x3.42 | | **7.65**<br>**17.11** |
| **Parrilla superior - Armado X** | Longitud (m) / Peso (kg) | | 3x1.74<br>3x6.92 | **5.22**<br>**20.76** |
| **Parrilla superior - Armado Y** | Longitud (m) / Peso (kg) | 5x1.53<br>5x3.42 | | **7.65**<br>**17.11** |
| **Totales** | Longitud (m) / Peso (kg) | 15.30<br>34.22 | 10.44<br>41.52 | **75.74** |
| **Total, con desperdicios (10.00%)** | **Longitud (m) / Peso (kg)** | **16.83**<br>**37.64** | **11.48**<br>**45.67** | **83.31** |

***Nota.*** En la anterior tabla se observa el metrado de zapatas aisladas tipo 3 de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**Tabla 28**

*Metrado de Zapatas aisladas tipo 4*

| Referencias: N6, N7 y N151 | | Grado 60 | | Total |
|---|---|---|---|---|
| Nombre de armado | | Ø3/4" | Ø1" | |
| **Parrilla inferior - Armado X** | Longitud (m) / Peso (kg) | 7x1.73<br>7x3.87 | | **12.11**<br>**27.09** |
| **Parrilla inferior - Armado Y** | Longitud (m) / Peso (kg) | | 4x1.94<br>4x7.72 | **7.76**<br>**30.87** |
| **Parrilla superior - Armado X** | Longitud (m) / Peso (kg) | 7x1.73<br>7x3.87 | | **12.11**<br>**27.09** |
| **Parrilla superior - Armado Y** | Longitud (m) / Peso (kg) | | 4x1.94<br>4x7.72 | **7.76**<br>**30.87** |

***Nota.*** En la anterior tabla se observa el metrado de zapatas aisladas tipo 4 de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**Tabla 29**

*Metrado de Zapatas aisladas tipo 5*

| Referencias: N6, N7 y N151 | | Grado 60 | | Total |
|---|---|---|---|---|
| Nombre de armado | | Ø3/4" | Ø1" | |
| **Totales** | Longitud (m) / Peso (kg) | 24.22<br>54.18 | 15.52<br>61.74 | **115.92** |
| **Total, con desperdicios (10.00%)** | **Longitud (m) / Peso (kg)** | **26.64**<br>**59.60** | **17.07**<br>**67.91** | **127.51** |

***Nota.*** En la anterior tabla se observa el metrado de zapatas aisladas tipo 5 de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**Tabla 30**

*Metrado de Zapatas aisladas tipo 6*

| Referencias: N152 y N190 | | Grado 60 | | Total |
|---|---|---|---|---|
| Nombre de armado | | Ø3/4" | Ø1" | |
| **Parrilla inferior - Armado X** | Longitud (m) / Peso (kg) | | 4x1.94<br>4x7.72 | **7.76**<br>**30.87** |
| **Parrilla inferior - Armado Y** | Longitud (m) / Peso (kg) | 7x1.73<br>7x3.87 | | **12.11**<br>**27.09** |
| **Parrilla superior - Armado X** | Longitud (m) / Peso (kg) | | 4x1.94<br>4x7.72 | **7.76**<br>**30.87** |
| **Parrilla superior - Armado Y** | Longitud (m) / Peso (kg) | 7x1.73<br>7x3.87 | | **12.11**<br>**27.09** |
| **Totales** | Longitud (m) / Peso (kg) | 24.22<br>54.18 | 15.52<br>61.74 | **115.92** |
| **Total, con desperdicios (10.00%)** | **Longitud (m) / Peso (kg)** | **26.64**<br>**59.60** | **17.07**<br>**67.91** | **127.51** |

***Nota.*** En la anterior tabla se observa el metrado de zapatas aisladas tipo 6 de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**Tabla 31**

*Metrado de Zapatas aisladas tipo 7*

| Referencia: N227 | | Grado 60 | Total |
|---|---|---|---|
| Nombre de armado | | Ø3/4" | |
| **Parrilla inferior - Armado X** | Longitud (m) / Peso (kg) | 5x1.53<br>5x3.42 | **7.65**<br>**17.11** |
| **Parrilla inferior - Armado Y** | Longitud (m) / Peso (kg) | 5x1.53<br>5x3.42 | **7.65**<br>**17.11** |
| **Parrilla superior - Armado X** | Longitud (m) / Peso (kg) | 5x1.53<br>5x3.42 | **7.65**<br>**17.11** |
| **Parrilla superior - Armado Y** | Longitud (m) / Peso (kg) | 5x1.53<br>5x3.42 | **7.65**<br>**17.11** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Totales** | Longitud (m) / Peso (kg) | 30.60<br>68.44 | **68.44** |
| **Total, con desperdicios (10.00%)** | **Longitud (m) / Peso (kg)** | **33.66**<br>**75.28** | **75.28** |

***Nota.*** En la anterior tabla se observa el metrado de zapatas aisladas tipo 7 de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**Tabla 32**

*Resumen de cómputo (se incluyen desperdicios de acero)*

| | Grado 60 (kg) | | | Hormigón (m³) | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Elemento** | **Ø3/4"** | **Ø1"** | **Total** | **f'c=210** | **Limpieza** |
| **Referencias: N1, N3 y N189** | 3x119.20 | | 357.60 | 3x1.44 | 3x0.17 |
| **Referencias: N4 y N228** | 2x37.64 | 2x45.67 | 166.62 | 2x1.03 | 2x0.12 |
| **Referencia: N5** | 37.64 | 45.67 | 83.31 | 1.03 | 0.12 |
| **Referencias: N6, N7 y N151** | 3x59.60 | 3x67.91 | 382.53 | 3x1.44 | 3x0.17 |
| **Referencias: N152 y N190** | 2x59.60 | 2x67.91 | 255.02 | 2x1.44 | 2x0.17 |
| **Referencia: N227** | 75.28 | | 75.28 | 1.03 | 0.12 |
| **Totales** | **843.80** | **476.56** | **1320.36** | **15.61** | **1.84** |

***Nota.*** En la anterior tabla se observa el resumen del metrado de las zapatas aisladas de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**Tabla 33**

*Comprobación de diseño de las zapatas aisladas*

| **Comprobación** | **Valores** | **Estado** |
|---|---|---|
| **Referencia: N1**<br>**Dimensiones: 130 x 130 x 85**<br>**Armados: Xi: Ø3/4" c/18 Yi: Ø3/4" c/18 Xs: Ø3/4" c/18 Ys: Ø3/4" c/18** | | |
| **Tensiones sobre el terreno:** | | |
| Tensión media en situaciones persistentes: | Máximo: 4 kp/cm²<br>Calculado: 0.66 kp/cm² | **OK** |
| Tensión media en situaciones accidentales sísmicas: | Máximo: 4 kp/cm²<br>Calculado: 1.059 kp/cm² | **OK** |
| Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: | Máximo: 5 kp/cm²<br>Calculado: 1.321 kp/cm² | **OK** |
| Tensión máxima en situaciones persistentes con viento: | Máximo: 5 kp/cm²<br>Calculado: 1.321 kp/cm² | **OK** |
| Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas: | Máximo: 5 kp/cm²<br>Calculado: 2.12 kp/cm² | **OK** |
| Vuelco de la zapata — En dirección X: | Reserva de seguridad: 582.4 % | **OK** |
| Vuelco de la zapata — En dirección Y: | Reserva de seguridad: 18.8 % | **OK** |
| Flexión en la zapata — En dirección X: | Momento: 0.60 t·m | **OK** |
| Flexión en la zapata — En dirección Y: | Momento: 2.74 t·m | **OK** |
| Cortante en la zapata — En dirección X: | Cortante: 0.00 t | **OK** |
| Cortante en la zapata — En dirección Y: | Cortante: 0.00 t | **OK** |
| Compresión oblicua en la zapata — situaciones persistentes: | Máximo: 630 t/m²<br>Calculado: 5.31 t/m² | **OK** |
| Compresión oblicua en la zapata — situaciones accidentales sísmicas: | Máximo: 630 t/m²<br>Calculado: 4.35 t/m² | **OK** |
| Altura mínima (Capítulo 15.7, norma NTE E.060:2009): | Mínimo: 36 cm<br>Calculado: 85 cm | **OK** |
| Espacio para anclar arranques en fundación: | Mínimo: 75 cm<br>Calculado: 77 cm | **OK** |
| **Cuantía geométrica mínima (Capítulo 7.12, norma NTE E.060:2009):** | | |
| Armado inferior dirección X: | Mínimo: 0.0018 | **OK** |

| | | |
|---|---|---|
| | Calculado: 0.0019 | |
| Armado superior dirección X: | Mínimo: 0.0018<br>Calculado: 0.0019 | **OK** |
| Armado inferior dirección Y: | Mínimo: 0.0018<br>Calculado: 0.0019 | **OK** |
| Armado superior dirección Y: | Mínimo: 0.0018<br>Calculado: 0.0019 | **OK** |
| **Diámetro mínimo de las barras:** | | |
| Parrilla inferior: | Mínimo: 10 mm<br>Calculado: 19.05 mm | **OK** |
| Parrilla superior: | Mínimo: 10 mm<br>Calculado: 19.05 mm | **OK** |
| **Separación máxima entre barras:** | | |
| Armado inferior dirección X: | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 18 cm | **OK** |
| Armado inferior dirección Y: | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 18 cm | **OK** |
| Armado superior dirección X: | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 18 cm | **OK** |
| Armado superior dirección Y: | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 18 cm | **OK** |
| **Separación mínima entre barras:** | | |
| Armado inferior dirección X: | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 18 cm | **OK** |
| Armado inferior dirección Y: | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 18 cm | **OK** |
| Armado superior dirección X: | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 18 cm | **OK** |
| Armado superior dirección Y: | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 18 cm | **OK** |
| **Longitud de anclaje:** | | |
| Armado inf. dirección X hacia der: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección X hacia izq: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección Y hacia arriba: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección X hacia der: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección X hacia izq: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección Y hacia arriba: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| **Longitud mínima de los ganchos:** | | |
| Armado inf. dirección X hacia der: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección X hacia izq: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección Y hacia arriba: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección X hacia der: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección X hacia izq: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |

| | | |
|---|---|---|
| Armado sup. dirección Y hacia arriba: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| **Tensión máxima en la armadura para limitar la fisuración:** | | |
| Armado inferior dirección X: | Máximo: 2520 kp/cm²<br>Calculado: 17.02 kp/cm² | **OK** |
| Armado inferior dirección Y: | Máximo: 2520 kp/cm²<br>Calculado: 58.98 kp/cm² | **OK** |
| Armado superior dirección X: | Máximo: 2520 kp/cm²<br>Calculado: 0 kp/cm² | **OK** |
| Armado superior dirección Y: | Máximo: 2520 kp/cm²<br>Calculado: 20.95 kp/cm² | **OK** |

**Se cumplen todas las comprobaciones**
**Referencia: N3**
**Dimensiones: 130 x 130 x 85**
**Armados: Xi: Ø3/4" c/18 Yi: Ø3/4" c/18 Xs: Ø3/4" c/18 Ys: Ø3/4" c/18**

| | | |
|---|---|---|
| **Tensiones sobre el terreno:** | | |
| Tensión media en situaciones persistentes: | Máximo: 4 kp/cm²<br>Calculado: 0.642 kp/cm² | **OK** |
| Tensión media en situaciones accidentales sísmicas: | Máximo: 4 kp/cm²<br>Calculado: 0.891 kp/cm² | **OK** |
| Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: | Máximo: 5 kp/cm²<br>Calculado: 1.285 kp/cm² | **OK** |
| Tensión máxima en situaciones persistentes con viento: | Máximo: 5 kp/cm²<br>Calculado: 1.285 kp/cm² | **OK** |
| Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas: | Máximo: 5 kp/cm²<br>Calculado: 1.783 kp/cm² | **OK** |
| Vuelco de la zapata — En dirección X: | Reserva de seguridad:<br>583.7 % | **OK** |
| Vuelco de la zapata — En dirección Y: | Reserva de seguridad:<br>27.9 % | **OK** |
| Flexión en la zapata — En dirección X: | Momento: 0.60 t·m | **OK** |
| Flexión en la zapata — En dirección Y: | Momento: 2.43 t·m | **OK** |
| Compresión oblicua en la zapata — situaciones persistentes: | Máximo: 630 t/m²<br>Calculado: 5.31 t/m² | **OK** |
| Compresión oblicua en la zapata — situaciones accidentales sísmicas: | Máximo: 630 t/m²<br>Calculado: 4.32 t/m² | **OK** |
| Altura mínima (Capítulo 15.7, norma NTE E.060:2009): | Mínimo: 36 cm<br>Calculado: 85 cm | **OK** |
| Espacio para anclar arranques en fundación: | Mínimo: 75 cm<br>Calculado: 77 cm | **OK** |
| **Cuantía geométrica mínima (Capítulo 7.12, norma NTE E.060:2009):** | | |
| Armado inferior dirección X: | Mínimo: 0.0018<br>Calculado: 0.0019 | **OK** |
| Armado superior dirección X: | Mínimo: 0.0018<br>Calculado: 0.0019 | **OK** |
| Armado inferior dirección Y: | Mínimo: 0.0018<br>Calculado: 0.0019 | **OK** |
| Armado superior dirección Y: | Mínimo: 0.0018<br>Calculado: 0.0019 | **OK** |
| **Diámetro mínimo de las barras:** | | |
| Parrilla inferior: | Mínimo: 10 mm<br>Calculado: 19.05 mm | **OK** |
| Parrilla superior: | Mínimo: 10 mm<br>Calculado: 19.05 mm | **OK** |
| **Separación máxima entre barras:** | | |
| Armado inferior dirección X: | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 18 cm | **OK** |
| Armado inferior dirección Y: | Máximo: 30 cm | **OK** |

| | | |
|---|---|---|
| | Calculado: 18 cm | |
| Armado superior dirección X: | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 18 cm | **OK** |
| Armado superior dirección Y: | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 18 cm | **OK** |
| **Separación mínima entre barras:** | | |
| Armado inferior dirección X: | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 18 cm | **OK** |
| Armado inferior dirección Y: | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 18 cm | **OK** |
| Armado superior dirección X: | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 18 cm | **OK** |
| Armado superior dirección Y: | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 18 cm | **OK** |
| **Longitud de anclaje:** | | |
| Armado inf. dirección X hacia der: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección X hacia izq: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección Y hacia arriba: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección X hacia der: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección X hacia izq: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección Y hacia arriba: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| **Longitud mínima de los ganchos:** | | |
| Armado inf. dirección X hacia der: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección X hacia izq: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección Y hacia arriba: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección X hacia der: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección X hacia izq: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección Y hacia arriba: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| **Tensión máxima en la armadura para limitar la fisuración:** | | |
| Armado inferior dirección X: | Máximo: 2520 kp/cm²<br>Calculado: 17.02 kp/cm² | **OK** |
| Armado inferior dirección Y: | Máximo: 2520 kp/cm²<br>Calculado: 57.86 kp/cm² | **OK** |
| Armado superior dirección X: | Máximo: 2520 kp/cm²<br>Calculado: 0 kp/cm² | **OK** |
| Armado superior dirección Y: | Máximo: 2520 kp/cm²<br>Calculado: 20.5 kp/cm² | **OK** |

**Se cumplen todas las comprobaciones**
**Referencia: N4**
**Dimensiones: 110 x 110 x 85**

**Armados: Xi: Ø3/4" c/18 Yi: Ø1" c/30 Xs: Ø3/4" c/18 Ys: Ø1" c/30**

| | | |
|---|---|---|
| **Tensiones sobre el terreno:** | | |
| Tensión media en situaciones persistentes: | Máximo: 4 kp/cm²<br>Calculado: 0.611 kp/cm² | **OK** |
| Tensión media en situaciones accidentales sísmicas: | Máximo: 4 kp/cm²<br>Calculado: 0.895 kp/cm² | **OK** |
| Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: | Máximo: 5 kp/cm²<br>Calculado: 1.224 kp/cm² | **OK** |
| Tensión máxima en situaciones persistentes con viento: | Máximo: 5 kp/cm²<br>Calculado: 1.224 kp/cm² | **OK** |
| Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas: | Máximo: 5 kp/cm²<br>Calculado: 1.792 kp/cm² | **OK** |
| Vuelco de la zapata — En dirección X: | Reserva de seguridad: 317.9 % | **OK** |
| Vuelco de la zapata — En dirección Y: | Reserva de seguridad: 19.8 % | **OK** |
| Flexión en la zapata — En dirección X: | Momento: 0.34 t·m | **OK** |
| Flexión en la zapata — En dirección Y: | Momento: 1.31 t·m | **OK** |
| Cortante en la zapata — En dirección X: | Cortante: 0.00 t | **OK** |
| Cortante en la zapata — En dirección Y: | Cortante: 0.00 t | **OK** |
| Compresión oblicua en la zapata — situaciones persistentes: | Máximo: 630 t/m²<br>Calculado: 3.02 t/m² | **OK** |
| Compresión oblicua en la zapata — situaciones accidentales sísmicas: | Máximo: 630 t/m²<br>Calculado: 2.49 t/m² | **OK** |
| Altura mínima (Capítulo 15.7, norma NTE E.060:2009): | Mínimo: 36 cm<br>Calculado: 85 cm | **OK** |
| Espacio para anclar arranques en fundación: | Mínimo: 75 cm<br>Calculado: 76 cm | **OK** |
| **Cuantía geométrica mínima (Capítulo 7.12, norma NTE E.060:2009):** | | |
| Armado inferior dirección X: | Mínimo: 0.0018<br>Calculado: 0.0019 | **OK** |
| Armado superior dirección X: | Mínimo: 0.0018<br>Calculado: 0.0019 | **OK** |
| Armado inferior dirección Y: | Mínimo: 0.0018<br>Calculado: 0.002 | **OK** |
| Armado superior dirección Y: | Mínimo: 0.0018<br>Calculado: 0.002 | **OK** |
| **Diámetro mínimo de las barras:** | | |
| Parrilla inferior: | Mínimo: 10 mm<br>Calculado: 19.05 mm | **OK** |
| Parrilla superior: | Mínimo: 10 mm<br>Calculado: 19.05 mm | **OK** |
| **Separación máxima entre barras:** | | |
| Armado inferior dirección X: | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 18 cm | **OK** |
| Armado inferior dirección Y: | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado superior dirección X: | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 18 cm | **OK** |
| Armado superior dirección Y: | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| **Separación mínima entre barras:** | | |
| Armado inferior dirección X: | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 18 cm | **OK** |
| Armado inferior dirección Y: | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado superior dirección X: | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 18 cm | **OK** |
| Armado superior dirección Y: | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |

**Longitud de anclaje:**

| | | |
|---|---|---|
| Armado inf. dirección X hacia der: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección X hacia izq: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección Y hacia arriba: | Mínimo: 41 cm<br>Calculado: 41 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 41 cm<br>Calculado: 41 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección X hacia der: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección X hacia izq: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección Y hacia arriba: | Mínimo: 41 cm<br>Calculado: 41 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 41 cm<br>Calculado: 41 cm | **OK** |

**Longitud mínima de los ganchos:**

| | | |
|---|---|---|
| Armado inf. dirección X hacia der: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección X hacia izq: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección Y hacia arriba: | Mínimo: 41 cm<br>Calculado: 41 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 41 cm<br>Calculado: 41 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección X hacia der: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección X hacia izq: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección Y hacia arriba: | Mínimo: 41 cm<br>Calculado: 41 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 41 cm<br>Calculado: 41 cm | **OK** |

**Tensión máxima en la armadura para limitar la fisuración:**

| | | |
|---|---|---|
| Armado inferior dirección X: | Máximo: 2520 kp/cm²<br>Calculado: 9.22 kp/cm² | **OK** |
| Armado inferior dirección Y: | Máximo: 2520 kp/cm²<br>Calculado: 29.87 kp/cm² | **OK** |
| Armado superior dirección X: | Máximo: 2520 kp/cm²<br>Calculado: 0 kp/cm² | **OK** |
| Armado superior dirección Y: | Máximo: 2520 kp/cm²<br>Calculado: 11.82 kp/cm² | **OK** |

**Se cumplen todas las comprobaciones**

**Referencia: N5**

**Dimensiones: 110 x 110 x 85**

**Armados: Xi: Ø1" c/30 Yi: Ø3/4" c/18 Xs: Ø1" c/30 Ys: Ø3/4" c/18**

**Tensiones sobre el terreno:**

| | | |
|---|---|---|
| Tensión media en situaciones persistentes: | Máximo: 4 kp/cm²<br>Calculado: 0.611 kp/cm² | **OK** |
| Tensión media en situaciones accidentales sísmicas: | Máximo: 4 kp/cm²<br>Calculado: 0.895 kp/cm² | **OK** |
| Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: | Máximo: 5 kp/cm²<br>Calculado: 1.224 kp/cm² | **OK** |
| Tensión máxima en situaciones persistentes con viento: | Máximo: 5 kp/cm²<br>Calculado: 1.224 kp/cm² | **OK** |
| Tensión máxima en situaciones accidentales sísmicas: | Máximo: 5 kp/cm²<br>Calculado: 1.792 kp/cm² | **OK** |
| Vuelco de la zapata — En dirección X: | Reserva de seguridad:<br>318.8 % | **OK** |

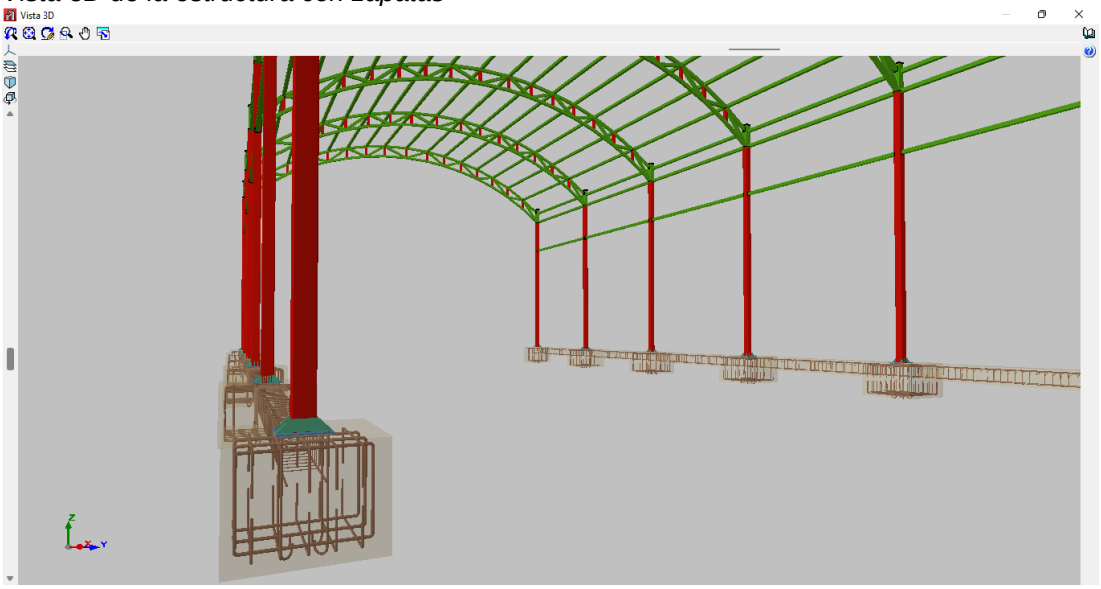
| | | |
|---|---|---|
| Vuelco de la zapata — En dirección Y: | Reserva de seguridad: 19.8 % | **OK** |
| Flexión en la zapata — En dirección X: | Momento: 0.34 t·m | **OK** |
| Flexión en la zapata — En dirección Y: | Momento: 1.31 t·m | **OK** |
| Cortante en la zapata — En dirección X: | Cortante: 0.00 t | **OK** |
| Cortante en la zapata — En dirección Y: | Cortante: 0.00 t | **OK** |
| Compresión oblicua en la zapata — situaciones persistentes: | Máximo: 630 t/m²<br>Calculado: 3.02 t/m² | **OK** |
| Compresión oblicua en la zapata — situaciones accidentales sísmicas: | Máximo: 630 t/m²<br>Calculado: 2.49 t/m² | **OK** |
| Altura mínima (Capítulo 15.7, norma NTE E.060:2009): | Mínimo: 36 cm<br>Calculado: 85 cm | **OK** |
| Espacio para anclar arranques en fundación: | Mínimo: 75 cm<br>Calculado: 76 cm | **OK** |
| **Cuantía geométrica mínima (Capítulo 7.12, norma NTE E.060:2009):** | | |
| Armado inferior dirección X: | Mínimo: 0.0018<br>Calculado: 0.002 | **OK** |
| Armado superior dirección X: | Mínimo: 0.0018<br>Calculado: 0.002 | **OK** |
| Armado inferior dirección Y: | Mínimo: 0.0018<br>Calculado: 0.0019 | **OK** |
| Armado superior dirección Y: | Mínimo: 0.0018<br>Calculado: 0.0019 | **OK** |
| **Diámetro mínimo de las barras:** | | |
| Parrilla inferior: | Mínimo: 10 mm<br>Calculado: 19.05 mm | **OK** |
| Parrilla superior: | Mínimo: 10 mm<br>Calculado: 19.05 mm | **OK** |
| **Separación máxima entre barras:** | | |
| Armado inferior dirección X: | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado inferior dirección Y: | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 18 cm | **OK** |
| Armado superior dirección X: | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado superior dirección Y: | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 18 cm | **OK** |
| **Separación mínima entre barras:** | | |
| Armado inferior dirección X: | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado inferior dirección Y: | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 18 cm | **OK** |
| Armado superior dirección X: | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado superior dirección Y: | Mínimo: 10 cm<br>Calculado: 18 cm | **OK** |
| **Longitud de anclaje:** | | |
| Armado inf. dirección X hacia der: | Mínimo: 41 cm<br>Calculado: 41 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección X hacia izq: | Mínimo: 41 cm<br>Calculado: 41 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección Y hacia arriba: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección X hacia der: | Mínimo: 41 cm<br>Calculado: 41 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección X hacia izq: | Mínimo: 41 cm<br>Calculado: 41 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección Y hacia arriba: | Mínimo: 30 cm | **OK** |

| | | |
|---|---|---|
| | Calculado: 30 cm | |
| Armado sup. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| **Longitud mínima de los ganchos:** | | |
| Armado inf. dirección X hacia der: | Mínimo: 41 cm<br>Calculado: 41 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección X hacia izq: | Mínimo: 41 cm<br>Calculado: 41 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección Y hacia arriba: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado inf. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección X hacia der: | Mínimo: 41 cm<br>Calculado: 41 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección X hacia izq: | Mínimo: 41 cm<br>Calculado: 41 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección Y hacia arriba: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| Armado sup. dirección Y hacia abajo: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **OK** |
| **Tensión máxima en la armadura para limitar la fisuración:** | | |
| Armado inferior dirección X: | Máximo: 2520 kp/cm²<br>Calculado: 7.85 kp/cm² | **OK** |
| Armado inferior dirección Y: | Máximo: 2520 kp/cm²<br>Calculado: 35.09 kp/cm² | **OK** |
| Armado superior dirección X: | Máximo: 2520 kp/cm²<br>Calculado: 0 kp/cm² | **OK** |
| Armado superior dirección Y: | Máximo: 2520 kp/cm²<br>Calculado: 13.89 kp/cm² | **OK** |
| **Se cumplen todas las comprobaciones** | | |

***Nota.*** En la anterior tabla se observa la comprobación de diseño de las zapatas aisladas de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 37**

*Vista 3D de la estructura con zapatas*




***Nota:*** en la anterior figura se observa la vista 3D de la estructura con zapatas de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

**Figura 38**
*Detalles de la cimentación*

***Nota:*** en la anterior figura se observa los detalles de las zapatas de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

## 4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

La presente tesis tuvo como hipótesis general “El uso del software CYPE 3D mejora el modelamiento, análisis y diseño de una nave industrial, Pillco Marca - Huánuco -2022.”

La cual se llegó a demostrar al largo de todo el desarrollo de la tesis, ya que el empleo del software CYPE 3D mejora tanto el análisis estructural, como también mejora el diseño de los elementos estructurales y también exportar dichos planos para poder imprimirlos y presentarlos en el expediente técnico del proyecto. Este software emplea la norma peruana para el análisis y diseño con el cual se realizó el diseño de la estructura optimizando los elementos estructurales los cuales fueron verificados por medio del programa. Ya que siguiendo los lineamientos de la norma E.090 para estructuras metálicas y los parámetros sísmicos establecidos por la norma E.030 para diseñar la resistencia sísmica, se concluye que la estructura es segura porque para la resistencia establecida se limitan todos los elementos de la estructura y sus conexiones se diseñan de acuerdo con el método de cálculo del factor de carga y resistencia (LRFD), asegurando que la resistencia requerida (Ru) sea menor o igual a la resistencia de diseño ($Ru \leq \phi Rn$). Además, frente a cargas laterales como sismos o terremotos, el edificio es confiable porque la deriva estructural máxima en las dos direcciones "X" e "Y" es 0.004, mucho menor

que el límite que establece la norma E 030 diseño sismorresistente para estructura de acero el cual es 0,010. Para estados límite de usabilidad o servicio, la estructura sigue siendo funcional porque se han verificado deflexiones y grietas en partes de la estructura, dentro de los rangos permisibles establecidos.

**Tabla 34**

*Deriva máxima de piso*

| | |
|---|---|
| **Deriva X-X** | **0.0039** |
| **Deriva Y-Y** | 0.0032 |

***Nota.*** En la anterior tabla se observan las derivas máximas de la estructura metálica en el software CYPE 3D para el diseño de la nave industrial.

Vemos que las derivas en cada dirección cumplen así que el análisis es correcto.

# CAPÍTULO V
# DISCUSIÓN DE RESULTADOS

## 5.1. PRESENTAR LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Para este ítem se evaluara lo que es los resultados obtenidos por otros autores, pero debido a que nuestra tesis tiene un nivel explicativo y se pudo explicar de manera clara como el software CYPE mejoro el análisis y diseño de la nave industrial, otro punto a tener en cuenta es que realizar la comparación con otros autores referente a este software fue dificultoso ya que este software no es muy empleado como los software ETABS y SAP2000 para el diseño y por ello las contratación de los resultados se enfocara en discutir como el empleo de software mejora el diseño de manera general.

Según Camacuari (2022), en dicho trabajo se analizó las armaduras mediante el programa SAP2000V bajo diferentes combinaciones de cargas estructurales establecidas en la RNE, en donde se pudo obtener que el programa es de fácil manejo y también interpretación de los datos, pero el tesista tuvo que verificar distintos vigas de alma abierta por ende se tuvo que realizar varias comprobaciones de diseño de manera manual o tradicional dando como resultado que las secciones planteadas cumplen con las comprobaciones de diseño, en la investigación se obtuvo como resultados que la deriva inelástica calcula según el software SAP2000 en la dirección x-x una deriva de 0.0058 y en la dirección y una deriva 0.0064.

En la tesis se empleó el software CYPE 3D, aunque no es tan conocido como el software SAP2000 este software presenta más beneficios para el diseño de estructuras metálicas ya que no solo analiza los elementos estructurales sino que también realiza el diseño de los elementos según la norma LRFD y también las uniones de soldadura, lo cual no se verifico en la tesis de Camacuari, dándonos como resultados que este software es más versátil y además nos brinda el ploteo de los elementos de manera detallada ahorrándonos tiempo que podemos emplearlo para la memoria de cálculo y otros procesos de las gestión del proyecto, en la investigación se obtuvo como resultados que la deriva inelástica calcula según el software CYPE 3D en la dirección x-x una deriva de 0.0088 y en la dirección y una deriva 0.0084.

Diaz (2019), en su tesis se realizó el diseño exacto de elementos estructurales de la casa industrial a través de características geométricas y mecánicas; se analizó la estructura de acuerdo a varias consideraciones de carga estática y dinámica de acuerdo a los requerimientos del plano, la configuración estructural de la nave industrial propuesta, luego se realizaron las vigas carril con las características de la carga en movimiento que requiere la grúa para actuar todo esto se realizó empleando el programa SAP2000, en donde de igual manera que el anterior caso el software solo te ofrece los resultados de análisis de manera monótona y no es tan versátil como el empleo del software CYPE 3D, en la investigación se obtuvo como resultados que la deriva inelástica calcula según el software SAP2000 en la dirección x-x una deriva de 0.0091 y en la dirección y una deriva 0.0064.

# CONCLUSIONES

- Los criterios que se han sugerido para lograr una configuración estructural adecuada son: 1) Proporcionar una buena rigidez lateral a la estructura tanto en la dirección "X" como en la "Y", en la dirección "X" mediante el uso de soportes apoyados con una cobertura curva y en la dirección "Y" mediante uso de pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF), 2) Los elementos estructurales se han dispuesto simétricamente tanto en el suelo como en elevación para evitar la influencia de la fuerza de torsión y 3) Se respetó la arquitectura original propuesta. .
- El tipo de sistema de estructura de acero garantiza un mejor desempeño según la norma E.030 para diseño sísmico, por estar en la zona 2 y pertenece a la clase A2 como sistema estructural " Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF) ".
- Tipo de cimentación que mejor se adapta al tipo y tecnología del edificio, interactuando con la estructura estructural de la superestructura, proporcionando una mejor distribución de la presión del suelo debido a la carga en la base del pilar, y se regula de acuerdo con las propiedades del suelo, que es una cimentación con zapatas aisladas.
- Se concluye que, al realizar el resumen teórico del diseño de componentes estructurales de edificaciones de acero, presentado en el capítulo II “marco teórico”, se han reforzado los conocimientos relacionados con el diseño y aplicaciones estructurales de edificaciones de acero. Esto se convertirá en una herramienta útil para autores y estudiantes de posgrado que elegirán futuras líneas de investigación a partir de esta tesis.

# RECOMENDACIONES

- Para nuestro diseño estructural, no debe haber demasiados elementos estructurales diferentes, de esta manera se agiliza el proceso constructivo.
- Al modelar un edificio en 3D y asignar propiedades a los elementos estructurales, verifique que las unidades estén en el mismo sistema de unidades.
- A la hora de diseñar elementos estructurales, los datos obtenidos por el programa de diseño deben comprobarse al menos dos veces, ya que en algunos casos se ha observado que los datos cambian cada vez que se ejecuta el programa CYPE.
- El mejor diseño es posible siempre que se trabaje con dos tipos de modelos estructurales, comparando su comportamiento entre sí.
- Procurar que las posiciones de las pilas estén espaciadas, siempre que esto no afecte la estructura del edificio para optimizar el uso del espacio.
- Una vez encontrada la cantidad necesaria para nuestro elemento, se debe utilizar el mínimo número de barras posible para que el montaje de los elementos sea más rápido en obra.
- Durante el proceso de selección de cimientos, trate de usar los cimientos antes de verter los cimientos, por supuesto, si nuestra investigación del suelo lo permite, de esta manera puede ahorrar el costo de construcción.

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ACI. (2006). *Code requirements for environmental engineering concrete structures and commentary.* EEUU: American Concrete Institute.

Balestrini Acuña, M. (1997). *Como se Elabora el Proyecto de Investigación.* Caracas, Venezuela: Bl Consultores Asociados.

bookcivil. (2020, Julio). *La web del ingeniero civil*. Retrieved from La web del ingeniero civil: https://bookcivil.com/

Boroschek, R. (2009). *Dinamica avanzada de estructural.* Santiago-Chile: Universidad de Chile.

Cabanillas Cerdán, L. (2021). *Diseño sismo resistente de una nave industrial a dos aguas de acuerdo al R.N.E para un almacén de la empresa INDUPAC ubicada en la ciudad de Chiclayo.* TRUJILLO – PERU: UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO.

Camacuari Suárez, L. D. (2021). *Análisis de una nave industrial de acero estructural con diferentes tipos de vigas de alma hueca ubicado en el distrito de Lurín.* Lima-Perú: UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS.

Concepto.pe. (2021). *Concepto.pe*. Retrieved from https://concepto.de/

Cype. (2021, agosto). *CYPE 3D*. Retrieved from CYPE 3D: https://www.cype.pe/estructuras/cype3d/

Diaz Felices, T. (2019). *Análisis y diseño estructural de una nave industrial con puente grúa en el distrito de Talara, provincia de Piura – año 2019.* LIMA-PERÚ: Universidad Ricardo Palma.

Hernández Sampieri, R., Baptista, P., & Fernández, C. (2010). *Metodología de la investigación.* Mexico: McGraw-Hill.

Hernandez, R. F. (2014). *Metodología de la Investigación. (6ta ed.).* México D.F: McGraw-Hill.

IGP. (2021). *Instituto Geofísico del Perú*. Retrieved from Instituto Geofísico del Perú: https://www.gob.pe/igp

Martin Navarro, C. (2017). *Proyecto estructural de construcción de nave industrial de 4300 m2 para almacenamiento de agua embotellada para la empresa -aguas de Chovar.* Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Pigueave Miranda, L. (2021). *Análisis y diseño estructural de una nave Industrial para la cancha de uso múltiple de la Universidad Estatal Del Sur De Manabí utilizando el software SAP2000.* MANABI – ECUADOR: UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ.

RNE. (2019). *NORMA E.020.* Retrieved from NORMA E.020: https://ww3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/50%20E.020%20CARGAS.pdf

RNE. (2019). *NORMA E.030.* Retrieved from NORMA E.030: http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/51%20E.030%20DISENO%20SISMORRESISTENTE.pdf

RNE. (2019). *NORMA E.060*. Retrieved from NORMA E.060: http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf

RNE. (2019). *NORMA E.090*. Retrieved from NORMA E.090: https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf

Salinas, R. (2001). *curso de segúnda especializacion de ingenieria sismorresistente.* Lima-Perú: Universidad Nacional de Ingenieria.

San Bartolome Ramos, A. F. (1998). *Analisis de edificios.* Lima: Pontifica Universidad Catolica del Perú.

Tamayo y Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica.* Limusa.

Velasco Medina, D. J. (2019). *Diseño de una nave industrial para los talleres de la facultad de ciencias de la ingeniería en la finca experimental la María.* Quevedo – Los Ríos – Ecuador: Universidad Técnica Estatal De Quevedo.

**COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Gomez Escandon, H. A. (2025). *Modelamiento y análisis estructural para el diseño de una nave industrial con Cype 3d, Pillco Marca - Huánuco - 2022* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. http://

# ANEXOS

# ANEXO N°1
# MATRIZ DE CONSISTENCIA

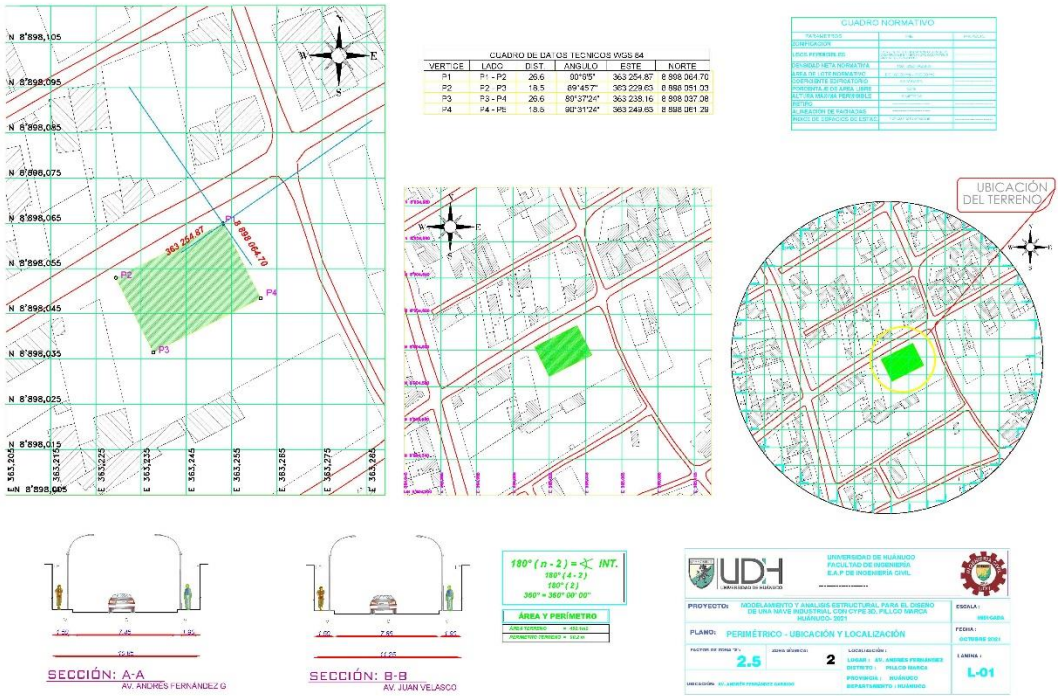
***Tabla 35***
*Matriz de consistencia*

**TÍTULO: MODELAMIENTO Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL PARA EL DISEÑO DE UNA NAVE INDUSTRIAL CON CYPE 3D, PILLCO MARCA - HUÁNUCO -**

| Formulación del problema | Objetivos | Hipótesis | Variables | Metodología | Población y muestra |
|---|---|---|---|---|---|
| **Problema general:**<br>¿Cómo realizar el modelamiento y análisis estructural para el diseño de una nave industrial con CYPE 3D, Pillco Marca - Huánuco -2022?<br>**Problema específico:**<br>• ¿Cómo realizar el modelamiento estructural para el diseño de una nave industrial con CYPE 3D, Pillco Marca - Huánuco -2022?<br>• ¿De qué manera se podrá calcular el análisis estructural para el diseño de una nave industrial con CYPE 3D, Pillco Marca - Huánuco -2022?<br>• ¿Cómo comprobar las dimensiones de los elementos estructurales en el diseño de una nave industrial con CYPE 3D, Pillco Marca - Huánuco -2022? | **Objetivo General**<br>Realizar el modelamiento y análisis estructural para el diseño de una nave industrial con CYPE 3D, Pillco Marca - Huánuco -2022<br>**Objetivos específicos**<br>•Realizar el modelamiento estructural para el diseño de una nave industrial con CYPE 3D, Pillco Marca - Huánuco -2022<br>•Calcular el análisis estructural para el diseño de una nave industrial con CYPE 3D, Pillco Marca - Huánuco -2022<br>•Comprobar las dimensiones de los elementos estructurales en el diseño de una nave industrial con CYPE 3D, Pillco Marca - Huánuco -2022 | **Hipótesis General**<br>Hi: El uso del software CYPE 3D mejora el modelamiento, análisis y diseño de una nave industrial, Pillco Marca - Huánuco -2022.<br>H0: El uso del software CYPE 3D no mejora el modelamiento, análisis y diseño de una nave industrial, Pillco Marca - Huánuco -2022. | **Variable dependiente:**<br>Nave industrial<br>**Variable independiente:**<br>Modelamiento, análisis y diseño estructural | **Enfoque**<br>Será cuantitativo<br>**Alcance o nivel**<br>El alcance del proyecto es explicativo.<br>**Diseño**<br>Es no experimental | **Población**<br>La población de esta investigación está conformada por el total de estructuras metálicas ubicados en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco.<br>**Muestra**<br>La Muestra de esta investigación está conformada por cada nave industrial ubicados en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco. |

# ANEXO N°2
# PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

**Figura 39**
*Plano de ubicación.*



# ANEXO N°3
# PLANO ESTRUCTURALES

**Figura 40**
*Plano de estructural de la cubierta*

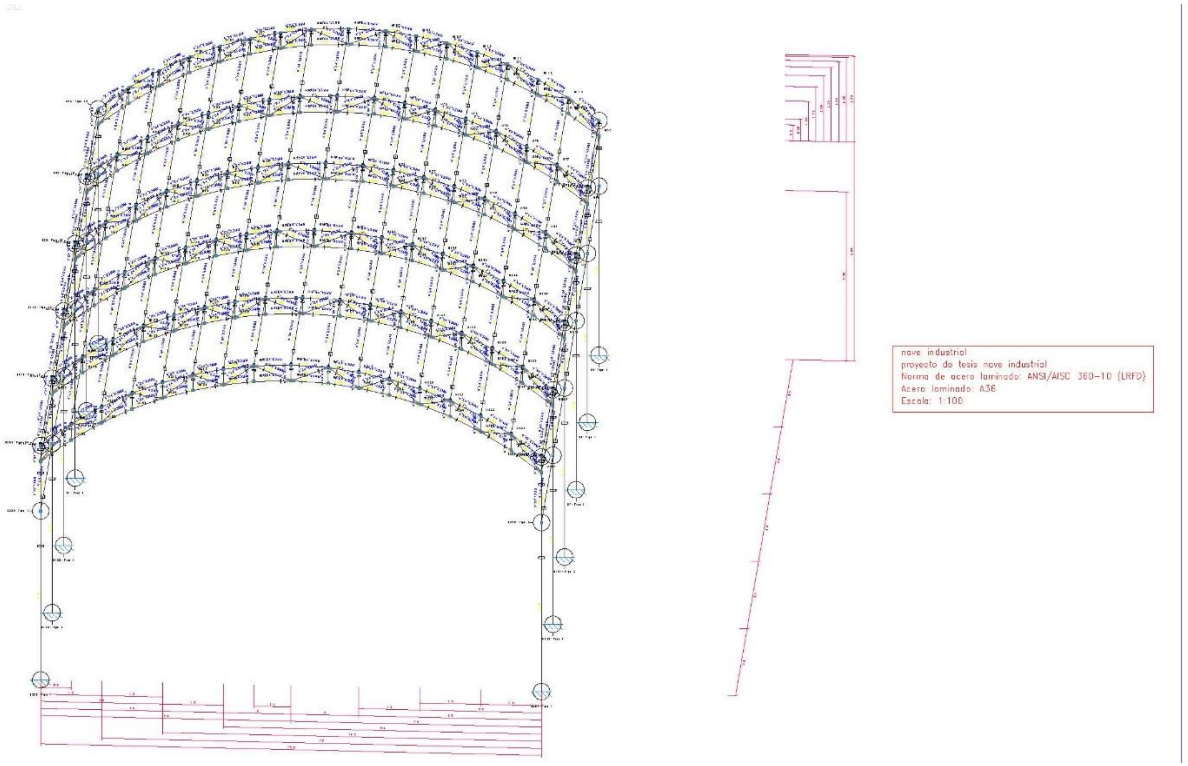


**Figura 41**
*Plano de estructural del eje B-B*

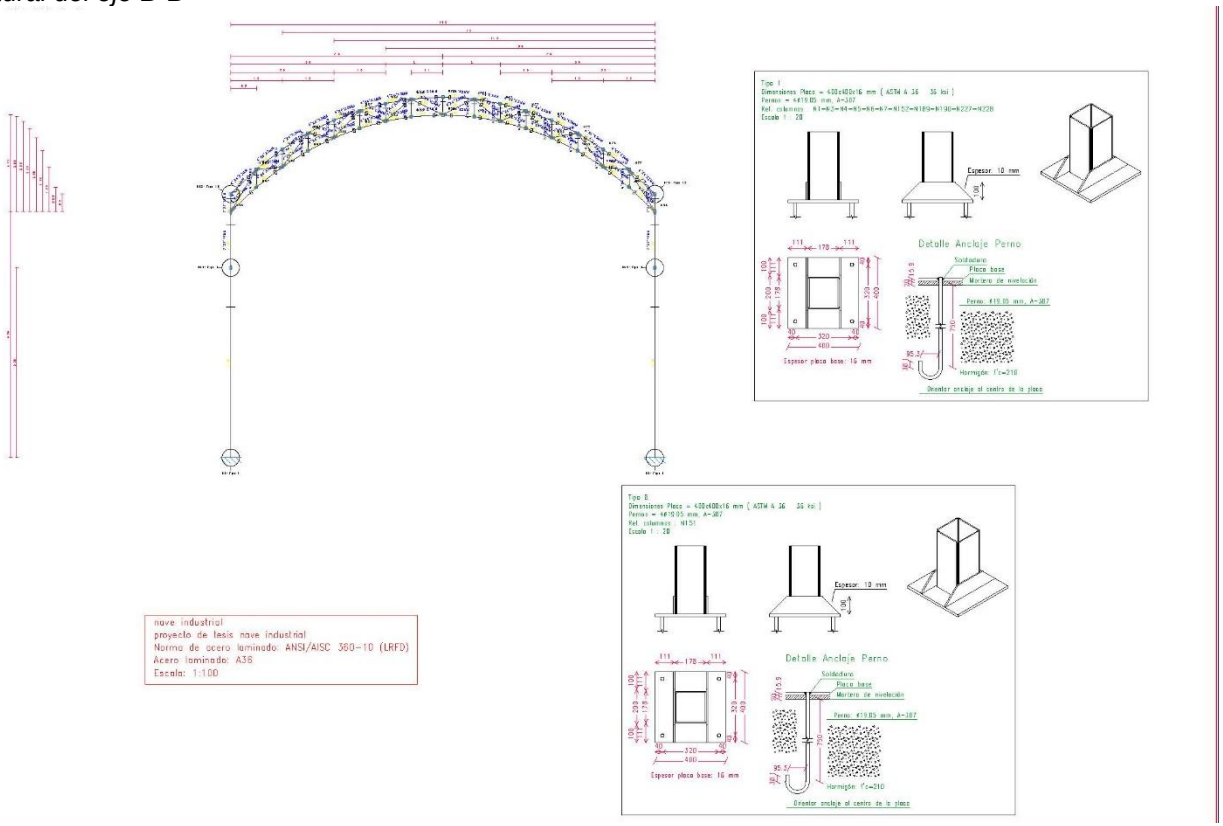


**Figura 42**
*Plano de estructural del eje A-A*

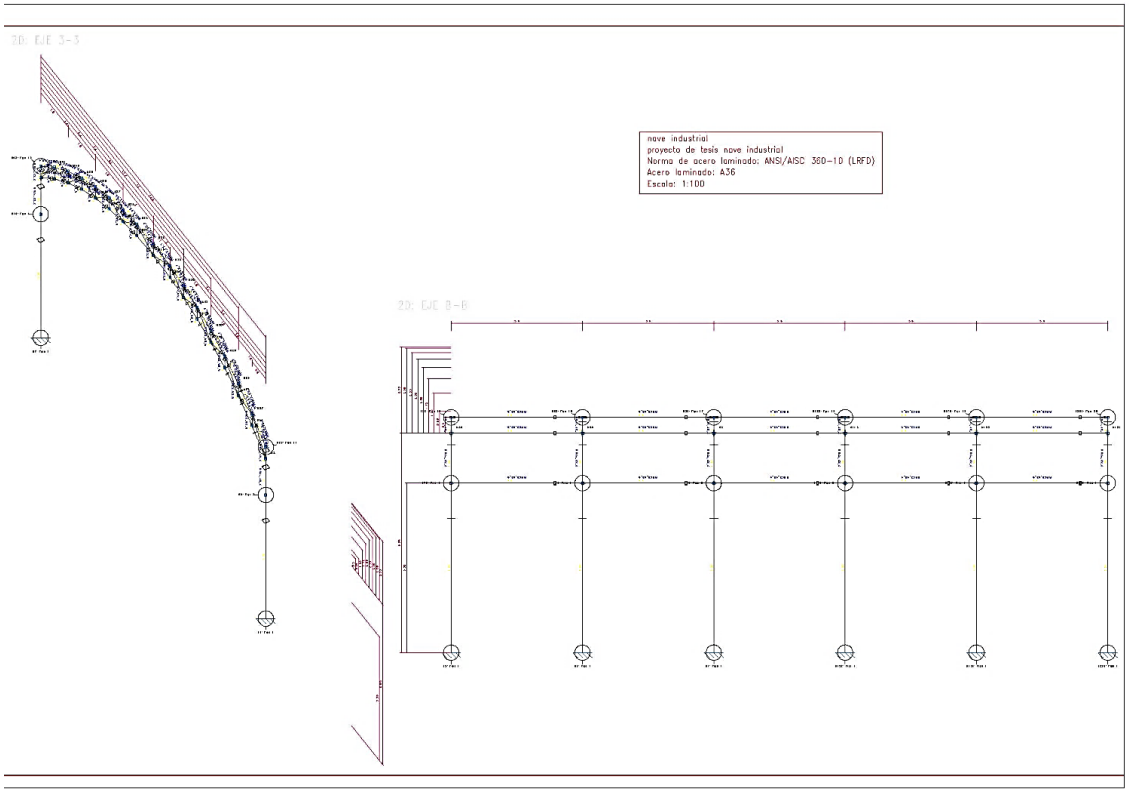


**Figura 43**
*Plano de estructural de las uniones*

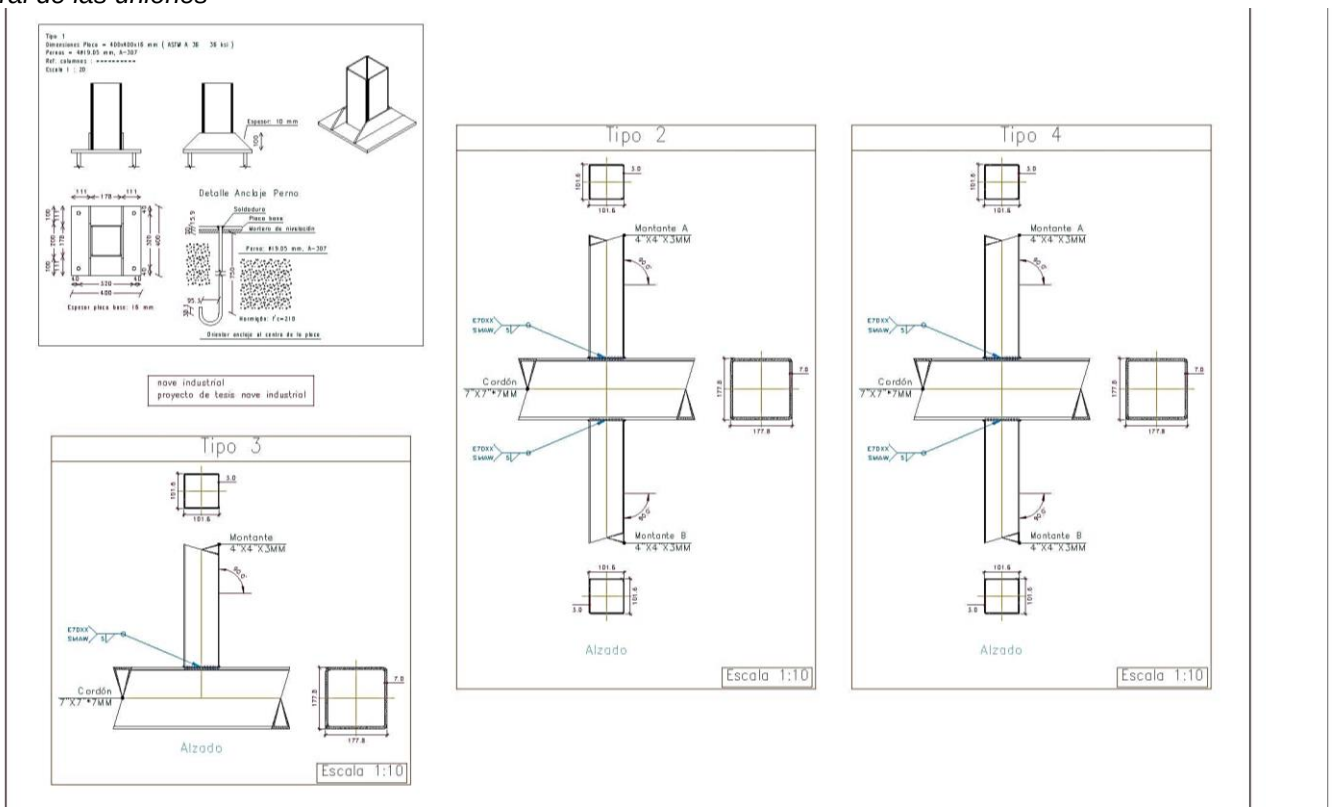
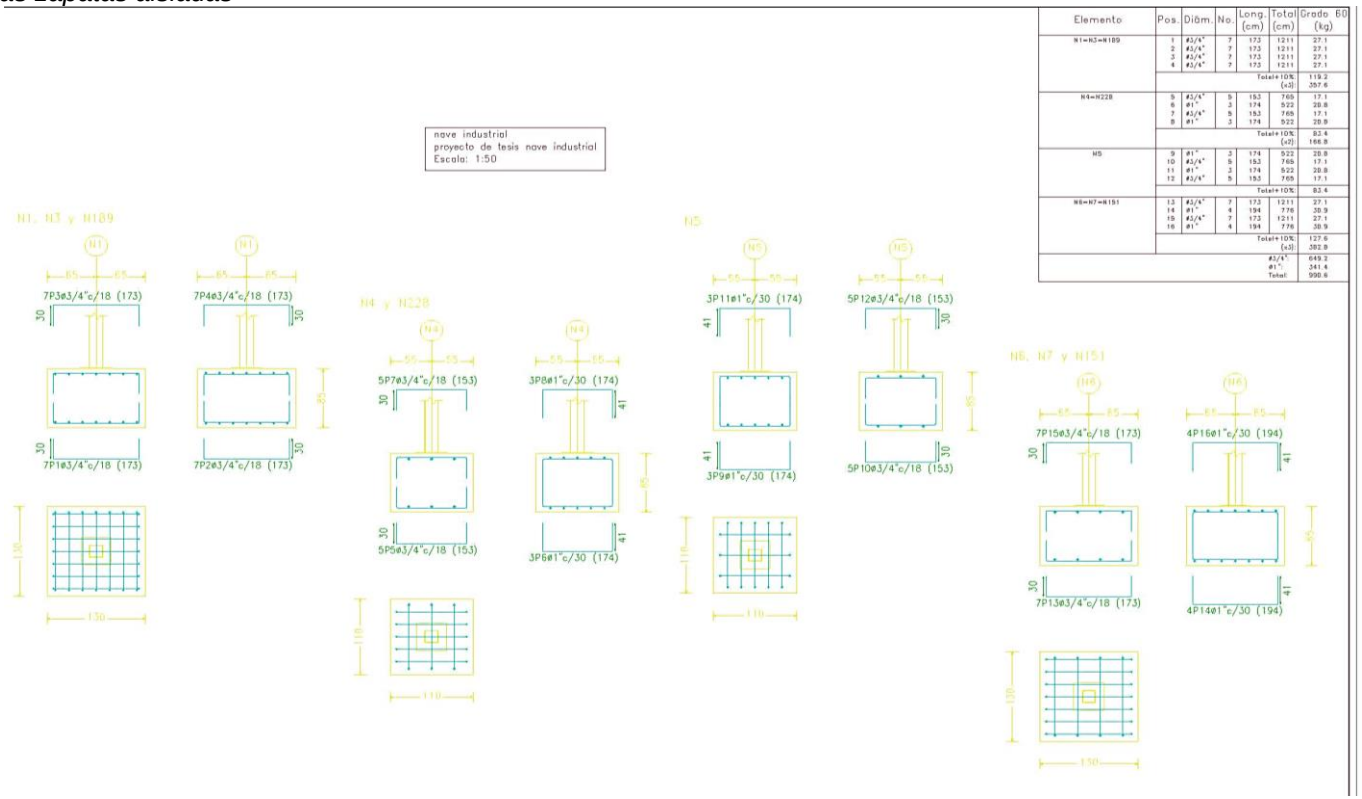


**Figura 44**

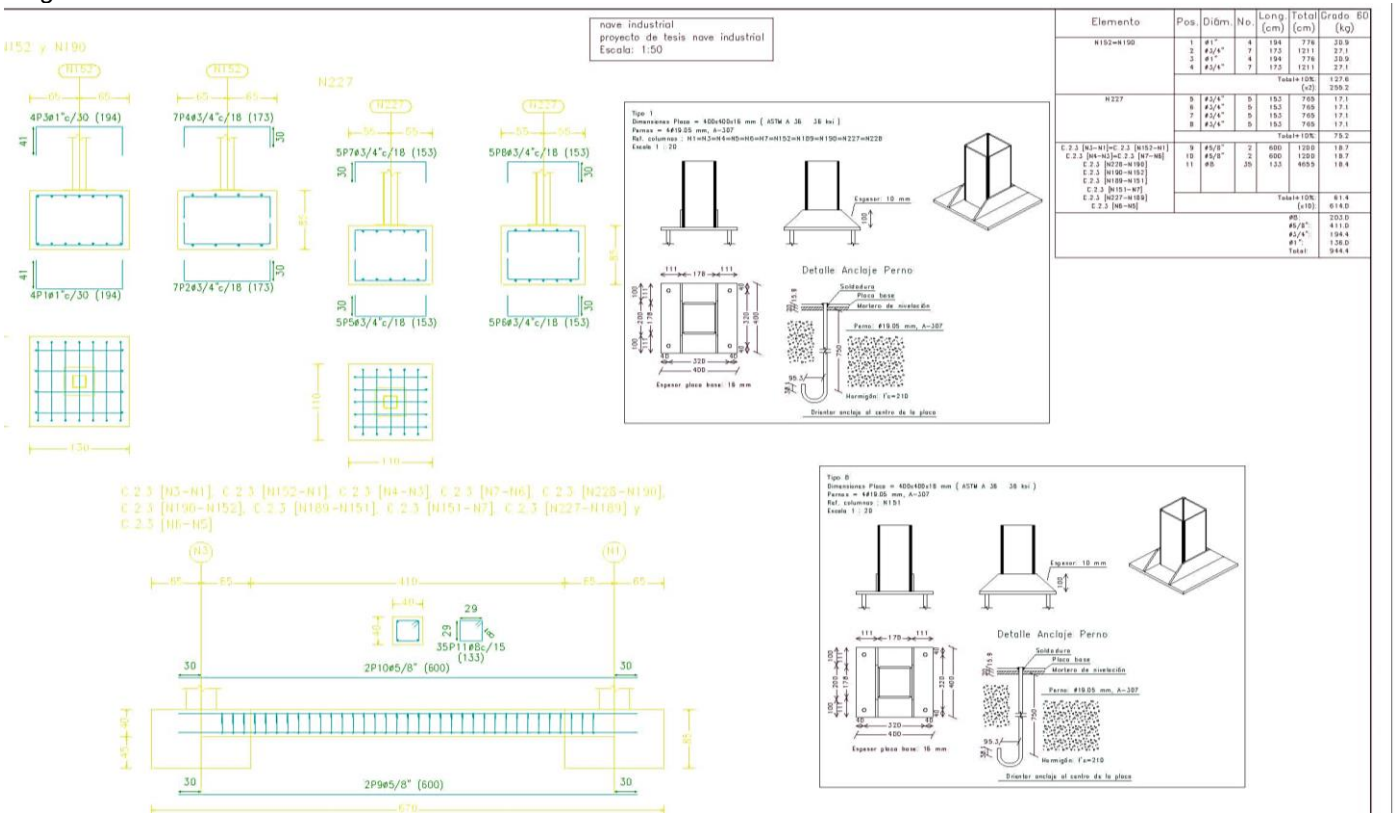
*Detalles de las zapatas aisladas*




| Elemento | Pos. | Diám. | No. | Long. (cm) | Total (cm) | Grado 60 (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N1=N3=N189 | 1 | #3/4" | 7 | 173 | 1211 | 27.1 |
| | 2 | #3/4" | 7 | 173 | 1211 | 27.1 |
| | 3 | #3/4" | 7 | 173 | 1211 | 27.1 |
| | 4 | #3/4" | 7 | 173 | 1211 | 27.1 |
| | | | | | Total+10%: | 119.2 |
| | | | | | (x3): | 357.6 |
| N4=N228 | 5 | #3/4" | 5 | 153 | 765 | 17.1 |
| | 6 | #1" | 3 | 174 | 522 | 28.8 |
| | 7 | #3/4" | 5 | 153 | 765 | 17.1 |
| | 8 | #1" | 3 | 174 | 522 | 28.9 |
| | | | | | Total+10%: | 83.4 |
| | | | | | (x2): | 166.8 |
| N5 | 9 | #1" | 3 | 174 | 522 | 28.8 |
| | 10 | #3/4" | 5 | 153 | 765 | 17.1 |
| | 11 | #1" | 3 | 174 | 522 | 28.8 |
| | 12 | #3/4" | 5 | 153 | 765 | 17.1 |
| | | | | | Total+10%: | 83.4 |
| N6=N7=N151 | 13 | #3/4" | 7 | 173 | 1211 | 27.1 |
| | 14 | #1" | 4 | 194 | 776 | 38.9 |
| | 15 | #3/4" | 7 | 173 | 1211 | 27.1 |
| | 16 | #1" | 4 | 194 | 776 | 38.9 |
| | | | | | Total+10%: | 127.6 |
| | | | | | (x3): | 382.8 |
| | | | | | #3/4": | 649.2 |
| | | | | | #1": | 341.4 |
| | | | | | Total: | 990.6 |

**Figura 45**

*Detalle de las vigas de cimentación*




| Elemento | Pos. | Diám. | No. | Long. (cm) | Total (cm) | Grado 60 (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N192=N190 | 1 | #1" | 4 | 194 | 776 | 30.9 |
| | 2 | #3/4" | 7 | 173 | 1211 | 27.1 |
| | 3 | #1" | 4 | 194 | 776 | 30.9 |
| | 4 | #3/4" | 7 | 173 | 1211 | 27.1 |
| | | | | | Total+10%: | 127.6 |
| | | | | | (x2): | 255.2 |
| N227 | 5 | #3/4" | 5 | 153 | 765 | 17.1 |
| | 6 | #3/4" | 5 | 153 | 765 | 17.1 |
| | 7 | #3/4" | 5 | 153 | 765 | 17.1 |
| | 8 | #3/4" | 5 | 153 | 765 | 17.1 |
| | | | | | Total+10%: | 75.2 |
| C.2.3 [N3-N1]=C.2.3 [N152-N1] | 9 | #5/8" | 2 | 600 | 1200 | 18.7 |
| C.2.3 [N4-N3]=C.2.3 [N7-N6] | 10 | #5/8" | 2 | 600 | 1200 | 18.7 |
| C.2.3 [N228-N190] | 11 | #8 | 35 | 133 | 4655 | 18.4 |
| C.2.3 [N190-N152] | | | | | | |
| C.2.3 [N189-N151] | | | | | | |
| C.2.3 [N151-N7] | | | | | | |
| C.2.3 [N227-N189] | | | | | Total+10%: | 61.4 |
| C.2.3 [N6-N5] | | | | | (x10): | 614.0 |
| | | | | | #8: | 203.0 |
| | | | | | #5/8": | 411.0 |
| | | | | | #3/4": | 194.4 |
| | | | | | #1": | 136.0 |
| | | | | | Total: | 944.4 |

**Figura 46**
*Detalles del pórtico C-C*

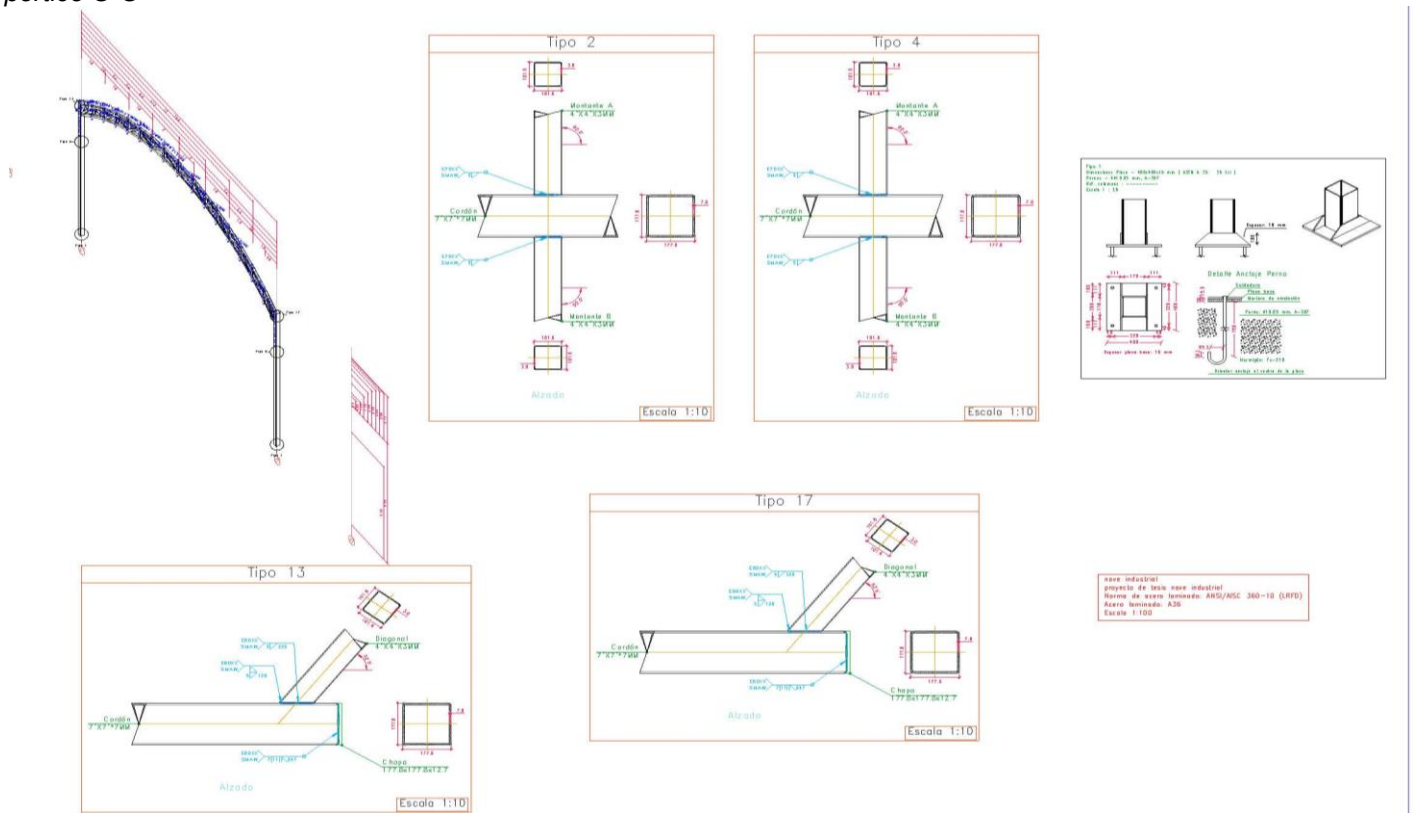


**Figura 47**

*Descripción de las propiedades de las soldaduras*

UNIONES SOLDADAS ENTRE PERFILES TUBULARES

NORMA:

ANSI/AISC 360-10. Chapter K – K2. HSS to HSS truss connections.

MATERIALES:

– Perfiles (Material base): A36.

– Material de aportación (soldaduras): Electrodos de las series E70XX y E60XX. Para los materiales empleados y el procedimiento de soldadura SMAW (Arco eléctrico con electrodo revestido), se cumplen las condiciones de compatibilidad entre materiales exigidas por el artículo J.2.6.

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS:

1) Cada tubo se soldará en todo su perímetro de contacto con los otros tubos.

2) Se define como ángulo diedro el ángulo medido en el plano perpendicular a la línea de soldadura, formado por las tangentes a las superficies externas de los tubos que se sueldan entre sí.

3) Para ángulos diedros mayores que 100 grados se deberá realizar soldadura a tope, independientemente del espesor del tubo que se suelda.

4) Los tubos de espesor igual o superior a 8 mm se soldarán a tope, excepto en las zonas en las que el ángulo diedro es agudo y pueda realizarse correctamente la soldadura en ángulo.

5) Los tubos de espesor inferior a 8 mm se pueden soldar con cordones de soldadura en ángulo.

6) En soldaduras a tope, el ángulo del bisel mínimo es de 45 grados.

7) En los detalles se indican los distintos tipos de cordones necesarios en el perímetro de soldadura de los tubos.

COMPROBACIONES:

Los cordones de soldadura se han dimensionado de tal manera que su resistencia sea igual o superior a la de la más débil de las piezas unidas. Para ello, se han tenido en cuenta las prescripciones y detalles indicados en la parte D de la norma AWS D1.1/D1.1M:2002.

**Figura 48**
*Detalles de las uniones soldadas 1*

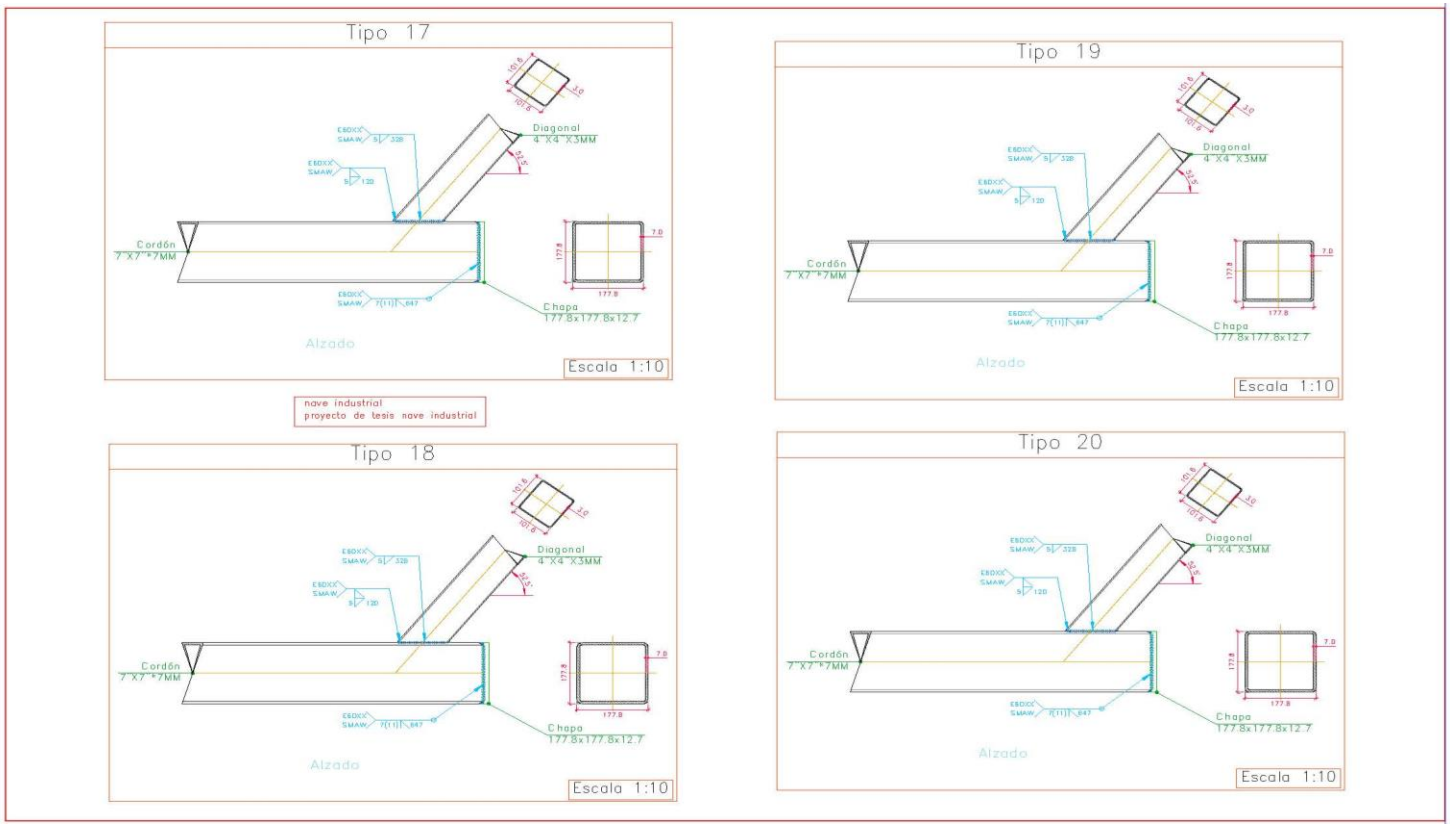


**Figura 49**
*Detalles de las uniones soldadas 2*

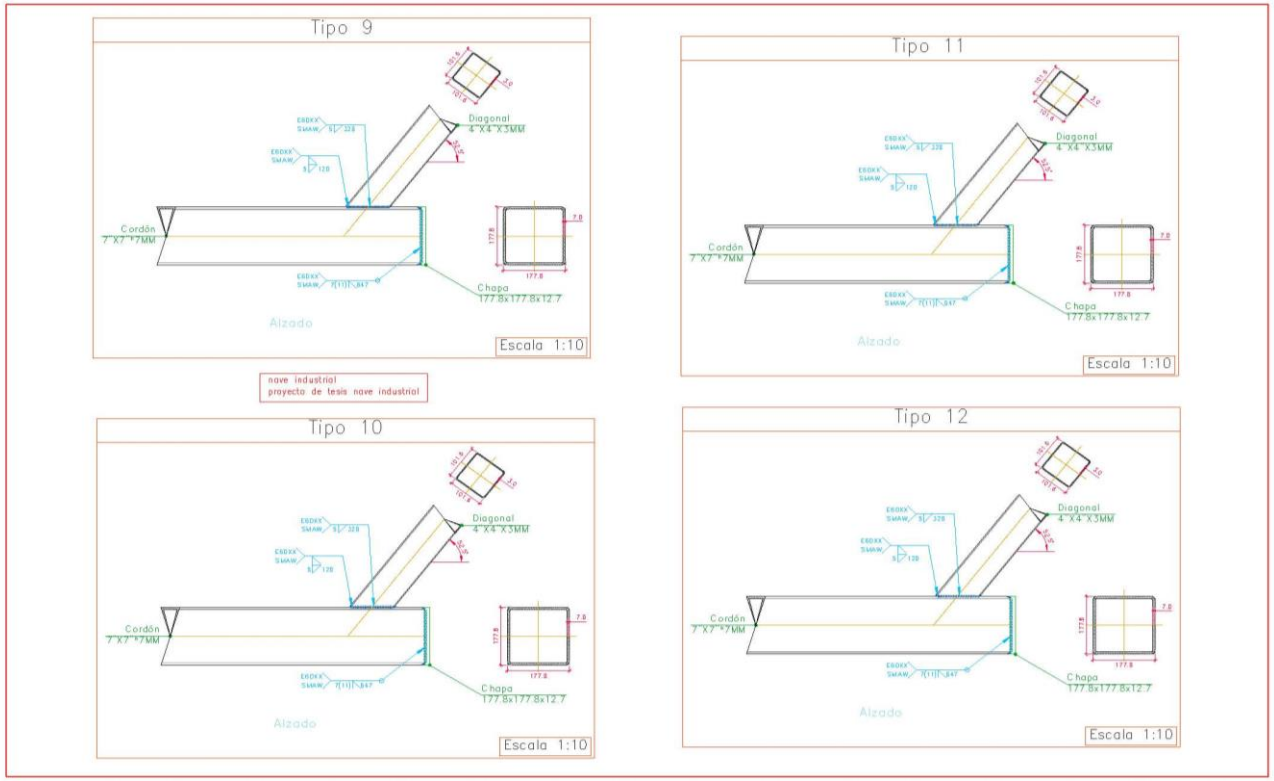


**Figura 50**
*Detalles de las uniones soldadas 3*

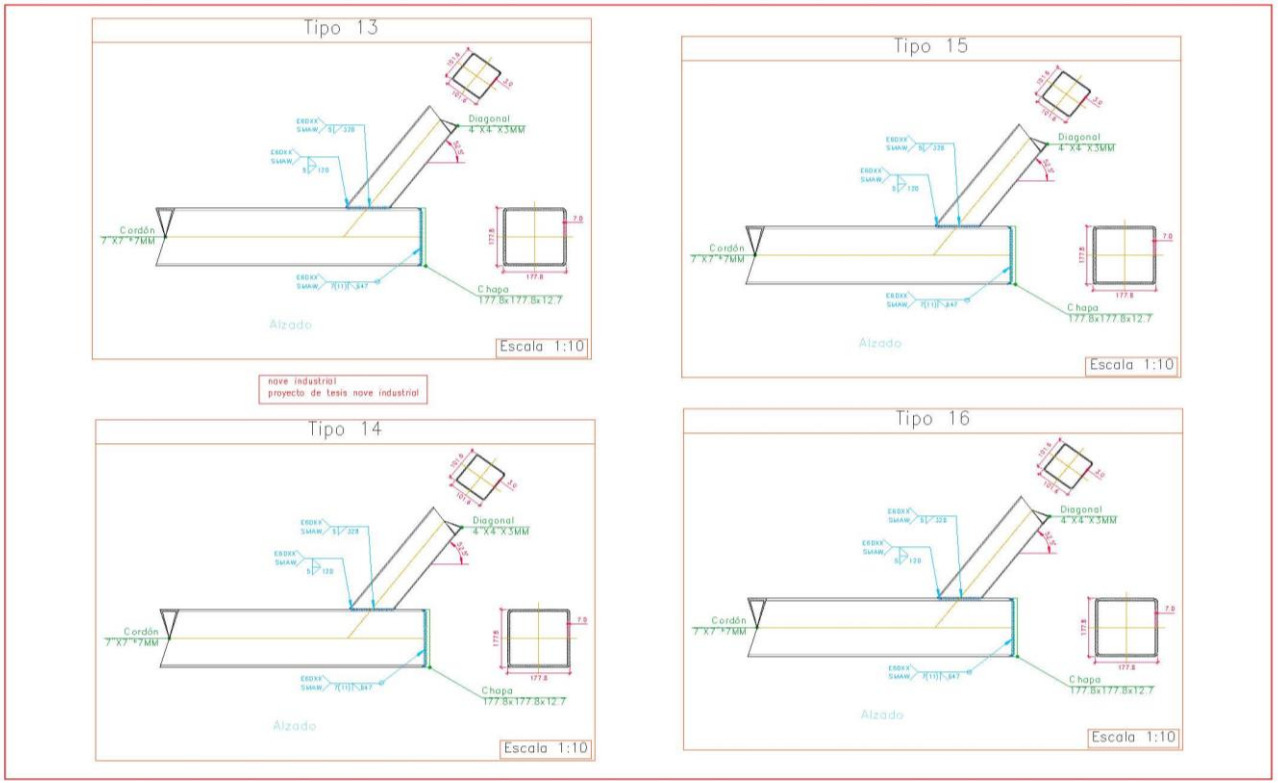
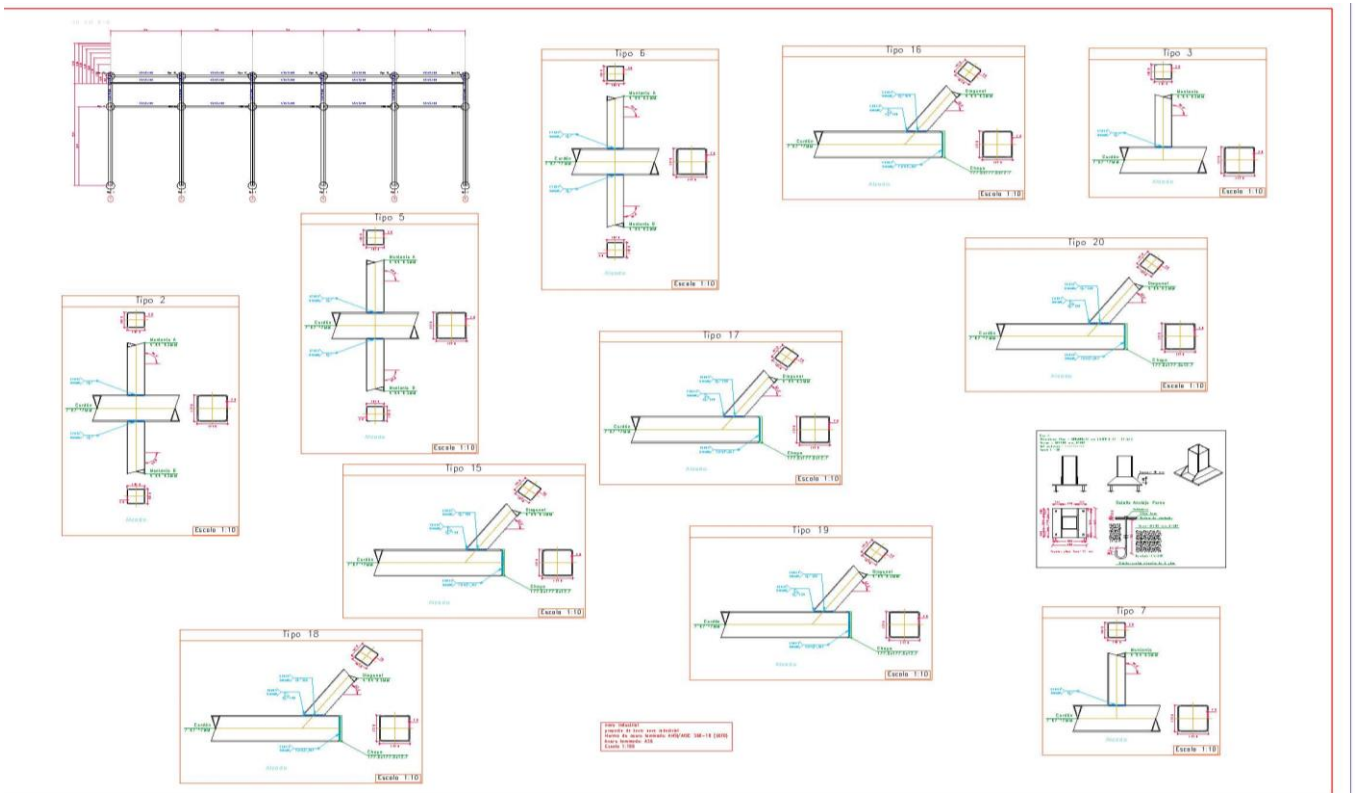


**Figura 51**
*Detalles de las uniones soldadas 4*



# ANEXO N°4
# COMPROBACIONES E.L.U.

| Barras | COMPROBACIONES LRFD | | | | | | | | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $P_t$ | $\lambda_c$ | $P_c$ | $M_x$ | $M_y$ | $V_x$ | $V_y$ | $PM_xM_yV_xV_yT$ | |
| N2/N11 | x: 1.069 m<br>η = 2.6 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.192 m<br>η = 23.8 | x: 0.192 m<br>η = 45.9 | x: 0.192 m<br>η = 6.5 | x: 1.068 m<br>η = 0.2 | x: 0.192 m<br>η = 10.2 | x: 0.192 m<br>η = 64.8 | **OK**<br>**ν = 64.8** |
| N11/N12 | x: 0.509 m<br>η = 3.9 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.061 m<br>η = 14.0 | x: 0.061 m<br>η = 3.9 | x: 0.956 m<br>η = 5.2 | η = 0.2 | x: 0.061 m<br>η = 1.2 | x: 0.061 m<br>η = 11.0 | **OK**<br>**ν = 14.0** |
| N12/N13 | x: 0.952 m<br>η = 26.0 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.952 m<br>η = 0.2 | x: 0.953 m<br>η = 17.1 | x: 0.151 m<br>η = 2.3 | x: 0.952 m<br>η = 0.1 | x: 0.151 m<br>η = 4.1 | x: 0.953 m<br>η = 41.3 | **OK**<br>**ν = 41.3** |
| N13/N14 | x: 0.868 m<br>η = 28.2 | N.P. | N.P. | x: 0.869 m<br>η = 12.6 | x: 0.869 m<br>η = 0.8 | η < 0.1 | x: 0.055 m<br>η = 1.9 | x: 0.869 m<br>η = 39.4 | **OK**<br>**ν = 39.4** |
| N14/N15 | x: 0.885 m<br>η = 52.4 | N.P. | N.P. | x: 0.886 m<br>η = 15.2 | x: 0.126 m<br>η = 2.1 | η = 0.1 | x: 0.126 m<br>η = 1.9 | x: 0.886 m<br>η = 65.9 | **OK**<br>**ν = 65.9** |
| N15/N16 | x: 0.822 m<br>η = 53.0 | N.P. | N.P. | x: 0.823 m<br>η = 15.7 | x: 0.823 m<br>η = 3.1 | η = 0.1 | x: 0.053 m<br>η = 1.8 | x: 0.823 m<br>η = 67.0 | **OK**<br>**ν = 67.0** |
| N16/N17 | x: 0.856 m<br>η = 65.1 | N.P. | N.P. | x: 0.857 m<br>η = 12.9 | x: 0.113 m<br>η = 4.6 | η = 0.2 | x: 0.113 m<br>η = 0.4 | x: 0.857 m<br>η = 76.5 | **OK**<br>**ν = 76.5** |
| N17/N18 | x: 0.979 m<br>η = 65.1 | N.P. | N.P. | x: 0.98 m<br>η = 15.9 | x: 0.98 m<br>η = 5.0 | η = 0.2 | x: 0.051 m<br>η = 1.1 | x: 0.98 m<br>η = 79.3 | **OK**<br>**ν = 79.3** |
| N25/N18 | x: 0.979 m<br>η = 65.1 | N.P. | N.P. | x: 0.98 m<br>η = 15.9 | x: 0.98 m<br>η = 5.1 | η = 0.2 | x: 0.051 m<br>η = 1.1 | x: 0.98 m<br>η = 79.3 | **OK**<br>**ν = 79.3** |
| N24/N25 | x: 0.856 m<br>η = 65.1 | N.P. | N.P. | x: 0.857 m<br>η = 12.9 | x: 0.113 m<br>η = 4.6 | η = 0.2 | x: 0.113 m<br>η = 0.4 | x: 0.857 m<br>η = 76.5 | **OK**<br>**ν = 76.5** |
| N23/N24 | x: 0.822 m<br>η = 53.0 | N.P. | N.P. | x: 0.823 m<br>η = 15.7 | x: 0.823 m<br>η = 3.1 | η = 0.1 | x: 0.053 m<br>η = 1.8 | x: 0.823 m<br>η = 67.0 | **OK**<br>**ν = 67.0** |
| N22/N23 | x: 0.885 m<br>η = 52.4 | N.P. | N.P. | x: 0.886 m<br>η = 15.2 | x: 0.126 m<br>η = 2.0 | η = 0.1 | x: 0.126 m<br>η = 1.9 | x: 0.886 m<br>η = 65.9 | **OK**<br>**ν = 65.9** |
| N21/N22 | x: 0.868 m<br>η = 28.2 | N.P. | N.P. | x: 0.869 m<br>η = 12.6 | x: 0.869 m<br>η = 0.9 | η < 0.1 | x: 0.055 m<br>η = 1.9 | x: 0.869 m<br>η = 39.4 | **OK**<br>**ν = 39.4** |
| N20/N21 | x: 0.952 m<br>η = 26.0 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.952 m<br>η = 0.3 | x: 0.953 m<br>η = 17.1 | x: 0.151 m<br>η = 2.3 | x: 0.952 m<br>η = 0.1 | x: 0.151 m<br>η = 4.1 | x: 0.953 m<br>η = 41.3 | **OK**<br>**ν = 41.3** |
| N19/N20 | x: 0.509 m<br>η = 4.0 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.061 m<br>η = 14.0 | x: 0.061 m<br>η = 3.9 | x: 0.956 m<br>η = 5.2 | η = 0.2 | x: 0.061 m<br>η = 1.2 | x: 0.061 m<br>η = 11.0 | **OK**<br>**ν = 14.0** |
| N8/N19 | x: 1.069 m<br>η = 2.6 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.192 m<br>η = 23.8 | x: 0.192 m<br>η = 45.9 | x: 0.192 m<br>η = 6.4 | x: 1.068 m<br>η = 0.2 | x: 0.192 m<br>η = 10.2 | x: 0.192 m<br>η = 64.8 | **OK**<br>**ν = 64.8** |
| N2/N26 | x: 0.434 m<br>η = 3.6 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.086 m<br>η = 0.2 | x: 0.085 m<br>η = 42.2 | x: 0.085 m<br>η = 1.5 | η = 0.3 | η = 20.8 | x: 0.085 m<br>η = 44.1 | **OK**<br>**ν = 44.1** |
| N26/N27 | x: 0.942 m<br>η = 28.5 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.113 m<br>η = 0.2 | x: 0.113 m<br>η = 26.3 | x: 0.113 m<br>η = 10.6 | η = 1.0 | x: 0.113 m<br>η = 7.5 | x: 0.113 m<br>η = 51.6 | **OK**<br>**ν = 51.6** |
| N27/N28 | x: 1.004 m<br>η = 2.7 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.109 m<br>η = 15.6 | x: 0.78 m<br>η = 4.2 | x: 0.109 m<br>η = 6.2 | x: 1.003 m<br>η = 0.7 | x: 0.109 m<br>η = 3.6 | x: 0.109 m<br>η = 12.4 | **OK**<br>**ν = 15.6** |
| N28/N29 | x: 0.86 m<br>η = 1.8 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.058 m<br>η = 18.5 | x: 0.86 m<br>η = 14.5 | x: 0.058 m<br>η = 3.0 | x: 0.459 m<br>η = 0.5 | x: 0.058 m<br>η = 6.8 | x: 0.86 m<br>η = 23.4 | **OK**<br>**ν = 23.4** |
| N29/N30 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.1 m<br>η = 48.7 | x: 0.507 m<br>η = 9.5 | x: 0.1 m<br>η = 1.9 | η = 0.4 | x: 0.1 m<br>η = 2.8 | x: 0.507 m<br>η = 56.8 | **OK**<br>**ν = 56.8** |
| N30/N31 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.054 m<br>η = 49.1 | x: 0.814 m<br>η = 14.1 | x: 0.814 m<br>η = 3.4 | η = 0.5 | x: 0.054 m<br>η = 5.2 | x: 0.814 m<br>η = 61.2 | **OK**<br>**ν = 61.2** |
| N31/N32 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.099 m<br>η = 66.5 | x: 0.484 m<br>η = 12.4 | x: 0.869 m<br>η = 3.6 | η = 0.2 | x: 0.869 m<br>η = 2.7 | x: 0.484 m<br>η = 77.3 | **OK**<br>**ν = 77.3** |
| N32/N33 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.052 m<br>η = 66.4 | x: 0.61 m<br>η = 13.3 | x: 0.796 m<br>η = 5.2 | η = 0.3 | x: 0.052 m<br>η = 3.8 | x: 0.61 m<br>η = 78.1 | **OK**<br>**ν = 78.1** |
| N33/N34 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.121 m<br>η = 73.5 | x: 0.586 m<br>η = 13.9 | x: 0.121 m<br>η = 4.7 | η = 0.1 | x: 1.05 m<br>η = 3.7 | x: 0.586 m<br>η = 85.9 | **OK**<br>**ν = 85.9** |
| N35/N34 | N.P. | λ ≤<br>200.0 | x: 0.121 m<br>η = 73.5 | x: 0.586 m<br>η = 13.9 | x: 0.121 m<br>η = 4.8 | η = 0.1 | x: 1.05 m<br>η = 3.7 | x: 0.586 m<br>η = 85.9 | **OK**<br>**ν = 85.9** |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | OK | | | | | | | |
| N36/N35 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.052 m η = 66.4 | x: 0.61 m η = 13.3 | x: 0.796 m η = 5.3 | η = 0.3 | x: 0.052 m η = 3.8 | x: 0.61 m η = 78.1 | **OK ν = 78.1** |
| N37/N36 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.099 m η = 66.5 | x: 0.484 m η = 12.4 | x: 0.869 m η = 3.5 | η = 0.2 | x: 0.869 m η = 2.7 | x: 0.484 m η = 77.3 | **OK ν = 77.3** |
| N38/N37 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.054 m η = 49.1 | x: 0.814 m η = 14.1 | x: 0.814 m η = 3.4 | η = 0.4 | x: 0.054 m η = 5.2 | x: 0.814 m η = 61.2 | **OK ν = 61.2** |
| N39/N38 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.1 m η = 48.7 | x: 0.507 m η = 9.5 | x: 0.1 m η = 1.9 | η = 0.5 | x: 0.1 m η = 2.8 | x: 0.507 m η = 56.8 | **OK ν = 56.8** |

| Barras | COMPROBACIONES LRFD | | | | | | | | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $P_t$ | $\lambda_c$ | $P_c$ | $M_x$ | $M_y$ | $V_x$ | $V_y$ | $PM_xM_yV_xV_yT$ | |
| N40/N39 | x: 0.86 m η = 1.8 | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.058 m η = 18.5 | x: 0.86 m η = 14.5 | x: 0.058 m η = 3.0 | x: 0.459 m η = 0.5 | x: 0.058 m η = 6.8 | x: 0.86 m η = 23.4 | **OK ν = 23.4** |
| N41/N40 | x: 1.004 m η = 2.8 | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.109 m η = 15.6 | x: 0.78 m η = 4.2 | x: 0.109 m η = 6.3 | x: 1.003 m η = 0.7 | x: 0.109 m η = 3.6 | x: 0.109 m η = 12.4 | **OK ν = 15.6** |
| N42/N41 | x: 0.942 m η = 28.5 | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.113 m η = 0.3 | x: 0.113 m η = 26.3 | x: 0.113 m η = 10.6 | η = 1.1 | x: 0.113 m η = 7.5 | x: 0.113 m η = 51.6 | **OK ν = 51.6** |
| N11/N27 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.065 m η = 8.7 | x: 0.415 m η = 27.2 | x: 0.065 m η = 1.4 | η = 0.2 | η = 18.6 | x: 0.415 m η = 31.5 | **OK ν = 31.5** |
| N12/N28 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.075 m η = 3.2 | x: 0.075 m η = 17.6 | x: 0.439 m η = 1.1 | η = 0.2 | η = 10.6 | x: 0.075 m η = 19.3 | **OK ν = 19.3** |
| N13/N29 | x: 0.424 m η = 0.9 | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.058 m η = 0.4 | x: 0.058 m η = 14.2 | x: 0.058 m η = 0.7 | η = 0.1 | η = 9.9 | x: 0.058 m η = 14.7 | **OK ν = 14.7** |
| N14/N30 | x: 0.444 m η = 1.2 | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.067 m η = 0.1 | x: 0.067 m η = 12.4 | x: 0.067 m η = 0.7 | η = 0.1 | η = 6.4 | x: 0.067 m η = 13.0 | **OK ν = 13.0** |
| N15/N31 | x: 0.432 m η = 3.6 | N.P. | N.P. | x: 0.054 m η = 9.0 | x: 0.433 m η = 0.9 | η = 0.2 | η = 5.4 | x: 0.054 m η = 10.7 | **OK ν = 10.7** |
| N16/N32 | x: 0.446 m η = 2.5 | N.P. | N.P. | x: 0.063 m η = 6.5 | x: 0.063 m η = 1.1 | η = 0.3 | η = 3.0 | x: 0.063 m η = 7.8 | **OK ν = 7.8** |
| N8/N42 | x: 0.434 m η = 3.6 | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.086 m η = 0.2 | x: 0.085 m η = 42.2 | x: 0.085 m η = 1.5 | η = 0.3 | η = 20.8 | x: 0.085 m η = 44.1 | **OK ν = 44.1** |
| N19/N41 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.065 m η = 8.7 | x: 0.415 m η = 27.2 | x: 0.065 m η = 1.4 | η = 0.2 | η = 18.6 | x: 0.415 m η = 31.5 | **OK ν = 31.5** |
| N20/N40 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.075 m η = 3.2 | x: 0.075 m η = 17.6 | x: 0.439 m η = 1.1 | η = 0.2 | η = 10.6 | x: 0.075 m η = 19.3 | **OK ν = 19.3** |
| N21/N39 | x: 0.424 m η = 0.9 | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.058 m η = 0.5 | x: 0.058 m η = 14.2 | x: 0.058 m η = 0.7 | η = 0.1 | η = 9.9 | x: 0.058 m η = 14.7 | **OK ν = 14.7** |
| N22/N38 | x: 0.444 m η = 1.2 | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.067 m η = 0.1 | x: 0.067 m η = 12.4 | x: 0.067 m η = 0.7 | η = 0.1 | η = 6.4 | x: 0.067 m η = 13.0 | **OK ν = 13.0** |
| N23/N37 | x: 0.432 m η = 3.6 | N.P. | N.P. | x: 0.054 m η = 9.0 | x: 0.433 m η = 0.9 | η = 0.2 | η = 5.4 | x: 0.054 m η = 10.7 | **OK ν = 10.7** |
| N24/N36 | x: 0.446 m η = 2.5 | N.P. | N.P. | x: 0.063 m η = 6.5 | x: 0.063 m η = 1.0 | η = 0.3 | η = 3.0 | x: 0.063 m η = 7.8 | **OK ν = 7.8** |
| N25/N35 | x: 0.436 m η = 6.6 | N.P. | N.P. | x: 0.052 m η = 4.0 | x: 0.437 m η = 1.1 | x: 0.052 m η = 0.4 | η = 2.3 | x: 0.052 m η = 7.2 | **OK ν = 7.2** |
| N18/N34 | x: 0.448 m η = 3.9 | N.P. | N.P. | x: 0.055 m η = 1.0 | x: 0.055 m η = 1.2 | η = 0.4 | η = 0.6 | x: 0.055 m η = 1.8 | **OK ν = 3.9** |
| N17/N33 | x: 0.436 m η = 6.6 | N.P. | N.P. | x: 0.052 m η = 4.0 | x: 0.437 m η = 1.2 | η = 0.4 | η = 2.3 | x: 0.052 m η = 7.2 | **OK ν = 7.2** |
| N2/N27 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.192 m η = 21.3 | x: 0.192 m η = 32.0 | x: 1.299 m η = 5.9 | η = 0.2 | x: 0.192 m η = 5.2 | x: 0.192 m η = 50.1 | **OK ν = 50.1** |
| N27/N12 | x: 0.793 m η = 19.4 | N.P. | N.P. | x: 0.794 m η = 4.2 | x: 0.109 m η = 3.3 | x: 0.793 m η = 0.3 | x: 0.109 m η = 1.2 | x: 0.794 m η = 13.9 | **OK ν = 19.4** |
| N12/N29 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.151 m η = 19.8 | x: 1.165 m η = 8.6 | x: 0.151 m η = 3.4 | x: 1.164 m η = 0.2 | x: 0.151 m η = 1.2 | x: 1.165 m η = 20.5 | **OK ν = 20.5** |
| N14/N29 | x: 0.81 m η = 13.3 | N.P. | N.P. | x: 0.1 m η = 9.9 | x: 0.1 m η = 2.0 | η = 0.2 | x: 0.811 m η = 0.9 | x: 0.1 m η = 16.6 | **OK ν = 16.6** |
| N14/N31 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.126 m η = 12.6 | x: 1.058 m η = 9.9 | x: 1.058 m η = 1.0 | η = 0.2 | x: 0.126 m η = 0.5 | x: 1.058 m η = 16.2 | **OK ν = 16.2** |
| N16/N31 | x: 0.849 m η = 7.6 | N.P. | N.P. | x: 0.099 m η = 12.2 | x: 0.099 m η = 3.9 | η = 0.1 | x: 0.85 m η = 0.7 | x: 0.099 m η = 16.0 | **OK ν = 16.0** |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N16/N33 | N.P. | $\lambda \leq 200.0$ OK | x: 0.113 m $\eta$ = 5.8 | x: 0.113 m $\eta$ = 11.0 | x: 0.986 m $\eta$ = 3.0 | $\eta$ = 0.1 | x: 0.986 m $\eta$ = 0.2 | x: 0.113 m $\eta$ = 13.9 | **OK $\nu$ = 13.9** |
| N18/N33 | x: 1.066 m $\eta$ = 1.7 | $\lambda \leq 200.0$ OK | x: 0.121 m $\eta$ = 0.9 | x: 0.121 m $\eta$ = 13.6 | x: 0.121 m $\eta$ = 4.3 | $\eta$ < 0.1 | x: 1.067 m $\eta$ = 0.6 | x: 0.121 m $\eta$ = 14.4 | **OK $\nu$ = 14.4** |
| N18/N35 | x: 1.066 m $\eta$ = 1.7 | $\lambda \leq 200.0$ OK | x: 0.121 m $\eta$ = 0.9 | x: 0.121 m $\eta$ = 13.6 | x: 0.121 m $\eta$ = 4.2 | $\eta$ < 0.1 | x: 1.067 m $\eta$ = 0.6 | x: 0.121 m $\eta$ = 14.4 | **OK $\nu$ = 14.4** |
| N24/N35 | N.P. | $\lambda \leq 200.0$ OK | x: 0.113 m $\eta$ = 5.8 | x: 0.113 m $\eta$ = 11.0 | x: 0.986 m $\eta$ = 3.0 | $\eta$ = 0.1 | x: 0.986 m $\eta$ = 0.2 | x: 0.113 m $\eta$ = 13.9 | **OK $\nu$ = 13.9** |
| N24/N37 | x: 0.849 m $\eta$ = 7.6 | N.P. | N.P. | x: 0.099 m $\eta$ = 12.2 | x: 0.099 m $\eta$ = 3.8 | $\eta$ = 0.1 | x: 0.85 m $\eta$ = 0.7 | x: 0.099 m $\eta$ = 16.0 | **OK $\nu$ = 16.0** |
| N22/N37 | N.P. | $\lambda \leq 200.0$ OK | x: 0.126 m $\eta$ = 12.6 | x: 1.058 m $\eta$ = 9.9 | x: 1.058 m $\eta$ = 1.0 | $\eta$ = 0.2 | x: 0.126 m $\eta$ = 0.5 | x: 1.058 m $\eta$ = 16.2 | **OK $\nu$ = 16.2** |

| arras | COMPROBACIONES LRFD | | | | | | | | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $P_t$ | $\lambda_c$ | $P_c$ | $M_x$ | $M_y$ | $V_x$ | $V_y$ | $PM_xM_yV_xV_yT$ | |
| N22/N39 | x: 0.81 m $\eta$ = 13.3 | N.P. | N.P. | x: 0.1 m $\eta$ = 9.9 | x: 0.1 m $\eta$ = 2.0 | $\eta$ = 0.2 | x: 0.811 m $\eta$ = 0.9 | x: 0.1 m $\eta$ = 16.6 | **OK $\nu$ = 16.6** |
| N20/N39 | N.P. | $\lambda \leq 200.0$ OK | x: 0.151 m $\eta$ = 19.8 | x: 1.165 m $\eta$ = 8.6 | x: 0.151 m $\eta$ = 3.5 | x: 1.164 m $\eta$ = 0.2 | x: 0.151 m $\eta$ = 1.2 | x: 1.165 m $\eta$ = 20.5 | **OK $\nu$ = 20.5** |
| N41/N20 | x: 0.793 m $\eta$ = 19.4 | N.P. | N.P. | x: 0.794 m $\eta$ = 4.2 | x: 0.109 m $\eta$ = 3.2 | x: 0.793 m $\eta$ = 0.3 | x: 0.109 m $\eta$ = 1.2 | x: 0.794 m $\eta$ = 13.9 | **OK $\nu$ = 19.4** |
| N8/N41 | N.P. | $\lambda \leq 200.0$ OK | x: 0.192 m $\eta$ = 21.3 | x: 0.192 m $\eta$ = 32.0 | x: 1.3 m $\eta$ = 5.9 | $\eta$ = 0.2 | x: 0.192 m $\eta$ = 5.2 | x: 0.192 m $\eta$ = 50.1 | **OK $\nu$ = 50.1** |
| N3/N43 | N.P. | $\lambda \leq 200.0$ OK | x: 0 m $\eta$ = 6.7 | x: 0 m $\eta$ = 43.2 | x: 0 m $\eta$ = 5.4 | x: 2.655 m $\eta$ = 0.3 | $\eta$ = 3.5 | x: 0 m $\eta$ = 46.6 | **OK $\nu$ = 46.6** |
| N43/N44 | N.P. | $\lambda \leq 200.0$ OK | x: 0.051 m $\eta$ = 4.8 | x: 1.495 m $\eta$ = 62.3 | x: 0.051 m $\eta$ = 2.0 | $\eta$ = 0.3 | $\eta$ = 3.6 | x: 1.495 m $\eta$ = 65.3 | **OK $\nu$ = 65.3** |
| N44/N47 | x: 1.069 m $\eta$ = 0.9 | $\lambda \leq 200.0$ OK | x: 0.192 m $\eta$ = 24.0 | x: 0.192 m $\eta$ = 45.4 | x: 0.192 m $\eta$ = 7.3 | $\eta$ = 0.3 | x: 0.192 m $\eta$ = 10.1 | x: 0.192 m $\eta$ = 67.0 | **OK $\nu$ = 67.0** |
| N47/N48 | x: 0.061 m $\eta$ = 2.2 | $\lambda \leq 200.0$ OK | x: 0.061 m $\eta$ = 14.3 | x: 0.061 m $\eta$ = 4.0 | x: 0.956 m $\eta$ = 5.2 | $\eta$ = 0.2 | x: 0.061 m $\eta$ = 1.2 | x: 0.061 m $\eta$ = 11.9 | **OK $\nu$ = 14.3** |
| N48/N49 | x: 0.952 m $\eta$ = 25.3 | N.P. | N.P. | x: 0.953 m $\eta$ = 16.8 | x: 0.151 m $\eta$ = 2.4 | x: 0.952 m $\eta$ = 0.1 | x: 0.151 m $\eta$ = 4.0 | x: 0.953 m $\eta$ = 40.4 | **OK $\nu$ = 40.4** |
| N49/N50 | x: 0.868 m $\eta$ = 27.5 | N.P. | N.P. | x: 0.869 m $\eta$ = 12.4 | x: 0.869 m $\eta$ = 0.9 | $\eta$ < 0.1 | x: 0.055 m $\eta$ = 1.9 | x: 0.869 m $\eta$ = 38.7 | **OK $\nu$ = 38.7** |
| N50/N51 | x: 0.885 m $\eta$ = 51.5 | N.P. | N.P. | x: 0.886 m $\eta$ = 14.9 | x: 0.126 m $\eta$ = 2.1 | $\eta$ = 0.1 | x: 0.126 m $\eta$ = 1.9 | x: 0.886 m $\eta$ = 64.9 | **OK $\nu$ = 64.9** |
| N51/N52 | x: 0.822 m $\eta$ = 52.1 | N.P. | N.P. | x: 0.823 m $\eta$ = 15.6 | x: 0.823 m $\eta$ = 3.2 | $\eta$ = 0.1 | x: 0.053 m $\eta$ = 1.8 | x: 0.823 m $\eta$ = 66.1 | **OK $\nu$ = 66.1** |
| N52/N53 | x: 0.856 m $\eta$ = 64.0 | N.P. | N.P. | x: 0.857 m $\eta$ = 12.7 | x: 0.113 m $\eta$ = 4.6 | $\eta$ = 0.2 | x: 0.113 m $\eta$ = 0.4 | x: 0.857 m $\eta$ = 75.4 | **OK $\nu$ = 75.4** |
| N53/N54 | x: 0.979 m $\eta$ = 64.1 | N.P. | N.P. | x: 0.98 m $\eta$ = 15.7 | x: 0.98 m $\eta$ = 5.1 | $\eta$ = 0.2 | x: 0.051 m $\eta$ = 1.1 | x: 0.98 m $\eta$ = 78.2 | **OK $\nu$ = 78.2** |
| N55/N54 | x: 0.979 m $\eta$ = 64.1 | N.P. | N.P. | x: 0.98 m $\eta$ = 15.7 | x: 0.98 m $\eta$ = 5.1 | $\eta$ = 0.2 | x: 0.051 m $\eta$ = 1.1 | x: 0.98 m $\eta$ = 78.2 | **OK $\nu$ = 78.2** |
| N56/N55 | x: 0.856 m $\eta$ = 64.0 | N.P. | N.P. | x: 0.857 m $\eta$ = 12.7 | x: 0.113 m $\eta$ = 4.6 | $\eta$ = 0.2 | x: 0.113 m $\eta$ = 0.4 | x: 0.857 m $\eta$ = 75.4 | **OK $\nu$ = 75.4** |
| N57/N56 | x: 0.822 m $\eta$ = 52.1 | N.P. | N.P. | x: 0.823 m $\eta$ = 15.6 | x: 0.823 m $\eta$ = 3.2 | $\eta$ = 0.1 | x: 0.053 m $\eta$ = 1.8 | x: 0.823 m $\eta$ = 66.1 | **OK $\nu$ = 66.1** |
| N58/N57 | x: 0.885 m $\eta$ = 51.5 | N.P. | N.P. | x: 0.886 m $\eta$ = 14.9 | x: 0.126 m $\eta$ = 2.0 | $\eta$ = 0.1 | x: 0.126 m $\eta$ = 1.9 | x: 0.886 m $\eta$ = 64.9 | **OK $\nu$ = 64.9** |
| N59/N58 | x: 0.868 m $\eta$ = 27.5 | N.P. | N.P. | x: 0.869 m $\eta$ = 12.4 | x: 0.869 m $\eta$ = 0.9 | $\eta$ < 0.1 | x: 0.055 m $\eta$ = 1.9 | x: 0.869 m $\eta$ = 38.7 | **OK $\nu$ = 38.7** |
| N60/N59 | x: 0.952 m $\eta$ = 25.3 | N.P. | N.P. | x: 0.953 m $\eta$ = 16.8 | x: 0.151 m $\eta$ = 2.3 | x: 0.952 m $\eta$ = 0.1 | x: 0.151 m $\eta$ = 4.0 | x: 0.953 m $\eta$ = 40.4 | **OK $\nu$ = 40.4** |
| N61/N60 | x: 0.955 m $\eta$ = 2.2 | $\lambda \leq 200.0$ OK | x: 0.061 m $\eta$ = 14.3 | x: 0.061 m $\eta$ = 4.0 | x: 0.956 m $\eta$ = 5.1 | $\eta$ = 0.2 | x: 0.061 m $\eta$ = 1.2 | x: 0.061 m $\eta$ = 11.9 | **OK $\nu$ = 14.3** |
| N46/N61 | x: 1.069 m $\eta$ = 0.9 | $\lambda \leq 200.0$ OK | x: 0.192 m $\eta$ = 24.0 | x: 0.192 m $\eta$ = 45.4 | x: 0.192 m $\eta$ = 7.3 | $\eta$ = 0.3 | x: 0.192 m $\eta$ = 10.1 | x: 0.192 m $\eta$ = 67.0 | **OK $\nu$ = 67.0** |
| N44/N62 | x: 0.434 m $\eta$ = 3.6 | N.P. | N.P. | x: 0.085 m $\eta$ = 42.0 | x: 0.085 m $\eta$ = 1.5 | $\eta$ = 0.3 | $\eta$ = 20.7 | x: 0.085 m $\eta$ = 44.0 | **OK $\nu$ = 44.0** |
| N62/N63 | x: 0.942 m $\eta$ = 28.4 | N.P. | N.P. | x: 0.113 m $\eta$ = 26.0 | x: 0.113 m $\eta$ = 12.0 | x: 0.528 m $\eta$ = 1.2 | x: 0.113 m $\eta$ = 7.4 | x: 0.113 m $\eta$ = 55.0 | **OK $\nu$ = 55.0** |
| N63/N64 | x: 1.004 m $\eta$ = 1.5 | $\lambda \leq 200.0$ OK | x: 0.109 m $\eta$ = 15.2 | x: 0.109 m $\eta$ = 4.2 | x: 0.109 m $\eta$ = 6.0 | x: 1.003 m $\eta$ = 0.7 | x: 0.109 m $\eta$ = 3.6 | x: 0.109 m $\eta$ = 12.0 | **OK $\nu$ = 15.2** |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N64/N65 | x: 0.059 m<br>η = 0.7 | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.058 m<br>η = 18.1 | x: 0.86 m<br>η = 14.2 | x: 0.058 m<br>η = 3.0 | x: 0.459 m<br>η = 0.5 | x: 0.058 m<br>η = 6.7 | x: 0.86 m<br>η = 23.2 | **OK**<br>**ν = 23.2** |
| N65/N66 | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.1 m<br>η = 48.0 | x: 0.507 m<br>η = 9.4 | x: 0.1 m<br>η = 1.9 | x: 0.1 m<br>η = 0.5 | x: 0.1 m<br>η = 2.8 | x: 0.507 m<br>η = 56.2 | **OK**<br>**ν = 56.2** |
| N66/N67 | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.054 m<br>η = 48.4 | x: 0.814 m<br>η = 13.8 | x: 0.814 m<br>η = 3.5 | η = 0.5 | x: 0.054 m<br>η = 5.1 | x: 0.814 m<br>η = 60.5 | **OK**<br>**ν = 60.5** |
| N67/N68 | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.099 m<br>η = 65.7 | x: 0.484 m<br>η = 12.2 | x: 0.869 m<br>η = 3.5 | η = 0.2 | x: 0.869 m<br>η = 2.7 | x: 0.484 m<br>η = 76.5 | **OK**<br>**ν = 76.5** |
| N68/N69 | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.052 m<br>η = 65.6 | x: 0.61 m<br>η = 13.1 | x: 0.796 m<br>η = 5.3 | η = 0.3 | x: 0.052 m<br>η = 3.8 | x: 0.61 m<br>η = 77.3 | **OK**<br>**ν = 77.3** |
| N69/N70 | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.121 m<br>η = 72.6 | x: 0.586 m<br>η = 13.8 | x: 0.121 m<br>η = 4.8 | η = 0.1 | x: 1.05 m<br>η = 3.7 | x: 0.586 m<br>η = 85.0 | **OK**<br>**ν = 85.0** |

| Barras | COMPROBACIONES LRFD | | | | | | | | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $P_t$ | $\lambda_c$ | $P_c$ | $M_x$ | $M_y$ | $V_x$ | $V_y$ | $PM_xM_yV_xV_yT$ | |
| N71/N70 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.121 m<br>η = 72.6 | x: 0.586 m<br>η = 13.8 | x: 0.121 m<br>η = 4.8 | η = 0.1 | x: 1.05 m<br>η = 3.7 | x: 0.586 m<br>η = 85.0 | **OK**<br>**ν = 85.0** |
| N72/N71 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.052 m<br>η = 65.6 | x: 0.61 m<br>η = 13.1 | x: 0.796 m<br>η = 5.3 | η = 0.3 | x: 0.052 m<br>η = 3.8 | x: 0.61 m<br>η = 77.3 | **OK**<br>**ν = 77.3** |
| N73/N72 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.099 m<br>η = 65.7 | x: 0.484 m<br>η = 12.2 | x: 0.869 m<br>η = 3.6 | η = 0.2 | x: 0.869 m<br>η = 2.7 | x: 0.484 m<br>η = 76.5 | **OK**<br>**ν = 76.5** |
| N74/N73 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.054 m<br>η = 48.4 | x: 0.814 m<br>η = 13.8 | x: 0.814 m<br>η = 3.5 | η = 0.5 | x: 0.054 m<br>η = 5.1 | x: 0.814 m<br>η = 60.5 | **OK**<br>**ν = 60.5** |
| N75/N74 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.1 m<br>η = 48.0 | x: 0.507 m<br>η = 9.4 | x: 0.1 m<br>η = 2.0 | η = 0.4 | x: 0.1 m<br>η = 2.8 | x: 0.507 m<br>η = 56.2 | **OK**<br>**ν = 56.2** |
| N76/N75 | x: 0.059 m<br>η = 0.7 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.058 m<br>η = 18.1 | x: 0.86 m<br>η = 14.2 | x: 0.058 m<br>η = 3.1 | x: 0.459 m<br>η = 0.5 | x: 0.058 m<br>η = 6.7 | x: 0.86 m<br>η = 23.2 | **OK**<br>**ν = 23.2** |
| N77/N76 | x: 1.004 m<br>η = 1.4 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.109 m<br>η = 15.2 | x: 0.109 m<br>η = 4.2 | x: 0.109 m<br>η = 6.1 | x: 1.003 m<br>η = 0.7 | x: 0.109 m<br>η = 3.6 | x: 0.109 m<br>η = 12.0 | **OK**<br>**ν = 15.2** |
| N78/N77 | x: 0.942 m<br>η = 28.4 | N.P. | N.P. | x: 0.113 m<br>η = 26.0 | x: 0.113 m<br>η = 12.1 | η = 1.3 | x: 0.113 m<br>η = 7.4 | x: 0.113 m<br>η = 55.0 | **OK**<br>**ν = 55.0** |
| N47/N63 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.065 m<br>η = 8.6 | x: 0.415 m<br>η = 26.9 | x: 0.065 m<br>η = 1.5 | x: 0.24 m<br>η = 0.3 | η = 18.3 | x: 0.415 m<br>η = 31.5 | **OK**<br>**ν = 31.5** |
| N48/N64 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.075 m<br>η = 3.2 | x: 0.075 m<br>η = 17.4 | x: 0.439 m<br>η = 1.2 | η = 0.3 | η = 10.5 | x: 0.075 m<br>η = 19.0 | **OK**<br>**ν = 19.0** |
| N49/N65 | x: 0.424 m<br>η = 0.8 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.058 m<br>η = 0.3 | x: 0.058 m<br>η = 14.1 | x: 0.058 m<br>η = 0.7 | η = 0.1 | η = 9.8 | x: 0.058 m<br>η = 14.5 | **OK**<br>**ν = 14.5** |
| N50/N66 | x: 0.444 m<br>η = 1.1 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.067 m<br>η < 0.1 | x: 0.067 m<br>η = 12.2 | x: 0.067 m<br>η = 0.7 | η = 0.1 | η = 6.3 | x: 0.067 m<br>η = 12.9 | **OK**<br>**ν = 12.9** |
| N51/N67 | x: 0.432 m<br>η = 3.5 | N.P. | N.P. | x: 0.054 m<br>η = 8.9 | x: 0.433 m<br>η = 0.9 | η = 0.2 | η = 5.3 | x: 0.054 m<br>η = 10.6 | **OK**<br>**ν = 10.6** |
| N52/N68 | x: 0.446 m<br>η = 2.4 | N.P. | N.P. | x: 0.063 m<br>η = 6.5 | x: 0.063 m<br>η = 1.0 | η = 0.3 | η = 3.0 | x: 0.063 m<br>η = 7.7 | **OK**<br>**ν = 7.7** |
| N61/N77 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.065 m<br>η = 8.6 | x: 0.415 m<br>η = 26.9 | x: 0.065 m<br>η = 1.5 | x: 0.24 m<br>η = 0.3 | η = 18.3 | x: 0.415 m<br>η = 31.5 | **OK**<br>**ν = 31.5** |
| N60/N76 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.075 m<br>η = 3.2 | x: 0.075 m<br>η = 17.4 | x: 0.439 m<br>η = 1.2 | η = 0.3 | η = 10.5 | x: 0.075 m<br>η = 19.0 | **OK**<br>**ν = 19.0** |
| N59/N75 | x: 0.424 m<br>η = 0.8 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.058 m<br>η = 0.3 | x: 0.058 m<br>η = 14.1 | x: 0.058 m<br>η = 0.7 | η = 0.1 | η = 9.8 | x: 0.058 m<br>η = 14.5 | **OK**<br>**ν = 14.5** |
| N58/N74 | x: 0.444 m<br>η = 1.1 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.067 m<br>η < 0.1 | x: 0.067 m<br>η = 12.2 | x: 0.067 m<br>η = 0.7 | η = 0.1 | η = 6.3 | x: 0.067 m<br>η = 12.9 | **OK**<br>**ν = 12.9** |
| N57/N73 | x: 0.432 m<br>η = 3.5 | N.P. | N.P. | x: 0.054 m<br>η = 8.9 | x: 0.433 m<br>η = 0.9 | η = 0.2 | η = 5.3 | x: 0.054 m<br>η = 10.6 | **OK**<br>**ν = 10.6** |
| N56/N72 | x: 0.446 m<br>η = 2.4 | N.P. | N.P. | x: 0.063 m<br>η = 6.5 | x: 0.063 m<br>η = 1.1 | η = 0.3 | η = 3.0 | x: 0.063 m<br>η = 7.7 | **OK**<br>**ν = 7.7** |
| N55/N71 | x: 0.436 m<br>η = 6.5 | N.P. | N.P. | x: 0.052 m<br>η = 3.9 | x: 0.437 m<br>η = 1.1 | x: 0.052 m<br>η = 0.4 | η = 2.3 | x: 0.052 m<br>η = 7.2 | **OK**<br>**ν = 7.2** |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N54/N70 | x: 0.448 m<br>η = 3.9 | N.P. | N.P. | x: 0.055 m<br>η = 0.8 | x: 0.055 m<br>η = 1.2 | η = 0.4 | η = 0.5 | x: 0.055 m<br>η = 2.0 | **OK**<br>**ν = 3.9** |
| N53/N69 | x: 0.436 m<br>η = 6.5 | N.P. | N.P. | x: 0.052 m<br>η = 3.9 | x: 0.437 m<br>η = 1.2 | η = 0.4 | η = 2.3 | x: 0.052 m<br>η = 7.2 | **OK**<br>**ν = 7.2** |
| N44/N63 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.192 m<br>η = 21.1 | x: 0.192 m<br>η = 31.7 | x: 0.192 m<br>η = 6.5 | η = 0.3 | x: 0.192 m<br>η = 5.1 | x: 0.192 m<br>η = 51.8 | **OK**<br>**ν = 51.8** |
| N63/N48 | x: 0.793 m<br>η = 19.1 | N.P. | N.P. | x: 0.794 m<br>η = 4.1 | x: 0.109 m<br>η = 3.2 | x: 0.793 m<br>η = 0.3 | x: 0.109 m<br>η = 1.2 | x: 0.794 m<br>η = 14.0 | **OK**<br>**ν = 19.1** |
| N48/N65 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.151 m<br>η = 19.7 | x: 1.165 m<br>η = 8.4 | x: 0.151 m<br>η = 3.4 | x: 1.164 m<br>η = 0.2 | x: 0.151 m<br>η = 1.2 | x: 1.165 m<br>η = 20.3 | **OK**<br>**ν = 20.3** |
| N50/N65 | x: 0.81 m<br>η = 13.2 | N.P. | N.P. | x: 0.1 m<br>η = 9.8 | x: 0.1 m<br>η = 2.1 | η = 0.2 | x: 0.811 m<br>η = 0.9 | x: 0.1 m<br>η = 16.6 | **OK**<br>**ν = 16.6** |
| N50/N67 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.126 m<br>η = 12.5 | x: 1.058 m<br>η = 9.7 | x: 1.058 m<br>η = 1.0 | η = 0.2 | x: 0.126 m<br>η = 0.5 | x: 1.058 m<br>η = 16.1 | **OK**<br>**ν = 16.1** |
| N52/N67 | x: 0.849 m<br>η = 7.5 | N.P. | N.P. | x: 0.099 m<br>η = 12.1 | x: 0.099 m<br>η = 3.9 | η = 0.1 | x: 0.85 m<br>η = 0.7 | x: 0.099 m<br>η = 16.0 | **OK**<br>**ν = 16.0** |
| N52/N69 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.113 m<br>η = 5.8 | x: 0.113 m<br>η = 10.8 | x: 0.986 m<br>η = 3.0 | η = 0.1 | x: 0.986 m<br>η = 0.2 | x: 0.113 m<br>η = 13.8 | **OK**<br>**ν = 13.8** |
| N54/N69 | x: 1.066 m<br>η = 1.6 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.121 m<br>η = 0.6 | x: 0.121 m<br>η = 13.4 | x: 0.121 m<br>η = 4.3 | η < 0.1 | x: 1.067 m<br>η = 0.6 | x: 0.121 m<br>η = 14.4 | **OK**<br>**ν = 14.4** |

| Barras | COMPROBACIONES LRFD | | | | | | | | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $P_t$ | $\lambda_c$ | $P_c$ | $M_x$ | $M_y$ | $V_x$ | $V_y$ | $PM_xM_yV_xV_yT$ | |
| N54/N71 | x: 1.066 m<br>η = 1.6 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.121 m<br>η = 0.6 | x: 0.121 m<br>η = 13.4 | x: 0.121 m<br>η = 4.3 | η < 0.1 | x: 1.067 m<br>η = 0.6 | x: 0.121 m<br>η = 14.4 | **OK**<br>**ν = 14.4** |
| N56/N71 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.113 m<br>η = 5.8 | x: 0.113 m<br>η = 10.8 | x: 0.986 m<br>η = 3.1 | η = 0.1 | x: 0.986 m<br>η = 0.2 | x: 0.113 m<br>η = 13.8 | **OK**<br>**ν = 13.8** |
| N56/N73 | x: 0.849 m<br>η = 7.5 | N.P. | N.P. | x: 0.099 m<br>η = 12.1 | x: 0.099 m<br>η = 3.9 | η = 0.1 | x: 0.85 m<br>η = 0.7 | x: 0.099 m<br>η = 16.0 | **OK**<br>**ν = 16.0** |
| N58/N73 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.126 m<br>η = 12.5 | x: 1.058 m<br>η = 9.7 | x: 1.058 m<br>η = 1.0 | η = 0.2 | x: 0.126 m<br>η = 0.5 | x: 1.058 m<br>η = 16.1 | **OK**<br>**ν = 16.1** |
| N58/N75 | x: 0.81 m<br>η = 13.2 | N.P. | N.P. | x: 0.1 m<br>η = 9.8 | x: 0.1 m<br>η = 2.0 | η = 0.2 | x: 0.811 m<br>η = 0.9 | x: 0.1 m<br>η = 16.6 | **OK**<br>**ν = 16.6** |
| N60/N75 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.151 m<br>η = 19.7 | x: 1.165 m<br>η = 8.4 | x: 0.151 m<br>η = 3.5 | x: 1.164 m<br>η = 0.2 | x: 0.151 m<br>η = 1.2 | x: 1.165 m<br>η = 20.3 | **OK**<br>**ν = 20.3** |
| N77/N60 | x: 0.793 m<br>η = 19.1 | N.P. | N.P. | x: 0.794 m<br>η = 4.1 | x: 0.109 m<br>η = 3.2 | x: 0.793 m<br>η = 0.3 | x: 0.109 m<br>η = 1.2 | x: 0.794 m<br>η = 14.0 | **OK**<br>**ν = 19.1** |
| N46/N77 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.192 m<br>η = 21.1 | x: 0.192 m<br>η = 31.7 | x: 0.192 m<br>η = 6.6 | η = 0.3 | x: 0.192 m<br>η = 5.1 | x: 0.192 m<br>η = 51.8 | **OK**<br>**ν = 51.8** |
| N80/N83 | x: 0.85 m<br>η = 0.1 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.192 m<br>η = 12.5 | x: 0.192 m<br>η = 24.8 | x: 0.192 m<br>η = 6.0 | η = 0.3 | x: 0.192 m<br>η = 5.6 | x: 0.192 m<br>η = 34.9 | **OK**<br>**ν = 34.9** |
| N83/N84 | x: 0.061 m<br>η = 1.0 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.061 m<br>η = 7.2 | x: 0.061 m<br>η = 2.1 | x: 0.956 m<br>η = 5.4 | η = 0.3 | x: 0.061 m<br>η = 0.7 | x: 0.956 m<br>η = 7.2 | **OK**<br>**ν = 7.2** |
| N84/N85 | x: 0.952 m<br>η = 14.4 | N.P. | N.P. | x: 0.953 m<br>η = 9.3 | x: 0.151 m<br>η = 2.3 | x: 0.952 m<br>η = 0.1 | x: 0.151 m<br>η = 2.2 | x: 0.953 m<br>η = 16.6 | **OK**<br>**ν = 16.6** |
| N85/N86 | x: 0.868 m<br>η = 15.6 | N.P. | N.P. | x: 0.869 m<br>η = 6.8 | x: 0.869 m<br>η = 1.0 | η = 0.1 | x: 0.055 m<br>η = 1.1 | x: 0.869 m<br>η = 14.6 | **OK**<br>**ν = 15.6** |
| N86/N87 | x: 0.885 m<br>η = 28.6 | N.P. | N.P. | x: 0.886 m<br>η = 8.2 | x: 0.126 m<br>η = 2.1 | η = 0.1 | x: 0.126 m<br>η = 1.1 | x: 0.886 m<br>η = 36.0 | **OK**<br>**ν = 36.0** |
| N87/N88 | x: 0.822 m<br>η = 29.0 | N.P. | N.P. | x: 0.823 m<br>η = 8.5 | x: 0.823 m<br>η = 3.4 | η = 0.2 | x: 0.053 m<br>η = 1.0 | x: 0.823 m<br>η = 36.5 | **OK**<br>**ν = 36.5** |
| N88/N89 | x: 0.856 m<br>η = 35.5 | N.P. | N.P. | x: 0.857 m<br>η = 7.0 | x: 0.113 m<br>η = 4.8 | η = 0.2 | x: 0.113 m<br>η = 0.2 | x: 0.857 m<br>η = 41.7 | **OK**<br>**ν = 41.7** |
| N89/N90 | x: 0.979 m<br>η = 35.5 | N.P. | N.P. | x: 0.98 m<br>η = 8.6 | x: 0.98 m<br>η = 5.2 | η = 0.2 | x: 0.051 m<br>η = 0.6 | x: 0.98 m<br>η = 43.1 | **OK**<br>**ν = 43.1** |
| N91/N90 | x: 0.979 m<br>η = 35.5 | N.P. | N.P. | x: 0.98 m<br>η = 8.6 | x: 0.98 m<br>η = 5.3 | η = 0.2 | x: 0.051 m<br>η = 0.6 | x: 0.98 m<br>η = 43.1 | **OK**<br>**ν = 43.1** |
| N92/N91 | x: 0.856 m<br>η = 35.5 | N.P. | N.P. | x: 0.857 m<br>η = 7.0 | x: 0.113 m<br>η = 4.7 | η = 0.2 | x: 0.113 m<br>η = 0.2 | x: 0.857 m<br>η = 41.7 | **OK**<br>**ν = 41.7** |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N93/N92 | x: 0.822 m<br>η = 29.0 | N.P. | N.P. | x: 0.823 m<br>η = 8.5 | x: 0.823 m<br>η = 3.4 | η = 0.2 | x: 0.053 m<br>η = 1.0 | x: 0.823 m<br>η = 36.5 | **OK**<br>**ν = 36.5** |
| N94/N93 | x: 0.885 m<br>η = 28.6 | N.P. | N.P. | x: 0.886 m<br>η = 8.2 | x: 0.126 m<br>η = 2.1 | η = 0.1 | x: 0.126 m<br>η = 1.1 | x: 0.886 m<br>η = 36.0 | **OK**<br>**ν = 36.0** |
| N95/N94 | x: 0.868 m<br>η = 15.6 | N.P. | N.P. | x: 0.869 m<br>η = 6.8 | x: 0.869 m<br>η = 1.1 | η = 0.1 | x: 0.055 m<br>η = 1.1 | x: 0.869 m<br>η = 14.6 | **OK**<br>**ν = 15.6** |
| N96/N95 | x: 0.952 m<br>η = 14.4 | N.P. | N.P. | x: 0.953 m<br>η = 9.3 | x: 0.151 m<br>η = 2.3 | x: 0.952 m<br>η = 0.1 | x: 0.151 m<br>η = 2.2 | x: 0.953 m<br>η = 16.6 | **OK**<br>**ν = 16.6** |
| N97/N96 | x: 0.061 m<br>η = 1.0 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.061 m<br>η = 7.2 | x: 0.061 m<br>η = 2.1 | x: 0.956 m<br>η = 5.4 | η = 0.3 | x: 0.061 m<br>η = 0.7 | x: 0.956 m<br>η = 7.2 | **OK**<br>**ν = 7.2** |
| N82/N97 | x: 0.85 m<br>η = 0.1 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.192 m<br>η = 12.5 | x: 0.192 m<br>η = 24.8 | x: 0.192 m<br>η = 6.0 | η = 0.3 | x: 0.192 m<br>η = 5.6 | x: 0.192 m<br>η = 34.9 | **OK**<br>**ν = 34.9** |
| N80/N98 | x: 0.434 m<br>η = 2.0 | N.P. | N.P. | x: 0.085 m<br>η = 22.6 | x: 0.085 m<br>η = 1.1 | η = 0.2 | η = 11.1 | x: 0.085 m<br>η = 24.0 | **OK**<br>**ν = 24.0** |
| N98/N99 | x: 0.942 m<br>η = 15.3 | N.P. | N.P. | x: 0.113 m<br>η = 14.2 | x: 0.113 m<br>η = 8.9 | η = 0.8 | x: 0.113 m<br>η = 4.0 | x: 0.113 m<br>η = 27.2 | **OK**<br>**ν = 27.2** |
| N99/N100 | x: 1.003 m<br>η = 0.5 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.109 m<br>η = 8.6 | x: 0.78 m<br>η = 2.3 | x: 0.109 m<br>η = 6.5 | x: 1.004 m<br>η = 0.8 | x: 0.109 m<br>η = 1.8 | x: 0.109 m<br>η = 8.3 | **OK**<br>**ν = 8.6** |
| N100/N101 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.058 m<br>η = 10.2 | x: 0.86 m<br>η = 8.0 | x: 0.058 m<br>η = 3.0 | x: 0.459 m<br>η = 0.5 | x: 0.058 m<br>η = 3.6 | x: 0.86 m<br>η = 13.2 | **OK**<br>**ν = 13.2** |
| N101/N102 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.1 m<br>η = 26.4 | x: 0.507 m<br>η = 5.1 | x: 0.1 m<br>η = 2.0 | η = 0.5 | x: 0.1 m<br>η = 1.4 | x: 0.507 m<br>η = 30.9 | **OK**<br>**ν = 30.9** |
| N102/N103 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.054 m<br>η = 26.7 | x: 0.814 m<br>η = 7.7 | x: 0.814 m<br>η = 3.5 | η = 0.5 | x: 0.054 m<br>η = 2.7 | x: 0.814 m<br>η = 33.5 | **OK**<br>**ν = 33.5** |
| N103/N104 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.099 m<br>η = 36.1 | x: 0.484 m<br>η = 6.7 | x: 0.869 m<br>η = 3.6 | η = 0.2 | x: 0.869 m<br>η = 1.4 | x: 0.484 m<br>η = 42.0 | **OK**<br>**ν = 42.0** |

| rras | COMPROBACIONES LRFD | | | | | | | | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $P_t$ | $\lambda_c$ | $P_c$ | $M_x$ | $M_y$ | $V_x$ | $V_y$ | $PM_xM_yV_xV_yT$ | |
| N104/N105 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.052 m<br>η = 36.0 | x: 0.61 m<br>η = 7.2 | x: 0.796 m<br>η = 5.6 | η = 0.4 | x: 0.052 m<br>η = 2.0 | x: 0.61 m<br>η = 42.5 | **OK**<br>**ν = 42.5** |
| N105/N106 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.121 m<br>η = 39.9 | x: 0.586 m<br>η = 7.5 | x: 0.121 m<br>η = 5.1 | η = 0.1 | x: 1.05 m<br>η = 1.9 | x: 0.586 m<br>η = 46.6 | **OK**<br>**ν = 46.6** |
| N107/N106 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.121 m<br>η = 39.9 | x: 0.586 m<br>η = 7.5 | x: 0.121 m<br>η = 5.1 | η = 0.1 | x: 1.05 m<br>η = 1.9 | x: 0.586 m<br>η = 46.6 | **OK**<br>**ν = 46.6** |
| N108/N107 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.052 m<br>η = 36.0 | x: 0.61 m<br>η = 7.2 | x: 0.796 m<br>η = 5.5 | η = 0.4 | x: 0.052 m<br>η = 2.0 | x: 0.61 m<br>η = 42.5 | **OK**<br>**ν = 42.5** |
| N109/N108 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.099 m<br>η = 36.1 | x: 0.484 m<br>η = 6.7 | x: 0.869 m<br>η = 3.6 | η = 0.2 | x: 0.869 m<br>η = 1.4 | x: 0.484 m<br>η = 42.0 | **OK**<br>**ν = 42.0** |
| N110/N109 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.054 m<br>η = 26.7 | x: 0.814 m<br>η = 7.7 | x: 0.814 m<br>η = 3.5 | η = 0.5 | x: 0.054 m<br>η = 2.7 | x: 0.814 m<br>η = 33.5 | **OK**<br>**ν = 33.5** |
| N111/N110 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.1 m<br>η = 26.4 | x: 0.507 m<br>η = 5.1 | x: 0.1 m<br>η = 2.0 | η = 0.5 | x: 0.1 m<br>η = 1.4 | x: 0.507 m<br>η = 30.9 | **OK**<br>**ν = 30.9** |
| N112/N111 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.058 m<br>η = 10.2 | x: 0.86 m<br>η = 8.0 | x: 0.058 m<br>η = 3.0 | x: 0.459 m<br>η = 0.5 | x: 0.058 m<br>η = 3.6 | x: 0.86 m<br>η = 13.2 | **OK**<br>**ν = 13.2** |
| N113/N112 | x: 1.003 m<br>η = 0.4 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.109 m<br>η = 8.6 | x: 0.78 m<br>η = 2.3 | x: 0.109 m<br>η = 6.6 | x: 1.004 m<br>η = 0.8 | x: 0.109 m<br>η = 1.8 | x: 0.109 m<br>η = 8.3 | **OK**<br>**ν = 8.6** |
| N114/N113 | x: 0.942 m<br>η = 15.3 | N.P. | N.P. | x: 0.113 m<br>η = 14.2 | x: 0.113 m<br>η = 9.0 | η = 0.8 | x: 0.113 m<br>η = 4.0 | x: 0.113 m<br>η = 27.2 | **OK**<br>**ν = 27.2** |
| N83/N99 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.065 m<br>η = 4.6 | x: 0.415 m<br>η = 14.7 | x: 0.065 m<br>η = 1.1 | η = 0.2 | η = 10.0 | x: 0.415 m<br>η = 17.1 | **OK**<br>**ν = 17.1** |
| N84/N100 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.075 m<br>η = 1.6 | x: 0.075 m<br>η = 9.5 | x: 0.439 m<br>η = 1.4 | η = 0.3 | η = 5.7 | x: 0.075 m<br>η = 10.4 | **OK**<br>**ν = 10.4** |
| N85/N101 | x: 0.424 m<br>η = 0.5 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.058 m<br>η = 0.1 | x: 0.058 m<br>η = 7.7 | x: 0.058 m<br>η = 0.8 | η = 0.1 | η = 5.3 | x: 0.058 m<br>η = 8.1 | **OK**<br>**ν = 8.1** |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N86/N102 | x: 0.444 m<br>η = 0.7 | N.P. | N.P. | x: 0.067 m<br>η = 6.7 | x: 0.067 m<br>η = 0.8 | η = 0.1 | η = 3.5 | x: 0.067 m<br>η = 7.2 | **OK**<br>**ν = 7.2** |
| N87/N103 | x: 0.432 m<br>η = 2.0 | N.P. | N.P. | x: 0.054 m<br>η = 4.8 | x: 0.433 m<br>η = 1.0 | η = 0.2 | η = 2.9 | x: 0.054 m<br>η = 5.9 | **OK**<br>**ν = 5.9** |
| N88/N104 | x: 0.446 m<br>η = 1.4 | N.P. | N.P. | x: 0.063 m<br>η = 3.5 | x: 0.063 m<br>η = 1.0 | η = 0.3 | η = 1.6 | x: 0.063 m<br>η = 4.3 | **OK**<br>**ν = 4.3** |
| N82/N114 | x: 0.434 m<br>η = 2.0 | N.P. | N.P. | x: 0.085 m<br>η = 22.6 | x: 0.085 m<br>η = 1.1 | η = 0.2 | η = 11.1 | x: 0.085 m<br>η = 24.0 | **OK**<br>**ν = 24.0** |
| N97/N113 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.065 m<br>η = 4.6 | x: 0.415 m<br>η = 14.7 | x: 0.065 m<br>η = 1.1 | η = 0.2 | η = 10.0 | x: 0.415 m<br>η = 17.1 | **OK**<br>**ν = 17.1** |
| N96/N112 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.075 m<br>η = 1.6 | x: 0.075 m<br>η = 9.5 | x: 0.439 m<br>η = 1.4 | η = 0.3 | η = 5.7 | x: 0.075 m<br>η = 10.4 | **OK**<br>**ν = 10.4** |
| N95/N111 | x: 0.424 m<br>η = 0.5 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.058 m<br>η = 0.2 | x: 0.058 m<br>η = 7.7 | x: 0.058 m<br>η = 0.8 | η = 0.1 | η = 5.3 | x: 0.058 m<br>η = 8.1 | **OK**<br>**ν = 8.1** |
| N94/N110 | x: 0.444 m<br>η = 0.7 | N.P. | N.P. | x: 0.067 m<br>η = 6.7 | x: 0.067 m<br>η = 0.8 | η = 0.1 | η = 3.5 | x: 0.067 m<br>η = 7.2 | **OK**<br>**ν = 7.2** |
| N93/N109 | x: 0.432 m<br>η = 2.0 | N.P. | N.P. | x: 0.054 m<br>η = 4.8 | x: 0.433 m<br>η = 1.0 | η = 0.2 | η = 2.9 | x: 0.054 m<br>η = 5.9 | **OK**<br>**ν = 5.9** |
| N92/N108 | x: 0.446 m<br>η = 1.4 | N.P. | N.P. | x: 0.063 m<br>η = 3.5 | x: 0.063 m<br>η = 1.1 | η = 0.3 | η = 1.6 | x: 0.063 m<br>η = 4.3 | **OK**<br>**ν = 4.3** |
| N91/N107 | x: 0.436 m<br>η = 3.6 | N.P. | N.P. | x: 0.052 m<br>η = 2.1 | x: 0.437 m<br>η = 1.2 | x: 0.052 m<br>η = 0.4 | η = 1.3 | x: 0.052 m<br>η = 4.0 | **OK**<br>**ν = 4.0** |
| N90/N106 | x: 0.448 m<br>η = 2.2 | N.P. | N.P. | x: 0.055 m<br>η = 0.4 | x: 0.055 m<br>η = 1.2 | η = 0.4 | η = 0.2 | x: 0.055 m<br>η = 1.5 | **OK**<br>**ν = 2.2** |
| N89/N105 | x: 0.436 m<br>η = 3.6 | N.P. | N.P. | x: 0.052 m<br>η = 2.1 | x: 0.437 m<br>η = 1.2 | η = 0.4 | η = 1.3 | x: 0.052 m<br>η = 4.0 | **OK**<br>**ν = 4.0** |
| N80/N99 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.192 m<br>η = 11.5 | x: 0.192 m<br>η = 17.3 | x: 1.3 m<br>η = 5.7 | η = 0.2 | x: 0.192 m<br>η = 2.8 | x: 0.192 m<br>η = 26.4 | **OK**<br>**ν = 26.4** |
| N99/N84 | x: 0.793 m<br>η = 10.5 | N.P. | N.P. | x: 0.794 m<br>η = 2.2 | x: 0.109 m<br>η = 3.7 | x: 0.793 m<br>η = 0.4 | x: 0.109 m<br>η = 0.6 | x: 0.794 m<br>η = 7.9 | **OK**<br>**ν = 10.5** |
| N84/N101 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.151 m<br>η = 10.7 | x: 1.165 m<br>η = 4.7 | x: 0.151 m<br>η = 3.7 | x: 1.164 m<br>η = 0.3 | x: 0.151 m<br>η = 0.7 | x: 1.165 m<br>η = 10.2 | **OK**<br>**ν = 10.7** |
| N86/N101 | x: 0.81 m<br>η = 7.2 | N.P. | N.P. | x: 0.1 m<br>η = 5.3 | x: 0.1 m<br>η = 2.2 | η = 0.2 | x: 0.811 m<br>η = 0.5 | x: 0.1 m<br>η = 9.3 | **OK**<br>**ν = 9.3** |
| N86/N103 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.126 m<br>η = 6.8 | x: 1.058 m<br>η = 5.4 | x: 1.058 m<br>η = 1.3 | η = 0.2 | x: 0.126 m<br>η = 0.3 | x: 1.058 m<br>η = 8.8 | **OK**<br>**ν = 8.8** |

| Barras | COMPROBACIONES LRFD | | | | | | | | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $P_t$ | $\lambda_c$ | $P_c$ | $M_x$ | $M_y$ | $V_x$ | $V_y$ | $PM_xM_yV_xV_yT$ | |
| N88/N103 | x: 0.849 m<br>η = 4.1 | N.P. | N.P. | x: 0.099 m<br>η = 6.6 | x: 0.099 m<br>η = 4.0 | η = 0.1 | x: 0.85 m<br>η = 0.4 | x: 0.099 m<br>η = 8.8 | **OK**<br>**ν = 8.8** |
| N88/N105 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.113 m<br>η = 3.1 | x: 0.113 m<br>η = 5.9 | x: 0.986 m<br>η = 3.2 | η = 0.1 | x: 0.986 m<br>η = 0.1 | x: 0.113 m<br>η = 7.5 | **OK**<br>**ν = 7.5** |
| N90/N105 | x: 1.066 m<br>η = 0.9 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.121 m<br>η = 0.3 | x: 0.121 m<br>η = 7.3 | x: 0.121 m<br>η = 4.4 | η < 0.1 | x: 1.067 m<br>η = 0.3 | x: 0.121 m<br>η = 7.8 | **OK**<br>**ν = 7.8** |
| N90/N107 | x: 1.066 m<br>η = 0.9 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.121 m<br>η = 0.2 | x: 0.121 m<br>η = 7.3 | x: 0.121 m<br>η = 4.3 | η < 0.1 | x: 1.067 m<br>η = 0.3 | x: 0.121 m<br>η = 7.8 | **OK**<br>**ν = 7.8** |
| N92/N107 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.113 m<br>η = 3.1 | x: 0.113 m<br>η = 5.9 | x: 0.986 m<br>η = 3.3 | η = 0.1 | x: 0.986 m<br>η = 0.1 | x: 0.113 m<br>η = 7.5 | **OK**<br>**ν = 7.5** |
| N92/N109 | x: 0.849 m<br>η = 4.1 | N.P. | N.P. | x: 0.099 m<br>η = 6.6 | x: 0.099 m<br>η = 3.9 | η = 0.1 | x: 0.85 m<br>η = 0.4 | x: 0.099 m<br>η = 8.8 | **OK**<br>**ν = 8.8** |
| N94/N109 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.126 m<br>η = 6.8 | x: 1.058 m<br>η = 5.4 | x: 1.058 m<br>η = 1.2 | η = 0.2 | x: 0.126 m<br>η = 0.3 | x: 1.058 m<br>η = 8.8 | **OK**<br>**ν = 8.8** |
| N94/N111 | x: 0.81 m<br>η = 7.2 | N.P. | N.P. | x: 0.1 m<br>η = 5.3 | x: 0.1 m<br>η = 2.2 | η = 0.2 | x: 0.811 m<br>η = 0.5 | x: 0.1 m<br>η = 9.3 | **OK**<br>**ν = 9.3** |
| N96/N111 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.151 m<br>η = 10.7 | x: 1.165 m<br>η = 4.7 | x: 0.151 m<br>η = 3.7 | x: 1.164 m<br>η = 0.3 | x: 0.151 m<br>η = 0.7 | x: 1.165 m<br>η = 10.2 | **OK**<br>**ν = 10.7** |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N113/N96 | x: 0.793 m<br>η = 10.5 | N.P. | N.P. | x: 0.794 m<br>η = 2.2 | x: 0.109 m<br>η = 3.7 | x: 0.793 m<br>η = 0.4 | x: 0.109 m<br>η = 0.6 | x: 0.794 m<br>η = 7.9 | **OK**<br>**ν = 10.5** |
| N82/N113 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.192 m<br>η = 11.5 | x: 0.192 m<br>η = 17.3 | x: 1.3 m<br>η = 5.8 | η = 0.3 | x: 0.192 m<br>η = 2.8 | x: 0.192 m<br>η = 26.4 | **OK**<br>**ν = 26.4** |
| N79/N43 | η = 0.2 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 2.7 m<br>η = 0.2 | x: 0.089 m<br>η = 11.3 | x: 5.311 m<br>η = 8.8 | η = 0.4 | x: 5.311 m<br>η = 0.8 | x: 0.089 m<br>η = 16.5 | **OK**<br>**ν = 16.5** |
| N43/N9 | x: 3.026 m<br>η = 0.2 | λ ≤<br>200.0<br>OK | η = 0.4 | x: 5.311 m<br>η = 11.2 | x: 0.089 m<br>η = 4.2 | x: 1.721 m<br>η = 0.2 | x: 5.311 m<br>η = 0.8 | x: 5.311 m<br>η = 13.9 | **OK**<br>**ν = 13.9** |
| N81/N45 | η = 0.2 | λ ≤<br>200.0<br>OK | η = 0.3 | x: 0.089 m<br>η = 11.5 | x: 5.311 m<br>η = 8.8 | η = 0.4 | x: 5.311 m<br>η = 0.8 | x: 0.089 m<br>η = 16.7 | **OK**<br>**ν = 16.7** |
| N45/N10 | x: 3.026 m<br>η = 0.2 | λ ≤<br>200.0<br>OK | η = 0.4 | x: 5.311 m<br>η = 11.8 | x: 0.089 m<br>η = 4.2 | x: 1.721 m<br>η = 0.2 | x: 5.311 m<br>η = 0.9 | x: 5.311 m<br>η = 14.4 | **OK**<br>**ν = 14.4** |
| N98/N62 | η = 0.3 | λ ≤<br>200.0<br>OK | η = 0.6 | x: 2.7 m<br>η = 4.4 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.089 m<br>η = 0.4 | x: 2.7 m<br>η = 4.5 | **OK**<br>**ν = 4.5** |
| N62/N26 | η = 0.7 | λ ≤<br>200.0<br>OK | η = 1.1 | x: 2.7 m<br>η = 4.4 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.089 m<br>η = 0.4 | x: 2.7 m<br>η = 4.5 | **OK**<br>**ν = 4.5** |
| N99/N63 | η = 0.1 | λ ≤<br>200.0<br>OK | η = 0.9 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.7 | **OK**<br>**ν = 4.7** |
| N63/N27 | η = 0.3 | λ ≤<br>200.0<br>OK | η = 1.7 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.8 | **OK**<br>**ν = 4.8** |
| N64/N28 | η = 0.1 | λ ≤<br>200.0<br>OK | η = 0.3 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N100/N64 | η = 0.1 | λ ≤<br>200.0<br>OK | η = 0.2 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N65/N29 | η = 0.1 | λ ≤<br>200.0<br>OK | η = 0.1 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N101/N65 | η < 0.1 | λ ≤<br>200.0<br>OK | η = 0.1 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N66/N30 | η < 0.1 | λ ≤<br>200.0<br>OK | η < 0.1 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N102/N66 | η < 0.1 | λ ≤<br>200.0<br>OK | η = 0.1 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N67/N31 | η < 0.1 | λ ≤<br>200.0<br>OK | η < 0.1 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N103/N67 | η < 0.1 | λ ≤<br>200.0<br>OK | η = 0.1 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N68/N32 | η = 0.1 | λ ≤<br>200.0<br>OK | η = 0.2 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N104/N68 | η < 0.1 | λ ≤<br>200.0<br>OK | η < 0.1 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 3.9 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N69/N33 | η < 0.1 | λ ≤<br>200.0<br>OK | η < 0.1 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N105/N69 | η = 0.1 | λ ≤<br>200.0<br>OK | η = 0.2 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |

| Barras | COMPROBACIONES LRFD | | | | | | | | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $P_t$ | $\lambda_c$ | $P_c$ | $M_x$ | $M_y$ | $V_x$ | $V_y$ | $PM_xM_yV_xV_yT$ | |
| N70/N34 | η < 0.1 | λ ≤<br>200.0<br>OK | η = 0.1 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N106/N70 | η < 0.1 | λ ≤<br>200.0<br>OK | η = 0.1 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N71/N35 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η < 0.1 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N107/N71 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.1 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N72/N36 | η = 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.2 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N108/N72 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.1 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.0 | **OK ν = 4.6** |
| N73/N37 | η = 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.2 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N109/N73 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.1 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N74/N38 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.1 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N110/N74 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.1 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N75/N39 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.1 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N111/N75 | η = 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.2 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N76/N40 | η = 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.3 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N112/N76 | η = 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.2 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N77/N41 | η = 0.3 | λ ≤ 200.0 OK | η = 1.7 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.8 | **OK ν = 4.8** |
| N113/N77 | η = 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.9 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.7 | **OK ν = 4.7** |
| N78/N42 | η = 0.7 | λ ≤ 200.0 OK | η = 1.1 | x: 2.7 m η = 4.4 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.089 m η = 0.4 | x: 2.7 m η = 4.5 | **OK ν = 4.5** |
| N114/N78 | η = 0.3 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.6 | x: 2.7 m η = 4.4 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.089 m η = 0.4 | x: 2.7 m η = 4.5 | **OK ν = 4.5** |
| N4/N79 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0 m η = 3.8 | x: 0 m η = 24.3 | x: 0 m η = 5.3 | η = 0.2 | η = 2.0 | x: 0 m η = 26.2 | **OK ν = 26.2** |
| N79/N80 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.051 m η = 2.6 | x: 1.495 m η = 34.1 | x: 0.051 m η = 1.4 | η = 0.1 | η = 1.9 | x: 1.495 m η = 36.0 | **OK ν = 36.0** |
| N5/N81 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0 m η = 3.8 | x: 0 m η = 24.3 | x: 0 m η = 5.3 | η = 0.2 | η = 2.0 | x: 0 m η = 26.2 | **OK ν = 26.2** |
| N81/N82 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.051 m η = 2.6 | x: 1.495 m η = 34.1 | x: 0.051 m η = 1.4 | η = 0.2 | η = 1.9 | x: 1.495 m η = 36.0 | **OK ν = 36.0** |
| N7/N10 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0 m η = 6.7 | x: 0 m η = 44.2 | x: 0 m η = 5.5 | x: 2.323 m η = 0.3 | η = 3.6 | x: 0 m η = 47.6 | **OK ν = 47.6** |
| N10/N8 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.051 m η = 4.8 | x: 1.495 m η = 62.9 | x: 0.051 m η = 1.9 | x: 1.315 m η = 0.3 | η = 3.6 | x: 1.495 m η = 65.3 | **OK ν = 65.3** |
| N1/N9 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0 m η = 6.7 | x: 0 m η = 44.2 | x: 0 m η = 5.4 | x: 2.323 m η = 0.3 | η = 3.6 | x: 0 m η = 47.6 | **OK ν = 47.6** |
| N9/N2 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.051 m η = 4.8 | x: 1.495 m η = 62.9 | x: 0.051 m η = 1.9 | x: 1.315 m η = 0.3 | η = 3.6 | x: 1.495 m η = 65.3 | **OK ν = 65.3** |
| N46/N8 | x: 4.006 m η = 0.2 | λ ≤ 200.0 OK | x: 4.006 m η = 0.4 | x: 0.089 m η = 12.1 | x: 0.089 m η = 5.7 | x: 3.353 m η = 0.3 | x: 0.089 m η = 0.9 | x: 5.311 m η = 16.6 | **OK ν = 16.6** |
| N82/N46 | x: 3.026 m η = 0.1 | λ ≤ 200.0 | x: 3.026 m η = 0.2 | x: 0.089 m η = 12.1 | x: 5.311 m η = 7.8 | η = 0.4 | x: 0.089 m η = 0.9 | x: 0.089 m η = 19.0 | **OK ν = 19.0** |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | OK | | | | | | | |
| N80/N44 | x: 3.026 m<br>η = 0.1 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 3.026 m<br>η = 0.2 | x: 0.089 m<br>η = 12.1 | x: 5.311 m<br>η = 7.8 | η = 0.4 | x: 0.089 m<br>η = 0.9 | x: 0.089 m<br>η = 19.0 | **OK**<br>**ν = 19.0** |
| N44/N2 | x: 4.006 m<br>η = 0.2 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 4.006 m<br>η = 0.4 | x: 0.089 m<br>η = 12.1 | x: 0.089 m<br>η = 5.7 | x: 3.353 m<br>η = 0.3 | x: 0.089 m<br>η = 0.9 | x: 5.311 m<br>η = 16.6 | **OK**<br>**ν = 16.6** |
| N115/N116 | x: 1.069 m<br>η = 2.6 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.192 m<br>η = 23.8 | x: 0.192 m<br>η = 45.9 | x: 0.192 m<br>η = 6.5 | x: 1.068 m<br>η = 0.2 | x: 0.192 m<br>η = 10.2 | x: 0.192 m<br>η = 64.8 | **OK**<br>**ν = 64.8** |

| Barras | COMPROBACIONES LRFD | | | | | | | | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $P_t$ | $\lambda_c$ | $P_c$ | $M_x$ | $M_y$ | $V_x$ | $V_y$ | $PM_xM_yV_xV_yT$ | |
| N116/N117 | x: 0.509 m<br>η = 3.9 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.061 m<br>η = 14.0 | x: 0.061 m<br>η = 3.9 | x: 0.956 m<br>η = 5.2 | η = 0.2 | x: 0.061 m<br>η = 1.2 | x: 0.061 m<br>η = 11.0 | **OK**<br>**ν = 14.0** |
| N117/N118 | x: 0.952 m<br>η = 26.0 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.952 m<br>η = 0.3 | x: 0.953 m<br>η = 17.1 | x: 0.151 m<br>η = 2.3 | x: 0.952 m<br>η = 0.1 | x: 0.151 m<br>η = 4.1 | x: 0.953 m<br>η = 41.3 | **OK**<br>**ν = 41.3** |
| N118/N119 | x: 0.868 m<br>η = 28.2 | N.P. | N.P. | x: 0.869 m<br>η = 12.6 | x: 0.869 m<br>η = 0.8 | η < 0.1 | x: 0.055 m<br>η = 1.9 | x: 0.869 m<br>η = 39.4 | **OK**<br>**ν = 39.4** |
| N119/N120 | x: 0.885 m<br>η = 52.4 | N.P. | N.P. | x: 0.886 m<br>η = 15.2 | x: 0.126 m<br>η = 2.1 | η = 0.1 | x: 0.126 m<br>η = 1.9 | x: 0.886 m<br>η = 65.9 | **OK**<br>**ν = 65.9** |
| N120/N121 | x: 0.822 m<br>η = 53.0 | N.P. | N.P. | x: 0.823 m<br>η = 15.7 | x: 0.823 m<br>η = 3.1 | η = 0.1 | x: 0.053 m<br>η = 1.8 | x: 0.823 m<br>η = 67.0 | **OK**<br>**ν = 67.0** |
| N121/N122 | x: 0.856 m<br>η = 65.1 | N.P. | N.P. | x: 0.857 m<br>η = 12.9 | x: 0.113 m<br>η = 4.6 | η = 0.2 | x: 0.113 m<br>η = 0.4 | x: 0.857 m<br>η = 76.5 | **OK**<br>**ν = 76.5** |
| N122/N123 | x: 0.979 m<br>η = 65.1 | N.P. | N.P. | x: 0.98 m<br>η = 15.9 | x: 0.98 m<br>η = 5.0 | η = 0.2 | x: 0.051 m<br>η = 1.1 | x: 0.98 m<br>η = 79.3 | **OK**<br>**ν = 79.3** |
| N124/N123 | x: 0.979 m<br>η = 65.1 | N.P. | N.P. | x: 0.98 m<br>η = 15.9 | x: 0.98 m<br>η = 5.1 | η = 0.2 | x: 0.051 m<br>η = 1.1 | x: 0.98 m<br>η = 79.3 | **OK**<br>**ν = 79.3** |
| N125/N124 | x: 0.856 m<br>η = 65.1 | N.P. | N.P. | x: 0.857 m<br>η = 12.9 | x: 0.113 m<br>η = 4.6 | η = 0.2 | x: 0.113 m<br>η = 0.4 | x: 0.857 m<br>η = 76.5 | **OK**<br>**ν = 76.5** |
| N126/N125 | x: 0.822 m<br>η = 53.0 | N.P. | N.P. | x: 0.823 m<br>η = 15.7 | x: 0.823 m<br>η = 3.1 | η = 0.1 | x: 0.053 m<br>η = 1.8 | x: 0.823 m<br>η = 67.0 | **OK**<br>**ν = 67.0** |
| N127/N126 | x: 0.885 m<br>η = 52.4 | N.P. | N.P. | x: 0.886 m<br>η = 15.2 | x: 0.126 m<br>η = 2.0 | η = 0.1 | x: 0.126 m<br>η = 1.9 | x: 0.886 m<br>η = 65.9 | **OK**<br>**ν = 65.9** |
| N128/N127 | x: 0.868 m<br>η = 28.2 | N.P. | N.P. | x: 0.869 m<br>η = 12.6 | x: 0.869 m<br>η = 0.9 | η < 0.1 | x: 0.055 m<br>η = 1.9 | x: 0.869 m<br>η = 39.4 | **OK**<br>**ν = 39.4** |
| N129/N128 | x: 0.952 m<br>η = 26.0 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.952 m<br>η = 0.5 | x: 0.953 m<br>η = 17.1 | x: 0.151 m<br>η = 2.3 | x: 0.952 m<br>η = 0.1 | x: 0.151 m<br>η = 4.1 | x: 0.953 m<br>η = 41.3 | **OK**<br>**ν = 41.3** |
| N130/N129 | x: 0.509 m<br>η = 3.9 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.061 m<br>η = 14.0 | x: 0.061 m<br>η = 3.9 | x: 0.956 m<br>η = 5.2 | η = 0.2 | x: 0.061 m<br>η = 1.2 | x: 0.061 m<br>η = 11.0 | **OK**<br>**ν = 14.0** |
| N131/N130 | x: 1.069 m<br>η = 2.6 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.192 m<br>η = 23.8 | x: 0.192 m<br>η = 45.9 | x: 0.192 m<br>η = 6.4 | x: 1.068 m<br>η = 0.2 | x: 0.192 m<br>η = 10.2 | x: 0.192 m<br>η = 64.8 | **OK**<br>**ν = 64.8** |
| N115/N132 | x: 0.434 m<br>η = 3.6 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.086 m<br>η = 0.2 | x: 0.085 m<br>η = 42.2 | x: 0.085 m<br>η = 1.5 | x: 0.434 m<br>η = 0.3 | η = 20.8 | x: 0.085 m<br>η = 44.1 | **OK**<br>**ν = 44.1** |
| N132/N133 | x: 0.942 m<br>η = 28.5 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.113 m<br>η = 0.2 | x: 0.113 m<br>η = 26.3 | x: 0.113 m<br>η = 10.6 | η = 1.0 | x: 0.113 m<br>η = 7.5 | x: 0.113 m<br>η = 51.6 | **OK**<br>**ν = 51.6** |
| N133/N134 | x: 1.004 m<br>η = 2.7 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.109 m<br>η = 15.6 | x: 0.78 m<br>η = 4.2 | x: 0.109 m<br>η = 6.2 | x: 1.003 m<br>η = 0.7 | x: 0.109 m<br>η = 3.6 | x: 0.109 m<br>η = 12.4 | **OK**<br>**ν = 15.6** |
| N134/N135 | x: 0.86 m<br>η = 1.8 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.058 m<br>η = 18.5 | x: 0.86 m<br>η = 14.5 | x: 0.058 m<br>η = 3.0 | x: 0.459 m<br>η = 0.5 | x: 0.058 m<br>η = 6.8 | x: 0.86 m<br>η = 23.4 | **OK**<br>**ν = 23.4** |
| N135/N136 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.1 m<br>η = 48.7 | x: 0.507 m<br>η = 9.5 | x: 0.1 m<br>η = 1.9 | η = 0.4 | x: 0.1 m<br>η = 2.8 | x: 0.507 m<br>η = 56.8 | **OK**<br>**ν = 56.8** |
| N136/N137 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.054 m<br>η = 49.1 | x: 0.814 m<br>η = 14.1 | x: 0.814 m<br>η = 3.5 | η = 0.5 | x: 0.054 m<br>η = 5.2 | x: 0.814 m<br>η = 61.2 | **OK**<br>**ν = 61.2** |
| N137/N138 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.099 m<br>η = 66.5 | x: 0.484 m<br>η = 12.4 | x: 0.869 m<br>η = 3.6 | η = 0.2 | x: 0.869 m<br>η = 2.7 | x: 0.484 m<br>η = 77.3 | **OK**<br>**ν = 77.3** |
| N138/N139 | N.P. | λ ≤<br>200.0 | x: 0.052 m<br>η = 66.4 | x: 0.61 m<br>η = 13.3 | x: 0.796 m<br>η = 5.3 | η = 0.3 | x: 0.052 m<br>η = 3.8 | x: 0.61 m<br>η = 78.1 | **OK**<br>**ν = 78.1** |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | OK | | | | | | | |
| N139/N140 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.121 m η = 73.5 | x: 0.586 m η = 13.9 | x: 0.121 m η = 4.7 | η = 0.1 | x: 1.05 m η = 3.7 | x: 0.586 m η = 85.9 | **OK ν = 85.9** |
| N141/N140 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.121 m η = 73.5 | x: 0.586 m η = 13.9 | x: 0.121 m η = 4.9 | η = 0.1 | x: 1.05 m η = 3.7 | x: 0.586 m η = 85.9 | **OK ν = 85.9** |
| N142/N141 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.052 m η = 66.4 | x: 0.61 m η = 13.3 | x: 0.796 m η = 5.4 | η = 0.4 | x: 0.052 m η = 3.8 | x: 0.61 m η = 78.1 | **OK ν = 78.1** |
| N143/N142 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.099 m η = 66.5 | x: 0.484 m η = 12.4 | x: 0.869 m η = 3.4 | η = 0.2 | x: 0.869 m η = 2.7 | x: 0.484 m η = 77.3 | **OK ν = 77.3** |
| N144/N143 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.054 m η = 49.1 | x: 0.814 m η = 14.1 | x: 0.814 m η = 3.4 | η = 0.5 | x: 0.054 m η = 5.2 | x: 0.814 m η = 61.2 | **OK ν = 61.2** |
| N145/N144 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.1 m η = 48.7 | x: 0.507 m η = 9.5 | x: 0.1 m η = 1.9 | η = 0.5 | x: 0.1 m η = 2.8 | x: 0.507 m η = 56.8 | **OK ν = 56.8** |
| N146/N145 | x: 0.86 m η = 1.8 | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.058 m η = 18.5 | x: 0.86 m η = 14.5 | x: 0.058 m η = 3.1 | x: 0.459 m η = 0.5 | x: 0.058 m η = 6.8 | x: 0.86 m η = 23.4 | **OK ν = 23.4** |
| N147/N146 | x: 1.004 m η = 2.7 | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.109 m η = 15.6 | x: 0.78 m η = 4.2 | x: 0.109 m η = 6.2 | x: 1.003 m η = 0.7 | x: 0.109 m η = 3.6 | x: 0.109 m η = 12.4 | **OK ν = 15.6** |

| Barras | COMPROBACIONES LRFD | | | | | | | | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $P_t$ | $\lambda_c$ | $P_c$ | $M_x$ | $M_y$ | $V_x$ | $V_y$ | $PM_xM_yV_xV_yT$ | |
| N148/N147 | x: 0.942 m η = 28.5 | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.113 m η = 0.3 | x: 0.113 m η = 26.3 | x: 0.113 m η = 10.6 | η = 1.1 | x: 0.113 m η = 7.5 | x: 0.113 m η = 51.6 | **OK ν = 51.6** |
| N116/N133 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.065 m η = 8.7 | x: 0.415 m η = 27.2 | x: 0.065 m η = 1.4 | η = 0.2 | η = 18.6 | x: 0.415 m η = 31.5 | **OK ν = 31.5** |
| N117/N134 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.075 m η = 3.2 | x: 0.075 m η = 17.6 | x: 0.439 m η = 1.1 | η = 0.2 | η = 10.6 | x: 0.075 m η = 19.3 | **OK ν = 19.3** |
| N118/N135 | x: 0.424 m η = 0.9 | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.058 m η = 0.4 | x: 0.058 m η = 14.2 | x: 0.058 m η = 0.7 | η = 0.1 | η = 9.9 | x: 0.058 m η = 14.7 | **OK ν = 14.7** |
| N119/N136 | x: 0.444 m η = 1.2 | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.067 m η = 0.1 | x: 0.067 m η = 12.4 | x: 0.067 m η = 0.7 | η = 0.1 | η = 6.4 | x: 0.067 m η = 13.0 | **OK ν = 13.0** |
| N120/N137 | x: 0.432 m η = 3.6 | N.P. | N.P. | x: 0.054 m η = 9.0 | x: 0.433 m η = 0.9 | η = 0.2 | η = 5.4 | x: 0.054 m η = 10.7 | **OK ν = 10.7** |
| N121/N138 | x: 0.446 m η = 2.5 | N.P. | N.P. | x: 0.063 m η = 6.5 | x: 0.063 m η = 1.1 | η = 0.3 | η = 3.0 | x: 0.063 m η = 7.8 | **OK ν = 7.8** |
| N131/N148 | x: 0.434 m η = 3.6 | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.086 m η = 0.2 | x: 0.085 m η = 42.2 | x: 0.085 m η = 1.5 | η = 0.3 | η = 20.8 | x: 0.085 m η = 44.1 | **OK ν = 44.1** |
| N130/N147 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.065 m η = 8.7 | x: 0.415 m η = 27.2 | x: 0.065 m η = 1.4 | η = 0.2 | η = 18.6 | x: 0.415 m η = 31.5 | **OK ν = 31.5** |
| N129/N146 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.075 m η = 3.2 | x: 0.075 m η = 17.6 | x: 0.439 m η = 1.1 | η = 0.2 | η = 10.6 | x: 0.075 m η = 19.3 | **OK ν = 19.3** |
| N128/N145 | x: 0.058 m η = 1.0 | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.058 m η = 0.6 | x: 0.058 m η = 14.2 | x: 0.058 m η = 0.7 | η = 0.1 | η = 9.9 | x: 0.058 m η = 14.7 | **OK ν = 14.7** |
| N127/N144 | x: 0.444 m η = 1.2 | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.067 m η = 0.1 | x: 0.067 m η = 12.4 | x: 0.067 m η = 0.7 | η = 0.1 | η = 6.4 | x: 0.067 m η = 13.0 | **OK ν = 13.0** |
| N126/N143 | x: 0.432 m η = 3.6 | N.P. | N.P. | x: 0.054 m η = 9.0 | x: 0.433 m η = 0.9 | η = 0.2 | η = 5.4 | x: 0.054 m η = 10.7 | **OK ν = 10.7** |
| N125/N142 | x: 0.446 m η = 2.5 | N.P. | N.P. | x: 0.063 m η = 6.5 | x: 0.063 m η = 1.0 | η = 0.3 | η = 3.0 | x: 0.063 m η = 7.8 | **OK ν = 7.8** |
| N124/N141 | x: 0.436 m η = 6.6 | N.P. | N.P. | x: 0.052 m η = 4.0 | x: 0.437 m η = 1.1 | x: 0.052 m η = 0.4 | η = 2.3 | x: 0.052 m η = 7.2 | **OK ν = 7.2** |
| N123/N140 | x: 0.448 m η = 3.9 | N.P. | N.P. | x: 0.055 m η = 1.0 | x: 0.055 m η = 1.2 | η = 0.4 | η = 0.6 | x: 0.055 m η = 1.8 | **OK ν = 3.9** |
| N122/N139 | x: 0.436 m η = 6.6 | N.P. | N.P. | x: 0.052 m η = 4.0 | x: 0.437 m η = 1.2 | η = 0.4 | η = 2.3 | x: 0.052 m η = 7.2 | **OK ν = 7.2** |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N115/N133 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.192 m η = 21.3 | x: 0.192 m η = 32.0 | x: 1.299 m η = 5.9 | η = 0.2 | x: 0.192 m η = 5.2 | x: 0.192 m η = 50.1 | **OK ν = 50.1** |
| N133/N117 | x: 0.793 m η = 19.4 | N.P. | N.P. | x: 0.794 m η = 4.2 | x: 0.109 m η = 3.3 | x: 0.793 m η = 0.3 | x: 0.109 m η = 1.2 | x: 0.794 m η = 13.9 | **OK ν = 19.4** |
| N117/N135 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.151 m η = 19.8 | x: 1.165 m η = 8.6 | x: 0.151 m η = 3.4 | x: 1.164 m η = 0.2 | x: 0.151 m η = 1.2 | x: 1.165 m η = 20.5 | **OK ν = 20.5** |
| N119/N135 | x: 0.81 m η = 13.3 | N.P. | N.P. | x: 0.1 m η = 9.9 | x: 0.1 m η = 2.1 | η = 0.2 | x: 0.811 m η = 0.9 | x: 0.1 m η = 16.6 | **OK ν = 16.6** |
| N119/N137 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.126 m η = 12.6 | x: 1.058 m η = 9.9 | x: 1.058 m η = 1.0 | η = 0.2 | x: 0.126 m η = 0.5 | x: 1.058 m η = 16.2 | **OK ν = 16.2** |
| N121/N137 | x: 0.849 m η = 7.6 | N.P. | N.P. | x: 0.099 m η = 12.2 | x: 0.099 m η = 3.9 | η = 0.1 | x: 0.85 m η = 0.7 | x: 0.099 m η = 16.0 | **OK ν = 16.0** |
| N121/N139 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.113 m η = 5.8 | x: 0.113 m η = 11.0 | x: 0.986 m η = 3.0 | η = 0.1 | x: 0.986 m η = 0.2 | x: 0.113 m η = 13.9 | **OK ν = 13.9** |
| N123/N139 | x: 1.066 m η = 1.7 | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.121 m η = 0.9 | x: 0.121 m η = 13.6 | x: 0.121 m η = 4.3 | η < 0.1 | x: 1.067 m η = 0.6 | x: 0.121 m η = 14.4 | **OK ν = 14.4** |
| N123/N141 | x: 1.066 m η = 1.7 | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.121 m η = 0.9 | x: 0.121 m η = 13.6 | x: 0.121 m η = 4.2 | η < 0.1 | x: 1.067 m η = 0.6 | x: 0.121 m η = 14.4 | **OK ν = 14.4** |
| N125/N141 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.113 m η = 5.8 | x: 0.113 m η = 11.0 | x: 0.986 m η = 3.1 | η = 0.1 | x: 0.986 m η = 0.2 | x: 0.113 m η = 13.9 | **OK ν = 13.9** |
| N125/N143 | x: 0.849 m η = 7.6 | N.P. | N.P. | x: 0.099 m η = 12.2 | x: 0.099 m η = 3.8 | η = 0.1 | x: 0.85 m η = 0.7 | x: 0.099 m η = 16.0 | **OK ν = 16.0** |
| N127/N143 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.126 m η = 12.6 | x: 1.058 m η = 9.9 | x: 1.058 m η = 1.0 | η = 0.2 | x: 0.126 m η = 0.5 | x: 1.058 m η = 16.2 | **OK ν = 16.2** |
| N127/N145 | x: 0.81 m η = 13.3 | N.P. | N.P. | x: 0.1 m η = 9.9 | x: 0.1 m η = 2.0 | η = 0.2 | x: 0.811 m η = 0.9 | x: 0.1 m η = 16.6 | **OK ν = 16.6** |
| N129/N145 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.151 m η = 19.8 | x: 1.165 m η = 8.6 | x: 0.151 m η = 3.5 | x: 1.164 m η = 0.2 | x: 0.151 m η = 1.2 | x: 1.165 m η = 20.5 | **OK ν = 20.5** |

| Barras | COMPROBACIONES LRFD | | | | | | | | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $P_t$ | $\lambda_c$ | $P_c$ | $M_x$ | $M_y$ | $V_x$ | $V_y$ | $PM_xM_yV_xV_yT$ | |
| N147/N129 | x: 0.793 m η = 19.4 | N.P. | N.P. | x: 0.794 m η = 4.2 | x: 0.109 m η = 3.2 | x: 0.793 m η = 0.3 | x: 0.109 m η = 1.2 | x: 0.794 m η = 13.9 | **OK ν = 19.4** |
| N131/N147 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.192 m η = 21.3 | x: 0.192 m η = 32.0 | x: 1.3 m η = 5.9 | η = 0.2 | x: 0.192 m η = 5.2 | x: 0.192 m η = 50.1 | **OK ν = 50.1** |
| N9/N149 | η = 0.2 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.5 | x: 0.089 m η = 11.2 | x: 5.311 m η = 2.6 | η = 0.1 | x: 0.089 m η = 0.8 | x: 5.311 m η = 13.7 | **OK ν = 13.7** |
| N10/N150 | η = 0.2 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.5 | x: 0.089 m η = 11.1 | x: 0.089 m η = 2.6 | η = 0.1 | x: 0.089 m η = 0.8 | x: 5.311 m η = 13.7 | **OK ν = 13.7** |
| N26/N132 | η = 0.8 | λ ≤ 200.0 OK | η = 1.7 | x: 2.7 m η = 4.4 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.089 m η = 0.4 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N27/N133 | η = 0.5 | λ ≤ 200.0 OK | η = 1.9 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.9 | **OK ν = 4.9** |
| N28/N134 | η = 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.4 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N29/N135 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.1 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N30/N136 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η < 0.1 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N31/N137 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η < 0.1 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N32/N138 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.1 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N33/N139 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0 | η = 0.1 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | OK | | | | | | | |
| N34/N140 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.1 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N35/N141 | η = 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.2 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N36/N142 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.1 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N37/N143 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.1 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N38/N144 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.1 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N39/N145 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.1 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N40/N146 | η = 0.1 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.4 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N41/N147 | η = 0.5 | λ ≤ 200.0 OK | η = 1.9 | x: 2.7 m η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m η = 0.5 | x: 2.7 m η = 4.9 | **OK ν = 4.9** |
| N42/N148 | η = 0.8 | λ ≤ 200.0 OK | η = 1.7 | x: 2.7 m η = 4.4 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.089 m η = 0.4 | x: 2.7 m η = 4.6 | **OK ν = 4.6** |
| N151/N150 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0 m η = 6.7 | x: 0 m η = 44.2 | x: 0 m η = 5.7 | η = 0.3 | η = 3.6 | x: 0 m η = 47.6 | **OK ν = 47.6** |
| N150/N131 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.051 m η = 4.8 | x: 1.495 m η = 62.9 | x: 0.051 m η = 1.9 | x: 1.315 m η = 0.3 | η = 3.6 | x: 1.495 m η = 65.3 | **OK ν = 65.3** |
| N152/N149 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0 m η = 6.7 | x: 0 m η = 44.2 | x: 0 m η = 5.4 | x: 2.323 m η = 0.3 | η = 3.6 | x: 0 m η = 47.6 | **OK ν = 47.6** |
| N149/N115 | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.051 m η = 4.8 | x: 1.495 m η = 62.9 | x: 0.051 m η = 1.9 | x: 1.315 m η = 0.3 | η = 3.6 | x: 1.495 m η = 65.3 | **OK ν = 65.3** |
| N8/N131 | η = 0.3 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.4 | x: 0.089 m η = 12.0 | x: 0.089 m η = 4.6 | η = 0.2 | x: 0.089 m η = 0.9 | x: 5.311 m η = 16.5 | **OK ν = 16.5** |
| N2/N115 | η = 0.3 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.4 | x: 5.311 m η = 12.0 | x: 5.311 m η = 4.6 | η = 0.2 | x: 0.089 m η = 0.9 | x: 5.311 m η = 16.5 | **OK ν = 16.5** |
| N153/N154 | x: 1.069 m η = 0.9 | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.192 m η = 24.0 | x: 0.192 m η = 45.4 | x: 0.192 m η = 7.3 | η = 0.3 | x: 0.192 m η = 10.1 | x: 0.192 m η = 67.0 | **OK ν = 67.0** |
| N154/N155 | x: 0.061 m η = 2.2 | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.061 m η = 14.3 | x: 0.061 m η = 4.0 | x: 0.956 m η = 4.8 | η = 0.2 | x: 0.061 m η = 1.2 | x: 0.061 m η = 11.9 | **OK ν = 14.3** |
| N155/N156 | x: 0.952 m η = 25.3 | N.P. | N.P. | x: 0.953 m η = 16.8 | x: 0.151 m η = 2.3 | x: 0.952 m η = 0.1 | x: 0.151 m η = 4.0 | x: 0.953 m η = 40.4 | **OK ν = 40.4** |
| N156/N157 | x: 0.868 m η = 27.5 | N.P. | N.P. | x: 0.869 m η = 12.4 | x: 0.869 m η = 0.9 | η < 0.1 | x: 0.055 m η = 1.9 | x: 0.869 m η = 38.7 | **OK ν = 38.7** |

| Barras | COMPROBACIONES LRFD | | | | | | | | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $P_t$ | $\lambda_c$ | $P_c$ | $M_x$ | $M_y$ | $V_x$ | $V_y$ | $PM_xM_yV_xV_yT$ | |
| N157/N158 | x: 0.885 m η = 51.5 | N.P. | N.P. | x: 0.886 m η = 14.9 | x: 0.126 m η = 2.1 | η = 0.1 | x: 0.126 m η = 1.9 | x: 0.886 m η = 64.9 | **OK ν = 64.9** |
| N158/N159 | x: 0.822 m η = 52.1 | N.P. | N.P. | x: 0.823 m η = 15.6 | x: 0.823 m η = 3.1 | η = 0.1 | x: 0.053 m η = 1.8 | x: 0.823 m η = 66.1 | **OK ν = 66.1** |
| N159/N160 | x: 0.856 m η = 64.0 | N.P. | N.P. | x: 0.857 m η = 12.7 | x: 0.113 m η = 4.7 | η = 0.2 | x: 0.113 m η = 0.4 | x: 0.857 m η = 75.4 | **OK ν = 75.4** |
| N160/N161 | x: 0.979 m η = 64.1 | N.P. | N.P. | x: 0.98 m η = 15.7 | x: 0.98 m η = 5.0 | η = 0.2 | x: 0.051 m η = 1.1 | x: 0.98 m η = 78.2 | **OK ν = 78.2** |
| N162/N161 | x: 0.979 m η = 64.1 | N.P. | N.P. | x: 0.98 m η = 15.7 | x: 0.98 m η = 5.1 | η = 0.2 | x: 0.051 m η = 1.1 | x: 0.98 m η = 78.2 | **OK ν = 78.2** |
| N163/N162 | x: 0.856 m η = 64.0 | N.P. | N.P. | x: 0.857 m η = 12.7 | x: 0.113 m η = 4.6 | η = 0.2 | x: 0.113 m η = 0.4 | x: 0.857 m η = 75.4 | **OK ν = 75.4** |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N164/N163 | x: 0.822 m<br>η = 52.1 | N.P. | N.P. | x: 0.823 m<br>η = 15.6 | x: 0.823 m<br>η = 3.1 | η = 0.1 | x: 0.053 m<br>η = 1.8 | x: 0.823 m<br>η = 66.1 | **OK**<br>**ν = 66.1** |
| N165/N164 | x: 0.885 m<br>η = 51.5 | N.P. | N.P. | x: 0.886 m<br>η = 14.9 | x: 0.126 m<br>η = 2.1 | η = 0.1 | x: 0.126 m<br>η = 1.9 | x: 0.886 m<br>η = 64.9 | **OK**<br>**ν = 64.9** |
| N166/N165 | x: 0.868 m<br>η = 27.5 | N.P. | N.P. | x: 0.869 m<br>η = 12.4 | x: 0.869 m<br>η = 0.9 | η < 0.1 | x: 0.055 m<br>η = 1.9 | x: 0.869 m<br>η = 38.7 | **OK**<br>**ν = 38.7** |
| N167/N166 | x: 0.952 m<br>η = 25.3 | N.P. | N.P. | x: 0.953 m<br>η = 16.8 | x: 0.151 m<br>η = 2.3 | x: 0.952 m<br>η = 0.1 | x: 0.151 m<br>η = 4.0 | x: 0.953 m<br>η = 40.4 | **OK**<br>**ν = 40.4** |
| N168/N167 | x: 0.955 m<br>η = 2.2 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.061 m<br>η = 14.3 | x: 0.061 m<br>η = 4.0 | x: 0.956 m<br>η = 5.1 | η = 0.2 | x: 0.061 m<br>η = 1.2 | x: 0.061 m<br>η = 11.9 | **OK**<br>**ν = 14.3** |
| N169/N168 | x: 1.069 m<br>η = 0.9 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.192 m<br>η = 24.0 | x: 0.192 m<br>η = 45.4 | x: 0.192 m<br>η = 7.3 | η = 0.3 | x: 0.192 m<br>η = 10.1 | x: 0.192 m<br>η = 67.0 | **OK**<br>**ν = 67.0** |
| N153/N170 | x: 0.434 m<br>η = 3.6 | N.P. | N.P. | x: 0.085 m<br>η = 42.0 | x: 0.085 m<br>η = 1.5 | η = 0.3 | η = 20.7 | x: 0.085 m<br>η = 44.0 | **OK**<br>**ν = 44.0** |
| N170/N171 | x: 0.942 m<br>η = 28.4 | N.P. | N.P. | x: 0.113 m<br>η = 26.0 | x: 0.113 m<br>η = 12.0 | x: 0.528 m<br>η = 1.2 | x: 0.113 m<br>η = 7.4 | x: 0.113 m<br>η = 55.0 | **OK**<br>**ν = 55.0** |
| N171/N172 | x: 1.004 m<br>η = 1.5 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.109 m<br>η = 15.2 | x: 0.109 m<br>η = 4.2 | x: 0.109 m<br>η = 6.0 | x: 1.003 m<br>η = 0.7 | x: 0.109 m<br>η = 3.6 | x: 0.109 m<br>η = 12.0 | **OK**<br>**ν = 15.2** |
| N172/N173 | x: 0.059 m<br>η = 0.7 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.058 m<br>η = 18.1 | x: 0.86 m<br>η = 14.2 | x: 0.058 m<br>η = 3.1 | x: 0.459 m<br>η = 0.5 | x: 0.058 m<br>η = 6.7 | x: 0.86 m<br>η = 23.2 | **OK**<br>**ν = 23.2** |
| N173/N174 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.1 m<br>η = 48.0 | x: 0.507 m<br>η = 9.4 | x: 0.1 m<br>η = 2.0 | x: 0.1 m<br>η = 0.5 | x: 0.1 m<br>η = 2.8 | x: 0.507 m<br>η = 56.2 | **OK**<br>**ν = 56.2** |
| N174/N175 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.054 m<br>η = 48.4 | x: 0.814 m<br>η = 13.8 | x: 0.814 m<br>η = 3.4 | η = 0.4 | x: 0.054 m<br>η = 5.1 | x: 0.814 m<br>η = 60.5 | **OK**<br>**ν = 60.5** |
| N175/N176 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.099 m<br>η = 65.7 | x: 0.484 m<br>η = 12.2 | x: 0.869 m<br>η = 3.5 | η = 0.2 | x: 0.869 m<br>η = 2.7 | x: 0.484 m<br>η = 76.5 | **OK**<br>**ν = 76.5** |
| N176/N177 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.052 m<br>η = 65.6 | x: 0.61 m<br>η = 13.1 | x: 0.796 m<br>η = 5.4 | η = 0.4 | x: 0.052 m<br>η = 3.8 | x: 0.61 m<br>η = 77.3 | **OK**<br>**ν = 77.3** |
| N177/N178 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.121 m<br>η = 72.6 | x: 0.586 m<br>η = 13.8 | x: 0.121 m<br>η = 4.8 | η = 0.1 | x: 1.05 m<br>η = 3.7 | x: 0.586 m<br>η = 85.0 | **OK**<br>**ν = 85.0** |
| N179/N178 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.121 m<br>η = 72.6 | x: 0.586 m<br>η = 13.8 | x: 0.121 m<br>η = 4.9 | η = 0.1 | x: 1.05 m<br>η = 3.7 | x: 0.586 m<br>η = 85.0 | **OK**<br>**ν = 85.0** |
| N180/N179 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.052 m<br>η = 65.6 | x: 0.61 m<br>η = 13.1 | x: 0.796 m<br>η = 5.5 | η = 0.4 | x: 0.052 m<br>η = 3.8 | x: 0.61 m<br>η = 77.3 | **OK**<br>**ν = 77.3** |
| N181/N180 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.099 m<br>η = 65.7 | x: 0.484 m<br>η = 12.2 | x: 0.869 m<br>η = 3.5 | η = 0.2 | x: 0.869 m<br>η = 2.7 | x: 0.484 m<br>η = 76.5 | **OK**<br>**ν = 76.5** |
| N182/N181 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.054 m<br>η = 48.4 | x: 0.814 m<br>η = 13.8 | x: 0.814 m<br>η = 3.5 | η = 0.5 | x: 0.054 m<br>η = 5.1 | x: 0.814 m<br>η = 60.5 | **OK**<br>**ν = 60.5** |
| N183/N182 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.1 m<br>η = 48.0 | x: 0.507 m<br>η = 9.4 | x: 0.1 m<br>η = 2.0 | η = 0.5 | x: 0.1 m<br>η = 2.8 | x: 0.507 m<br>η = 56.2 | **OK**<br>**ν = 56.2** |
| N184/N183 | x: 0.059 m<br>η = 0.7 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.058 m<br>η = 18.1 | x: 0.86 m<br>η = 14.2 | x: 0.058 m<br>η = 3.1 | x: 0.459 m<br>η = 0.5 | x: 0.058 m<br>η = 6.7 | x: 0.86 m<br>η = 23.2 | **OK**<br>**ν = 23.2** |
| N185/N184 | x: 1.004 m<br>η = 1.4 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.109 m<br>η = 15.2 | x: 0.109 m<br>η = 4.2 | x: 0.109 m<br>η = 6.1 | x: 1.003 m<br>η = 0.7 | x: 0.109 m<br>η = 3.6 | x: 0.109 m<br>η = 12.0 | **OK**<br>**ν = 15.2** |
| N186/N185 | x: 0.942 m<br>η = 28.4 | N.P. | N.P. | x: 0.113 m<br>η = 26.0 | x: 0.113 m<br>η = 12.1 | η = 1.3 | x: 0.113 m<br>η = 7.4 | x: 0.113 m<br>η = 55.0 | **OK**<br>**ν = 55.0** |
| N154/N171 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.065 m<br>η = 8.6 | x: 0.415 m<br>η = 26.9 | x: 0.065 m<br>η = 1.5 | x: 0.24 m<br>η = 0.3 | η = 18.3 | x: 0.415 m<br>η = 31.5 | **OK**<br>**ν = 31.5** |
| N155/N172 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.075 m<br>η = 3.2 | x: 0.075 m<br>η = 17.4 | x: 0.439 m<br>η = 1.2 | η = 0.3 | η = 10.5 | x: 0.075 m<br>η = 19.0 | **OK**<br>**ν = 19.0** |

| Barras | COMPROBACIONES LRFD | | | | | | | | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $P_t$ | $\lambda_c$ | $P_c$ | $M_x$ | $M_y$ | $V_x$ | $V_y$ | $PM_xM_yV_xV_yT$ | |
| N156/N173 | x: 0.424 m<br>η = 0.8 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.058 m<br>η = 0.3 | x: 0.058 m<br>η = 14.1 | x: 0.058 m<br>η = 0.7 | η = 0.1 | η = 9.8 | x: 0.058 m<br>η = 14.5 | **OK**<br>**ν = 14.5** |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N157/N174 | x: 0.444 m<br>η = 1.1 | N.P. | N.P. | x: 0.067 m<br>η = 12.2 | x: 0.067 m<br>η = 0.8 | η = 0.1 | η = 6.3 | x: 0.067 m<br>η = 12.9 | **OK**<br>**ν = 12.9** |
| N158/N175 | x: 0.432 m<br>η = 3.5 | N.P. | N.P. | x: 0.054 m<br>η = 8.9 | x: 0.433 m<br>η = 0.9 | η = 0.2 | η = 5.3 | x: 0.054 m<br>η = 10.6 | **OK**<br>**ν = 10.6** |
| N159/N176 | x: 0.446 m<br>η = 2.4 | N.P. | N.P. | x: 0.063 m<br>η = 6.5 | x: 0.063 m<br>η = 1.1 | η = 0.3 | η = 3.0 | x: 0.063 m<br>η = 7.7 | **OK**<br>**ν = 7.7** |
| N169/N186 | x: 0.434 m<br>η = 3.6 | N.P. | N.P. | x: 0.085 m<br>η = 42.0 | x: 0.085 m<br>η = 1.5 | η = 0.3 | η = 20.7 | x: 0.085 m<br>η = 44.0 | **OK**<br>**ν = 44.0** |
| N168/N185 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.065 m<br>η = 8.6 | x: 0.415 m<br>η = 26.9 | x: 0.065 m<br>η = 1.5 | x: 0.24 m<br>η = 0.3 | η = 18.3 | x: 0.415 m<br>η = 31.5 | **OK**<br>**ν = 31.5** |
| N167/N184 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.075 m<br>η = 3.2 | x: 0.075 m<br>η = 17.4 | x: 0.439 m<br>η = 1.2 | η = 0.3 | η = 10.5 | x: 0.075 m<br>η = 19.0 | **OK**<br>**ν = 19.0** |
| N166/N183 | x: 0.424 m<br>η = 0.8 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.058 m<br>η = 0.4 | x: 0.058 m<br>η = 14.1 | x: 0.058 m<br>η = 0.7 | η = 0.1 | η = 9.8 | x: 0.058 m<br>η = 14.5 | **OK**<br>**ν = 14.5** |
| N165/N182 | x: 0.444 m<br>η = 1.1 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.067 m<br>η < 0.1 | x: 0.067 m<br>η = 12.2 | x: 0.067 m<br>η = 0.7 | η = 0.1 | η = 6.3 | x: 0.067 m<br>η = 12.9 | **OK**<br>**ν = 12.9** |
| N164/N181 | x: 0.432 m<br>η = 3.5 | N.P. | N.P. | x: 0.054 m<br>η = 8.9 | x: 0.433 m<br>η = 0.9 | η = 0.2 | η = 5.3 | x: 0.054 m<br>η = 10.6 | **OK**<br>**ν = 10.6** |
| N163/N180 | x: 0.446 m<br>η = 2.4 | N.P. | N.P. | x: 0.063 m<br>η = 6.5 | x: 0.063 m<br>η = 1.0 | η = 0.3 | η = 3.0 | x: 0.063 m<br>η = 7.7 | **OK**<br>**ν = 7.7** |
| N162/N179 | x: 0.436 m<br>η = 6.5 | N.P. | N.P. | x: 0.052 m<br>η = 3.9 | x: 0.437 m<br>η = 1.1 | x: 0.052 m<br>η = 0.4 | η = 2.3 | x: 0.052 m<br>η = 7.2 | **OK**<br>**ν = 7.2** |
| N161/N178 | x: 0.448 m<br>η = 3.9 | N.P. | N.P. | x: 0.055 m<br>η = 0.8 | x: 0.055 m<br>η = 1.1 | η = 0.4 | η = 0.5 | x: 0.055 m<br>η = 2.0 | **OK**<br>**ν = 3.9** |
| N160/N177 | x: 0.436 m<br>η = 6.5 | N.P. | N.P. | x: 0.052 m<br>η = 3.9 | x: 0.437 m<br>η = 1.2 | η = 0.4 | η = 2.3 | x: 0.052 m<br>η = 7.2 | **OK**<br>**ν = 7.2** |
| N153/N171 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.192 m<br>η = 21.1 | x: 0.192 m<br>η = 31.7 | x: 0.192 m<br>η = 6.5 | η = 0.3 | x: 0.192 m<br>η = 5.1 | x: 0.192 m<br>η = 51.8 | **OK**<br>**ν = 51.8** |
| N171/N155 | x: 0.793 m<br>η = 19.1 | N.P. | N.P. | x: 0.794 m<br>η = 4.1 | x: 0.109 m<br>η = 3.2 | x: 0.793 m<br>η = 0.3 | x: 0.109 m<br>η = 1.2 | x: 0.794 m<br>η = 14.0 | **OK**<br>**ν = 19.1** |
| N155/N173 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.151 m<br>η = 19.7 | x: 1.165 m<br>η = 8.4 | x: 0.151 m<br>η = 3.4 | x: 1.164 m<br>η = 0.2 | x: 0.151 m<br>η = 1.2 | x: 1.165 m<br>η = 20.3 | **OK**<br>**ν = 20.3** |
| N157/N173 | x: 0.81 m<br>η = 13.2 | N.P. | N.P. | x: 0.1 m<br>η = 9.8 | x: 0.1 m<br>η = 2.1 | η = 0.2 | x: 0.811 m<br>η = 0.9 | x: 0.1 m<br>η = 16.6 | **OK**<br>**ν = 16.6** |
| N157/N175 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.126 m<br>η = 12.5 | x: 1.058 m<br>η = 9.7 | x: 1.058 m<br>η = 1.0 | η = 0.2 | x: 0.126 m<br>η = 0.5 | x: 1.058 m<br>η = 16.1 | **OK**<br>**ν = 16.1** |
| N159/N175 | x: 0.849 m<br>η = 7.5 | N.P. | N.P. | x: 0.099 m<br>η = 12.1 | x: 0.099 m<br>η = 3.9 | η = 0.1 | x: 0.85 m<br>η = 0.7 | x: 0.099 m<br>η = 16.0 | **OK**<br>**ν = 16.0** |
| N159/N177 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.113 m<br>η = 5.8 | x: 0.113 m<br>η = 10.8 | x: 0.986 m<br>η = 3.1 | η = 0.1 | x: 0.986 m<br>η = 0.2 | x: 0.113 m<br>η = 13.8 | **OK**<br>**ν = 13.8** |
| N161/N177 | x: 1.066 m<br>η = 1.6 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.121 m<br>η = 0.6 | x: 0.121 m<br>η = 13.4 | x: 0.121 m<br>η = 4.1 | η < 0.1 | x: 1.067 m<br>η = 0.6 | x: 0.121 m<br>η = 14.4 | **OK**<br>**ν = 14.4** |
| N161/N179 | x: 1.066 m<br>η = 1.6 | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.121 m<br>η = 0.6 | x: 0.121 m<br>η = 13.4 | x: 0.121 m<br>η = 4.2 | η < 0.1 | x: 1.067 m<br>η = 0.6 | x: 0.121 m<br>η = 14.4 | **OK**<br>**ν = 14.4** |
| N163/N179 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.113 m<br>η = 5.8 | x: 0.113 m<br>η = 10.8 | x: 0.986 m<br>η = 3.1 | η = 0.1 | x: 0.986 m<br>η = 0.2 | x: 0.113 m<br>η = 13.8 | **OK**<br>**ν = 13.8** |
| N163/N181 | x: 0.849 m<br>η = 7.5 | N.P. | N.P. | x: 0.099 m<br>η = 12.1 | x: 0.099 m<br>η = 3.9 | η = 0.1 | x: 0.85 m<br>η = 0.7 | x: 0.099 m<br>η = 16.0 | **OK**<br>**ν = 16.0** |
| N165/N181 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.126 m<br>η = 12.5 | x: 1.058 m<br>η = 9.7 | x: 1.058 m<br>η = 1.1 | η = 0.2 | x: 0.126 m<br>η = 0.5 | x: 1.058 m<br>η = 16.1 | **OK**<br>**ν = 16.1** |
| N165/N183 | x: 0.81 m<br>η = 13.2 | N.P. | N.P. | x: 0.1 m<br>η = 9.8 | x: 0.1 m<br>η = 2.0 | η = 0.2 | x: 0.811 m<br>η = 0.9 | x: 0.1 m<br>η = 16.6 | **OK**<br>**ν = 16.6** |
| N167/N183 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.151 m<br>η = 19.7 | x: 1.165 m<br>η = 8.4 | x: 0.151 m<br>η = 3.5 | x: 1.164 m<br>η = 0.2 | x: 0.151 m<br>η = 1.2 | x: 1.165 m<br>η = 20.3 | **OK**<br>**ν = 20.3** |
| N185/N167 | x: 0.793 m<br>η = 19.1 | N.P. | N.P. | x: 0.794 m<br>η = 4.1 | x: 0.109 m<br>η = 3.2 | x: 0.793 m<br>η = 0.3 | x: 0.109 m<br>η = 1.2 | x: 0.794 m<br>η = 14.0 | **OK**<br>**ν = 19.1** |
| N169/N185 | N.P. | λ ≤<br>200.0<br>OK | x: 0.192 m<br>η = 21.1 | x: 0.192 m<br>η = 31.7 | x: 0.192 m<br>η = 6.5 | η = 0.3 | x: 0.192 m<br>η = 5.1 | x: 0.192 m<br>η = 51.8 | **OK**<br>**ν = 51.8** |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N149/N187 | x: 3.026 m<br>η = 0.2 | λ ≤ 200.0<br>OK | η = 0.4 | x: 0.089 m<br>η = 11.2 | x: 5.311 m<br>η = 4.1 | x: 2.047 m<br>η = 0.2 | x: 0.089 m<br>η = 0.8 | x: 0.089 m<br>η = 13.9 | **OK**<br>**ν = 13.9** |

| Barras | COMPROBACIONES LRFD | | | | | | | | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $P_t$ | $\lambda_c$ | $P_c$ | $M_x$ | $M_y$ | $V_x$ | $V_y$ | $PM_xM_yV_xV_yT$ | |
| N150/N188 | x: 3.026 m<br>η = 0.2 | λ ≤ 200.0<br>OK | η = 0.4 | x: 0.089 m<br>η = 11.5 | x: 5.311 m<br>η = 4.1 | x: 2.047 m<br>η = 0.2 | x: 0.089 m<br>η = 0.8 | x: 0.089 m<br>η = 14.2 | **OK**<br>**ν = 14.2** |
| N132/N170 | η = 0.7 | λ ≤ 200.0<br>OK | η = 1.1 | x: 2.7 m<br>η = 4.4 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.089 m<br>η = 0.4 | x: 2.7 m<br>η = 4.5 | **OK**<br>**ν = 4.5** |
| N133/N171 | η = 0.3 | λ ≤ 200.0<br>OK | η = 1.7 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.8 | **OK**<br>**ν = 4.8** |
| N134/N172 | η = 0.1 | λ ≤ 200.0<br>OK | η = 0.3 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N135/N173 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0<br>OK | η < 0.1 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N136/N174 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0<br>OK | η < 0.1 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N137/N175 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0<br>OK | η = 0.1 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N138/N176 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0<br>OK | η = 0.1 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N139/N177 | η = 0.1 | λ ≤ 200.0<br>OK | η = 0.2 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N140/N178 | η = 0.1 | λ ≤ 200.0<br>OK | η = 0.2 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N141/N179 | η = 0.1 | λ ≤ 200.0<br>OK | η = 0.1 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N142/N180 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0<br>OK | η < 0.1 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N143/N181 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0<br>OK | η < 0.1 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N144/N182 | η < 0.1 | λ ≤ 200.0<br>OK | η < 0.1 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N145/N183 | η = 0.1 | λ ≤ 200.0<br>OK | η = 0.1 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N146/N184 | η = 0.1 | λ ≤ 200.0<br>OK | η = 0.3 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | **OK**<br>**ν = 4.6** |
| N147/N185 | η = 0.3 | λ ≤ 200.0<br>OK | η = 1.7 | x: 2.7 m<br>η = 4.6 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m<br>η = 0.5 | x: 2.7 m<br>η = 4.8 | **OK**<br>**ν = 4.8** |
| N148/N186 | η = 0.7 | λ ≤ 200.0<br>OK | η = 1.1 | x: 2.7 m<br>η = 4.4 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.089 m<br>η = 0.4 | x: 2.7 m<br>η = 4.5 | **OK**<br>**ν = 4.5** |
| N189/N188 | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0 m<br>η = 6.7 | x: 0 m<br>η = 43.2 | x: 0 m<br>η = 5.4 | η = 0.3 | η = 3.5 | x: 0 m<br>η = 46.6 | **OK**<br>**ν = 46.6** |
| N188/N169 | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.051 m<br>η = 4.8 | x: 1.495 m<br>η = 62.3 | x: 0.051 m<br>η = 1.9 | η = 0.3 | η = 3.6 | x: 1.495 m<br>η = 65.3 | **OK**<br>**ν = 65.3** |
| N190/N187 | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0 m<br>η = 6.7 | x: 0 m<br>η = 43.2 | x: 0 m<br>η = 5.4 | x: 2.655 m<br>η = 0.3 | η = 3.5 | x: 0 m<br>η = 46.6 | **OK**<br>**ν = 46.6** |
| N187/N153 | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.051 m<br>η = 4.8 | x: 1.495 m<br>η = 62.3 | x: 0.051 m<br>η = 2.0 | η = 0.3 | η = 3.6 | x: 1.495 m<br>η = 65.3 | **OK**<br>**ν = 65.3** |
| N131/N169 | x: 1.068 m<br>η = 0.2 | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 1.068 m<br>η = 0.4 | x: 5.311 m<br>η = 12.1 | x: 5.311 m<br>η = 5.7 | x: 2.047 m<br>η = 0.3 | x: 0.089 m<br>η = 0.9 | x: 0.089 m<br>η = 16.6 | **OK**<br>**ν = 16.6** |
| N115/N153 | x: 1.068 m<br>η = 0.2 | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 1.068 m<br>η = 0.4 | x: 5.311 m<br>η = 12.1 | x: 5.311 m<br>η = 5.7 | x: 2.047 m<br>η = 0.3 | x: 0.089 m<br>η = 0.9 | x: 0.089 m<br>η = 16.6 | **OK**<br>**ν = 16.6** |
| N191/N192 | x: 0.85 m<br>η = 0.1 | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.192 m<br>η = 12.5 | x: 0.192 m<br>η = 24.8 | x: 0.192 m<br>η = 6.0 | η = 0.3 | x: 0.192 m<br>η = 5.6 | x: 0.192 m<br>η = 34.9 | **OK**<br>**ν = 34.9** |
| N192/N193 | x: 0.955 m<br>η = 1.0 | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.061 m<br>η = 7.2 | x: 0.061 m<br>η = 2.1 | x: 0.956 m<br>η = 5.4 | η = 0.3 | x: 0.061 m<br>η = 0.7 | x: 0.956 m<br>η = 7.2 | **OK**<br>**ν = 7.2** |
| N193/N194 | x: 0.952 m<br>η = 14.4 | N.P. | N.P. | x: 0.953 m<br>η = 9.3 | x: 0.151 m<br>η = 2.3 | x: 0.351 m<br>η = 0.1 | x: 0.151 m<br>η = 2.2 | x: 0.953 m<br>η = 16.6 | **OK**<br>**ν = 16.6** |
| N194/N195 | x: 0.868 m<br>η = 15.6 | N.P. | N.P. | x: 0.869 m<br>η = 6.8 | x: 0.869 m<br>η = 1.0 | η = 0.1 | x: 0.055 m<br>η = 1.1 | x: 0.869 m<br>η = 14.6 | **OK**<br>**ν = 15.6** |
| N195/N196 | x: 0.885 m<br>η = 28.6 | N.P. | N.P. | x: 0.886 m<br>η = 8.2 | x: 0.126 m<br>η = 2.2 | η = 0.1 | x: 0.126 m<br>η = 1.1 | x: 0.886 m<br>η = 36.0 | **OK**<br>**ν = 36.0** |
| N196/N197 | x: 0.822 m<br>η = 29.0 | N.P. | N.P. | x: 0.823 m<br>η = 8.5 | x: 0.823 m<br>η = 3.4 | η = 0.2 | x: 0.053 m<br>η = 1.0 | x: 0.823 m<br>η = 36.5 | **OK**<br>**ν = 36.5** |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N197/N198 | x: 0.856 m<br>η = 35.5 | N.P. | N.P. | x: 0.857 m<br>η = 7.0 | x: 0.113 m<br>η = 4.8 | η = 0.2 | x: 0.113 m<br>η = 0.2 | x: 0.857 m<br>η = 41.7 | **OK**<br>**ν = 41.7** |

| Barras | COMPROBACIONES LRFD | | | | | | | | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $P_t$ | $\lambda_c$ | $P_c$ | $M_x$ | $M_y$ | $V_x$ | $V_y$ | $PM_xM_yV_xV_yT$ | |
| N198/N199 | x: 0.979 m<br>η = 35.5 | N.P. | N.P. | x: 0.98 m<br>η = 8.6 | x: 0.98 m<br>η = 5.2 | η = 0.2 | x: 0.051 m<br>η = 0.6 | x: 0.98 m<br>η = 43.1 | **OK**<br>**ν = 43.1** |
| N200/N199 | x: 0.979 m<br>η = 35.5 | N.P. | N.P. | x: 0.98 m<br>η = 8.6 | x: 0.98 m<br>η = 5.2 | η = 0.2 | x: 0.051 m<br>η = 0.6 | x: 0.98 m<br>η = 43.1 | **OK**<br>**ν = 43.1** |
| N201/N200 | x: 0.856 m<br>η = 35.5 | N.P. | N.P. | x: 0.857 m<br>η = 7.0 | x: 0.113 m<br>η = 4.7 | η = 0.2 | x: 0.113 m<br>η = 0.2 | x: 0.857 m<br>η = 41.7 | **OK**<br>**ν = 41.7** |
| N202/N201 | x: 0.822 m<br>η = 29.0 | N.P. | N.P. | x: 0.823 m<br>η = 8.5 | x: 0.823 m<br>η = 3.3 | η = 0.2 | x: 0.053 m<br>η = 1.0 | x: 0.823 m<br>η = 36.5 | **OK**<br>**ν = 36.5** |
| N203/N202 | x: 0.885 m<br>η = 28.6 | N.P. | N.P. | x: 0.886 m<br>η = 8.2 | x: 0.126 m<br>η = 2.1 | η = 0.1 | x: 0.126 m<br>η = 1.1 | x: 0.886 m<br>η = 36.0 | **OK**<br>**ν = 36.0** |
| N204/N203 | x: 0.868 m<br>η = 15.6 | N.P. | N.P. | x: 0.869 m<br>η = 6.8 | x: 0.869 m<br>η = 1.1 | η = 0.1 | x: 0.055 m<br>η = 1.1 | x: 0.869 m<br>η = 14.6 | **OK**<br>**ν = 15.6** |
| N205/N204 | x: 0.952 m<br>η = 14.4 | N.P. | N.P. | x: 0.953 m<br>η = 9.3 | x: 0.151 m<br>η = 2.3 | x: 0.952 m<br>η = 0.1 | x: 0.151 m<br>η = 2.2 | x: 0.953 m<br>η = 16.6 | **OK**<br>**ν = 16.6** |
| N206/N205 | x: 0.061 m<br>η = 0.9 | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.061 m<br>η = 7.2 | x: 0.061 m<br>η = 2.1 | x: 0.956 m<br>η = 5.4 | η = 0.3 | x: 0.061 m<br>η = 0.7 | x: 0.956 m<br>η = 7.2 | **OK**<br>**ν = 7.2** |
| N207/N206 | x: 0.85 m<br>η < 0.1 | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.192 m<br>η = 12.5 | x: 0.192 m<br>η = 24.8 | x: 0.192 m<br>η = 6.0 | η = 0.3 | x: 0.192 m<br>η = 5.6 | x: 0.192 m<br>η = 34.9 | **OK**<br>**ν = 34.9** |
| N191/N208 | x: 0.434 m<br>η = 2.0 | N.P. | N.P. | x: 0.085 m<br>η = 22.6 | x: 0.085 m<br>η = 1.1 | η = 0.2 | η = 11.1 | x: 0.085 m<br>η = 24.0 | **OK**<br>**ν = 24.0** |
| N208/N209 | x: 0.942 m<br>η = 15.3 | N.P. | N.P. | x: 0.113 m<br>η = 14.2 | x: 0.113 m<br>η = 8.9 | η = 0.8 | x: 0.113 m<br>η = 4.0 | x: 0.113 m<br>η = 27.2 | **OK**<br>**ν = 27.2** |
| N209/N210 | x: 1.003 m<br>η = 0.4 | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.109 m<br>η = 8.6 | x: 0.78 m<br>η = 2.3 | x: 0.109 m<br>η = 6.5 | x: 1.004 m<br>η = 0.8 | x: 0.109 m<br>η = 1.8 | x: 0.109 m<br>η = 8.3 | **OK**<br>**ν = 8.6** |
| N210/N211 | x: 0.86 m<br>η = 0.1 | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.058 m<br>η = 10.2 | x: 0.86 m<br>η = 8.0 | x: 0.058 m<br>η = 3.1 | x: 0.258 m<br>η = 0.5 | x: 0.058 m<br>η = 3.6 | x: 0.86 m<br>η = 13.2 | **OK**<br>**ν = 13.2** |
| N211/N212 | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.1 m<br>η = 26.4 | x: 0.507 m<br>η = 5.1 | x: 0.1 m<br>η = 2.0 | η = 0.5 | x: 0.1 m<br>η = 1.4 | x: 0.507 m<br>η = 30.9 | **OK**<br>**ν = 30.9** |
| N212/N213 | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.054 m<br>η = 26.7 | x: 0.814 m<br>η = 7.7 | x: 0.814 m<br>η = 3.5 | η = 0.5 | x: 0.054 m<br>η = 2.7 | x: 0.814 m<br>η = 33.5 | **OK**<br>**ν = 33.5** |
| N213/N214 | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.099 m<br>η = 36.1 | x: 0.484 m<br>η = 6.7 | x: 0.869 m<br>η = 3.6 | η = 0.2 | x: 0.869 m<br>η = 1.4 | x: 0.484 m<br>η = 42.0 | **OK**<br>**ν = 42.0** |
| N214/N215 | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.052 m<br>η = 36.0 | x: 0.61 m<br>η = 7.2 | x: 0.796 m<br>η = 5.5 | η = 0.4 | x: 0.052 m<br>η = 2.0 | x: 0.61 m<br>η = 42.5 | **OK**<br>**ν = 42.5** |
| N215/N216 | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.121 m<br>η = 39.9 | x: 0.586 m<br>η = 7.5 | x: 0.121 m<br>η = 5.0 | η = 0.1 | x: 1.05 m<br>η = 1.9 | x: 0.586 m<br>η = 46.6 | **OK**<br>**ν = 46.6** |
| N217/N216 | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.121 m<br>η = 39.9 | x: 0.586 m<br>η = 7.5 | x: 0.121 m<br>η = 5.1 | η = 0.1 | x: 1.05 m<br>η = 1.9 | x: 0.586 m<br>η = 46.6 | **OK**<br>**ν = 46.6** |
| N218/N217 | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.052 m<br>η = 36.0 | x: 0.61 m<br>η = 7.2 | x: 0.796 m<br>η = 5.7 | η = 0.4 | x: 0.052 m<br>η = 2.0 | x: 0.61 m<br>η = 42.5 | **OK**<br>**ν = 42.5** |
| N219/N218 | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.099 m<br>η = 36.1 | x: 0.484 m<br>η = 6.7 | x: 0.869 m<br>η = 3.3 | η = 0.2 | x: 0.869 m<br>η = 1.4 | x: 0.484 m<br>η = 42.0 | **OK**<br>**ν = 42.0** |
| N220/N219 | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.054 m<br>η = 26.7 | x: 0.814 m<br>η = 7.7 | x: 0.814 m<br>η = 3.6 | η = 0.5 | x: 0.054 m<br>η = 2.7 | x: 0.814 m<br>η = 33.5 | **OK**<br>**ν = 33.5** |
| N221/N220 | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.1 m<br>η = 26.4 | x: 0.507 m<br>η = 5.1 | x: 0.1 m<br>η = 2.0 | η = 0.5 | x: 0.1 m<br>η = 1.4 | x: 0.507 m<br>η = 30.9 | **OK**<br>**ν = 30.9** |
| N222/N221 | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.058 m<br>η = 10.2 | x: 0.86 m<br>η = 8.0 | x: 0.058 m<br>η = 3.1 | x: 0.459 m<br>η = 0.5 | x: 0.058 m<br>η = 3.6 | x: 0.86 m<br>η = 13.2 | **OK**<br>**ν = 13.2** |
| N223/N222 | x: 1.003 m<br>η = 0.4 | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.109 m<br>η = 8.6 | x: 0.78 m<br>η = 2.3 | x: 0.109 m<br>η = 6.6 | x: 1.004 m<br>η = 0.8 | x: 0.109 m<br>η = 1.8 | x: 0.109 m<br>η = 8.3 | **OK**<br>**ν = 8.6** |
| N224/N223 | x: 0.942 m<br>η = 15.3 | N.P. | N.P. | x: 0.113 m<br>η = 14.2 | x: 0.113 m<br>η = 9.0 | η = 0.8 | x: 0.113 m<br>η = 4.0 | x: 0.113 m<br>η = 27.2 | **OK**<br>**ν = 27.2** |
| N192/N209 | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.065 m<br>η = 4.6 | x: 0.415 m<br>η = 14.7 | x: 0.065 m<br>η = 1.1 | η = 0.2 | η = 10.0 | x: 0.415 m<br>η = 17.1 | **OK**<br>**ν = 17.1** |
| N193/N210 | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.075 m<br>η = 1.6 | x: 0.075 m<br>η = 9.5 | x: 0.439 m<br>η = 1.5 | η = 0.3 | η = 5.7 | x: 0.075 m<br>η = 10.4 | **OK**<br>**ν = 10.4** |
| N194/N211 | x: 0.424 m<br>η = 0.5 | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.058 m<br>η = 0.1 | x: 0.058 m<br>η = 7.7 | x: 0.058 m<br>η = 0.8 | η = 0.1 | η = 5.3 | x: 0.058 m<br>η = 8.1 | **OK**<br>**ν = 8.1** |
| N195/N212 | x: 0.444 m<br>η = 0.7 | N.P. | N.P. | x: 0.067 m<br>η = 6.7 | x: 0.067 m<br>η = 0.8 | η = 0.1 | η = 3.5 | x: 0.067 m<br>η = 7.2 | **OK**<br>**ν = 7.2** |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N196/N213 | x: 0.432 m<br>η = 2.0 | N.P. | N.P. | x: 0.054 m<br>η = 4.8 | x: 0.433 m<br>η = 1.0 | η = 0.2 | η = 2.9 | x: 0.054 m<br>η = 5.9 | **OK**<br>**ν = 5.9** |

| **Barras** | **COMPROBACIONES LRFD** | | | | | | | | **Estado** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $P_t$ | $\lambda_c$ | $P_c$ | $M_x$ | $M_y$ | $V_x$ | $V_y$ | $PM_xM_yV_xV_yT$ | |
| **N197/N214** | x: 0.446 m<br>η = 1.4 | N.P. | N.P. | x: 0.063 m<br>η = 3.5 | x: 0.063 m<br>η = 1.1 | η = 0.3 | η = 1.6 | x: 0.063 m<br>η = 4.3 | OK<br>ν = 4.3 |
| **N207/N224** | x: 0.434 m<br>η = 2.0 | N.P. | N.P. | x: 0.085 m<br>η = 22.6 | x: 0.085 m<br>η = 1.1 | η = 0.2 | η = 11.1 | x: 0.085 m<br>η = 24.0 | OK<br>ν = 24.0 |
| **N206/N223** | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.065 m<br>η = 4.6 | x: 0.415 m<br>η = 14.7 | x: 0.065 m<br>η = 1.1 | η = 0.2 | η = 10.0 | x: 0.415 m<br>η = 17.1 | OK<br>ν = 17.1 |
| **N205/N222** | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.075 m<br>η = 1.6 | x: 0.075 m<br>η = 9.5 | x: 0.439 m<br>η = 1.4 | η = 0.3 | η = 5.7 | x: 0.075 m<br>η = 10.4 | OK<br>ν = 10.4 |
| **N204/N221** | x: 0.424 m<br>η = 0.5 | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.058 m<br>η = 0.1 | x: 0.058 m<br>η = 7.7 | x: 0.058 m<br>η = 0.9 | η = 0.1 | η = 5.3 | x: 0.058 m<br>η = 8.1 | OK<br>ν = 8.1 |
| **N203/N220** | x: 0.444 m<br>η = 0.7 | N.P. | N.P. | x: 0.067 m<br>η = 6.7 | x: 0.067 m<br>η = 0.7 | η = 0.1 | η = 3.5 | x: 0.067 m<br>η = 7.2 | OK<br>ν = 7.2 |
| **N202/N219** | x: 0.432 m<br>η = 2.0 | N.P. | N.P. | x: 0.054 m<br>η = 4.8 | x: 0.433 m<br>η = 1.0 | η = 0.2 | η = 2.9 | x: 0.054 m<br>η = 5.9 | OK<br>ν = 5.9 |
| **N201/N218** | x: 0.446 m<br>η = 1.4 | N.P. | N.P. | x: 0.063 m<br>η = 3.5 | x: 0.063 m<br>η = 1.0 | η = 0.3 | η = 1.6 | x: 0.063 m<br>η = 4.3 | OK<br>ν = 4.3 |
| **N200/N217** | x: 0.436 m<br>η = 3.6 | N.P. | N.P. | x: 0.052 m<br>η = 2.1 | x: 0.437 m<br>η = 1.2 | x: 0.052 m<br>η = 0.4 | η = 1.3 | x: 0.052 m<br>η = 4.0 | OK<br>ν = 4.0 |
| **N199/N216** | x: 0.448 m<br>η = 2.2 | N.P. | N.P. | x: 0.055 m<br>η = 0.4 | x: 0.055 m<br>η = 1.1 | η = 0.4 | η = 0.2 | x: 0.055 m<br>η = 1.5 | OK<br>ν = 2.2 |
| **N198/N215** | x: 0.436 m<br>η = 3.6 | N.P. | N.P. | x: 0.052 m<br>η = 2.1 | x: 0.437 m<br>η = 1.2 | η = 0.4 | η = 1.3 | x: 0.052 m<br>η = 4.0 | OK<br>ν = 4.0 |
| **N191/N209** | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.192 m<br>η = 11.5 | x: 0.192 m<br>η = 17.3 | x: 1.3 m<br>η = 5.7 | η = 0.2 | x: 0.192 m<br>η = 2.8 | x: 0.192 m<br>η = 26.4 | OK<br>ν = 26.4 |
| **N209/N193** | x: 0.793 m<br>η = 10.5 | N.P. | N.P. | x: 0.794 m<br>η = 2.2 | x: 0.109 m<br>η = 3.7 | x: 0.793 m<br>η = 0.4 | x: 0.109 m<br>η = 0.6 | x: 0.794 m<br>η = 7.9 | OK<br>ν = 10.5 |
| **N193/N211** | N.P. | λ ≤ 200.0<br>OK | x: 0.151 m<br>η = 10.7 | x: 1.165 m<br>η = 4.7 | x: 0.151 m<br>η = 3.7 | x: 1.164 m<br>η = 0.2 | x: 0.151 m<br>η = 0.7 | x: 1.165 m<br>η = 10.2 | OK<br>ν = 10.7 |
| **N195/N211** | x: 0.81 m<br>η = 7.2 | N.P. | N.P. | x: 0.1 m<br>η = 5.3 | x: 0.1 m<br>η = 2.2 | η = 0.2 | x: 0.811 m<br>η = 0.5 | x: 0.1 m<br>η = 9.3 | OK<br>ν = 9.3 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **N195/N213** | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.126 m η = 6.8 | x: 1.058 m η = 5.4 | x: 1.058 m η = 1.2 | η = 0.2 | x: 0.126 m η = 0.3 | x: 1.058 m η = 8.8 | OK ν = 8.8 |
| **N197/N213** | x: 0.849 m η = 4.1 | N.P. | N.P. | x: 0.099 m η = 6.6 | x: 0.099 m η = 4.0 | η = 0.1 | x: 0.85 m η = 0.4 | x: 0.099 m η = 8.8 | OK ν = 8.8 |
| **N197/N215** | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.113 m η = 3.1 | x: 0.113 m η = 5.9 | x: 0.986 m η = 3.2 | η = 0.1 | x: 0.986 m η = 0.1 | x: 0.113 m η = 7.5 | OK ν = 7.5 |
| **N199/N215** | x: 1.066 m η = 0.9 | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.121 m η = 0.2 | x: 0.121 m η = 7.3 | x: 0.121 m η = 4.3 | η < 0.1 | x: 1.067 m η = 0.3 | x: 0.121 m η = 7.8 | OK ν = 7.8 |
| **N199/N217** | x: 1.066 m η = 0.9 | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.121 m η = 0.2 | x: 0.121 m η = 7.3 | x: 0.121 m η = 4.3 | η < 0.1 | x: 1.067 m η = 0.3 | x: 0.121 m η = 7.8 | OK ν = 7.8 |
| **N201/N217** | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.113 m η = 3.1 | x: 0.113 m η = 5.9 | x: 0.986 m η = 3.2 | η = 0.1 | x: 0.986 m η = 0.1 | x: 0.113 m η = 7.5 | OK ν = 7.5 |
| **N201/N219** | x: 0.849 m η = 4.1 | N.P. | N.P. | x: 0.099 m η = 6.6 | x: 0.099 m η = 3.9 | η = 0.1 | x: 0.85 m η = 0.4 | x: 0.099 m η = 8.8 | OK ν = 8.8 |
| **N203/N219** | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.126 m η = 6.8 | x: 1.058 m η = 5.4 | x: 1.058 m η = 1.3 | η = 0.2 | x: 0.126 m η = 0.3 | x: 1.058 m η = 8.8 | OK ν = 8.8 |
| **N203/N221** | x: 0.81 m η = 7.2 | N.P. | N.P. | x: 0.1 m η = 5.3 | x: 0.1 m η = 2.2 | η = 0.2 | x: 0.811 m η = 0.5 | x: 0.1 m η = 9.3 | OK ν = 9.3 |
| **N205/N221** | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.151 m η = 10.7 | x: 1.165 m η = 4.7 | x: 0.151 m η = 3.7 | x: 1.164 m η = 0.3 | x: 0.151 m η = 0.7 | x: 1.165 m η = 10.2 | OK ν = 10.7 |
| **N223/N205** | x: 0.793 m η = 10.5 | N.P. | N.P. | x: 0.794 m η = 2.2 | x: 0.109 m η = 3.7 | x: 0.793 m η = 0.4 | x: 0.109 m η = 0.6 | x: 0.794 m η = 7.9 | OK ν = 10.5 |
| **N207/N223** | N.P. | λ ≤ 200.0 OK | x: 0.192 m η = 11.5 | x: 0.192 m η = 17.3 | x: 1.3 m η = 5.8 | η = 0.3 | x: 0.192 m η = 2.8 | x: 0.192 m η = 26.4 | OK ν = 26.4 |
| **N187/N225** | η = 0.2 | λ ≤ 200.0 OK | x: 2.7 m η = 0.2 | x: 5.311 m η = 11.3 | x: 0.089 m η = 8.8 | η = 0.4 | x: 0.089 m η = 0.8 | x: 5.311 m η = 16.5 | OK ν = 16.5 |
| **N188/N226** | η = 0.2 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.3 | x: 5.311 m η = 11.4 | x: 0.089 m η = 8.8 | η = 0.4 | x: 0.089 m η = 0.8 | x: 5.311 m η = 16.6 | OK ν = 16.6 |
| **N170/N208** | η = 0.3 | λ ≤ 200.0 OK | η = 0.6 | x: 2.7 m η = 4.4 | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.089 m η = 0.4 | x: 2.7 m η = 4.5 | OK ν = 4.5 |
| **N171/N209** | **η = 0.1** | **λ ≤ 200.0 OK** | **η = 0.9** | **x: 2.7 m η = 4.6** | **N.P. (3)** | **N.P. (4)** | **x: 0.051 m η = 0.5** | **x: 2.7 m η = 4.7** | OK ν = 4.7 |

| Barras | COMPROBACIONES LRFD | | | | | | | | Estado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $P_t$ | $\lambda_c$ | $P_c$ | $M_x$ | $M_y$ | $V_x$ | $V_y$ | $PM_xM_yV_xV_yT$ | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N172/N210 | $\eta = 0.1$ | $\lambda \leq 200.0$ OK | $\eta = 0.2$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m $\eta = 0.5$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | **OK $\nu = 4.6$** |
| N173/N211 | $\eta < 0.1$ | $\lambda \leq 200.0$ OK | $\eta < 0.1$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m $\eta = 0.5$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | **OK $\nu = 4.6$** |
| N174/N212 | $\eta < 0.1$ | $\lambda \leq 200.0$ OK | $\eta = 0.1$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m $\eta = 0.5$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | **OK $\nu = 4.6$** |
| N175/N213 | $\eta < 0.1$ | $\lambda \leq 200.0$ OK | $\eta = 0.1$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m $\eta = 0.5$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | **OK $\nu = 4.6$** |
| N176/N214 | $\eta < 0.1$ | $\lambda \leq 200.0$ OK | $\eta = 0.1$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m $\eta = 0.5$ | x: 2.7 m $\eta = 4.0$ | **OK $\nu = 4.6$** |
| N177/N215 | $\eta = 0.1$ | $\lambda \leq 200.0$ OK | $\eta = 0.2$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m $\eta = 0.5$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | **OK $\nu = 4.6$** |
| N178/N216 | $\eta < 0.1$ | $\lambda \leq 200.0$ OK | $\eta = 0.1$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m $\eta = 0.5$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | **OK $\nu = 4.6$** |
| N179/N217 | $\eta < 0.1$ | $\lambda \leq 200.0$ OK | $\eta = 0.1$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m $\eta = 0.5$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | **OK $\nu = 4.6$** |
| N180/N218 | $\eta < 0.1$ | $\lambda \leq 200.0$ OK | $\eta < 0.1$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m $\eta = 0.5$ | x: 2.7 m $\eta = 3.9$ | **OK $\nu = 4.6$** |
| N181/N219 | $\eta = 0.1$ | $\lambda \leq 200.0$ OK | $\eta = 0.2$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m $\eta = 0.5$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | **OK $\nu = 4.6$** |
| N182/N220 | $\eta < 0.1$ | $\lambda \leq 200.0$ OK | $\eta < 0.1$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m $\eta = 0.5$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | **OK $\nu = 4.6$** |
| N183/N221 | $\eta < 0.1$ | $\lambda \leq 200.0$ OK | $\eta = 0.1$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m $\eta = 0.5$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | **OK $\nu = 4.6$** |
| N184/N222 | $\eta = 0.1$ | $\lambda \leq 200.0$ OK | $\eta = 0.2$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m $\eta = 0.5$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | **OK $\nu = 4.6$** |
| N185/N223 | $\eta = 0.1$ | $\lambda \leq 200.0$ OK | $\eta = 0.9$ | x: 2.7 m $\eta = 4.6$ | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.051 m $\eta = 0.5$ | x: 2.7 m $\eta = 4.7$ | **OK $\nu = 4.7$** |
| N186/N224 | $\eta = 0.3$ | $\lambda \leq 200.0$ OK | $\eta = 0.6$ | x: 2.7 m $\eta = 4.4$ | N.P. (3) | N.P. (4) | x: 0.089 m $\eta = 0.4$ | x: 2.7 m $\eta = 4.5$ | **OK $\nu = 4.5$** |
| N227/N226 | N.P. | $\lambda \leq 200.0$ OK | x: 0 m $\eta = 3.8$ | x: 0 m $\eta = 24.3$ | x: 0 m $\eta = 5.3$ | $\eta = 0.2$ | $\eta = 2.0$ | x: 0 m $\eta = 26.2$ | **OK $\nu = 26.2$** |
| N226/N207 | N.P. | $\lambda \leq 200.0$ OK | x: 0.051 m $\eta = 2.6$ | x: 1.495 m $\eta = 34.1$ | x: 0.051 m $\eta = 1.4$ | $\eta = 0.2$ | $\eta = 1.9$ | x: 1.495 m $\eta = 36.0$ | **OK $\nu = 36.0$** |
| N228/N225 | N.P. | $\lambda \leq 200.0$ OK | x: 0 m $\eta = 3.8$ | x: 0 m $\eta = 24.3$ | x: 0 m $\eta = 5.3$ | $\eta = 0.2$ | $\eta = 2.0$ | x: 0 m $\eta = 26.2$ | **OK $\nu = 26.2$** |
| N225/N191 | N.P. | $\lambda \leq 200.0$ OK | x: 0.051 m $\eta = 2.6$ | x: 1.495 m $\eta = 34.1$ | x: 0.051 m $\eta = 1.4$ | $\eta = 0.2$ | $\eta = 1.9$ | x: 1.495 m $\eta = 36.0$ | **OK $\nu = 36.0$** |
| N169/N207 | x: 2.374 m $\eta = 0.1$ | $\lambda \leq 200.0$ OK | x: 2.374 m $\eta = 0.2$ | x: 5.311 m $\eta = 12.1$ | x: 0.089 m $\eta = 7.8$ | $\eta = 0.4$ | x: 5.311 m $\eta = 0.9$ | x: 5.311 m $\eta = 19.0$ | **OK $\nu = 19.0$** |
| N153/N191 | x: 2.374 m $\eta = 0.1$ | $\lambda \leq 200.0$ OK | x: 2.374 m $\eta = 0.2$ | x: 5.311 m $\eta = 12.2$ | x: 0.089 m $\eta = 7.8$ | $\eta = 0.4$ | x: 5.311 m $\eta = 0.9$ | x: 5.311 m $\eta = 19.0$ | **OK $\nu = 19.0$** |
| N46/N78 | x: 0.434 m $\eta = 3.6$ | N.P. | N.P. | x: 0.085 m $\eta = 42.0$ | x: 0.085 m $\eta = 1.5$ | $\eta = 0.3$ | $\eta = 20.7$ | x: 0.085 m $\eta = 44.0$ | **OK $\nu = 44.0$** |
| N6/N45 | N.P. | $\lambda \leq 200.0$ OK | x: 0 m $\eta = 6.7$ | x: 0 m $\eta = 43.2$ | x: 0 m $\eta = 5.4$ | $\eta = 0.3$ | $\eta = 3.5$ | x: 0 m $\eta = 46.6$ | **OK $\nu = 46.6$** |
| N45/N46 | N.P. | $\lambda \leq 200.0$ OK | x: 0.051 m $\eta = 4.8$ | x: 1.495 m $\eta = 62.3$ | x: 0.051 m $\eta = 2.0$ | $\eta = 0.3$ | $\eta = 3.6$ | x: 1.495 m $\eta = 65.3$ | **OK $\nu = 65.3$** |

# ANEXO N°5
# COMPROBACIONES DE VIGAS DE CIMENTACION

## Descripción

| Referencias | Geometría | Armado |
|---|---|---|
| C.2.3 [N3-N1], C.2.3 [N152-N1], C.2.3 [N4-N3], C.2.3 [N7-N6], C.2.3 [N228-N190], C.2.3 [N190-N152], C.2.3 [N189-N151], C.2.3[N151-N7], C.2.3 [N227-N189] y C.2.3 [N6-N5] | Ancho: 40.0 cm<br>Altura: 40.0 cm | Superior: 2Ø5/8"<br>Inferior: 2Ø5/8"<br>Estribos: 1xØ8c/15 |

## Cómputo

| Referencias: C.2.3 [N3-N1], C.2.3 [N152-N1], C.2.3 [N4-N3], C.2.3 [N7-N6], C.2.3 [N228-N190], C.2.3 [N190-N152], C.2.3 [N189-N151], C.2.3 [N151-N7], C.2.3 [N227-N189] y C.2.3 [N6-N5] | | Grado 60 | | Total |
|---|---|---|---|---|
| Nombre de armado | | Ø8 | Ø5/8" | |
| Armado viga - Armado inferior | Longitud (m)<br>Peso (kg) | | 2x6.00<br>2x9.37 | **12.00**<br>**18.75** |
| Armado viga - Armado superior | Longitud (m)<br>Peso (kg) | | 2x6.00<br>2x9.37 | **12.00**<br>**18.75** |
| Armado viga - Estribo | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 35x1.33<br>35x0.53 | | **46.55**<br>**18.38** |
| Totales | Longitud (m)<br>Peso (kg) | 46.55<br>18.38 | 24.00<br>37.50 | **55.88** |
| Total con desperdicios(10.00%) | **Longitud (m)**<br>**Peso (kg)** | **51.21**<br>**20.22** | **26.40**<br>**41.25** | **61.47** |

### Resumen de cómputo (se incluyen desperdicios de acero)

| Elemento | Grado 60 (kg) | | | Hormigón (m³) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Ø8 | Ø5/8" | Total | f'c=210 | Limpieza |
| Referencias: C.2.3 [N3-N1], C.2.3 [N152-N1], C.2.3 [N4-N3], C.2.3 [N7-N6], C.2.3 [N228-N190], C.2.3 [N190-N152], C.2.3 [N189-N151], C.2.3 [N151-N7], C.2.3 [N227-N189] y C.2.3 [N6-N5] | 10x20.22 | 10x41.25 | 614.70 | 10x0.66 | **10x0.16** |
| **Totales** | **202.20** | **412.50** | **614.70** | **6.56** | **1.64** |

## Comprobación

**Referencia: C.2.3 [N3-N1] (Viga de atado)**
**-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm**
**-Armado superior: 2Ø5/8"**
**-Armado inferior: 2Ø5/8"**
**-Estribos: 1xØ8c/15**

| Comprobación | Valores | Estado |
|---|---|---|
| **Anchura mínima de la viga de atado:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 21.12.3.2*** | Mínimo: 20.5 cm<br>Calculado: 40 cm | **Cumple** |
| **Canto mínimo de la viga de atado:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 21.12.3.2*** | Mínimo: 20.5 cm<br>Calculado: 40 cm | **Cumple** |
| **Diámetro mínimo estribos:** | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm | **Cumple** |
| **Separación mínima entre estribos:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.6***<br><br>**Separación mínima armadura longitudinal:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.6***<br>**Armado superior:**<br>**Armado inferior:**<br>**Separación máxima estribos:**<br>**Situaciones persistentes:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 11.5.5***<br>**Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.10.5.2*** | Mínimo: 4 cm<br>Calculado: 14.2 cm<br><br>Mínimo: 4 cm<br>Calculado: 25.2 cm<br>Calculado: 25.2 cm<br><br>Calculado: 15 cm<br><br>Máximo: 16.7 cm<br><br>Máximo: 25.4 cm | **Cumple**<br><br>**Cumple**<br>**Cumple**<br><br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas:**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras deCimentación". Rubro 3.15***<br><br>**Separación máxima armadura longitudinal:**<br>***Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08***<br>**Armado superior:**<br>**Armado inferior:** | Máximo: 23.8 cm<br>Calculado: 15 cm<br><br>Máximo: 30 cm<br>Calculado: 25.2 cm<br>Calculado: 25.2 cm | **Cumple**<br><br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Cuantía mínima para los estribos:**<br>**- Situaciones persistentes:** | Mínimo: 3.39 cm²/m<br>Calculado: 6.7 cm²/m | **Cumple** |
| **Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:**<br>***Artículo 5.4.2.1 del Eurocódigo-2***<br>**Armado inferior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones accidentales sísmicas):**<br>**Armado inferior (Situaciones accidentales sísmicas):** | Mínimo: 0.0015<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024 | **Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 10.5.***<br>**Armado inferior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones persistentes):** | Mínimo: 1.34 cm²<br>Calculado: 3.98 cm²<br>Calculado: 3.98 cm² | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles:**<br>**- Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas):**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*** | Mínimo: 6.4 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión:**<br>**- Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 10.3.6.2*** | Mínimo: 0 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción:**<br>**- Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras deCimentación". Rubro 3.15*** | **Mínimo: 0.11 cm²**<br>**Calculado: 7.96 cm²** | **Cumple** |

**Referencia: C.2.3 [N3-N1] (Viga de atado)**
**-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm**
**-Armado superior: 2Ø5/8"**
**-Armado inferior: 2Ø5/8"**
**-Estribos: 1xØ8c/15**

| Comprobación | Valores | Estado |
|---|---|---|
| **Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:** | | |
| **Situaciones persistentes:** | Momento flector: 0.84 t·m<br>Axil: ± 0.00 t | |
| | Momento flector: -0.84 t·m<br>Axil: ± 0.00 t | **Cumple**<br>**Cumple** |
| | Momento flector: 0.00 t·m<br>Axil: ± 0.48 t | **Cumple** |
| **Situaciones accidentales sísmicas:** | | |
| **Longitud de anclaje barras superiores origen:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*** | Mínimo: 30 cm | |
| **Situaciones persistentes:** | Calculado: 30 cm | **Cumple** |
| **Situaciones accidentales sísmicas:** | Calculado: 30 cm | **Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras inferiores origen:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*** | Mínimo: 30 cm | |
| **Situaciones persistentes:** | Calculado: 30 cm | **Cumple** |
| **Situaciones accidentales sísmicas:** | Calculado: 30 cm | **Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras superiores extremo:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*** | Mínimo: 30 cm | |
| **Situaciones persistentes:** | Calculado: 30 cm | **Cumple** |
| **Situaciones accidentales sísmicas:** | Calculado: 30 cm | **Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras inferiores extremo:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*** | Mínimo: 30 cm | |
| **Situaciones persistentes:** | Calculado: 30 cm | **Cumple** |
| **Situaciones accidentales sísmicas:** | Calculado: 30 cm | **Cumple** |
| **Tensión máxima en la armadura para limitar la fisuración:** | Máximo: 2520 kp/cm² | |
| **Armado inferior:** | Calculado: 690.21 kp/cm² | **Cumple** |
| **Armado superior:** | Calculado: 690.21 kp/cm² | **Cumple** |
| **Comprobación de cortante:**<br>**- Situaciones persistentes:** | Cortante: 1.13 t | **Cumple** |

**Se cumplen todas las comprobaciones**

**Referencia: C.2.3 [N152-N1] (Viga de atado)**
**-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm**
**-Armado superior: 2Ø5/8"**
**-Armado inferior: 2Ø5/8"**
**-Estribos: 1xØ8c/15**

| Comprobación | Valores | Estado |
|---|---|---|
| **Anchura mínima de la viga de atado:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 21.12.3.2*** | Mínimo: 20.5 cm<br>Calculado: 40 cm | **Cumple** |
| **Canto mínimo de la viga de atado:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 21.12.3.2*** | Mínimo: 20.5 cm<br>Calculado: 40 cm | **Cumple** |
| **Diámetro mínimo estribos:** | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm | **Cumple** |
| **Separación mínima entre estribos:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.6*** | Mínimo: 4 cm<br>Calculado: 14.2 cm | **Cumple** |
| **Separación mínima armadura longitudinal:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.6***<br>**- Armado superior:** | **Mínimo: 4 cm**<br>**Calculado: 25.2 cm** | **Cumple** |

| Referencia: C.2.3 [N152-N1] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armado superior: 2Ø5/8"<br>-Armado inferior: 2Ø5/8"<br>-Estribos: 1xØ8c/15 | | |
|---|---|---|
| **Comprobación** | Valores | **Estado** |
| **- Armado inferior:** | Calculado: 25.2 cm | **Cumple** |
| **Separación máxima estribos:**<br>**Situaciones persistentes:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 11.5.5***<br>**Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.10.5.2*** | Calculado: 15 cm<br>Máximo: 16.7 cm<br>Máximo: 25.4 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Recomendación para la separación máxima de estribos en vigascomprimidas por axiles en combinaciones sísmicas:**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras deCimentación". Rubro 3.15***<br>**Separación máxima armadura longitudinal:**<br>***Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08***<br>**Armado superior:**<br>**Armado inferior:** | Máximo: 23.8 cm<br>Calculado: 15 cm<br>Máximo: 30 cm<br>Calculado: 25.2 cm<br>Calculado: 25.2 cm | **Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Cuantía mínima para los estribos:**<br>**- Situaciones persistentes:** | Mínimo: 3.39 cm²/m<br>Calculado: 6.7 cm²/m | **Cumple** |
| **Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:**<br>***Artículo 5.4.2.1 del Eurocódigo-2***<br>**Armado inferior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones accidentales sísmicas):**<br>**Armado inferior (Situaciones accidentales sísmicas):** | Mínimo: 0.0015<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024 | **Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 10.5.***<br>**Armado inferior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones persistentes):** | Mínimo: 1.34 cm²<br>Calculado: 3.98 cm²<br>Calculado: 3.98 cm² | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles:**<br>**- Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas):**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*** | Mínimo: 6.4 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión:**<br>**- Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 10.3.6.2*** | Mínimo: 0 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción:**<br>**- Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras deCimentación". Rubro 3.15*** | Mínimo: 0.11 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:**<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Momento flector: 0.84 t·mAxil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -0.84 t·mAxil: ± 0.00 t<br>Momento flector: 0.00 t·mAxil: ± 0.48 t | **Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras superiores origen:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | **Mínimo: 30 cm**<br>**Calculado: 30 cm**<br>**Calculado: 30 cm** | **Cumple**<br>**Cumple** |

| Referencia: C.2.3 [N152-N1] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armado superior: 2Ø5/8"<br>-Armado inferior: 2Ø5/8"<br>-Estribos: 1xØ8c/15 | | |
|---|---|---|
| **Comprobación** | Valores | **Estado** |
| **Longitud de anclaje barras inferiores origen:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras superiores extremo:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras inferiores extremo:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Tensión máxima en la armadura para limitar la fisuración:**<br>**Armado inferior:**<br>**Armado superior:** | Máximo: 2520 kp/cm²<br>Calculado: 690.21 kp/cm²<br>Calculado: 690.21 kp/cm² | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Comprobación de cortante:**<br>**- Situaciones persistentes:** | Cortante: 1.13 t | **Cumple** |
| **Se cumplen todas las comprobaciones** | | |

| Referencia: C.2.3 [N4-N3] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armado superior: 2Ø5/8"<br>-Armado inferior: 2Ø5/8"<br>-Estribos: 1xØ8c/15 | | |
|---|---|---|
| **Comprobación** | Valores | **Estado** |
| **Anchura mínima de la viga de atado:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 21.12.3.2*** | Mínimo: 21 cm<br>Calculado: 40 cm | **Cumple** |
| **Canto mínimo de la viga de atado:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 21.12.3.2*** | Mínimo: 21 cm<br>Calculado: 40 cm | **Cumple** |
| **Diámetro mínimo estribos:**<br><br>**Separación mínima entre estribos:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.6*** | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm<br><br>Mínimo: 4 cm<br>Calculado: 14.2 cm | **Cumple**<br><br>**Cumple** |
| **Separación mínima armadura longitudinal:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.6***<br>**Armado superior:**<br>**Armado inferior:** | Mínimo: 4 cm<br>Calculado: 25.2 cm<br>Calculado: 25.2 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Separación máxima estribos:**<br>**Situaciones persistentes:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 11.5.5***<br>**Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.10.5.2*** | Calculado: 15 cm<br><br>Máximo: 16.7 cm<br><br>Máximo: 25.4 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Recomendación para la separación máxima de estribos en vigascomprimidas por axiles en combinaciones sísmicas:**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras deCimentación". Rubro 3.15*** | Máximo: 23.8 cm<br>Calculado: 15 cm | **Cumple** |
| **Separación máxima armadura longitudinal:**<br>***Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08***<br>**Armado superior:**<br>**Armado inferior:** | **Máximo: 30 cm**<br>**Calculado: 25.2 cm**<br>**Calculado: 25.2 cm** | **Cumple**<br>**Cumple** |

**Referencia: C.2.3 [N4-N3] (Viga de atado)**
**-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm**
**-Armado superior: 2Ø5/8"**
**-Armado inferior: 2Ø5/8"**
**-Estribos: 1xØ8c/15**

| Comprobación | Valores | Estado |
|---|---|---|
| **Cuantía mínima para los estribos:**<br>**- Situaciones persistentes:** | Mínimo: 3.39 cm²/m<br>Calculado: 6.7 cm²/m | **Cumple** |
| **Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:**<br>***Artículo 5.4.2.1 del Eurocódigo-2***<br>**Armado inferior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones accidentales sísmicas):**<br>**Armado inferior (Situaciones accidentales sísmicas):**<br><br>**Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 10.5.***<br>**Armado inferior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones persistentes):** | Mínimo: 0.0015<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024<br><br>Mínimo: 1.4 cm²<br>Calculado: 3.98 cm²<br>Calculado: 3.98 cm² | **Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple**<br><br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles:**<br>**- Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas):**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*** | Mínimo: 6.4 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión:**<br>**- Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 10.3.6.2*** | Mínimo: 0 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción:**<br>**- Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras deCimentación". Rubro 3.15*** | Mínimo: 0.11 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:**<br>**Situaciones persistentes:**<br><br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Momento flector: 0.88 t·mAxil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -0.88 t·mAxil: ± 0.00 t<br>Momento flector: 0.00 t·mAxil: ± 0.47 t | **Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras superiores origen:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:**<br><br>**Longitud de anclaje barras inferiores origen:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br><br>Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple**<br><br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras superiores extremo:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras inferiores extremo:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Tensión máxima en la armadura para limitar la fisuración:** | **Máximo: 2520 kp/cm²** | |

| Referencia: C.2.3 [N4-N3] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armado superior: 2Ø5/8"<br>-Armado inferior: 2Ø5/8"<br>-Estribos: 1xØ8c/15 | | |
|---|---|---|
| **Comprobación** | Valores | **Estado** |
| **Armado inferior:**<br>**Armado superior:** | Calculado: 721.26 kp/cm²<br>Calculado: 721.26 kp/cm² | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Comprobación de cortante:**<br>**- Situaciones persistentes:** | Cortante: 1.15 t | **Cumple** |
| **Se cumplen todas las comprobaciones** | | |

| Referencia: C.2.3 [N7-N6] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armado superior: 2Ø5/8"<br>-Armado inferior: 2Ø5/8"<br>-Estribos: 1xØ8c/15 | | |
|---|---|---|
| **Comprobación** | Valores | **Estado** |
| **Anchura mínima de la viga de atado:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 21.12.3.2*** | Mínimo: 20.5 cm<br>Calculado: 40 cm | **Cumple** |
| **Canto mínimo de la viga de atado:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 21.12.3.2*** | Mínimo: 20.5 cm<br>Calculado: 40 cm | **Cumple** |
| **Diámetro mínimo estribos:** | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm | **Cumple** |
| **Separación mínima entre estribos:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.6*** | Mínimo: 4 cm<br>Calculado: 14.2 cm | **Cumple** |
| **Separación mínima armadura longitudinal:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.6***<br>**Armado superior:**<br>**Armado inferior:** | Mínimo: 4 cm<br>Calculado: 25.2 cm<br>Calculado: 25.2 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Separación máxima estribos:**<br>**Situaciones persistentes:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 11.5.5***<br>**Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.10.5.2*** | Calculado: 15 cm<br>Máximo: 16.7 cm<br>Máximo: 25.4 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Recomendación para la separación máxima de estribos en vigascomprimidas por axiles en combinaciones sísmicas:**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras deCimentación". Rubro 3.15*** | Máximo: 23.8 cm<br>Calculado: 15 cm | **Cumple** |
| **Separación máxima armadura longitudinal:**<br>***Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08***<br>**Armado superior:**<br>**Armado inferior:**<br>**Cuantía mínima para los estribos:**<br>**- Situaciones persistentes:** | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 25.2 cm<br>Calculado: 25.2 cm<br>Mínimo: 3.39 cm²/m<br>Calculado: 6.7 cm²/m | **Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:**<br>***Artículo 5.4.2.1 del Eurocódigo-2***<br>**Armado inferior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones accidentales sísmicas):**<br>**Armado inferior (Situaciones accidentales sísmicas):** | Mínimo: 0.0015<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024 | **Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 10.5.***<br>**Armado inferior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones persistentes):** | **Mínimo: 1.34 cm²**<br>**Calculado: 3.98 cm²**<br>**Calculado: 3.98 cm²** | **Cumple**<br>**Cumple** |

**Referencia: C.2.3 [N7-N6] (Viga de atado)**
**-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm**
**-Armado superior: 2Ø5/8"**
**-Armado inferior: 2Ø5/8"**
**-Estribos: 1xØ8c/15**

| Comprobación | Valores | Estado |
|---|---|---|
| **Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles:**<br>**- Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas):**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*** | Mínimo: 6.4 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión:**<br>**- Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 10.3.6.2*** | Mínimo: 0 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción:**<br>**- Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras deCimentación". Rubro 3.15*** | Mínimo: 0.11 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:**<br>**Situaciones persistentes:**<br><br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Momento flector: 0.84 t·mAxil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -0.84 t·mAxil: ± 0.00 t<br>Momento flector: 0.00 t·mAxil: ± 0.48 t | **Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras superiores origen:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras inferiores origen:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras superiores extremo:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras inferiores extremo:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Tensión máxima en la armadura para limitar la fisuración:**<br>**Armado inferior:**<br>**Armado superior:** | Máximo: 2520 kp/cm²<br>Calculado: 690.21 kp/cm²<br>Calculado: 690.21 kp/cm² | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Comprobación de cortante:**<br>**- Situaciones persistentes:** | Cortante: 1.13 t | **Cumple** |
| **Se cumplen todas las comprobaciones** | | |

**Referencia: C.2.3 [N228-N190] (Viga de atado)**
**-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm**
**-Armado superior: 2Ø5/8"**
**-Armado inferior: 2Ø5/8"**
**-Estribos: 1xØ8c/15**

| Comprobación | Valores | Estado |
|---|---|---|
| **Anchura mínima de la viga de atado:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 21.12.3.2*** | **Mínimo: 21 cm**<br>**Calculado: 40 cm** | **Cumple** |

**Referencia: C.2.3 [N228-N190] (Viga de atado)**
**-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm**
**-Armado superior: 2Ø5/8"**
**-Armado inferior: 2Ø5/8"**
**-Estribos: 1xØ8c/15**

| Comprobación | Valores | Estado |
|---|---|---|
| **Canto mínimo de la viga de atado:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 21.12.3.2*** | Mínimo: 21 cm<br>Calculado: 40 cm | **Cumple** |
| **Diámetro mínimo estribos:** | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm | **Cumple** |
| **Separación mínima entre estribos:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.6*** | Mínimo: 4 cm<br>Calculado: 14.2 cm | **Cumple** |
| **Separación mínima armadura longitudinal:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.6***<br>**Armado superior:**<br>**Armado inferior:** | Mínimo: 4 cm<br>Calculado: 25.2 cm<br>Calculado: 25.2 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Separación máxima estribos:**<br>**Situaciones persistentes:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 11.5.5***<br>**Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.10.5.2*** | Calculado: 15 cm<br>Máximo: 16.7 cm<br>Máximo: 25.4 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas:** | Máximo: 23.8 cm<br>Calculado: 15 cm | **Cumple** |
| **Separación máxima armadura longitudinal:**<br>***Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08***<br>**Armado superior:**<br>**Armado inferior:**<br>**Cuantía mínima para los estribos:**<br>**- Situaciones persistentes:** | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 25.2 cm<br>Calculado: 25.2 cm<br>Mínimo: 3.39 cm²/m<br>Calculado: 6.7 cm²/m | **Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:**<br>***Artículo 5.4.2.1 del Eurocódigo-2***<br>**Armado inferior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones accidentales sísmicas):**<br>**Armado inferior (Situaciones accidentales sísmicas):** | Mínimo: 0.0015<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024 | **Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 10.5.***<br>**Armado inferior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones persistentes):** | Mínimo: 1.4 cm²<br>Calculado: 3.98 cm²<br>Calculado: 3.98 cm² | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles:**<br>**- Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas):**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*** | Mínimo: 6.4 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión:**<br>**- Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 10.3.6.2*** | Mínimo: 0 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción:**<br>**- Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras deCimentación". Rubro 3.15*** | Mínimo: 0.11 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:**<br>**- Situaciones persistentes:** | | |

**Referencia: C.2.3 [N228-N190] (Viga de atado)**
**-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm**
**-Armado superior: 2Ø5/8"**
**-Armado inferior: 2Ø5/8"**
**-Estribos: 1xØ8c/15**

| Comprobación | Valores | Estado |
|---|---|---|
| **- Situaciones accidentales sísmicas:** | Momento flector: 0.88 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -0.88 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: 0.00 t·m<br>Axil: ± 0.47 t | **Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras superiores origen:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras inferiores origen:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras superiores extremo:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras inferiores extremo:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Tensión máxima en la armadura para limitar la fisuración:**<br>**Armado inferior:**<br>**Armado superior:** | Máximo: 2520 kp/cm²<br>Calculado: 721.26 kp/cm²<br>Calculado: 721.26 kp/cm² | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Comprobación de cortante:**<br>**- Situaciones persistentes:** | Cortante: 1.15 t | **Cumple** |

**Se cumplen todas las comprobaciones**

**Referencia: C.2.3 [N190-N152] (Viga de atado)**
**-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm**
**-Armado superior: 2Ø5/8"**
**-Armado inferior: 2Ø5/8"**
**-Estribos: 1xØ8c/15**

| Comprobación | Valores | Estado |
|---|---|---|
| **Anchura mínima de la viga de atado:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 21.12.3.2*** | Mínimo: 20.5 cm<br>Calculado: 40 cm | **Cumple** |
| **Canto mínimo de la viga de atado:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 21.12.3.2*** | Mínimo: 20.5 cm<br>Calculado: 40 cm | **Cumple** |
| **Diámetro mínimo estribos:** | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm | **Cumple** |
| **Separación mínima entre estribos:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.6*** | Mínimo: 4 cm<br>Calculado: 14.2 cm | **Cumple** |
| **Separación mínima armadura longitudinal:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.6***<br>**Armado superior:**<br>**Armado inferior:** | Mínimo: 4 cm<br>Calculado: 25.2 cm<br>Calculado: 25.2 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Separación máxima estribos:** | **Calculado: 15 cm** | |

**Referencia: C.2.3 [N190-N152] (Viga de atado)**
**-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm**
**-Armado superior: 2Ø5/8"**
**-Armado inferior: 2Ø5/8"**
**-Estribos: 1xØ8c/15**

| Comprobación | Valores | Estado |
|---|---|---|
| **Situaciones persistentes:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 11.5.5***<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Máximo: 16.7 cm<br>Máximo: 25.4 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas:** | Máximo: 23.8 cm<br>Calculado: 15 cm | **Cumple** |
| **Separación máxima armadura longitudinal:**<br>***Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08***<br>**Armado superior:**<br>**Armado inferior:** | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 25.2 cm<br>Calculado: 25.2 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Cuantía mínima para los estribos:**<br>**- Situaciones persistentes:** | Mínimo: 3.39 cm²/m<br>Calculado: 6.7 cm²/m | **Cumple** |
| **Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:**<br>***Artículo 5.4.2.1 del Eurocódigo-2***<br>**Armado inferior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones accidentales sísmicas):**<br>**Armado inferior (Situaciones accidentales sísmicas):** | Mínimo: 0.0015<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024 | **Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 10.5.***<br>**Armado inferior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones persistentes):** | Mínimo: 1.34 cm²<br>Calculado: 3.98 cm²<br>Calculado: 3.98 cm² | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles:**<br>**- Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas):**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*** | Mínimo: 6.4 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión:**<br>**- Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 10.3.6.2*** | Mínimo: 0 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción:**<br>**- Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras deCimentación". Rubro 3.15*** | Mínimo: 0.11 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:**<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:**<br>**Longitud de anclaje barras superiores origen:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Momento flector: 0.84 t·mAxil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -0.84 t·mAxil: ± 0.00 t<br>Momento flector: 0.00 t·mAxil: ± 0.48 t<br>Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras inferiores origen:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*** | **Mínimo: 30 cm** | |

**Referencia: C.2.3 [N190-N152] (Viga de atado)**
**-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm**
**-Armado superior: 2Ø5/8"**
**-Armado inferior: 2Ø5/8"**
**-Estribos: 1xØ8c/15**

| Comprobación | Valores | Estado |
|---|---|---|
| **Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras superiores extremo:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras inferiores extremo:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Tensión máxima en la armadura para limitar la fisuración:**<br>**Armado inferior:**<br>**Armado superior:** | Máximo: 2520 kp/cm²<br>Calculado: 690.21 kp/cm²<br>Calculado: 690.21 kp/cm² | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Comprobación de cortante:**<br>**- Situaciones persistentes:** | Cortante: 1.12 t | **Cumple** |

**Se cumplen todas las comprobaciones**

**Referencia: C.2.3 [N189-N151] (Viga de atado)**
**-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm**
**-Armado superior: 2Ø5/8"**
**-Armado inferior: 2Ø5/8"**
**-Estribos: 1xØ8c/15**

| Comprobación | Valores | Estado |
|---|---|---|
| **Anchura mínima de la viga de atado:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 21.12.3.2*** | Mínimo: 20.5 cm<br>Calculado: 40 cm | **Cumple** |
| **Canto mínimo de la viga de atado:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 21.12.3.2*** | Mínimo: 20.5 cm<br>Calculado: 40 cm | **Cumple** |
| **Diámetro mínimo estribos:**<br><br>**Separación mínima entre estribos:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.6*** | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm<br><br>Mínimo: 4 cm<br>Calculado: 14.2 cm | **Cumple**<br><br>**Cumple** |
| **Separación mínima armadura longitudinal:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.6***<br>**Armado superior:**<br>**Armado inferior:**<br><br>**Separación máxima estribos:**<br>**Situaciones persistentes:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 11.5.5***<br>**Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.10.5.2*** | Mínimo: 4 cm<br>Calculado: 25.2 cm<br>Calculado: 25.2 cm<br><br>Calculado: 15 cm<br><br>Máximo: 16.7 cm<br><br>Máximo: 25.4 cm | **Cumple**<br>**Cumple**<br><br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Recomendación para la separación máxima de estribos en vigascomprimidas por axiles en combinaciones sísmicas:**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras deCimentación". Rubro 3.15*** | Máximo: 23.8 cm<br>Calculado: 15 cm | **Cumple** |
| **Separación máxima armadura longitudinal:**<br>***Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08***<br>**Armado superior:**<br>**Armado inferior:** | **Máximo: 30 cm**<br>**Calculado: 25.2 cm**<br>**Calculado: 25.2 cm** | **Cumple**<br>**Cumple** |

**Referencia: C.2.3 [N189-N151] (Viga de atado)**
**-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm**
**-Armado superior: 2Ø5/8"**
**-Armado inferior: 2Ø5/8"**
**-Estribos: 1xØ8c/15**

| Comprobación | Valores | Estado |
|---|---|---|
| **Cuantía mínima para los estribos:**<br>**- Situaciones persistentes:** | Mínimo: 3.39 cm²/m<br>Calculado: 6.7 cm²/m | **Cumple** |
| **Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:**<br>***Artículo 5.4.2.1 del Eurocódigo-2***<br>**Armado inferior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones accidentales sísmicas):**<br>**Armado inferior (Situaciones accidentales sísmicas):** | Mínimo: 0.0015<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024 | **Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 10.5.***<br>**Armado inferior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones persistentes):** | Mínimo: 1.34 cm²<br>Calculado: 3.98 cm²<br>Calculado: 3.98 cm² | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles:**<br>**- Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas):**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*** | Mínimo: 6.4 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión:**<br>**- Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 10.3.6.2*** | Mínimo: 0 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción:**<br>**- Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras deCimentación". Rubro 3.15*** | Mínimo: 0.11 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:**<br>**Situaciones persistentes:**<br><br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Momento flector: 0.84 t·mAxil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -0.84 t·mAxil: ± 0.00 t<br>Momento flector: 0.00 t·mAxil: ± 0.48 t | **Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras superiores origen:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras inferiores origen:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras superiores extremo:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras inferiores extremo:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Tensión máxima en la armadura para limitar la fisuración:** | **Máximo: 2520 kp/cm²** | |

**Referencia: C.2.3 [N189-N151] (Viga de atado)**
**-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm**
**-Armado superior: 2Ø5/8"**
**-Armado inferior: 2Ø5/8"**
**-Estribos: 1xØ8c/15**

| Comprobación | Valores | Estado |
|---|---|---|
| **Armado inferior:**<br>**Armado superior:** | Calculado: 690.21 kp/cm²<br>Calculado: 690.21 kp/cm² | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Comprobación de cortante:**<br>**- Situaciones persistentes:** | Cortante: 1.12 t | **Cumple** |

**Se cumplen todas las comprobaciones**

**Referencia: C.2.3 [N151-N7] (Viga de atado)**
**-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm**
**-Armado superior: 2Ø5/8"**
**-Armado inferior: 2Ø5/8"**
**-Estribos: 1xØ8c/15**

| Comprobación | Valores | Estado |
|---|---|---|
| **Anchura mínima de la viga de atado:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 21.12.3.2*** | Mínimo: 20.5 cm<br>Calculado: 40 cm | **Cumple** |
| **Canto mínimo de la viga de atado:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 21.12.3.2*** | Mínimo: 20.5 cm<br>Calculado: 40 cm | **Cumple** |
| **Diámetro mínimo estribos:** | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm | **Cumple** |
| **Separación mínima entre estribos:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.6*** | Mínimo: 4 cm<br>Calculado: 14.2 cm | **Cumple** |
| **Separación mínima armadura longitudinal:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.6***<br>**Armado superior:**<br>**Armado inferior:** | Mínimo: 4 cm<br>Calculado: 25.2 cm<br>Calculado: 25.2 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Separación máxima estribos:**<br>**Situaciones persistentes:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 11.5.5***<br>**Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.10.5.2*** | Calculado: 15 cm<br>Máximo: 16.7 cm<br>Máximo: 25.4 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Recomendación para la separación máxima de estribos en vigascomprimidas por axiles en combinaciones sísmicas:** | Máximo: 23.8 cm<br>Calculado: 15 cm | **Cumple** |
| **Separación máxima armadura longitudinal:**<br>***Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08***<br>**Armado superior:**<br>**Armado inferior:** | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 25.2 cm<br>Calculado: 25.2 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Cuantía mínima para los estribos:**<br>**- Situaciones persistentes:** | Mínimo: 3.39 cm²/m<br>Calculado: 6.7 cm²/m | **Cumple** |
| **Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:**<br>***Artículo 5.4.2.1 del Eurocódigo-2***<br>**Armado inferior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones accidentales sísmicas):**<br>**Armado inferior (Situaciones accidentales sísmicas):** | Mínimo: 0.0015<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024 | **Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 10.5.***<br>**Armado inferior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones persistentes):** | **Mínimo: 1.34 cm²**<br>**Calculado: 3.98 cm²**<br>**Calculado: 3.98 cm²** | **Cumple**<br>**Cumple** |

| Referencia: C.2.3 [N151-N7] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armado superior: 2Ø5/8"<br>-Armado inferior: 2Ø5/8"<br>-Estribos: 1xØ8c/15 | | |
|---|---|---|
| **Comprobación** | Valores | **Estado** |
| **Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles:**<br>**- Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas):**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros basado en el Artículo 38.4 de la EH-91*** | Mínimo: 6.4 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión:**<br>**- Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 10.3.6.2*** | Mínimo: 0 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción:**<br>**- Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras deCimentación". Rubro 3.15*** | Mínimo: 0.11 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:**<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Momento flector: 0.84 t·mAxil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -0.84 t·m Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: 0.00 t·mAxil: ± 0.48 t | **Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras superiores origen:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras inferiores origen:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras superiores extremo:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras inferiores extremo:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Tensión máxima en la armadura para limitar la fisuración:**<br>**Armado inferior:**<br>**Armado superior:** | Máximo: 2520 kp/cm²<br>Calculado: 690.21 kp/cm²<br>Calculado: 690.21 kp/cm² | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Comprobación de cortante:**<br>**- Situaciones persistentes:** | Cortante: 1.13 t | **Cumple** |
| **Se cumplen todas las comprobaciones** | | |

| Referencia: C.2.3 [N227-N189] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armado superior: 2Ø5/8"<br>-Armado inferior: 2Ø5/8"<br>-Estribos: 1xØ8c/15 | | |
|---|---|---|
| **Comprobación** | Valores | **Estado** |
| **Anchura mínima de la viga de atado:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 21.12.3.2*** | **Mínimo: 21 cm**<br>**Calculado: 40 cm** | **Cumple** |

**Referencia: C.2.3 [N227-N189] (Viga de atado)**
**-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm**
**-Armado superior: 2Ø5/8"**
**-Armado inferior: 2Ø5/8"**
**-Estribos: 1xØ8c/15**

| Comprobación | Valores | Estado |
|---|---|---|
| **Canto mínimo de la viga de atado:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 21.12.3.2*** | Mínimo: 21 cm<br>Calculado: 40 cm | **Cumple** |
| **Diámetro mínimo estribos:** | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm | **Cumple** |
| **Separación mínima entre estribos:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.6***<br><br>**Separación mínima armadura longitudinal:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.6***<br>**Armado superior:**<br>**Armado inferior:** | Mínimo: 4 cm<br>Calculado: 14.2 cm<br><br>Mínimo: 4 cm<br>Calculado: 25.2 cm<br>Calculado: 25.2 cm | **Cumple**<br><br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Separación máxima estribos:**<br>**Situaciones persistentes:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 11.5.5***<br>**Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.10.5.2***<br><br>**Recomendación para la separación máxima de estribos en vigascomprimidas por axiles en combinaciones sísmicas:** | Calculado: 15 cm<br><br>Máximo: 16.7 cm<br><br>Máximo: 25.4 cm<br>Máximo: 23.8 cm<br>Calculado: 15 cm | **Cumple**<br>**Cumple**<br><br>**Cumple** |
| **Separación máxima armadura longitudinal:**<br>***Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08***<br>**Armado superior:**<br>**Armado inferior:** | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 25.2 cm<br>Calculado: 25.2 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Cuantía mínima para los estribos:**<br>**- Situaciones persistentes:** | Mínimo: 3.39 cm²/m<br>Calculado: 6.7 cm²/m | **Cumple** |
| **Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:**<br>***Artículo 5.4.2.1 del Eurocódigo-2***<br>**Armado inferior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones accidentales sísmicas):**<br>**Armado inferior (Situaciones accidentales sísmicas):**<br><br>**Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 10.5.***<br>**Armado inferior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones persistentes):** | Mínimo: 0.0015<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024<br><br>Mínimo: 1.4 cm²<br>Calculado: 3.98 cm²<br>Calculado: 3.98 cm² | <br>**Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple**<br><br><br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles:**<br>**- Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas):**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros basado en el Artículo 38.4 de la EH-91***<br><br>**Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión:**<br>**- Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 10.3.6.2*** | Mínimo: 6.4 cm²<br>Calculado: 7.96 cm²<br><br>Mínimo: 0 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple**<br><br>**Cumple** |
| **Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción:**<br>**- Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras deCimentación". Rubro 3.15*** | Mínimo: 0.11 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:**<br>**- Situaciones persistentes:** | | |

| Referencia: C.2.3 [N227-N189] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armado superior: 2Ø5/8"<br>-Armado inferior: 2Ø5/8"<br>-Estribos: 1xØ8c/15 | | |
|---|---|---|
| **Comprobación** | Valores | **Estado** |
| **- Situaciones accidentales sísmicas:** | Momento flector: 0.88 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -0.88 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: 0.00 t·m<br>Axil: ± 0.47 t | **Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras superiores origen:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras inferiores origen:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras superiores extremo:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras inferiores extremo:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:**<br><br>**Tensión máxima en la armadura para limitar la fisuración:**<br>**Armado inferior:**<br>**Armado superior:** | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br><br>Máximo: 2520 kp/cm²<br>Calculado: 721.26 kp/cm²<br>Calculado: 721.26 kp/cm² | **Cumple**<br>**Cumple**<br><br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Comprobación de cortante:**<br>**- Situaciones persistentes:** | Cortante: 1.15 t | **Cumple** |
| **Se cumplen todas las comprobaciones** | | |

| Referencia: C.2.3 [N6-N5] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armado superior: 2Ø5/8"<br>-Armado inferior: 2Ø5/8"<br>-Estribos: 1xØ8c/15 | | |
|---|---|---|
| **Comprobación** | Valores | **Estado** |
| **Anchura mínima de la viga de atado:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 21.12.3.2*** | Mínimo: 21 cm<br>Calculado: 40 cm | **Cumple** |
| **Canto mínimo de la viga de atado:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 21.12.3.2*** | Mínimo: 21 cm<br>Calculado: 40 cm | **Cumple** |
| **Diámetro mínimo estribos:** | Mínimo: 6 mm<br>Calculado: 8 mm | **Cumple** |
| **Separación mínima entre estribos:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.6*** | Mínimo: 4 cm<br>Calculado: 14.2 cm | **Cumple** |
| **Separación mínima armadura longitudinal:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.6***<br>**Armado superior:**<br>**Armado inferior:** | Mínimo: 4 cm<br>Calculado: 25.2 cm<br>Calculado: 25.2 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Separación máxima estribos:** | **Calculado: 15 cm** | |

**Referencia: C.2.3 [N6-N5] (Viga de atado)**
**-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm**
**-Armado superior: 2Ø5/8"**
**-Armado inferior: 2Ø5/8"**
**-Estribos: 1xØ8c/15**

| Comprobación | Valores | Estado |
|---|---|---|
| **Situaciones persistentes:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 11.5.5***<br>**Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 7.10.5.2*** | Máximo: 16.7 cm<br>Máximo: 25.4 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Recomendación para la separación máxima de estribos en vigas comprimidas por axiles en combinaciones sísmicas:**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras deCimentación". Rubro 3.15*** | Máximo: 23.8 cm<br>Calculado: 15 cm | **Cumple** |
| **Separación máxima armadura longitudinal:**<br>***Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08***<br>**Armado superior:**<br>**Armado inferior:** | Máximo: 30 cm<br>Calculado: 25.2 cm<br>Calculado: 25.2 cm | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Cuantía mínima para los estribos:**<br>**- Situaciones persistentes:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 11.5.6*** | Mínimo: 3.39 cm²/m<br>Calculado: 6.7 cm²/m | **Cumple** |
| **Cuantía geométrica mínima armadura traccionada:**<br>***Artículo 5.4.2.1 del Eurocódigo-2***<br>**Armado inferior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones accidentales sísmicas):**<br>**Armado inferior (Situaciones accidentales sísmicas):** | Mínimo: 0.0015<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024<br>Calculado: 0.0024 | **Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 10.5.***<br>**Armado inferior (Situaciones persistentes):**<br>**Armado superior (Situaciones persistentes):** | Mínimo: 1.4 cm²<br>Calculado: 3.98 cm²<br>Calculado: 3.98 cm² | **Cumple**<br>**Cumple** |
| **Armadura mínima por cuantía mecánica de esfuerzos axiles:**<br>**- Armadura total (Situaciones accidentales sísmicas):**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros basado en el Artículo 38.4 de la EH-91***<br><br>**Armadura necesaria por cálculo para el axil de compresión:**<br>**- Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Norma NTE E.060: 2009. Artículo 10.3.6.2*** | Mínimo: 6.4 cm²<br>Calculado: 7.96 cm²<br><br>Mínimo: 0 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple**<br><br>**Cumple** |
| **Armadura necesaria por cálculo para el axil de tracción:**<br>**- Situaciones accidentales sísmicas:**<br>***Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras deCimentación". Rubro 3.15*** | Mínimo: 0.11 cm²<br>Calculado: 7.96 cm² | **Cumple** |
| **Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta:**<br>**Situaciones persistentes:**<br><br>**Situaciones accidentales sísmicas:**<br><br>**Longitud de anclaje barras superiores origen:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas***<br>**Situaciones persistentes:**<br>**Situaciones accidentales sísmicas:** | Momento flector: 0.88 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: -0.88 t·m<br>Axil: ± 0.00 t<br>Momento flector: 0.00 t·m<br>Axil: ± 0.47 t<br><br>Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | **Cumple**<br>**Cumple**<br>**Cumple**<br><br>**Cumple**<br>**Cumple** |
| **Longitud de anclaje barras inferiores origen:**<br>***El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*** | **Mínimo: 30 cm** | |

| Referencia: C.2.3 [N6-N5] (Viga de atado)<br>-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm<br>-Armado superior: 2Ø5/8"<br>-Armado inferior: 2Ø5/8"<br>-Estribos: 1xØ8c/15 | | |
|---|---|---|
| Comprobación | Valores | Estado |
| Situaciones persistentes:<br>Situaciones accidentales sísmicas: | Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | Cumple<br>Cumple |
| Longitud de anclaje barras superiores extremo:<br>*El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*<br>Situaciones persistentes:<br>Situaciones accidentales sísmicas: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | <br>Cumple<br>Cumple |
| Longitud de anclaje barras inferiores extremo:<br>*El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*<br>Situaciones persistentes:<br>Situaciones accidentales sísmicas: | Mínimo: 30 cm<br>Calculado: 30 cm<br>Calculado: 30 cm | <br>Cumple<br>Cumple |
| Tensión máxima en la armadura para limitar la fisuración:<br>Armado inferior:<br>Armado superior: | Máximo: 2520 kp/cm²<br>Calculado: 721.26 kp/cm²<br>Calculado: 721.26 kp/cm² | <br>Cumple<br>Cumple |
| Comprobación de cortante:<br>- Situaciones persistentes: | Cortante: 1.15 t | Cumple |
| Se cumplen todas las comprobaciones | | |