



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Análisis Comparativo de Naves Industriales de 40  
Metros de Luz con Celosías Tipo Pratt y Tipo  
Warren, Lurín 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

**AUTORES:**

Carmen Mori Giordi (ORCID :0000-0002-0708-0416)

Laveriano Bellido, Job Jesuha (ORCID: 0000-0002-6256-638X)

**ASESOR:**

Dr. Pacchas Rufasto César Augusto (ORCID: 0000-0001-6362-1603)

**LÍNEA DE  
INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

LIMA — PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

Dedicamos a nuestros padres este proyecto final que representa el cierre de todo un trayecto de enseñanza y esfuerzo para lograr nuestros objetivos. Dedicamos este esfuerzo a las personas que brindaron su apoyo emotivo a continuar con lo trazado hace años, antes de tomar la decisión de formar parte de nuestra dichosa casa de estudio.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a nuestros docentes por formarnos en estos años de enseñanza y arduo empeño. Además, agradecemos a las personas profesionales que nos brindaron los alientos de ánimo, a motivarnos a no dejar nuestros sueños, porque la belleza de alcanzar todas nuestras metas surge de nuestros esfuerzos y anhelos más profundos.

## ÍNDICE

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice.....	iv
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras .....	vii
Resumen.....	vili
Abstrac .....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEORICO .....</b>	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>11</b>
3.1 Tipo de investigación .....	12
3.2 Variable y operacionalización .....	12
3.3 Población, muestra y muestreo .....	14
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	15
3.5 Procedimientos .....	15
3.5.1 Ampliación de las Normas .....	15
3.5.2 Sistema estructural .....	15
3.5.3 Análisis comparativo .....	16
3.6 Métodos de análisis de datos .....	16
3.7 Aspectos éticos .....	16
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>17</b>
4.1 Descripción de zona de estudio .....	18
4.2 Consideraciones.....	19
4.3 Análisis de resultados.....	19
4.3.1 Objeto y Estructura de proyecto.....	19
4.3.2 Análisis de metrado de cargas.....	21



4.3.3 Diseño de método LRFD .....	22
4.4 Análisis de desplazamiento verticales y horizontales .....	31
4.4.1 Modos de vibración.....	32
4.4.2 Deformaciones verticales.....	33
4.4.3 Deformaciones horizontales .....	33
4.4.4 Reacción de la base .....	34
4.4.5 Masa de estructura .....	35
4.5 Carga de viento (CW).....	35
4.5.1 Clasificación de edificaciones .....	35
4.5.2 Velocidad de diseño.....	35
4.6 Carga exterior de viento .....	36
4.7 Asignación de carga.....	39
4.8 Esfuerzos y deformaciones .....	40
4.9 Diseño de elementos.....	58
4.10 Diseño de conexiones .....	60
4.11 Distanciamiento de pórticos .....	67
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>70</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>73</b>
<b>VII. RECOMENDACIONE .....</b>	<b>76</b>
REFERENCIAS.....	78
ANEXOS .....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Categoría de las edificaciones .....	26
<b>Tabla 2:</b> Masa participativa modal PRATT .....	32
<b>Tabla 3:</b> Masa participativa modal WARREN .....	32
<b>Tabla 4:</b> Deformaciones Horizontales en ejes X-Y PRATT.....	33
<b>Tabla 5:</b> Deformaciones Horizontales en ejes X-Y WARREN .....	33
<b>Tabla 6:</b> Deformaciones verticales en el eje Z PRATT .....	33
<b>Tabla 7:</b> Deformaciones verticales en el eje Z WARREN .....	33
<b>Tabla 8:</b> Reacción base - Pratt.....	34
<b>Tabla 9:</b> Reacción base – Warren.....	34
<b>Tabla 10:</b> Factores de forma (C) .....	37
<b>Tabla 11:</b> Factores de forma (C) .....	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Vista lateral izquierdo del predio Av. Industrial .....	18
<b>Figura 2.</b> Vista lateral en la Av. Industrial .....	18
<b>Figura 3.</b> Consideraciones .....	18
<b>Figura 4.</b> Normas aplicadas al análisis estructural .....	19
<b>Figura 5.</b> Carga Variable en Techos .....	21
<b>Figura 6.</b> Nomenclatura de cargas .....	24
<b>Figura 7.</b> Propiedad de materiales .....	24
<b>Figura 8.</b> Latón de Policarbonato – Traslucido TR-4 .....	25
<b>Figura 9.</b> Zonas Sísmicas en el Perú .....	26
<b>Figura 10.</b> Clasificación de los perfiles de suelo .....	27
<b>Figura 11.</b> Clasificación de los perfiles de suelo .....	27
<b>Figura 12.</b> Clasificación de los perfiles de suelo .....	27
<b>Figura 13.</b> Sistema estructural y coeficiente de reducción sísmica .....	28
<b>Figura 14.</b> Categoría de Edificación y Sistema Estructural .....	29
<b>Figura 15.</b> Datos principales .....	29
<b>Figura 16.</b> Espectro sísmico en “X” .....	30
<b>Figura 17.</b> Espectro sísmico en “Y” .....	31
<b>Figura 18.</b> Método de combinación espectral direccional y modal .....	31
<b>Figura 19.</b> Criterio de combinación .....	34
<b>Figura 20.</b> Mapa Eólico del Perú .....	36
<b>Figura 21.</b> Casos de Factores de carga.....	38
<b>Figura 22.</b> Vista en planta y frontal del Pórtico .....	39
<b>Figura 23.</b> Carga Variable Pórticos .....	40
<b>Figura 24.</b> Carga viento (CW) – Barlovento - Pórtico 01 .....	40
<b>Figura 25.</b> Carga viento (CW) - Sotavento - Pórtico 01 .....	41
<b>Figura 26.</b> Carga Variable Pórticos .....	41
<b>Figura 27.</b> Carga viento (CW) - Barlovento - Pórtico 01 .....	42
<b>Figura 28.</b> Carga viento (CW) - Sotavento - Pórtico 01 .....	42
<b>Figura 29.</b> Deformación por viento (CW) - Pórtico 01 .....	43

<b>Figura 30.</b> Diagrama de fuerza axial de viento – Pórtico 01 .....	43
<b>Figura 31.</b> Diagrama de fuerza axial por tramos .....	44
<b>Figura 32.</b> Fuerza Cortante por viento (CW) - Pórtico 01 .....	44
<b>Figura 33.</b> Diagrama de fuerza cortante por tramos.....	44
<b>Figura 34.</b> Momento por viento (CW) - Pórtico 01 .....	45
<b>Figura 35.</b> Diagrama de momentos por tramos.....	45
<b>Figura 36.</b> Deformación por viento (CW) - Pórtico 01 .....	45
<b>Figura 37.</b> Fuerza Axial por viento (CW) - Pórtico 01 .....	46
<b>Figura 38.</b> Diagrama de fuerza axial por viento en tramos.....	46
<b>Figura 39.</b> Fuerza Cortante por viento (CW) - Pórtico 01 .....	46
<b>Figura 40.</b> Fuerza Cortante por viento (CW) - Pórtico 01 .....	47
<b>Figura 41.</b> Momentos por viento (CW) - Pórtico 01 .....	47
<b>Figura 42.</b> Momentos por viento (CW) - Pórtico 01 .....	48
<b>Figura 43.</b> Modelo 3D – Nave Industrial Pratt.....	48
<b>Figura 44.</b> Modelo 3D – Nave Industrial Pratt.....	49
<b>Figura 45.</b> Desplazamiento – Pórtico 1 – Tipo Pratt.....	50
<b>Figura 46.</b> Desplazamiento - Modelo 3D – Nave Industrial Pratt .....	50
<b>Figura 47.</b> Fuerza Axial – Nave industrial Pratt.....	51
<b>Figura 48.</b> Diagrama de fuerza Axial – Nave industrial Pratt.....	51
<b>Figura 49.</b> Gráfica de fuerza Axial – Nave industrial Pratt .....	51
<b>Figura 50.</b> Gráfica fuerza cortante – Nave industrial Pratt .....	52
<b>Figura 51.</b> Fuerza cortante – Nave industrial Pratt.....	52
<b>Figura 52.</b> Diagrama de fuerza cortante – Nave industrial Pratt.....	52
<b>Figura 53.</b> Momentos por envolvente .....	53
<b>Figura 54.</b> Gráfica de momentos por envolvente.....	53
<b>Figura 55.</b> Diagrama de momentos por envolvente .....	53
<b>Figura 56.</b> Desplazamiento – Pórtico 1- Tipo Warren.....	54
<b>Figura 57.</b> Desplazamiento - Modelo 3D – Nave Industrial Warren .....	54
<b>Figura 58.</b> Desplazamiento - Modelo 3D – Nave Industrial Warren .....	55
<b>Figura 59.</b> Fuerza Axial por envolvente .....	55

<b>Figura 60.</b> Gráfica de fuerza Axial por envolvente .....	55
<b>Figura 61.</b> Fuerza cortante por envolvente .....	56
<b>Figura 62.</b> Gráfica de fuerza cortante por envolvente.....	56
<b>Figura 63.</b> Diagrama de fuerza cortante por envolvente .....	56
<b>Figura 64.</b> Momentos por envolvente .....	57
<b>Figura 65.</b> Gráfica de momentos por envolventes .....	57
<b>Figura 66.</b> Diagrama de momentos por envolventes .....	57
<b>Figura 67.</b> Diseño de columna – perfil HSS 12"x12"x0.5" .....	58
<b>Figura 68.</b> Diseño de cordón de tijeral – perfil HSS6"x5"x0.25" .....	59
<b>Figura 69.</b> Diseño de cercha del tijeral – perfil HSS 2"x2"x1/4" .....	59
<b>Figura 70.</b> Diseño de correa de techo "Z" - perfil 300x75x3mm .....	60
<b>Figura 71.</b> Diseño de larguero lateral – perfil HSS 8"x6"x3/8" .....	61
<b>Figura 72.</b> Perfil Arriostre concéntrico HSS 6"x6"x1/2" .....	61
<b>Figura 73.</b> Perfil de canal "U" 4"x2"x4.5mm .....	62
<b>Figura 74.</b> Perfil de barra tensora de techo $\phi$ 1/2".....	62
<b>Figura 75.</b> Diseño de conexiones .....	63
<b>Figura 76.</b> Plancha base de 1"x500x500mm .....	64
<b>Figura 77.</b> Perno de Anclaje de $\phi$ 1" .....	65
<b>Figura 78.</b> Junta a tope .....	66
<b>Figura 79.</b> Junta de soldadura en ángulo (filete) .....	67
<b>Figura 80.</b> Distanciamientos de pórticos en eje "X" .....	68
<b>Figura 81.</b> Distanciamientos de pórticos en eje "X".....	68
<b>Figura 82.</b> Distanciamientos de pórticos en eje "X" – Pórtico 1 .....	68
<b>Figura 83.</b> Distanciamientos de pórticos en eje "Y" – Pórtico 1 .....	69

## RESUMEN

Se ha realizado este proyecto de investigación con el propósito de determinar la contribución de comparar dos tipos de naves industriales con celosías tipo Pratt y tipo Warren con el propósito de determinar entre ambos sistemas indicados el mas indicado al salvar edificaciones de naves industriales con luces amplias de 40 metros.

En el estudio se aplicó una metodología aplicada para poder identificar las necesidades de realizar estudios de este tipo y en búsqueda de la ampliación de conocimiento en el sector constructivo en naves industriales, el diseño de estudio es no experimental y comparativo, porque se buscó analizar situaciones existentes en diseño en función al tipo de suelo y otras características en la zona de Lurin.

Se concluye que realizar un estudio comparativo determinar el mas aprovechable, siendo la construcción de naves industriales con celosías Warren mas eficaz ante un evento sísmico y de menor costo por los elementos incluidos en su estructura. Se recomienda realizar la ampliación de información puntal al diseño de naves industriales en la norma correspondiente al E.090 – Estructuras Metálicas.

**Palabras claves:** Naves industriales, esfuerzos máximos, análisis comparativo y desplazamientos.

## ABSTRAC

This research project has been carried out with the purpose of determining the contribution of comparing two types of industrial buildings with Pratt type and Warren type lattices in order to determine between the two indicated systems the most indicated when saving industrial buildings with wide lights of 40 meters.

In the study, an applied methodology was applied to be able to identify the needs to carry out studies of this type and in search of the expansion of knowledge in the construction sector in industrial buildings, the study design is non-experimental and comparative, because it sought to analyze situations existing in design based on the type of soil and other characteristics in the Lurin area.

It is concluded that carrying out a comparative study to determine the most profitable one, being the construction of industrial buildings with Warren lattices more efficient in the event of a seismic event and at a lower cost due to the elements included in their structure. It is recommended to carry out the expansion of specific information to the design of industrial buildings in the standard corresponding to E.090 - Metallic Structures.

**Keywords:** industrial buildings, maximum efforts, comparative analysis and displacements.

## I. INTRODUCCIÓN



El ordenamiento de normativas de construcción son exigencias fundamentales para el diseño y ejecución de un proceso constructivo. En el Perú la demanda de construcción de naves industriales con sistema de pórticos es frecuentemente empleados, pero existe una deficiencia en las normativas de especificaciones ante el diseño de separaciones máximas y mínimas de pórticos con celosías tipo Pratt y Warren con luces mayores o iguales a 40 metros, las cuales requieren especificaciones puntuales para una mayor sostenibilidad.

La Norma correspondiente a diseño de Estructuras Metálicas (E.090) del Reglamento Nacional de Edificaciones, tiene como finalidad especificar los conceptos de elementos metálicos, diseñar, fabricar y montar estructuras considerando diversos factores de cargas (Vásquez, 2018, p. 457), respecto al tipo y conveniencia de uso para el diseño de celosías no hay especificación normativa que limite o detalle de manera específica.

En el contexto social, el desarrollo infraestructural de las naves industriales refleja el crecimiento comercial innovador (CEPAL, 2017, p. 326) esto permitiendo potenciar las estrategias logísticas en empresas y negocios, brindando mayor control y seguridad a los productos albergados y el cuidado de los colaboradores ante cualquier evento sísmico.

El problema existente en la zona industrial de Lurín, es el alto creciente en la demanda de construcción de naves industriales con sistemas de pórticos (Perú Construye, 2017, p. 78), generando una necesidad de estandarización en las Normas de estructuras metálicas que garanticen la construcción de naves industriales para cubrir la demanda existente.

El presente proyecto de investigación busca analizar una nave industrial en la zona de Lurín con una luz de 40 metros para desarrollar el análisis comparativo entre el tipo celosías Pratt y Warren de mismas características en dimensiones (frente = 40 metros y fondo = 115 metros), tratando de comprender la relación entre el procedimiento constructivo, gestión de proyecto y aplicación de materiales (Alvarado, 2018, p. 22) evaluando la validez entre la reducción de tiempo de ejecución del proyecto y reducción de fallas de diseño.

El objetivo principal del presente proyecto es determinar de qué manera contribuye realizar un análisis comparativo de naves industriales de 40 metros de luz con celosías Tipo Pratt y Tipo Warren, Lurín 2021.

Como objetivos específicos del proyecto es:

Determinar de qué manera contribuye el análisis comparativo en el diseño de elementos de conexión en naves industriales de 40 metros de luz con celosías Tipo Pratt y Tipo Warren, Lurín 2021.

Indicar los esfuerzos permisibles mediante el análisis comparativo en naves industriales de 40 metros de luz con celosías Tipo Pratt y Tipo Warren, Lurín 2021.

Indicar el desplazamiento permisible mediante el análisis comparativo en naves industriales de 40 metros de luz con celosías Tipo Pratt y Tipo Warren, Lurín 2021.

Tras plantear los objetivos se llegó a la siguiente hipótesis sobre el análisis comparativo de naves industriales de 40 metros de luz con celosías Tipo Pratt y Tipo Warren, donde puede plantearse la contribución en determinar la efectividad de reducción del tiempo de ejecución de obra comparando ambos tipos de celosías diseñadas. Además, se planteó las siguientes hipótesis específicas:

Comparar naves industriales de 40 metros de luz con celosías Tipo Pratt y Tipo Warren contribuye en la estimación de costos de elementos.

Comparar los esfuerzos permisibles permite elegir el tipo celosías de diseño para naves industriales de 40 metros de luz.

Comparar los límites de desplazamientos permisibles permite diseñar los elementos estructurales en naves industriales de 40 metros de luz Tipo Pratt y Tipo Warren.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Luego de realizar una evaluación bibliográfica enfocado a la presente investigación, se planteó en consideración a la problemática de algunos casos ocurridos, propio a los sistemas constructivos de naves industriales, logrando una mejor optimización de diseño tras un análisis comparativo.

En la tesis realizada por Montoya (2016), busca dar soluciones de diseño y reducción de costos haciendo uso de la tecnología BIM, con el objetivo de demostrar la eficacia de diseño estructural, desarrollo y análisis de naves industriales, permitiendo generar modelos globales para una mejor optimización.

El artículo realizado por Shivani, Ruchita Sadichha, Gautami y Viren (2018), diseña una nave industrial con el fin de identificar cargas combinadas cumpliendo las especificaciones de las normas a IS 800: 2007 y IS 875: 1987, aplicado el software AUTOCAD, cumpliendo los requerimientos sofisticados de diseño, material, mano de obra, tiempo y finanza.

La tesis realizada por Ortiz (2018), explica el proceso de diseño respecto a las estructuras de una estructura metálica destinada a almacenamiento aplicando las normativas correspondientes al AISC que es base fundamental para el diseño de estructuras en acero.

La tesis planteada por Goñi y Cáceres (2018), evalúa el análisis estructural, diseño y costo de un sistema de pórticos de concreto armado y un sistema de acero en tijera, evaluando los elementos ante cargas, esto llegando a la conclusión respecto a lo observado sobre la elección del sistema más apropiado para la reducción del presupuesto económico.

La tesis planteada por Panta (2021), plantea el diseño y análisis de galpones o también denominados naves industriales, el tipo de sistema evaluado es de concreto armado con techo de estructura metálica, el estudio realizado se basó en la Norma E.020 y E.090, concluyendo que estas normas requieren ser mejoradas donde se debe incluir comentarios sobre la combinación de cargas compatibles con la operación de equipos.

Mendoza (2018), indica sobre las normas evaluadas para realizar el trabajo fueron la Norma NTP 0.90 y la AISC, indica en conclusión a su investigación que

obtuvo una disminución de 32% en los plazos de ejecución a comparativa de otros sistemas tradicionales.

Cahuana (2018), refiere al diseño y comportamiento de desplazamiento basándose al RNE Norma E.020 y E.030, con la finalidad de fusionar las características primordiales para optimización y funcionabilidad de naves industriales.

Urquiaga (2019), trata de dar solución al tema, tratando de plantear el diseño y mejoras ante fallas a pórticos con luces de 30 metros.

Arnedo (2016), realiza un estudio respecto a naves industriales de 20 metros de luz entre diversos sistemas constructivos, además indica una posible selección para mejorar valores de 30 metros ante el favorecimiento de hacer uso de estructuras metálicas. La funcionalidad de procesos de trabajo o almacenamiento la que dictará la conveniencia de partir la luz de frente en naves de áreas grandes. La separación entre pórticos determina en gran medida el coste de la estructura y tiempo de ejecución.

### **Diseño Estructural.**

Es la cuantificación de cargas portantes que existen en la estructura como: cargas muertas, vivas, cargas sísmicas y de viento (Cáceres y Goñi, 2018, p. 3). Es decir, mediante el diseño estructural se obtiene fuerzas y deformaciones debido a las cargas (Panta, 2021, p. 1). Se realiza a partir las funciones propias de las características naturales de los elementos, la capacidad mecánica y especificaciones de cargas estudiadas.

### **Estructura Metálica.**

Es toda estructura conformada por elementos metálicos e instalados, proporcionando estabilidad con otros elementos estructurales brindando estabilidad y resistencia requerida para soportar cargas (RNE, 2019, p. 643). Son estructuras conformadas por partes de metal de al menos la mayor presencia constituida, es elaborado y diseñado bajo parámetros normativos.

### **Nave Industrial.**

Es una estructura metálica poligonal, destinado a usos diversos como almacén o comercial, siendo oficinas, áreas de producción o de trabajo (Vargas, 2017, p. 2). Son construcciones de beneficio y uso industrial, de rápida construcción y mayormente cuenta con elementos pre fabricados.

### **Sistema de Pórticos.**

Los pórticos están compuestos por vigas y columnas rígidas o articuladas (Sancho, 2017, p. 32). Transmite cargas, diseñado para edificios de una sola planta. Además, el sistema de pórticos trata de las conexiones rígidas mediante soldadura de las vigas y columnas que contribuye la correcta transmisión de fuerzas internas (Cáceres y Goñi, 2018, p. 2). Las vigas transmiten cargas a los pilares, mientras los pilares trabajan a compresión simple.

### **Tijerales.**

Los tijerales son vigas unidas, se asemeja a la forma de estructuras tipo zigzag.

El tipo tijeral en pórticos, son vigas que se unen a una viga principal que trabaja en tracción uniforme (Roosevelt, 2014, p. 41). También llamados celosías, es una estructura reticular de barras rectas, interconectado a nudos de forma triangular.

### **Arriostre.**

Es el tipo de elemento diagonal que permite amarrar una estructura para contrarrestar la deformación por fuerzas laterales. Esto permite garantizar la estabilidad de la estructura, es la opción más económica.

### **Acero Estructural.**

Elementos de material de acero, preparados para cumplir de acorde a las normativas de fabricación para soportar esfuerzos, cargas estáticas y deformaciones externas (Martínez, 2017, p. 58). Cuenta con forma, composición química y resistencia concreta según los parámetros de diseño establecido en sus normativas técnicas.

### **Fluencia de Acero.**

Es la capacidad del acero para soportar la deformación, donde las cargas límite generan un cambio al comportamiento del material de un estado elástico al estado de deformación plástica (Cabrera, 2017, p. 33). En decir, la fluencia de acero representa la cedencia ante la deformación elásticas producido en periodos cuando el elemento es sometido a factores térmicos.

### **Densidad de Acero.**

Es la función de características del acero en función a la temperatura, la capacidad de contraerse, dilatarse o fundirse (Vásquez, 2016, p. 19). Siendo este la relación de los metales ante la masa y volumen que este ocupa.

### **Conexiones.**

Elementos que permiten conectar vigas y columnas mediante soldaduras por electrodos y pernos de alta resistencia, permiten fijar la estructura y transmitir de manera apropiada las fuerzas internas (Cáceres y Goñi, 2018, p. 2). Se dan normalmente en estructuras de acero, sujetas a esfuerzos como: corte, tensión y momento.

### **Correa.**

Son vigas en dirección perpendicular al pórtico principal para brindar arriostre, situadas en la cubierta y fachada, transmiten cargas a los pórticos, siendo apoyadas o continuas (TECNUN, 2018, p. 102). Es parte de los elementos y conexiones de la nave industrial.

### **Arandela.**

Elemento de montaje, son parte del medio de unión atornillado. Son normalizados y corresponde al mismo grado de del material que une, ayudan a la resistencia a tracción y límite plástico (Sancho, 2017, p. 31). Marzal (2015), define las arandelas como uniones atornilladas, estando de acuerdo con lo planteado por Sancho (2017), cuales deben cumplir con su diseño según norma correspondiente.

### **Soldadura por electrodos.**

Es la capacidad de conseguir continuidad en elementos metálicos, las condiciones de soldadura deben cumplir las características mecánicas, límite plástico, deformación bajo cargas máximas, resistencia a tracción respecto al material base (Sancho, 2017, p. 31). El proceso realizado por soldadura es manual - controlado, en ocasiones se emplea soldadura semiautomática o de tipo CO2.

### **Norma Técnica de Edificación E.020 – Cargas.**

Las consideraciones preliminares de esta Norma tienen como finalidad de indicar que toda estructura y partes de ella deben ser capaces de resistir cargas, estas actúan en combinación y no causará deformación o esfuerzo que sobrepasen para cada material estructural en su diseño específico (Gómez, 2018, p. 26). Esto quiere decir que los elementos en conjunto actuaran en las combinaciones diseñadas sin exceder los límites correspondientes.

### **Norma Técnica de Edificación E.030 – Diseño sismorresistente.**

Los principios fundamentales de esta Norma consisten en evitar pérdidas humanas, asegurar la continuidad de los servicios básicos y minimizar los daños a la propiedad (García y Moscoso, 2016, p. 32). Esta norma aplica al diseño de edificaciones y reparaciones de estas, de acorde a su principio sismorresistente.

### **Norma Técnica de Edificación E.090 – Estructuras Metálicas.**

Las consideraciones de la Norma E.090 es con la finalidad de detallar el diseño de elementos metálicos, fabricar y montar, considerando factores de resistencia y cargas (Vásquez, 2018, p. 457). Implica los criterios de método de factores de carga y resistencia (LRFD) y el método por esfuerzo permisible (ASD).

### **Peligro Sísmico.**

Es la probabilidad de peligrosidad de producirse una falla, colapso de una estructura ante un evento sísmico (Pinto, 2016, p. 34). También comprende de la naturaleza aleatoria de los sismos.



### **Software de análisis estructural.**

Son programaciones computarizados de cálculos, que permiten realizar el análisis estructural, diseño sísmico – resistente (Zeraoui, Benzerzour, Maherzi, Mansi y Abriak, 2020, p. 2711). Empleado para formular una mejor estrategia de modelamiento, presentando diferentes escenarios analizados en diversas acciones de desempeño estructural.

## **II. METODOLOGÍA**

### 3.1. Tipo y diseño de investigación

#### **Tipo de investigación:** Aplicada

La investigación aplicada busca generar conocimientos mediante la aplicación a los problemas, se basa fundamentalmente de los hallazgos de una investigación básica para la lograr cubrir una necesidad identificada (Lozada, 2014, p.34). La necesidad o problema profesional identificado en el estudio son las limitaciones en las especificaciones técnicas normativas, generando la necesidad de buscar un método comparativo y análisis apropiado para la investigación.

#### **Diseño de investigación:**

Diseño no experimental: comparativo

Un estudio experimental no se elabora en base a alguna situación, sino que estudian situaciones ya existentes (Cisneros, Olave y Rojas, 2014, p.82). El diseño experimental no deduce conclusiones mediante acciones a través de experimentos, no dejando de ser un diseño de investigación seria y rigurosa.

En esta situación la comparativa realizada considera la clasificación por el interés de dos enfoques diferentes de análisis como objetivo (Bergeman y Boker, 2016, p. 165). La comparativa a realizarse es determinar los beneficios y ventajas que puedan mostrar en el estudio en diferencias de ambos tipos de modelos estructurales planteados.

### 3.2. Variable y operacionalización

- **Definición conceptual:**

Celosías: Tijerales o vigas de pórticos metálicos de gran peralte y luz (Panta, 2021, p. 18).

Pratt: Estructuras simples capaz de soportar cargas a tensión y compresión (Dávila y Orihuela, 2016, p. 71).

Warren: Elementos dispuestos en W, estructura metálica destinado a diversos fines constructivos (Panta, 2021, p. 21).

Análisis comparativo: Es el procedimiento científico que distingue la comparación de diferencia de asignaciones significativas y funcionales (Nohlen, 2020, p. 42).

- **Definición operacional:**

Celosías: Elemento tipo tijeral o viga utilizada para cubrir grandes luces de estructura metálica (Díaz, 2014, p.77).

Pratt: Estructura diseñada para soportar cargas gravitacionales, de forma diagonal tipo V's y de capacidad de tracción y compresión (Díaz, 2014, p.87).

Warren: De formación triangular de isósceles, sus diagonales presentan esfuerzos a compresión y tracción (Díaz, 2014, p.87).

Análisis comparativo: Son estudios de comparación que abarca dos casos a más, resulta conveniente cuando no es posible ejecutar un diseño experimental y es necesario comprender y explicar la influencia de las características (Goodrick, 2014, p.1).

- **Indicadores:**

1. Tipos de Celosías: Pratt y Warren

Dimensión: distanciamiento

Indicadores:

- ✓ 7 metros de luz de separación entre pórticos
- ✓ 10.5 metros de luz de separación entre pórticos
- ✓ 15 metros de luz de separación entre pórticos

Dimensión: conexiones

Indicadores:

- ✓ Plancha base de columna
- ✓ Perno de anclaje
- ✓ Soldadura

2. Análisis comparativo:

Dimensión: esfuerzos

Indicadores:

- ✓ Momento flector
- ✓ Esfuerzo cortante

Dimensión: desplazamientos

Indicadores:

- ✓ Desplazamiento horizontal
- ✓ Desplazamiento vertical

- **Escala de Medición:**

Nominal

Comprende de datos sin orden, se usan para clasificar características, la única relación envuelta simbolizada por = o  $\neq$ , bajo ciertas condiciones se puede probar hipótesis relacionadas (Dagnino, 2014, p. 110). La escala nominal permite identificar o clasificar, normalmente trata solo con variables no numéricas.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población:**

Como población se consideró las naves industriales ubicados en Lurin en las zonas principales de acceso a Panamericana Sur, Antigua Panamericana Sur y Av.Industrial, como total señalados de 100 naves con características de 40 metros luz de frente y fondos mayores a 100 metros..

- **Criterios de inclusión:**

Nave industrial con 40 metros de luz ubicado en la Av. Industrial y calles colindantes. Tipo de naves industriales con celosías tipo Pratt y tipo Warren.

- **Criterios de exclusión:**

Naves industriales con pórticos de concreto armado y pre fabricados, Lurín.

#### **Muestra:**

Nave industrial Tipo Pratt en Calle 6 Km.40 S/N con Av. Industrial (Intradevco)

#### **Muestreo:**

No probabilístico: Por conveniencia

El muestro por conveniencia permite seleccionar casos accesibles para el investigador (Manterola y Otzen, 2017, p.230).

#### **Unidad de análisis:**

Nave industrial con siguientes características:

Frente: 40 metros

Fondo: 115 metros

Área de nave: 4600 metros cuadrados

Tipo de celosía: Pratt – Warren

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

Técnica de recolección de datos: observación

La investigación de observación en conjunto a la comparativa de modelos, permite evaluar durante periodos convenientes a diversos factores y estudiarlos simultáneamente (Silva, Campos, Gouvea y Farina, 2019, p. 18). Esta técnica permite hacer anotaciones de cambios, reacciones y trabajabilidad al comparar las características de diseño en elementos metálicos estructurales.

Las anotaciones se realizarán en la guía de observaciones de campo que permitirá llegar a las conclusiones correspondientes.

### **3.5. Procedimientos**

El procedimiento de desarrollo, implica las etapas de ejecución de estudio:

#### **3.5.1. Aplicación de las Normas**

Conocer los parámetros y especificaciones de requerimiento mínimo, permite tener en consideración los puntos fundamentales a cumplir el diseño requerido de estructuras:

- Norma E.020, permite tener conocimiento de los alcances principales para iniciar el desarrollo de diseño de naves industriales, permite comprender las características y comportamiento que deberá cumplir las estructuras para realizar el análisis estructural.
- Norma E.030, aplicar los requerimientos técnicos para inserción de datos en el software de análisis estructural, aplicando como base del diseño.
- Norma E.050, realización de estudio de suelos es la parte de estudio donde se lleva a cabo la observación de las características y comportamiento plástico ante las cargas del terreno, donde se situará el levantamiento de datos en laboratorio.
- Norma E.090, diseño y aplicación de criterio por el método LRFD, comprende del diseño de las estructuras y componentes de la nave industrial.

#### **3.5.2. Sistema estructural**

Comprende del diseño y modelamiento de naves industriales en distintas situaciones para desarrollar el cálculo de reacción, esfuerzos permisibles y

desplazamientos.

### **3.5.3. Análisis comparativo**

Luego del planeamiento y diseño de naves industriales con celosías tipo Pratt y Warren se lleva a entablar un cuadro comparativo para determinar las ventajas y desventajas de ambos modelamientos, permitiendo comprender las capacidades y limitaciones. De esta manera llegar a determinar el tipo de diseño apropiado para la zona industrial de Lurin, indicando las diferencias de: tiempo de ejecución de proyecto, costo y capacidad de resistencia ante el comportamiento sísmico.

### **3.6. Métodos de análisis de datos**

Para el desarrollo del presente proyecto se plantea aplicar el software ROBOT STRUCTURAL, utilizando datos obtenidos para el análisis y diseño de naves industriales haciendo uso de las normativas de estructuras metálicas.

Las investigaciones de campo para el Estudio de Mecánica de Suelos incluirán el certificado de muestras elaborado en laboratorio como parte del método de análisis y procesamiento de datos.

### **3.7. Aspectos éticos**

No maleficencia

Las irregularidades quitan credibilidad al estudio, al perfil profesional y autenticidad del investigador (Reyes y Viotaro, 2019, p. 40). Además, la integridad del evaluador en el uso de la información no debe ser imparcial ante la recolección de la información recolectada, esto llevaría a un reporte de información contradictoria o la omisión de hallazgos de suma relevancia (Dalla, 2019, p. 19). Los valores éticos y profesiones deben reflejar un estudio fidedigno sin manipulación de datos adquiridos en laboratorio o estudio literario que altere la información de resultado.

#### **IV. RESULTADOS**



#### 4.1. Descripción de zona de estudio

El proyecto de nave industrial estará situado en la zona industrial de Lurín, en la zona llamada Las Praderas, específicamente entre la avenida Industrial y la avenida comercial, se plantea el proyecto dentro de la empresa intradevco, el cual abarcará un área de diseño de 5,175 m<sup>2</sup>.

- **Frente:** Av. Industrial
- **Izquierda:** Av. Comercial

El terreno de la empresa Intradevco, cuenta con un área de 29,980.26 m<sup>2</sup> y un perímetro = 692.60 m.

**Figura 1.** Vista lateral izquierdo del predio Av. Industrial



**Fuente:** Vista Google Maps

**Figura 2.** Vista lateral en la Av. Industrial



**Fuente:** Vista Google Maps

## 4.2. Consideraciones

Para dar inicio al diseño y análisis de la nave industrial, se debe de tener ciertas consideraciones, para lograr el estado óptimo de la estructura, por ello aquí mencionamos esas consideraciones:

**Figura 3.** Consideraciones

✓ Luz	= 45 m
✓ Longitud	= 115 m
✓ Separación entre pórticos	= 12.78 m
✓ Ancho tributario	= 4.48 m
✓ Altura de columna	= 7.50 m
✓ Altura de cercha	= 2.00 m
✓ Viento Barlovento	= 29.65 kg/m <sup>2</sup>
✓ Viento Sotavento	= 22.23 kg/m <sup>2</sup>
✓ Material	= Acero Estructural A-36
✓ Módulo de elasticidad	= 2 038 901.9 kg/cm <sup>2</sup>
✓ Esfuerzo de fluencia ( $F_y$ )	= 2531.0507 Kg/cm <sup>2</sup>
✓ Acción sísmica (Z)	= 0.45
✓ Factor uso – Instalaciones industriales (U)	= 1.00
✓ Factor de Ampliación sísmica (C)	= 2.50
✓ Factor de suelo (S)	= 1.10
✓ Factor de Reducción Sísmica (R)	= 6.00

**Fuente:** Elaboración propia

## 4.3. Análisis de resultados

La importancia dentro de un diseño de nave industrial radica en el cálculo estructural, así que se mencionaran las consideraciones para su diseño y posterior análisis.

### 4.3.1. Objeto y Estructura del Proyecto

Se realiza el cálculo de la estructura que se dará uso como galpón u almacén de uso industrial.

Lo esencial de la investigación es realizar el cálculo estructural, en el cual se deben cumplir los parámetros de diseño del RNE E.090, determinando los aspectos indicados:

- a) **La geometría de la planta industrial:** Implica de las dimensiones y peralte de la nave. Debe cumplir con su propósito de función del uso que se dará según los parámetros urbanísticos.
- b) **El sistema estructural:** Conociendo el uso de la estructura se debe plantear que sistema se diseñara y que acciones influirán a la ejecución y el cálculo correspondiente.
- c) **Las acciones:** Con la estructura definida, así como su ubicación, se deben determinar todas las acciones que sobre la estructura pueden actuar, considerando todas las situaciones que se puedan dar a lo largo de su vida útil.
- d) **Las solicitaciones y deformaciones:** La primera fase del cálculo estructural se necesita obtener las deformaciones y esfuerzos que puedan interactuar con los elementos. Se requiere el empleo de programas de cálculo estructural o bien mediante el empleo de expresiones de prontuario.
- e) **El dimensionado:** Con los esfuerzos y deformaciones que se han obtenido mediante el software, se debe realizar el dimensionado de cada uno de los elementos del sistema estructural, determinando los perfiles comerciales necesarios.

Se inicia el cálculo estructural partiendo para ello de las condiciones geométricas impuestas por la distribución en planta, con las que podremos decidir el sistema estructural a emplear, determinar las acciones actuantes sobre el mismo y finalmente, con los esfuerzos y deformaciones obtenidos en el programa se realiza el dimensionamiento de los distintos elementos de la estructura.

Algunas fases el diseño se aplica el uso de programas informáticos que amplía la implantación en el mundo profesional. En nuestro caso se desarrolla con el programa SAP2000 V.20, siendo este una herramienta muy extendida en el ámbito comercial.

Este programa trabaja aplicando el método matricial en sus cálculos, obteniendo de forma sencilla y fiable el dimensionado y optimización de las estructuras.

### **Normativa utilizada**

Para el análisis, diseño y detallado del proyecto estructural se emplearon las consideraciones contenidas en las siguientes normas:

#### **Figura 4.** Normas aplicadas al análisis estructural

- ✓ Reglamento Nacional de Edificaciones Norma Técnica E.020 CARGAS, 2006.
- ✓ Reglamento Nacional de Edificaciones Norma Técnica E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE, 2016.
- ✓ Reglamento Nacional de Edificaciones Norma Técnica E.090 ESTRUCTURAS METÁLICAS, 2006.
- ✓ Norma ANSI AISC 358-10 "Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications".
- ✓ Norma ANSI/AISC 360-10 "Specification for Structural Steel Buildings"
- ✓ ANSI/AISC 341-02 "Seismic Provisions for Structural Steel Buildings"

**Fuente:** Elaboración propia

### **Software de Diseño Estructural.**

El presente proyecto será calculado y diseñado estructuralmente mediante el software SAP2000 en su versión 20.2.0 ultimate.

#### **4.3.2. Análisis y Metrado de Cargas**

El método LRDF es un método que incluye dos tipos de coeficientes, es así que la estructura se diseña por factor de Carga y Resistencia, el cual es utilizado cuando se diseña en acero, este sistema nos permite realizar un sistema mucho más eficaz.

#### **- Sobrecargas Permanentes (SCP):**

Son cargas ejercidas por elementos o instalaciones fijas y continuas sobre la estructura, corresponden a la clasificación de cargas muertas (Montoya, 2016,

pg. 32). Estos tienden a ser elementos no estructurales o agregados posteriormente a la construcción de la obra, cuya intensidad tiende a variar poco con el tiempo.

- **Cargas Muerta (CM):**

Son aquellas fuerzas de gravedad que siempre permanecerán sobre toda estructura (Urquiaga, 2019, pg. 17), siendo estos los elementos correspondientes a una nave industrial tales como la cobertura, viguetas, correas, tijerales, puente grúa, celosías y más.

- **Carga Variable (CV):**

Son cargas que actúan sobre el sistema de la estructura con una frecuencia variable (Montoya, 2016, pg. 33). Estos corresponden a ser clasificados como cargas vivas, cuentan con una intensidad no permanente y los cuales podrían ser los efectos de vibración ejercidos por maquinarias, sismos, vientos, nieve, lluvia y más.

- **Combinación de cargas:**

Se trata de la relación de cargas en un sistema en cierto tiempo específico (Shivani et al, 2018). Las cargas que se consideró se encuentran de acuerdo al RNE E.090 en función a las ecuaciones correspondiente

- **Carga de Viento (W):** se consideraron las acciones de viento tal como lo establece la Norma Técnica E.020 CARGAS 2006.

#### **4.3.3. Diseño de método LRFD**

Se trata del procedimiento de diseño, montaje y fabricación de estructuras metálicas que brinda el RNE E.090 como requisito para efectuar obras por factores de cargas y resistencia (Gutarra, 2016, pg. 50). Este método corresponde a la norma internacional AISC – 360 como parámetro adecuado para una práctica de construcción con pórticos de acero.

### - Carga muerta

La carga muerta está dada por el peso propio de la estructura, de acuerdo a la característica de los materiales. Este valor será calculado de manera automática por el software de análisis estructural SAP2000 v.20.2.1.

#### Carga Muerta de Techo

Peso propio de la Estructura	20.00 kg/m <sup>2</sup>
Peso del Panel de Techo	10.00 kg/m <sup>2</sup>
Instalación de Luminarias	10.00 kg/m <sup>2</sup>
Otros	<u>15.00</u> kg/m <sup>2</sup>
Carga Muerta (CM)	<b>55.00 kg/m<sup>2</sup></b>

### - Sobrecarga permanente

Según lo planteado en el plano de arquitectura se colocará una lámina de policarbonato, este aportará una sobrecarga de forma permanente, el cual según las especificaciones del fabricante tiene un peso aproximado de **7.17 kg/m<sup>2</sup>**.

### - Carga variable

La carga variable está fundamentada en el uso que será destinado. Se estimarán las cargas variables según el RNE E.0.20, en su artículo 7.1 (Cargas vivas mínimas repartidas) establece **CV = 30 Kgf/m<sup>2</sup>**. A continuación, se muestra una sección de la tabla 1 del cual se hace referencia.

**Figura 5.** Carga Variable en Techos

- a) Para los techos con una inclinación hasta de 3° con respecto a la horizontal, 1,0 kPa (100 kgf/m<sup>2</sup>).
- b) Para techos con inclinación mayor de 3°, con respecto a la horizontal 1,0 kPa (100 kgf/m<sup>2</sup>) reducida en 0,05 kPa (5 kgf/m<sup>2</sup>), por cada grado de pendiente por encima de 3°, hasta un mínimo de 0,50 kPa (50 kgf/m<sup>2</sup>).
- c) Para techos curvos. 0,50 kPa (50 kgf/m<sup>2</sup>).
- d) Para techos con coberturas livianas de planchas onduladas o plegadas, calaminas, fibrocemento, material plástico, etc., cualquiera sea su pendiente, 0,30 kPa (30 kgf/m<sup>2</sup>), excepto cuando en el techo pueda haber acumulación de nieve, en cuyo caso se aplicará lo indicado en el Artículo 11

**Fuente:** Norma E.20

### - **Combinación de cargas**

El reglamento Nacional de Edificaciones en la norma E.090 “Estructuras Metálicas”, considera las siguientes combinaciones de cargas:

**Figura 6.** Nomenclatura de cargas

#### **Nomenclatura de cargas:**

**D:** Carga muerta debida al peso propio de los elementos y los efectos permanentes sobre la estructura.

**L:** Carga viva debida al mobiliario y ocupantes.

**Lr:** Carga viva en las azoteas.

**W:** Carga de viento.

**S:** Carga de nieve.

**E:** Carga de sismo de acuerdo a la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

**R:** Carga por lluvia o granizo

**Fuente:** Elaboración propia

Es muy importante contar con todos los valores que se necesita para poder aplicar el método LRDF, el cual considera las siguientes combinaciones de carga:

- a)  $1,4D$
- b)  $1,2D + 1,6L + 0,5(Lr \text{ o } S \text{ o } R)$  (
- c)  $D + 1,6(Lr \text{ o } S \text{ o } R) + (0,5L \text{ o } 0,8W)$
- d)  $1,2D + 1,3W + 0,5L + 0,5(Lr \text{ o } S \text{ o } R)$
- e)  $1,2D \pm 1,0E + 0,5L + 0,2S$
- f)  $0,9D \pm (1,3W \text{ o } 1,0E)$

**Figura 7.** Propiedad de materiales

### - **Propiedad de materiales**

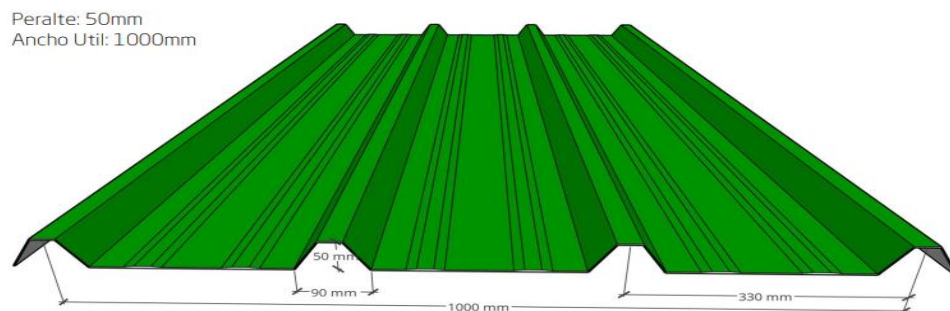
- ✓ Acero al carbono A36
- ✓ Peso por unidad de volumen: 7.850 Kg/m<sup>3</sup>
- ✓ Módulo de Elasticidad: 2.100.000 ~~Kgf/cm<sup>2</sup>~~
- ✓ Módulo de Poisson: 0.3
- ✓ Esfuerzo de cedencia: ~~F<sub>y</sub>~~ = 2530 ~~Kgf/cm<sup>2</sup>~~

**Fuente:** Elaboración propia

- **Características de cubiertas**

- ✓ Material: Lámina de Policarbonato, según norma ASTM D-1003-61 y D-3029-84/FA
- ✓ Peso específico: 1200 Kg/m<sup>3</sup>
- ✓ Resistencia a la flexión: 890 Kg/cm<sup>2</sup>
- ✓ Módulo de elasticidad: 23000 Kg/cm<sup>2</sup>
- ✓ Color: Transparente
- ✓ Espesor: 1 mm
- ✓ Largo Estándar: 5.80 m y 11.60 m.
- ✓ Nombre comercial: TR-4 - Tecnotecho

**Figura 8.** Latón de Policarbonato – Traslucido TR-4



**Fuente:** Distribuidora Escudero – Ficha Técnica, 2021

- **Acción sísmica**

• **Factor de zona**

La Nave Industrial estará ubicada en la Región de Lima, provincia de Lima, es por ello que según la Norma E.030 se le considera dentro de la **zona 4**, por lo tanto, se le asigna un factor de zona **Z=0.45**.



**Figura 9.** Zonas Sísmicas en el Perú



**Fuente:** RNE E.020

- **Factor de uso**

Las Estructuras como Naves Industriales, se encuentran dentro la **categoría C**, Edificaciones Comunes, la cual indica para las instalaciones industriales un factor de uso de 1.0 (**U=1.0**).

**Tabla 1.** Categoría de las edificaciones

<b>C</b> Edificaciones comunes	Edificaciones comunes tales como: Viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e <b>instalaciones industriales</b> cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	<b>1.0</b>
--------------------------------------	---	------------

**Fuente:** RNE E.030

- **Factor de suelo**

Las características del suelo de la zona de Lurín, es de composición Arena fina con una resistencia con una resistencia al corte de 32 KPa (0.32 kg/cm<sup>2</sup>), es por ello que se le considera con un perfil de **tipo S<sub>3</sub>** (**suelos blandos**).

**Figura 10.** Clasificación de los perfiles de suelo

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	$\bar{V}_s$	$N_{60}$	$\bar{S}_{uz}$
$S_0$	> 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: RNE E.030

A este tipo de suelo según las tablas N° 3 y N° 4 del reglamento E.030, le corresponde un valor de  $S=1.10$  y el periodo del terreno es de  $T_P = 1.0$  seg. y  $T_L = 1.6$  seg.

**Figura 11.** Clasificación de los perfiles de suelo

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA \ SUELO	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$Z_4$	0,80	1,00	1,05	1,10
$Z_3$	0,80	1,00	1,15	1,20
$Z_2$	0,80	1,00	1,20	1,40
$Z_1$	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: RNE E.030

**Figura 12.** Clasificación de los perfiles de suelo

Tabla N° 4 PERÍODOS " $T_p$ " Y " $T_L$ "				
	Perfil de suelo			
	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$T_p$ (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
$T_L$ (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: RNE E.030

- Factor de ampliación sísmica (C)

Se calcula de acuerdo a la siguiente formulación:

Factor de amplificación sísmica:

$$T = 9.5 \text{ m (h)} / 35 \text{ (CT= periodo de coeficiente fundamental)} = 0.27 \text{ s}$$

$$T < T_p \therefore C = 2.5$$

- **Coeficiente básico de reducción sísmica (Ro)**

El sistema estructural se hallará en base al material predominante utilizado y en el sistema estructural sismorresistente en cada dirección del análisis, los cuales se indican en la tabla N° 7.

En la dirección “X” y “Y”, la cortante es absorbida por un Sistema estructural de PÓRTICOS ORDINARIOS RESISTENTES A MOMENTOS (OMF) para lo cual se emplea el coeficiente de reducción sísmica **Ro=6**.

**Figura 13.** Sistema estructural y coeficiente de reducción sísmica

<b>Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES</b>	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción $R_o$ (*)
<b>Acero:</b>	
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

**Fuente:** RNE E.030

- **Sistema estructural**

El proyecto realizado para la presente investigación, tomo diferentes criterios para poder elegir el sistema estructural adecuado, basándonos en lo que nos indica el Reglamento Nacional de Edificaciones en su norma E.030 en la tabla N°6, para eso se tomo en cuenta la categoría de la edificación y la zona sísmica en la que se encuentra, con ello podemos determinar que el sistema estructural de

pórticos que se plantea a para este proyecto es el adecuado, ya que la norma nos indica que podemos emplear cualquier sistema estructural en esta zona.

**Figura 14.** Categoría de Edificación y Sistema Estructural

Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Continuada. Estructuras de madera
	1	Cualquier sistema.
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.

**Fuente:** RNE E.030

**Figura 15.** Datos principales

**Z** = 0.45 Factor de Zona 4  
**U** = 1.0 Coeficiente de uso  
**S** = 1.10 Factor de Suelo tipo S3  
**C** = 2.5 Factor de amplificación sísmica en eje "X"  $T_p < T < T_L$ ,  $C = 2.5 \cdot (T_p/T)$   
**C** = 2.5 Factor de amplificación sísmica en eje "Y"  $T_p < T < T_L$ ,  $C = 2.5 \cdot (T_p/T)$   
**R<sub>x</sub>** = 6.00 Factor de Reducción (Pórtico Ordinario Resistente a Momento OMF)  
**R<sub>y</sub>** = 6.00 Factor de Reducción (Pórtico Ordinario Resistente a Momento OMF)  
**T<sub>p</sub>** = 1 s Período que define la Plataforma del factor C  
**T<sub>L</sub>** = 1.6 s Período de Plataforma el inicio de la zona del factor C  
**CT** = 35 Coef. para determinar el Periodo Fundamental (Pórticos dúctiles de acero)  
**H<sub>n</sub>** = 9.5 m Altura total de la edificación (Un piso)  
**T<sub>x1niv</sub>** = 0.27 s Periodo Fundamental en eje X:  $T_x = h_n / CT$   
**T<sub>y1niv</sub>** = 0.27 s Periodo Fundamental en eje Y:  $T_y = h_n / CT$

**Fuente:** Elaboración propia

- **Coeficiente sísmico  $CS = (ZUCS)/R$**

Según el reglamento nacional de edificaciones, el valor de **C/R** deberá ser **mayor o igual a 0.125**

$C_x = 2.50$

$C_y = 2.50$

$R = 6$

$$C/R = 0.417$$

$$C_{sx} = 0.2063 \quad (C_{sx} = ZUSC / R_x)$$

$$C_{sy} = 0.2063 \quad (C_{sy} = ZUSC / R_y)$$

- **Análisis Estático y Dinámico Modal Espectral**

Las estructuras tienen que ser diseñadas bajo el Reglamento y esta plantea realizar un análisis Estático y Dinámico modal con la fórmula  $S_a = (ZUSC/R) \cdot g$ , el análisis estático que indica las solicitaciones sísmicas utilizando un conjunto de fuerzas que actúan en el centro de masa de cada nivel y el análisis dinámico se realiza usando los modos de vibración de la estructura y una aceleración espectral

**Fuerza cortante en la base**

Indica las fuerzas totales que soporta la base de la estructura

$$V = \frac{(Z \cdot U \cdot S \cdot C)}{R} \times P$$

$$V_x = 0.2063 \times 28,774.89 \text{ kg}$$

$$V_y = 0.2063 \times 28,774.89 \text{ kg}$$

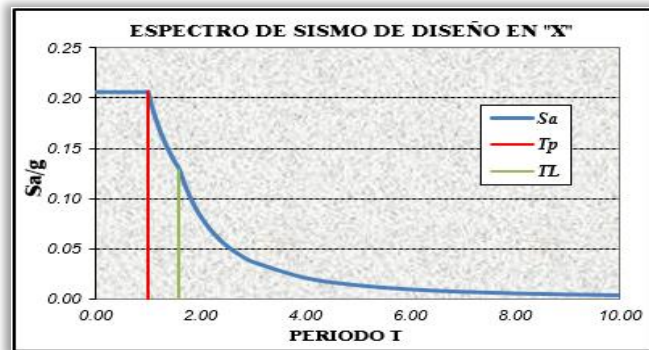
$$V_x = 5,936.26 \text{ Kg}$$

$$V_y = 5,936.26 \text{ Kg}$$

**Aceleración Espectral**

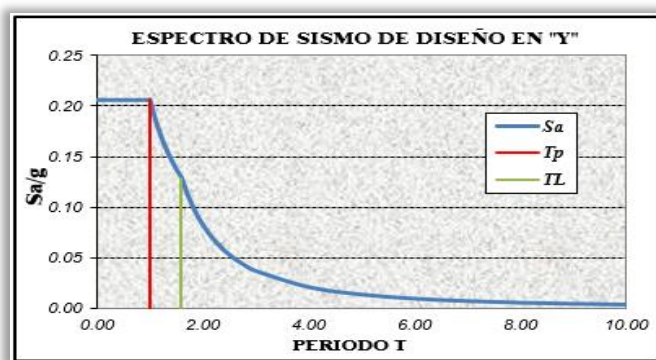
El espectro sísmico que se muestra mediante una representación gráfica indica los valores de aceleración que se produce mediante ondas sísmicas, las cuales son soportadas por la edificación.

**Figura 16.** Espectro sísmico en "X"



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura 17.** Espectro sísmico en “Y”



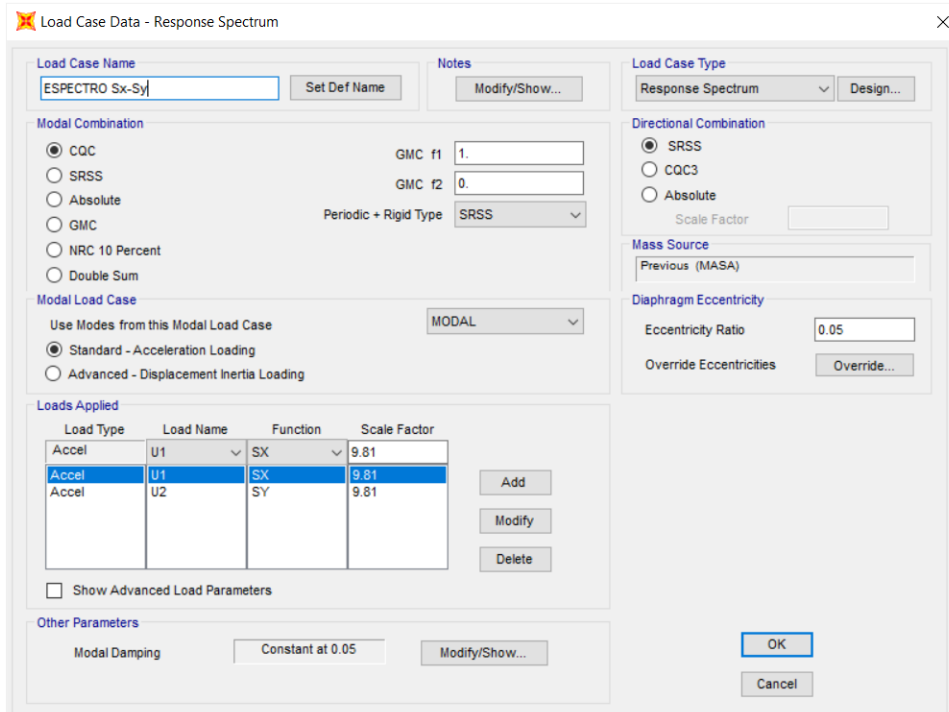
**Fuente:** Elaboración Propia

En esta representación de espectro sísmico, se considera un solo espectro para ambos casos, ya que la estructura no presenta irregularidades en planta ( $I_p$ ), ni en altura ( $I_a$ ), por ello ambos espectros tienen el mismo valor y no presentan variación en ambas direcciones.

- **Dirección ideal de sismo**

En la estructura se plantea el efecto del sismo en ambas direcciones, tanto en  $X=U1$  e  $Y=U2$ .

**Figura 18.** Método de combinación espectral direccional y modal



**Fuente:** Elaboración propia - SAP 2000 V21.2

#### 4.4. Análisis de desplazamientos verticales y horizontales

La base de las columnas es empotrada y se diseñó con restricción en

las tres direcciones, pero en estas se generan desplazamientos horizontales y verticales, los cuales se detallan a continuación:

#### 4.4.1. Modos de Vibración

Se puede conocer como actuara un sismo en una edificación mediante el análisis estructural, para ello nos ayudamos con el programa SAP2000, este programa nos proporciona el espo del edificio mediante las cargas aplicadas y mediante el peso de cada elemento.

A continuación, se muestran tablas con resultados del Periodo (t) y la masa participativa

**Tabla 2.** Masa participativa modal PRATT

TABLE: Modal Participating Mass Ratios					
Case	Mode	Period	SumUX	SumUY	SumUZ
MODAL	1	0.486	0.0588	0.0564	0
MODAL	2	0.482	0.8789	0.1236	0
MODAL	3	0.247	0.8794	0.7895	0
MODAL	4	0.168	0.9767	0.8615	0
MODAL	5	0.067	0.9933	0.9748	0
MODAL	6	0.039	0.9978	0.9969	0

**Fuente:** Elaboración propia - resultados en SAP2000 V21

**Tabla 3.** Masa participativa modal WARREN

TABLE: Modal Participating Mass Ratios					
Case	Mode	Period (s)	SumUX	SumUY	SumUZ
MODAL	1	0.456	0.0155	0.3868	0
MODAL	2	0.425	0.0509	0.8208	0
MODAL	3	0.215	0.9008	0.8535	0
MODAL	4	0.127	0.9015	0.9119	0
MODAL	5	0.080	0.9814	0.9621	0
MODAL	6	0.035	0.9964	0.9961	0

**Fuente:** Elaboración propia - resultados en SAP2000 V21

Se puede apreciar en las tablas 2 y 3, que en los dos primeros modos tenemos los periodos para la dirección "X" e "Y" para ambos casos, y se logra apreciar también que la mas participativa para ambas estructuras es mayor al 90%, esto se logra en el modo 5 en la estructura Pratt y en el modo 4 en la estructura Warren.

El reglamento nacional de edificaciones establece valores para el periodo de vibración de una estructura, este periodo representa el tiempo que una estructura tarde en ir y volver a su posición inicial y

deberían estar entre  $T=0.1$  seg. y  $T=0.5$  seg., se puede notar que ambas estructuras cumplen con lo establecido.

#### 4.4.2. Deformaciones verticales

**Tabla 4.** Deformaciones Horizontales en ejes X-Y PRATT

CARGA	Dirección	Máx. desplazamiento de entepiso (cm)	Altura de entepiso (m)	Deriva	Límite de Deformación	comentario
<b>Sismo</b>	<b>X</b>	<b>1.61</b>	<b>9.5</b>	<b>0.016</b>	<b>0.02</b>	<b>NO</b>
	<b>Y</b>	<b>0.31</b>	<b>9.5</b>	<b>0.0025</b>	<b>0.02</b>	<b>OK</b>
<b>Viento</b>	<b>X</b>	<b>0.1</b>	<b>9.5</b>	<b>0.0011</b>	<b>H/200</b>	<b>OK</b>
	<b>Y</b>	<b>0.04</b>	<b>9.5</b>	<b>0.007</b>	<b>H/200</b>	<b>OK</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 5.** Deformaciones Horizontales en ejes X-Y WARREN

CARGA	Dirección	Máx. Desplazamiento Entepiso (cm)	Altura de entepiso (m)	Deriva	Límite de Deformación	Comentario
<b>Sismo</b>	<b>X</b>	<b>0.90</b>	<b>9.5</b>	<b>0.0012</b>	<b>0.02</b>	<b>OK</b>
	<b>Y</b>	<b>0.0031</b>	<b>9.5</b>	<b>0.001</b>	<b>0.02</b>	<b>OK</b>
<b>Viento</b>	<b>X</b>	<b>0.0019</b>	<b>9.5</b>	<b>0.002</b>	<b>H/200</b>	<b>OK</b>
	<b>Y</b>	<b>0.0002</b>	<b>9.5</b>	<b>0.001</b>	<b>H/200</b>	<b>OK</b>

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.4.3. Deformaciones horizontales

**Tabla 6.** Deformaciones verticales en el eje Z PRATT

CARGA	Dir.	Máx. desplazamiento de entepiso (cm)	Luz(m)	Defor Limite	Límite de Deform	comentario
<b>Muerta</b>	<b>Z</b>	<b>0.001</b>	<b>22.5</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Viva</b>	<b>Z</b>	<b>0.092</b>	<b>22.5</b>	<b>H/1345</b>	<b>L/300</b>	<b>OK</b>
<b>Muerta +viva</b>	<b>Z</b>	<b>0.093</b>	<b>22.5</b>	<b>H/885</b>	<b>L/300</b>	<b>OK</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 7.** Deformaciones verticales en el eje Z WARREN

CARGA	Dir.	Máx. desplazamiento de entepiso (cm)	Luz(m)	Defor Limite	Límite de Deform	comentario
<b>Muerta</b>	<b>Z</b>	<b>0.0051</b>	<b>22.5</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Viva</b>	<b>Z</b>	<b>0.00008</b>	<b>22.5</b>	<b>H/1345</b>	<b>L/300</b>	<b>OK</b>
<b>Muerta +viva</b>	<b>Z</b>	<b>0.0052</b>	<b>22.5</b>	<b>H/885</b>	<b>L/300</b>	<b>OK</b>



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.4. Reacción en la base

- Pratt

Tabla 8. Reacción base - Pratt

TABLE: Base Reactions				
OutputCase	GlobalFZ Kgf	GlobalMX Kgf-cm	GlobalMY Kgf-cm	GlobalMZ Kgf-cm
CM	366,465.65	2107555352.0	-824549960.0	0.0
SC	37693.09	216772959.3	-84809452.0	0.0
CW	250.7	1524546.2	1047591.8	3358296.5
CV	157348.31	904910150.0	-353713751.0	4457312.6
ENVOLVENTE	691516.08	3976922662.0	-739370142.0	21295487.3
ENVOLVENTE	329818.99	1896799153.0	-1555401953.0	-19066831.0

Fuente: Elaboración propia

- Warren

Tabla 9. Reacción base – Warren

TABLE: Base Reactions					
OutputCase	CaseType	GlobalFZ ton	GlobalMX Kgf-cm	GlobalMY Kgf-cm	GlobalMZ Kgf-cm
CM	LinStatic	370,497.25	2130682255	-833121693	-0.00002223
SC	LinStatic	37,693.09	216772959.3	-84809452	-0.000001414
CV	LinStatic	157,711.67	906999830	-354851264	-0.000005949
CW	LinStatic	121.12	696559.89	340091.73	4148483.85
ENVOLVENTE	Combination	696,935.38	4008018433	-746961456	19832233.75
ENVOLVENTE	Combination	333,444.07	1917607593	-1567508053	-19832233.8

Fuente: Elaboración propia

Las deformaciones en el eje horizontal y vertical según los resultados del software cumplen como resultado con una deriva menor al 2% que menciona la norma E.030 – Diseño Sismorresistente.

Los casos de carga de sismo se definen en los ejes principales de acuerdo a los siguientes gráficos:

Figura 19. Criterio de combinación

$$r = 0,25 \cdot \sum_{i=1}^m |r_i| + 0,75 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2}$$

Fuente: Norma E.030

Alternativamente la E.030 establece que se puede emplear la **Combinación Cuadrática Completa (CQC)** de respuestas elásticas.

Para este proyecto se utiliza una combinación modal bajo el método de

combinación cuadrática completa (CQC) y una combinación direccional del sismo horizontal por el método de la raíz cuadrada de la suma de los resultados al cuadrado SRSS.

#### **4.4.5. Masa de estructura**

La estructura diseñada y analizada mediante un software es de categoría C, por lo tanto, se le considera la siguiente configuración de Masa:

**Masa:** Sobrecarga permanente + 25% carga viva

#### **4.5. Carga de Viento (CW)**

Todas las edificaciones deberían ser diseñadas para soportar la acción del viento y la presión que ejerce esta sobre la estructura, tanto como las presiones y succiones, Para la estimación de las cargas de viento nos apoyamos en el RNE, norma E.020, donde nos menciona que nuestra estructura es de tipo 1.

##### **4.5.1. Clasificación de edificaciones**

La estructura se encuentra ubicada en el distrito de Lurín, y tiene una altura de 9.5 metros, está dentro de los parámetros de tipo 1 que plantea el reglamento nacional de edificaciones, ya que la norma E.020 nos dice que estas edificaciones son de poca esbeltez y que son poco sensibles a los vientos.

##### **4.5.2. Velocidad de diseño**

Para determinar la velocidad de diseño se seguirá algunas recomendaciones, tales como: para las estructuras con 10 metros de altura a más se considerará la velocidad máxima adecuada a la zona, pero no se tomará en cuenta valores de menos de 75 km/h. La forma de conocer la velocidad de diseño del viento para cada altura de la edificación será de la siguiente manera:

**Ecuación.** Velocidad de Diseño

$$V_h = V(h/10)^{0.22}$$

Donde:

$V_h$ : velocidad de diseño en la altura "h" en km/h

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

h: altura sobre el terreno en metros

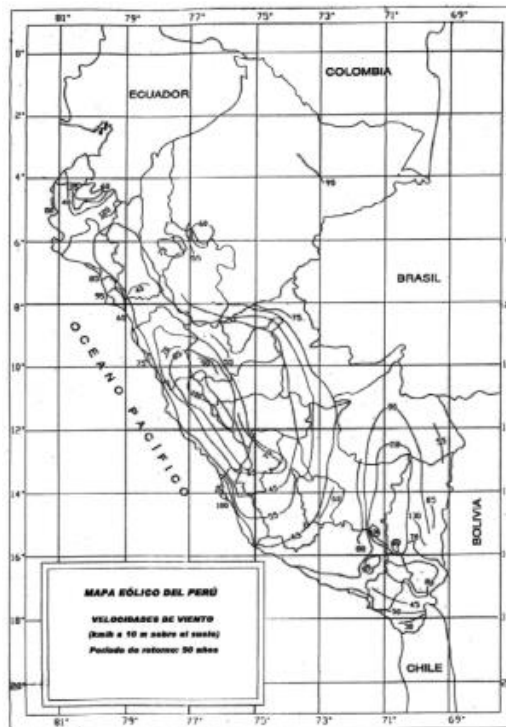
**H: 9.5**

**Lurin: 90 km/h**

$$V_h = 90 \text{ km/h} (9.5/10)^{0.22}$$

$$V_h = 88.99 \text{ km/h}$$

**Figura 20.** Mapa Eólico del Perú



**Fuente:** RNE E.020, 2018

#### 4.6. Carga exterior de viento

La carga de viento exterior son aquellas fuerzas de viento que se produce y afecta a la estructura por la altura que esta tiene, mientras mas esbelta sea la estructura mayores cargas de viento actuaran sobre esta. Esta presión o carga de viento (presión o succión) será ejercida en forma perpendicular a la superficie que actúa y se calcula de la siguiente manera:

### Ecuación. Carga de viento Exterior

$$P_h = 0.005 \times C_x \times V^2 \times h$$

#### Donde:

Ph: presión o succión del viento en kgf/m<sup>2</sup>

C: factor de forma adimensional indicado en la tabla 4

Vh : Velocidad de Diseño para la altura “h”, en k/h, definida en el artículo 12 (12.3)

**Tabla 10.** Factores de forma (C)

<b>CONSTRUCCIÓN</b>	<b>BARLOVENTO</b>	<b>SOTAVENTO</b>
Superficies verticales de edificios	+0.8	-0.6
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0.3 - 0.7	-0.6

**Fuente:** RNE E.020

A continuación, se muestran los cálculos para la posterior aplicación la estructura de acuerdo al RNE:

V = velocidad del viento 90 km/h

H = altura de la edificación 9.5 m

Vh = velocidad de diseño en altura “h” **88.99 km/h**

Ph = presión dinámica del viento

**Figura 21.** Casos de Factores de carga

**Casos de Factores de carga**

**CASO 01. Superficies inclinadas a 15° o menos**

$C_{max} = -0.7$  (succión hacia arriba – barlovento)

$C_{min} = -0.6$  (succión hacia arriba – sotavento)

**CASO 02. Superficies inclinadas a 15° o menos**

$C_{max} = 0.3$  (presión hacia abajo - barlovento)

$C_{min} = -0.6$  (succión hacia arriba - sotavento)

**CASO 03. Superficies verticales**

$C_{max} = 0.8$  (barlovento)

$C_{min} = -0.6$  (sotavento)

**CASO 04. Superficies paralelas a la dirección del viento**

$C_{max} = -0.7$  (barlovento)

$C_{min} = -0.7$  (sotavento)

**Fuente:** Elaboración propia

**Presiones de viento superficiales**

**Tabla 11.** Presiones de viento superficiales (c)

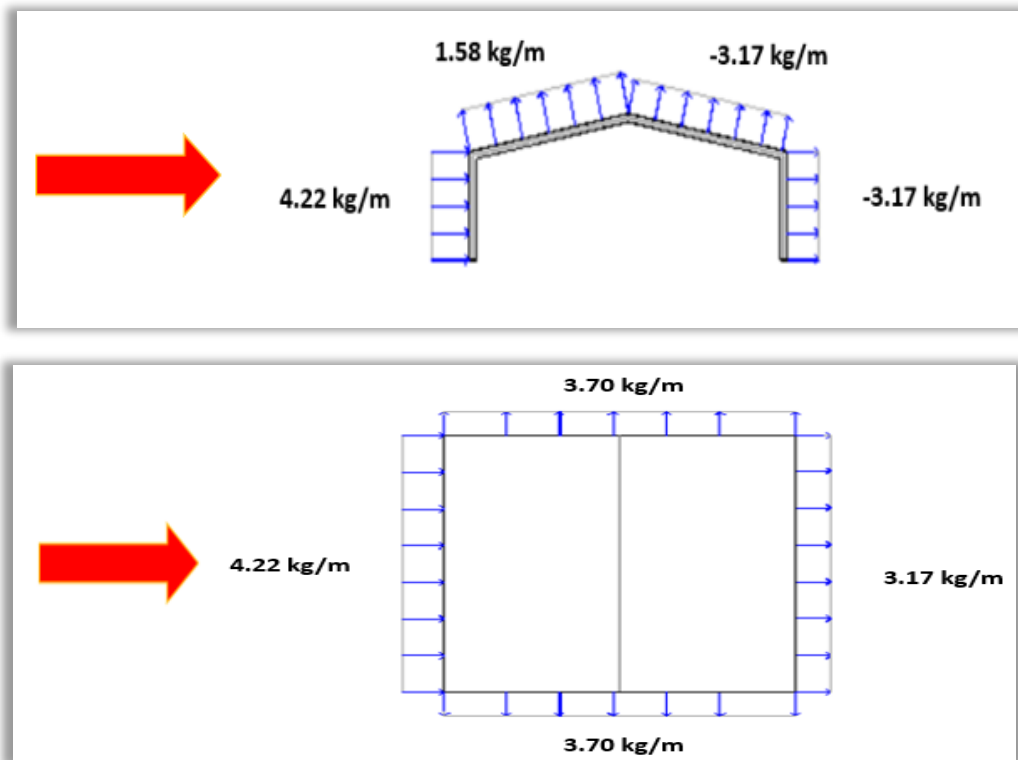
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>C</b>	<b>Ph (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Ph (kg/m)</b>
Pared Barlovento	+0.8	31.68	4.22
Pared Sotavento	-0.6	-23.76	-3.17
Pared paralela al viento	-0.7	-27.72	-3.70
Techo Barlovento	-0.7	-27.72	--3.70
Techo Barlovento	0.3	11.88	1.58
Techo Sotavento	-0.6	-23.76	-3.17

**Fuente:** elaboración propia

**Aplicación de estados de viento según los casos:**

Viento paralelo a los pórticos (techo inclinado menor a 15°).

**Figura 22.** Vista en planta y frontal del Pórtico



**Fuente:** Elaboración propia

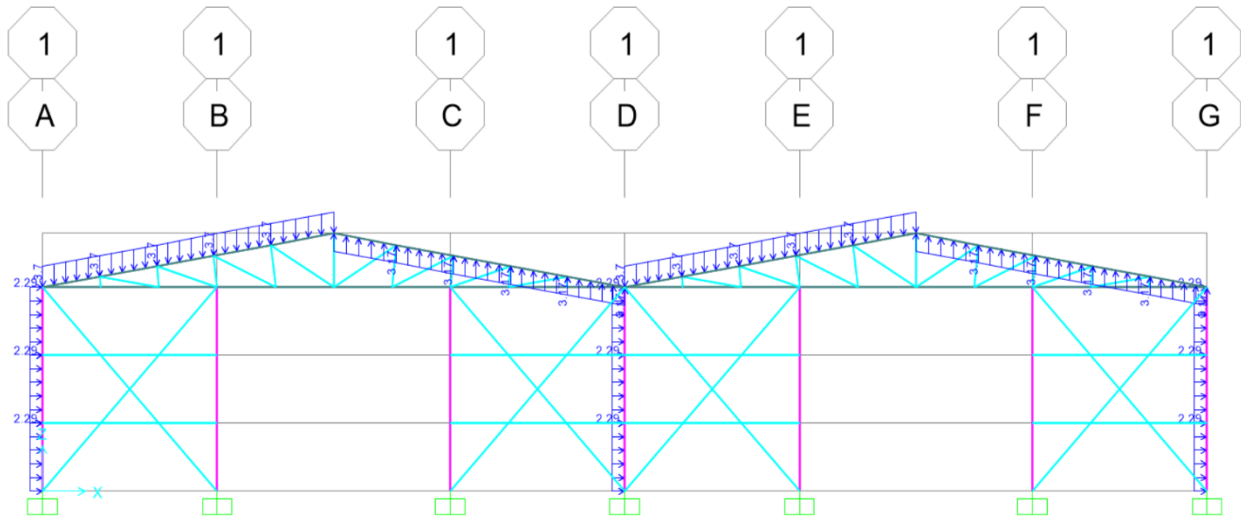
#### 4.7. Asignación de cargas

Las cargas introducidas en el modelo de naves industriales Pratt y Warren, fueron las mismas que se calcularon con la altura correspondiente de la estructura.

A continuación, se muestra la asignación de las cargas que fueron introducidas al modelo de nave industrial Pratt y Warren para su posterior análisis y diseño.

## NAVE INDUSTRIAL PRATT

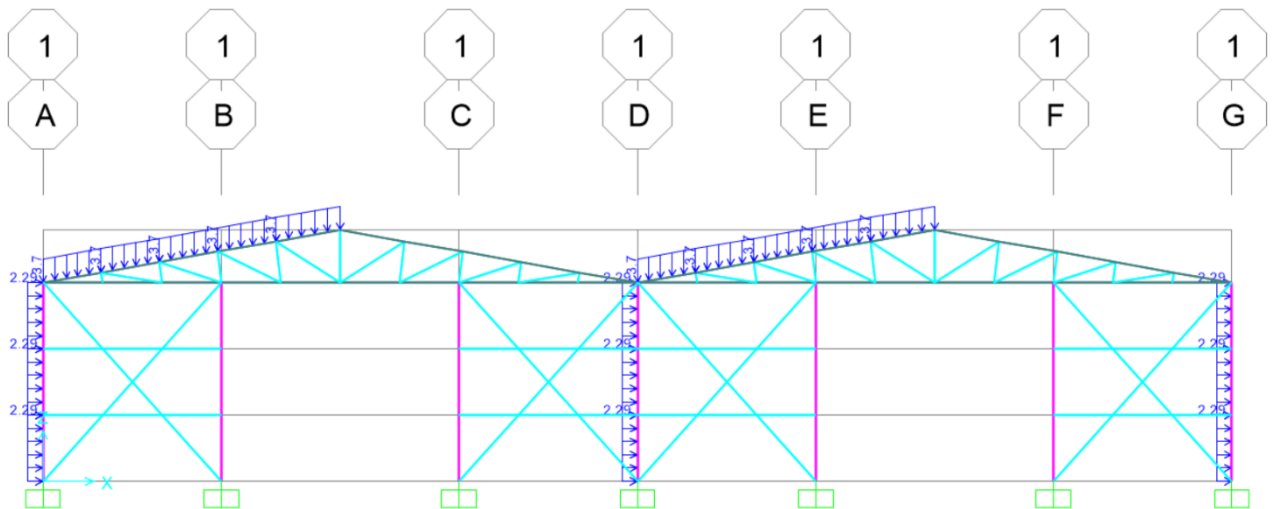
**Figura 23.** Carga Variable Pórticos



Fuente: Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

### **Carga de viento Barlovento en la Nave industrial Pratt**

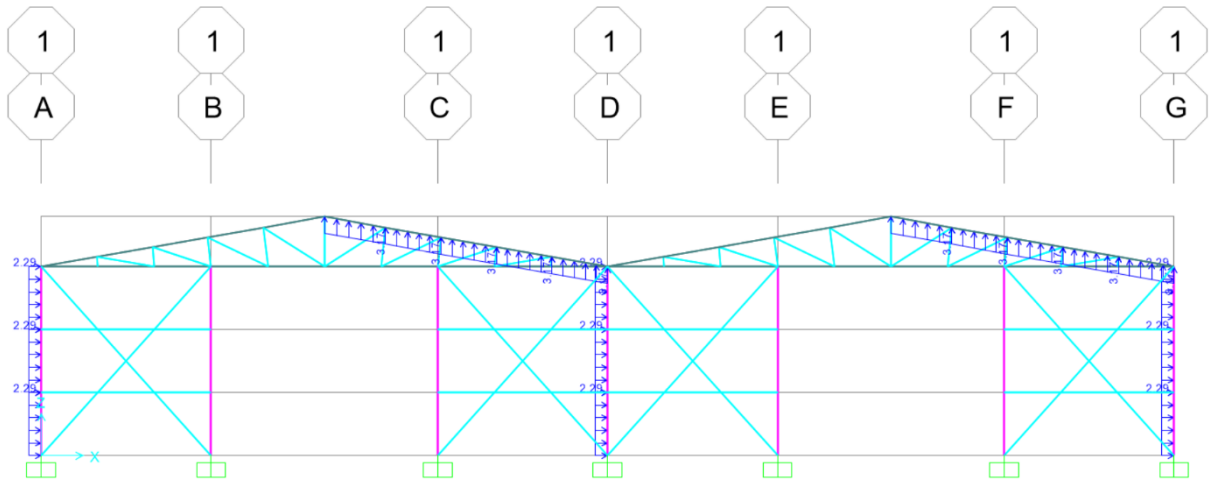
**Figura 24.** Carga viento (CW) – Barlovento - Pórtico 01



Fuente: Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

## Carga de viento Sotavento en la Nave industrial Pratt

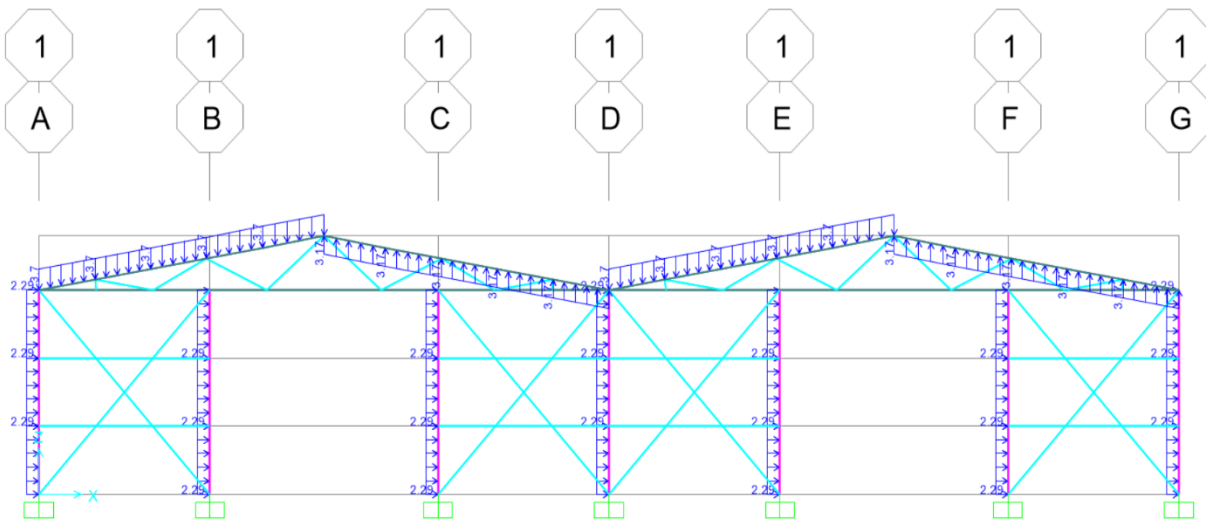
Figura 25. Carga viento (CW) - Sotavento - Pórtico 01



Fuente: Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

## NAVE INDUSTRIAL WARREN

Figura 26. Carga Variable Pórticos

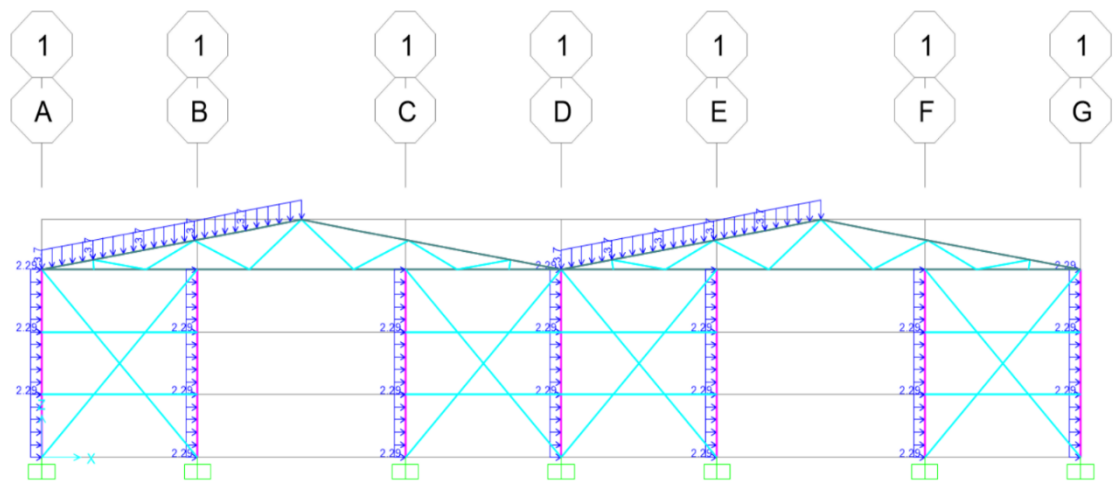


Fuente: Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0



## Carga de viento Barlovento en la Nave industrial Warren

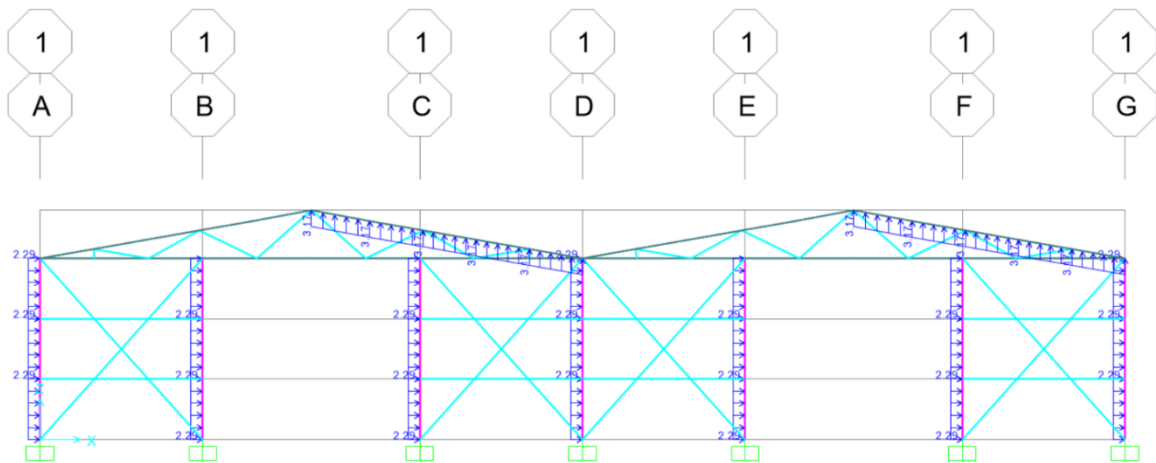
Figura 27. Carga viento (CW) - Barlovento - Pórtico 01



Fuente: Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

## Carga de viento Sotavento en la Nave industrial Warren

Figura 28. Carga viento (CW) - Sotavento - Pórtico 01



Fuente: Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

## DEFORMACIÓN POR CARGA DE VIENTO

La fuerza de viento que se aplica en los elementos estructurales provoca una deformación leve en esta, mientras mas altura presente la estructura se tendrá mayor deformación, mediante la ayuda de un programa estructural como lo es el SAP2000, podemos obtener los valores por deformación, fuerza axial, fuerza cortante y momento flector, las cuales se mostraran a continuación.

### NAVE INDUSTRIAL PRATT

#### Deformación por carga de viento (CW)

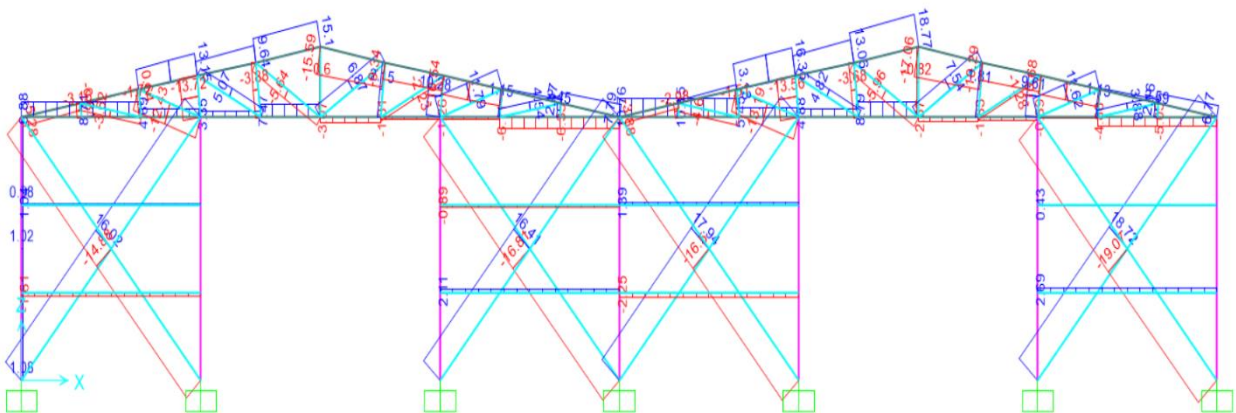
**Figura 29.** Deformación por viento (CW) - Pórtico 01



**Fuente:** Elaboración propia- SAP2000 V.21.2.0

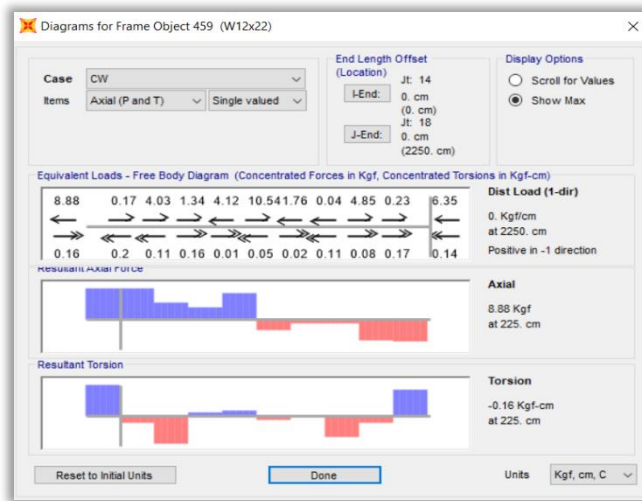
#### Diagrama de Fuerza Axial

**Figura 30.** Diagrama de fuerza axial de viento – Pórtico 01



**Fuente:** Elaboración propia- SAP2000 V.21.2.0

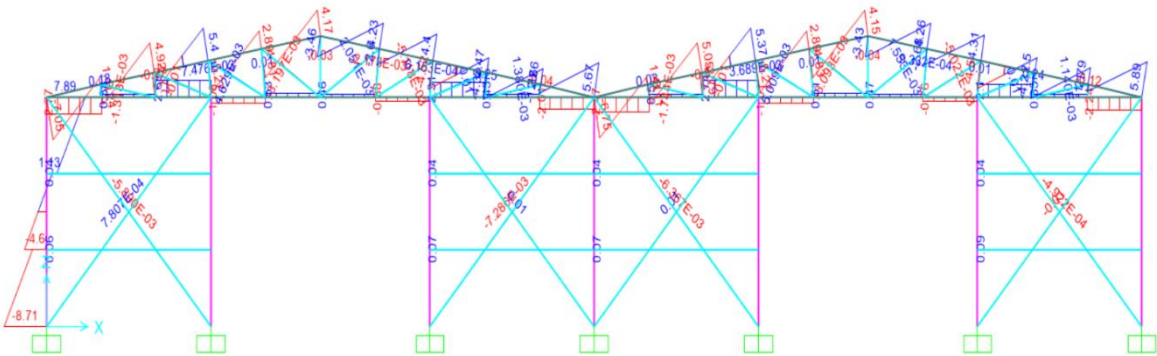
**Figura 31.** Diagrama de fuerza axial por tramos



**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

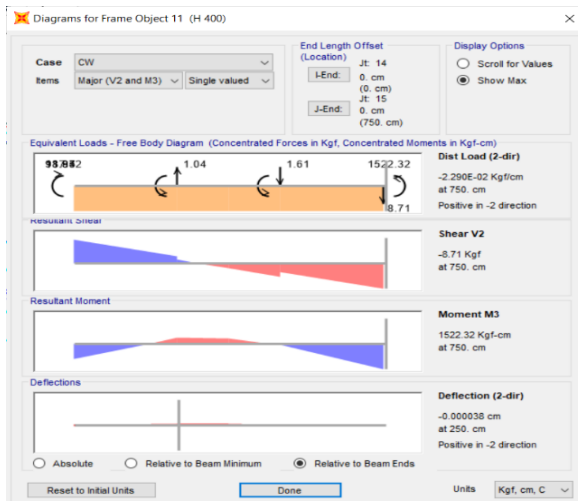
### **Diagrama de Fuerza Cortante**

**Figura 32.** Fuerza Cortante por viento (CW) - Pórtico 01



**Fuente:** Elaboración propia – SAP2000 V.21.2.0

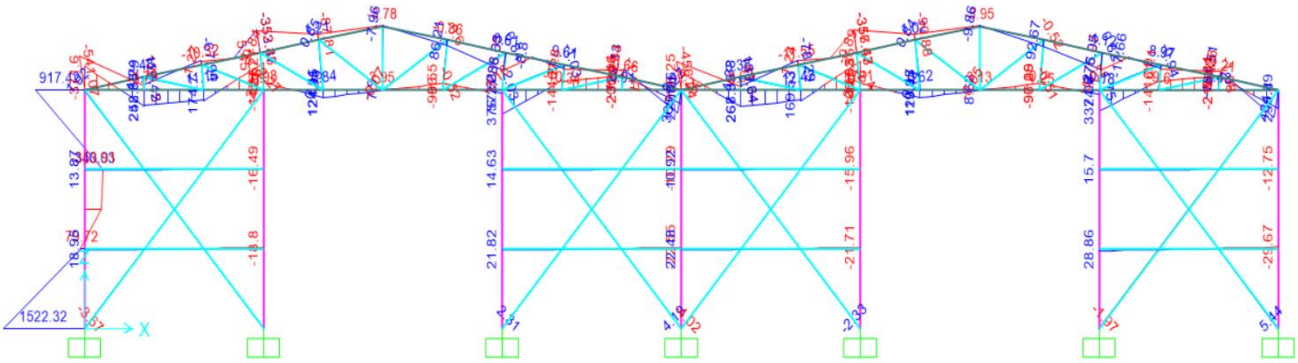
**Figura 33.** Diagrama de fuerza cortante por tramos



**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

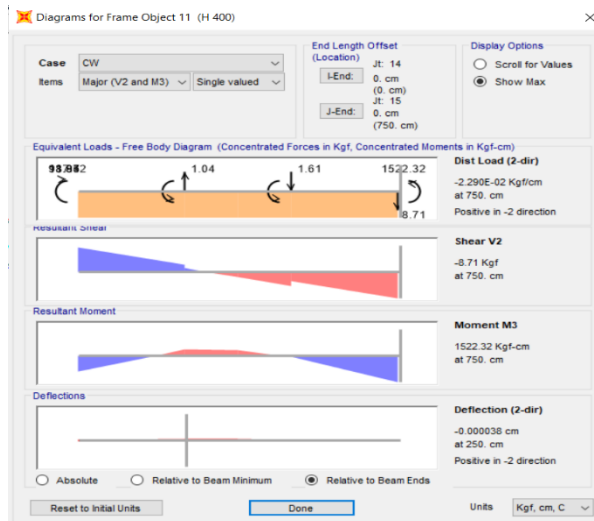
## Diagrama de Momentos

Figura 34. Momento por viento (CW) - Pórtico 01



Fuente: Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

Figura 35. Diagrama de momentos por tramos



Fuente: Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

## NAVE INDUSTRIAL WARREN

### Deformación por carga de viento (CW)

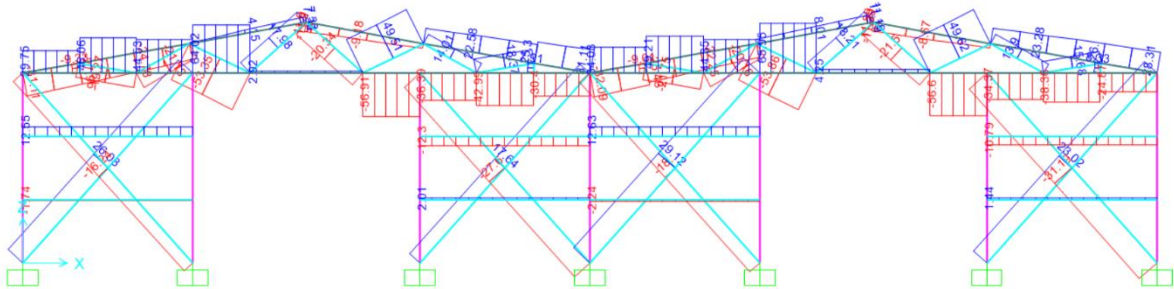
Figura 36. Deformación por viento (CW) - Pórtico 01



Fuente: Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

## Diagrama de Fuerza Axial

**Figura 37.** Fuerza Axial por viento (CW) - Pórtico 01



**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

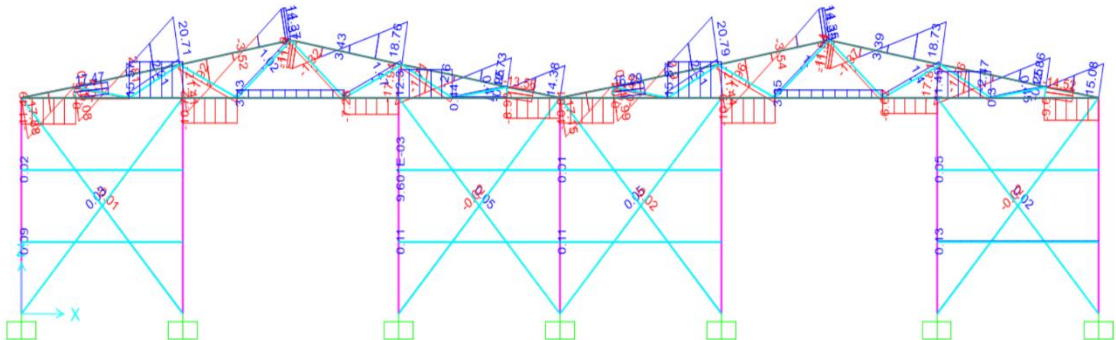
**Figura 38.** Diagrama de fuerza axial por viento en tramos



**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

## Diagrama de Fuerza Cortante

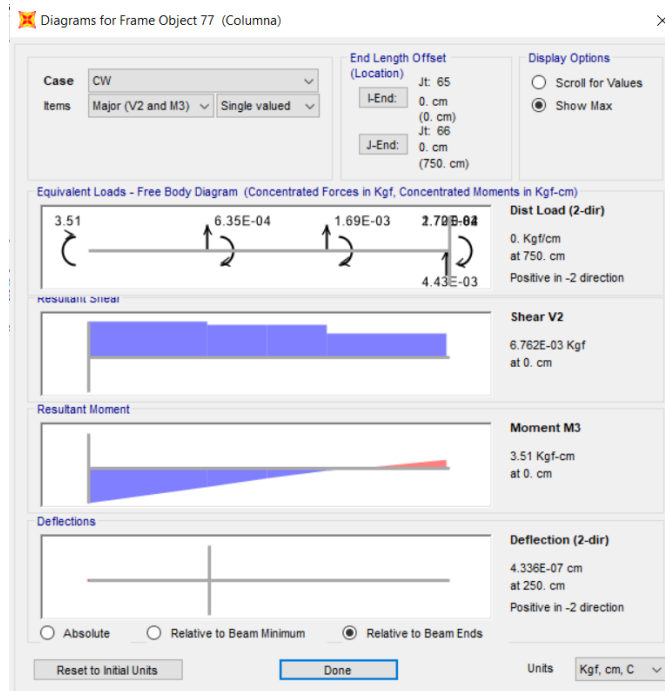
**Figura 39.** Fuerza Cortante por viento (CW) - Pórtico 01



**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0



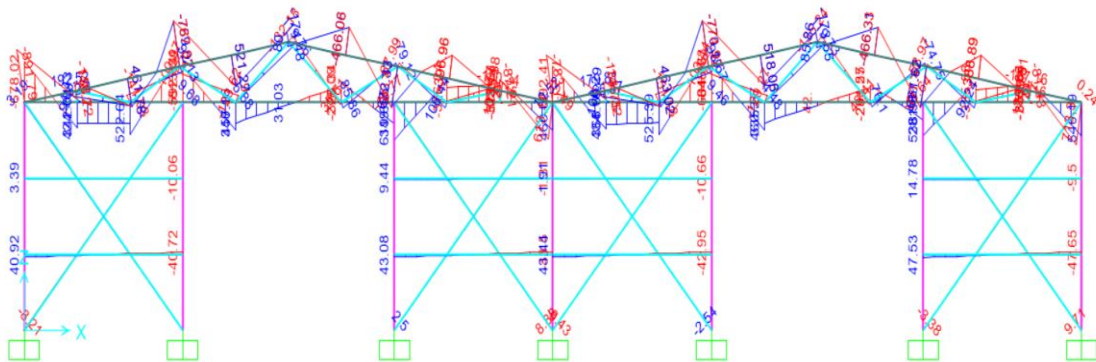
**Figura 40.** Fuerza Cortante por viento (CW) - Pórtico 01



**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

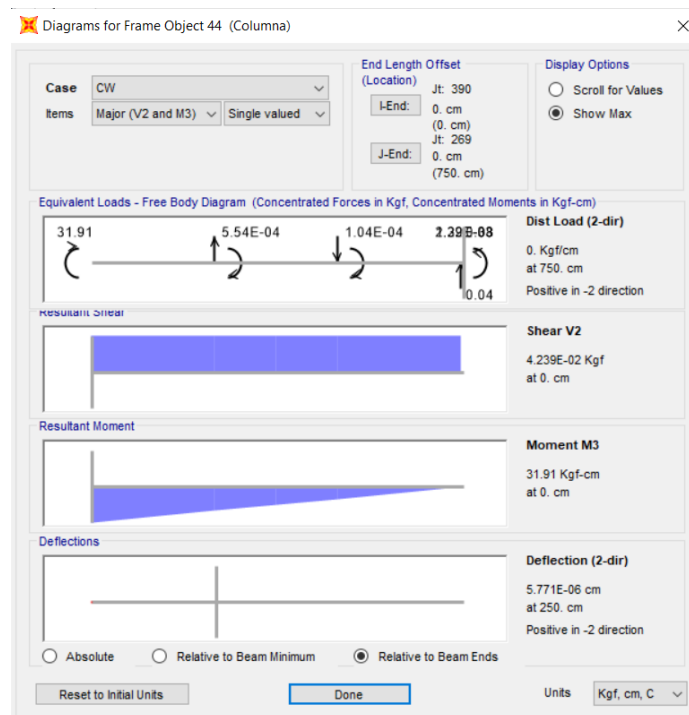
**Diagrama de Momentos**

**Figura 41.** Momentos por viento (CW) - Pórtico 01



**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

**Figura 42.** Momentos por viento (CW) - Pórtico 01

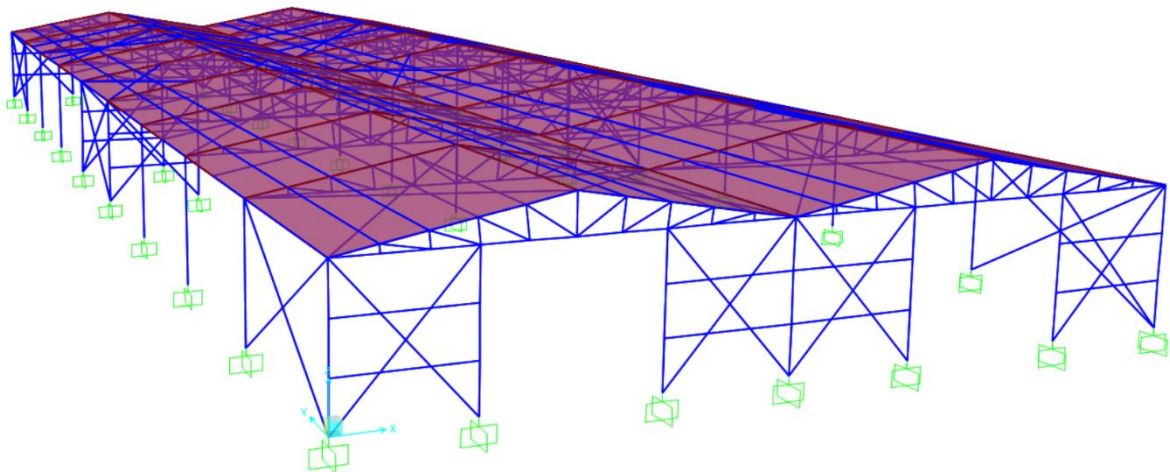


**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

La imagen que se muestra a continuación es una vista isométrica de la nave industrial, con una luz de 45 metros y 118 m de profundidad.

## NAVE INDUSTRIAL PRATT

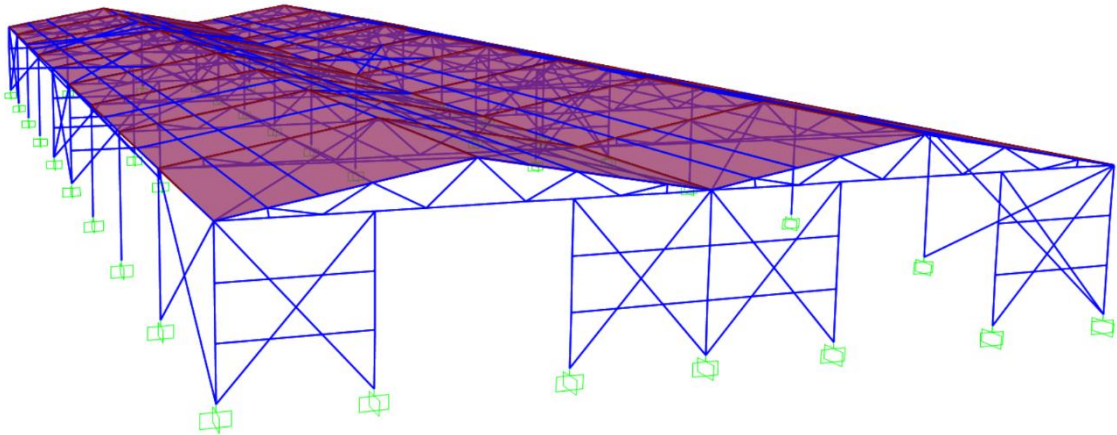
**Figura 43.** Modelo 3D – Nave Industrial Pratt



**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

## NAVE INDUSTRIAL WARREN

**Figura 44.** Modelo 3D – Nave Industrial Pratt



**Fuente:** SAP2000 V.21.2.0

### 4.8. Esfuerzos y deformaciones

El modelamiento de las naves industriales que se presentan a continuación, Pratt y Warren, serán diseñados aplicando la norma AISC 360-16, la cual aporta fundamentos teóricos y prácticos para el diseño estructural y sismorresistente de estructuras de acero.

El método a utilizar será de diseño LRFD (diseño de por carga y resistencia de los factores), esto se logra maximizando las cargas aplicadas en la estructura.

Todas las combinaciones de carga que se aplicaron conforme a la normativa, se unirán en una sola combinación, a la cual llamaremos envolvente.

La nave industrial será analizada con la envolvente, es así que, bajo este criterio, se obtendrán resultados como, desplazamiento de los nodos, las fuerzas axiales, las fuerzas cortantes y el diagrama de momentos, todos estos valores analizados en el punto más crítico.

Estos valores obtenidos se llevarán a un tabla para realizar un análisis comparativo, para posteriormente determinar el mejor diseño para este tipo de estructuras.



## NAVE INDUSTRIAL TIPO PRATT

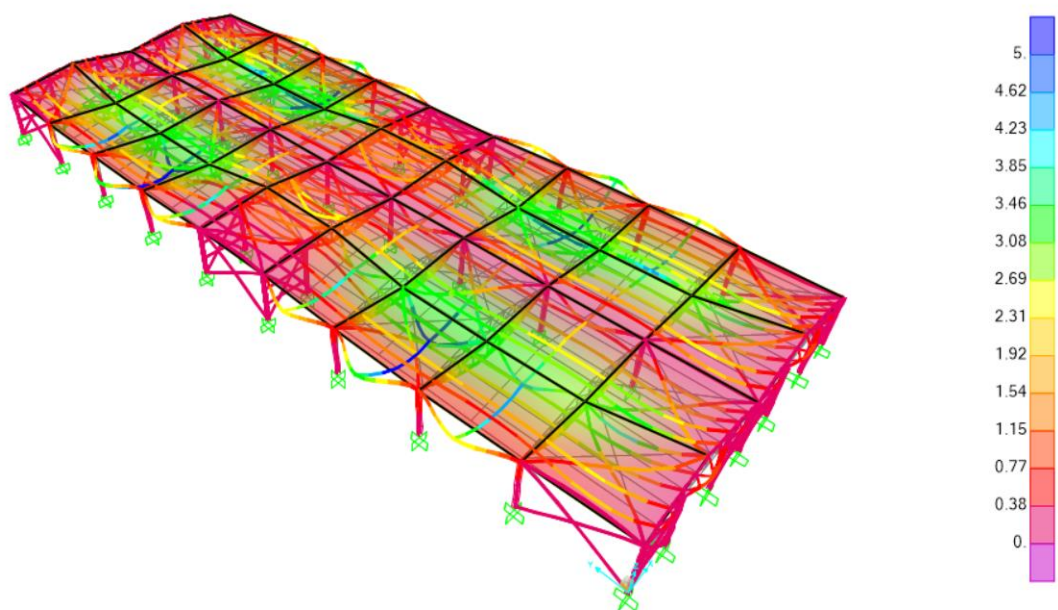
- Desplazamiento en los nodos por envolvente
- Pórtico 1

Figura 45. Desplazamiento – Pórtico 1 – Tipo Pratt



Fuente: Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

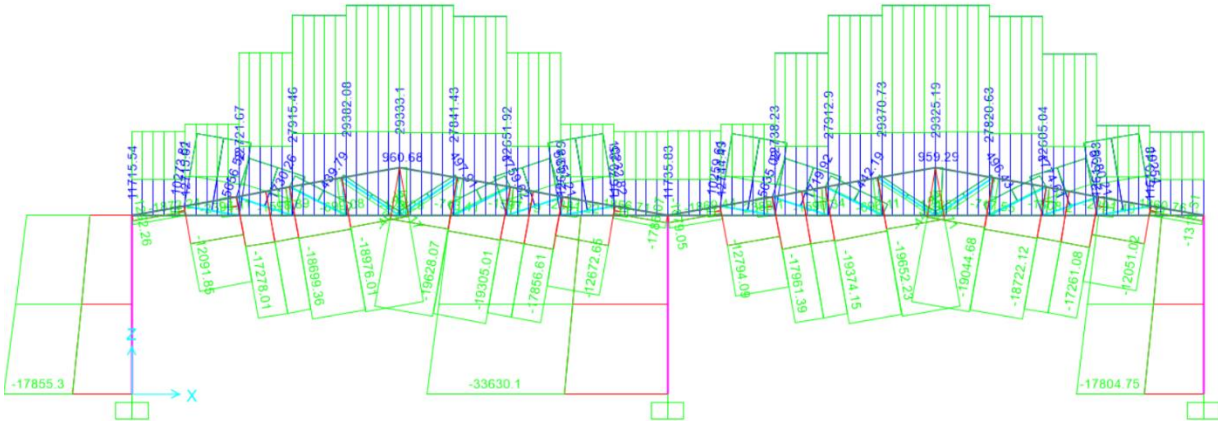
Figura 46. Desplazamiento - Modelo 3D – Nave Industrial Pratt



Fuente: Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

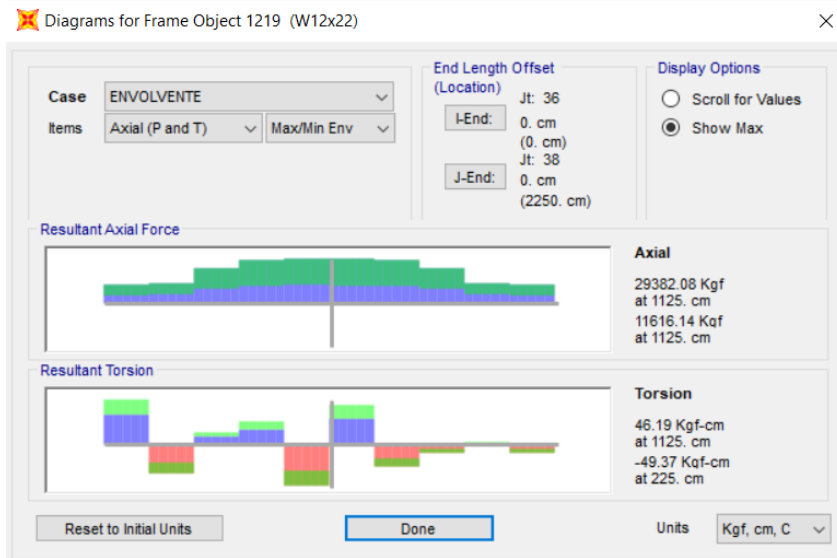
- Fuerza Axial por envoltente
- Pórtico 3

Figura 47. Fuerza Axial – Nave industrial Pratt



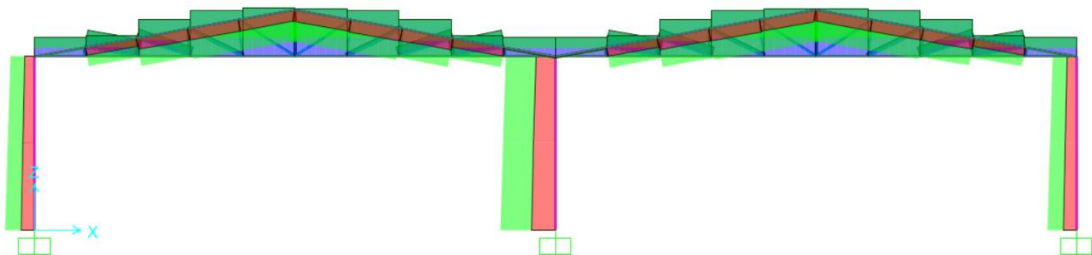
Fuente: Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

Figura 48. Diagrama de fuerza Axial – Nave industrial Pratt



Fuente: Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

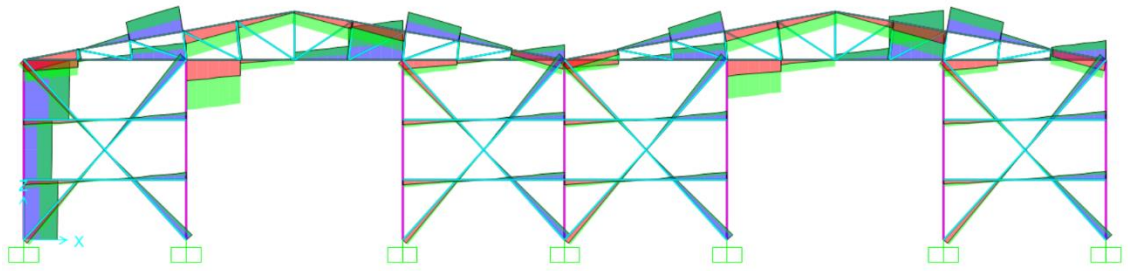
Figura 49. Gráfica de fuerza Axial – Nave industrial Pratt



Fuente: Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

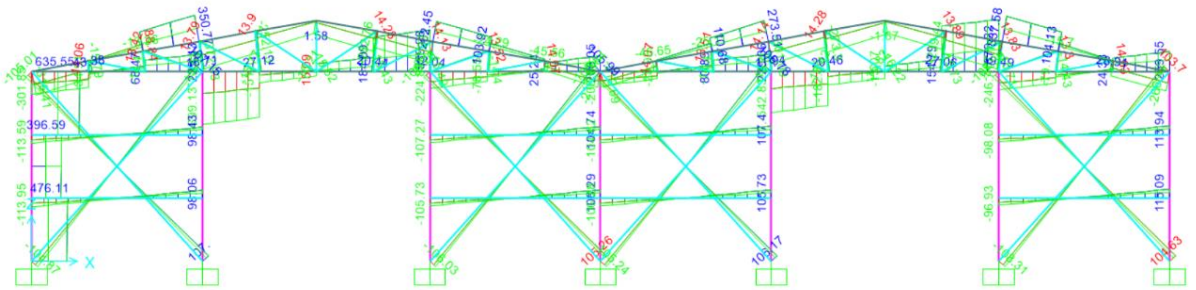
- **Fuerza Cortante por envoltorio**

**Figura 50.** Gráfica fuerza cortante – Nave industrial Pratt



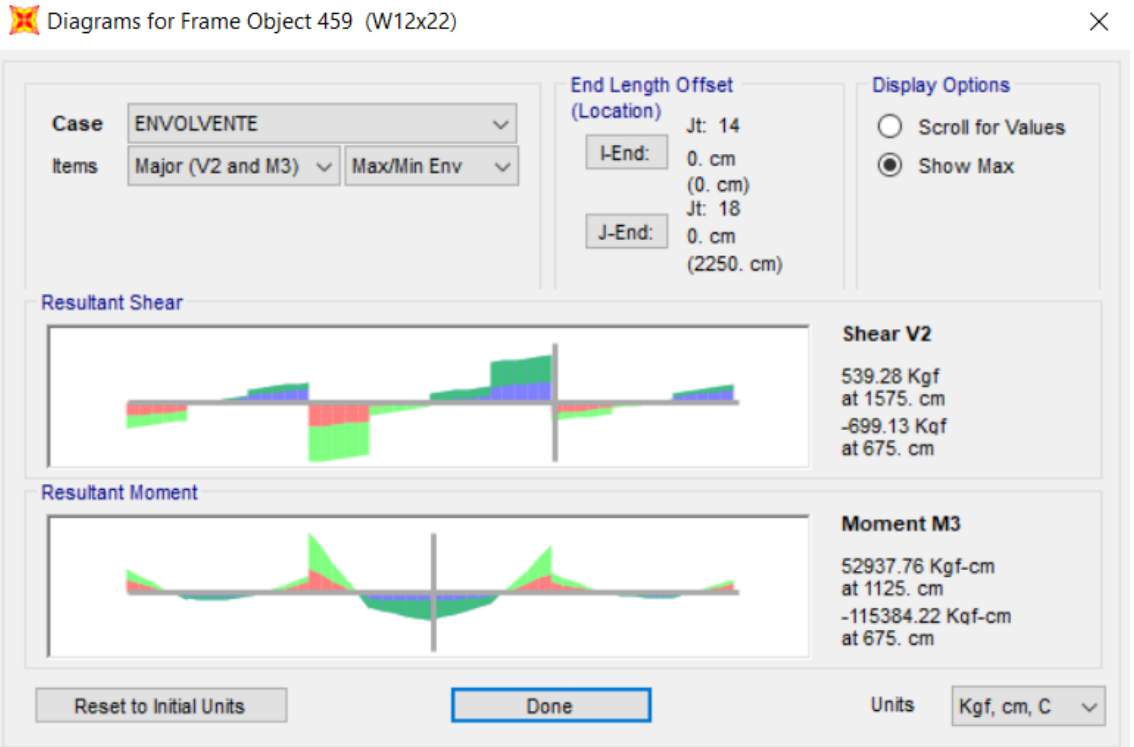
**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

**Figura 51.** Fuerza cortante – Nave industrial Pratt



**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

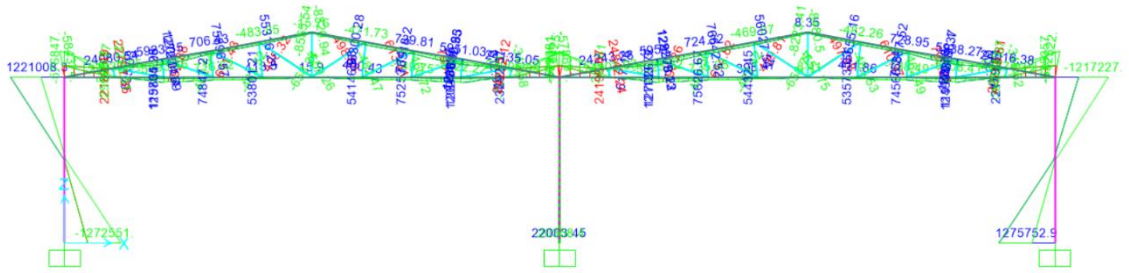
**Figura 52.** Diagrama de fuerza cortante – Nave industrial Pratt



**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

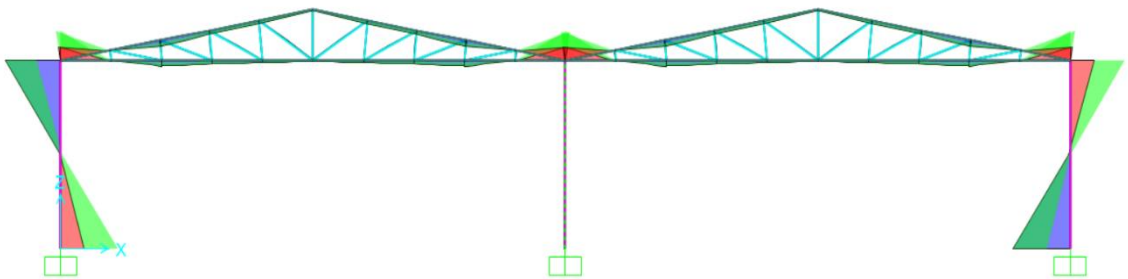
- Diagrama de momentos por envoltorio

Figura 53. Momentos por envoltorio



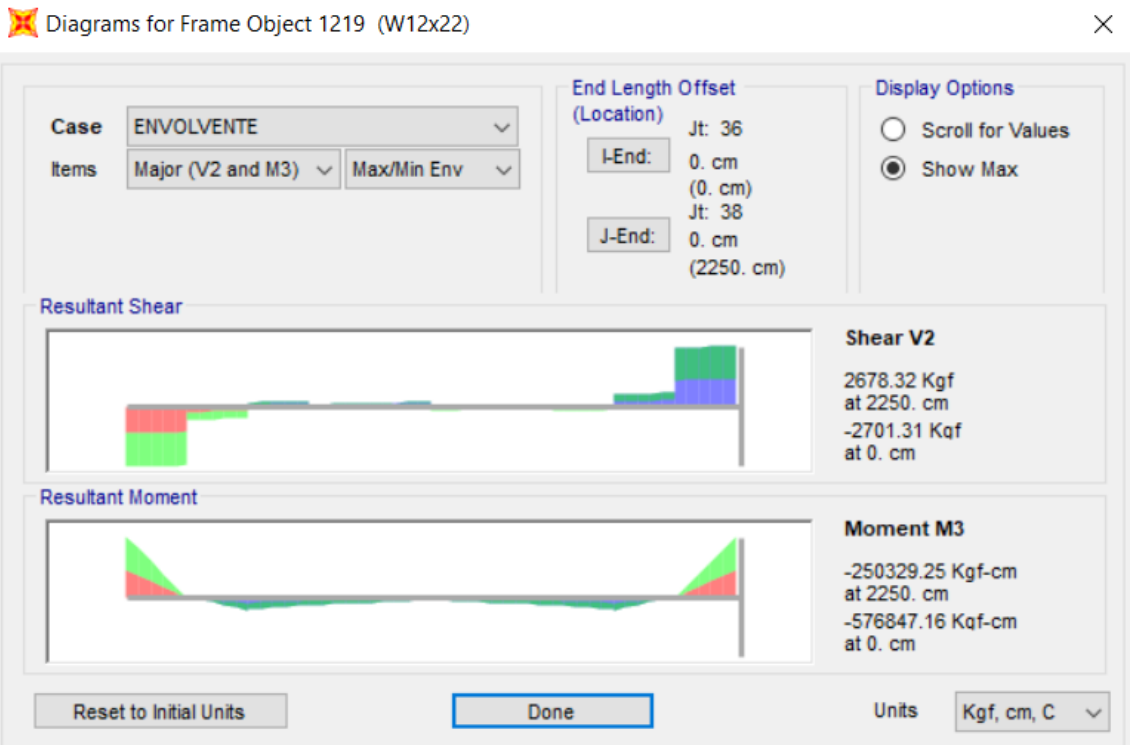
Fuente: Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

Figura 54. Gráfica de momentos por envoltorio



Fuente: Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

Figura 55. Diagrama de momentos por envoltorio



Fuente: Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

## NAVE INDUSTRIAL TIPO WARREN

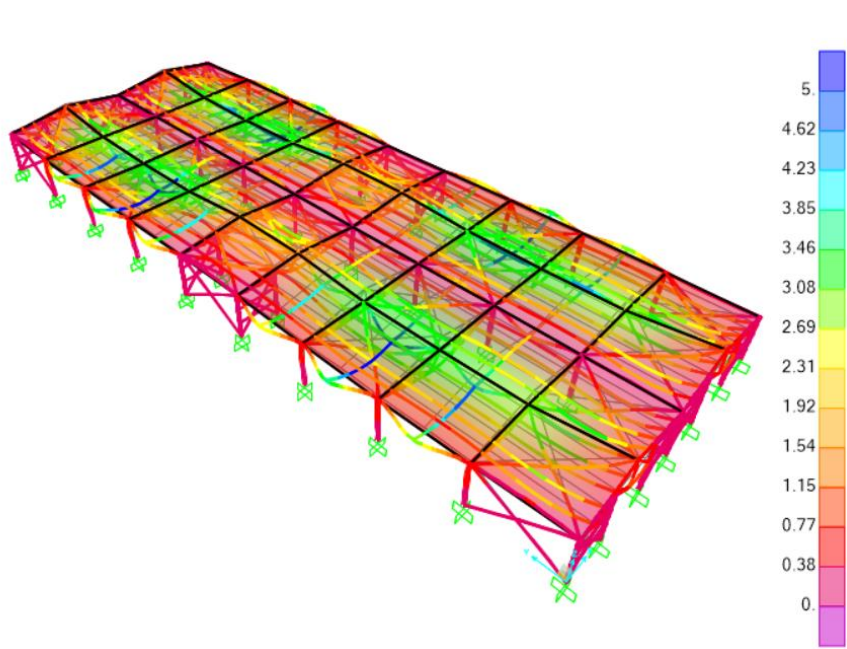
- Desplazamiento en los nodos por envolvente
- Pórtico 1

Figura 56. Desplazamiento – Pórtico 1- Tipo Warren



Fuente: Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

Figura 57. Desplazamiento - Modelo 3D – Nave Industrial Warren

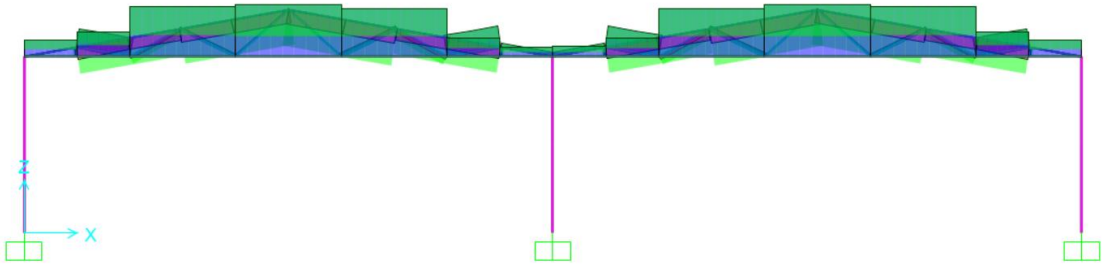


Fuente: Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0



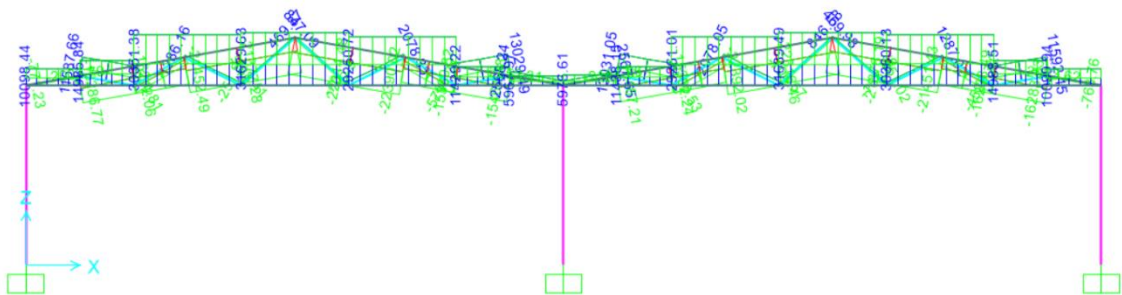
- **Fuerza Axial por envolvente**

**Figura 58.** Gráfica de fuerza Axial por envolvente



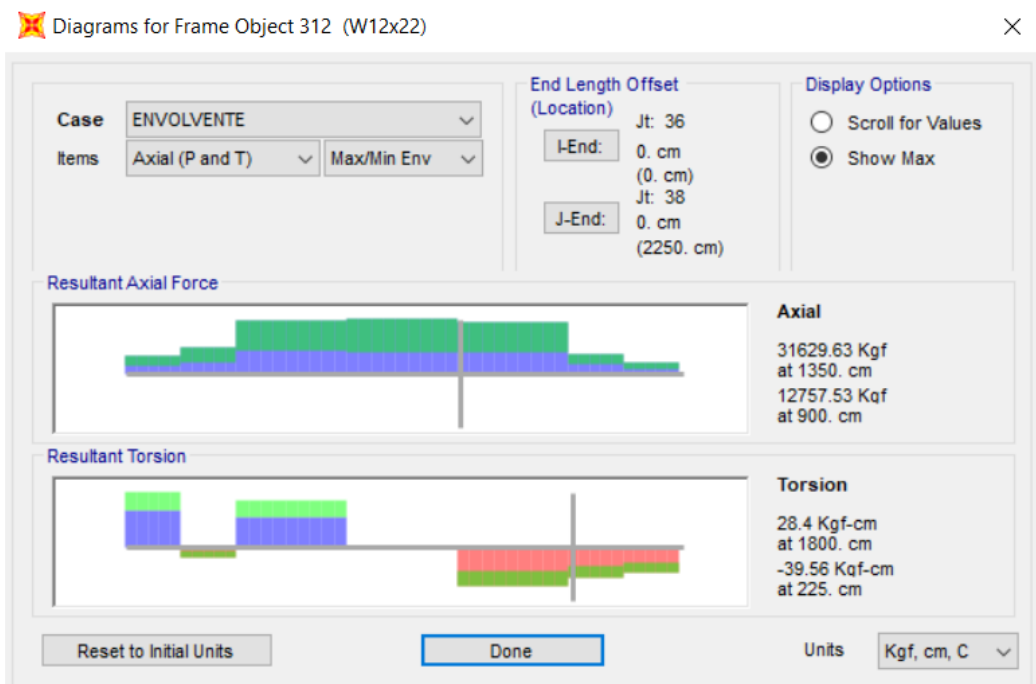
**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

**Figura 59.** Fuerza Axial por envolvente



**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

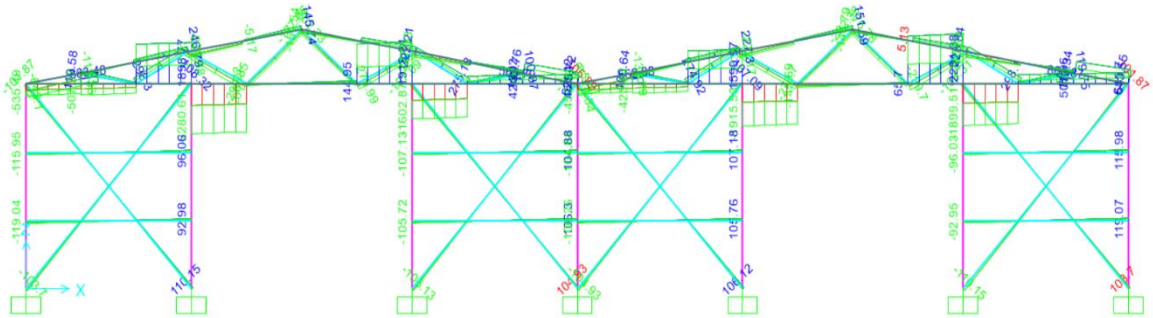
**Figura 60.** Gráfica de fuerza Axial por envolvente



**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

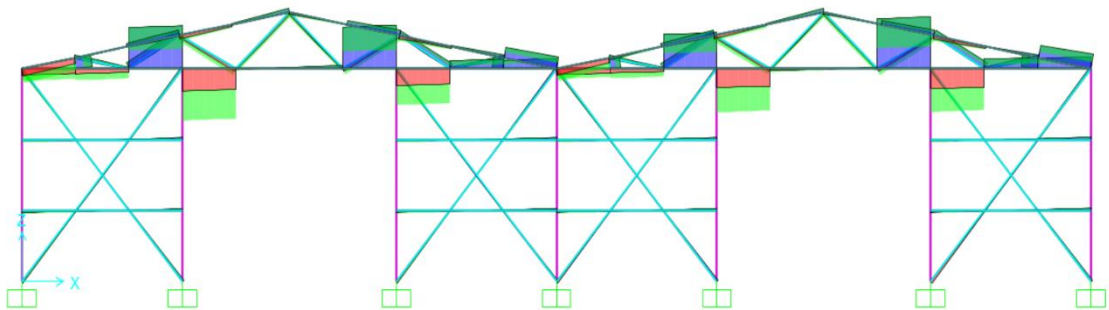
- **Fuerza Cortante por envolvente**

**Figura 61.** Fuerza cortante por envolvente



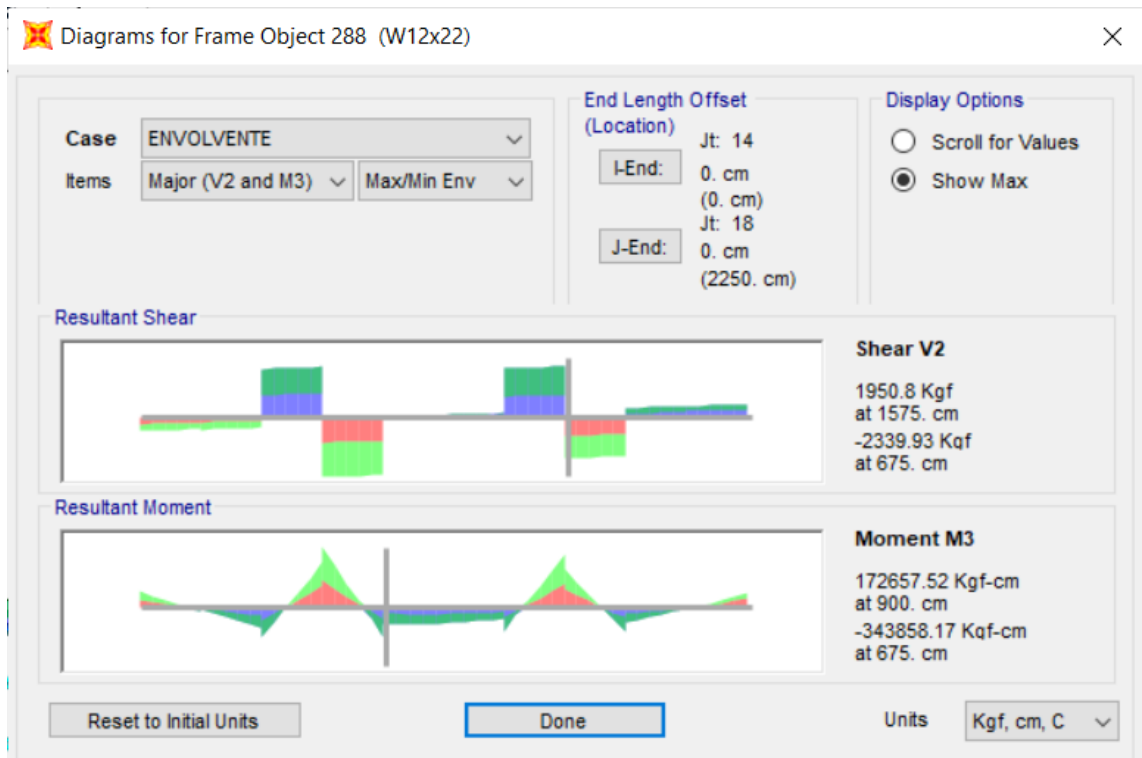
**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

**Figura 62.** Gráfica de fuerza cortante por envolvente



**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

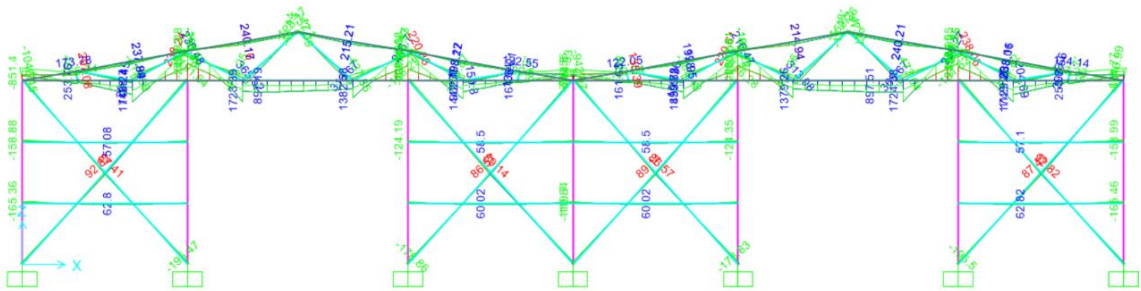
**Figura 63.** Diagrama de fuerza cortante por envolvente



**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

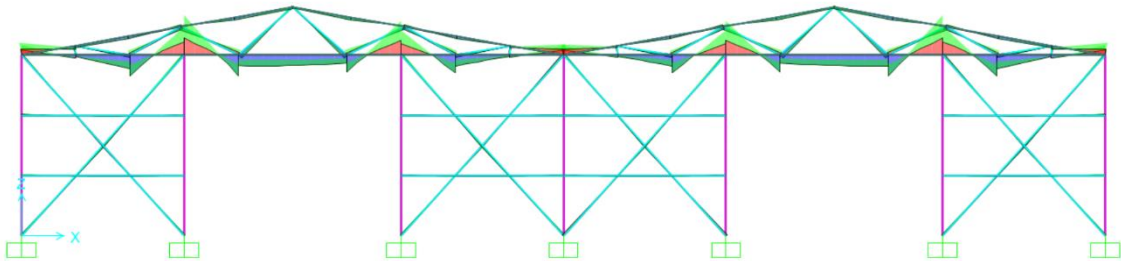
- Diagrama de momentos por envoltente

Figura 64. Momentos por envoltente



Fuente: Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

Figura 65. Gráfica de momentos por envoltentes



Fuente: Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

Figura 66. Diagrama de momentos por envoltentes

Diagrams for Frame Object 288 (W12x22)



Case: ENVOLVENTE

Items: Major (V2 and M3) Max/Min Env

End Length Offset (Location)

I-End: 0. cm (0. cm) Jt: 14

J-End: 0. cm (2250. cm) Jt: 18

Display Options

Scroll for Values

Show Max

**Resultant Shear**

**Shear V2**

1950.8 Kgf at 1575. cm

-2339.93 Kgf at 675. cm

**Resultant Moment**

**Moment M3**

172657.52 Kgf-cm at 900. cm

-343858.17 Kgf-cm at 675. cm

Reset to Initial Units

Done

Units: Kgf, cm, C

Fuente: Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

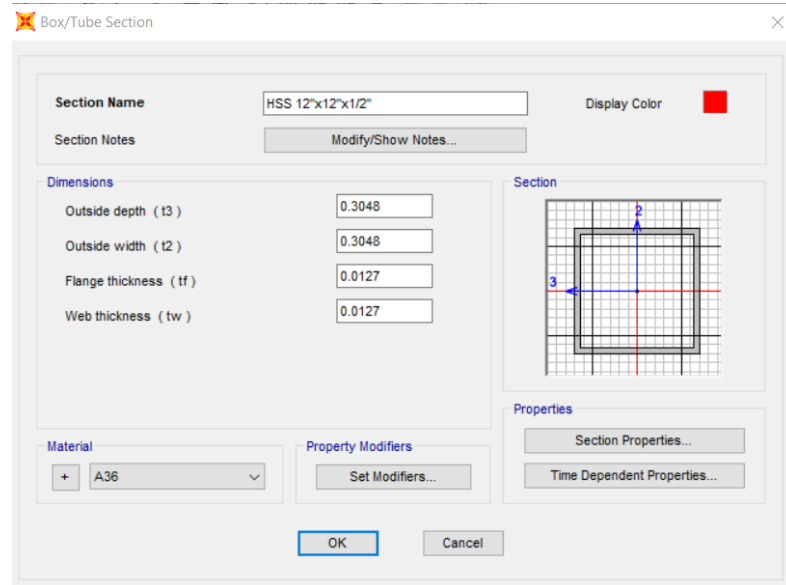


#### 4.9. Diseño de elementos

Los elementos estructurales que se detallan a continuación fueron diseñados en el programa estructural SAP2000 V21, estos elementos trabajaran a su mayor capacidad (ver ANEXO XX)

- **COLUMNAS:**

**Figura 67.** Diseño de columna – perfil HSS 12"x12"x0.5"



**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

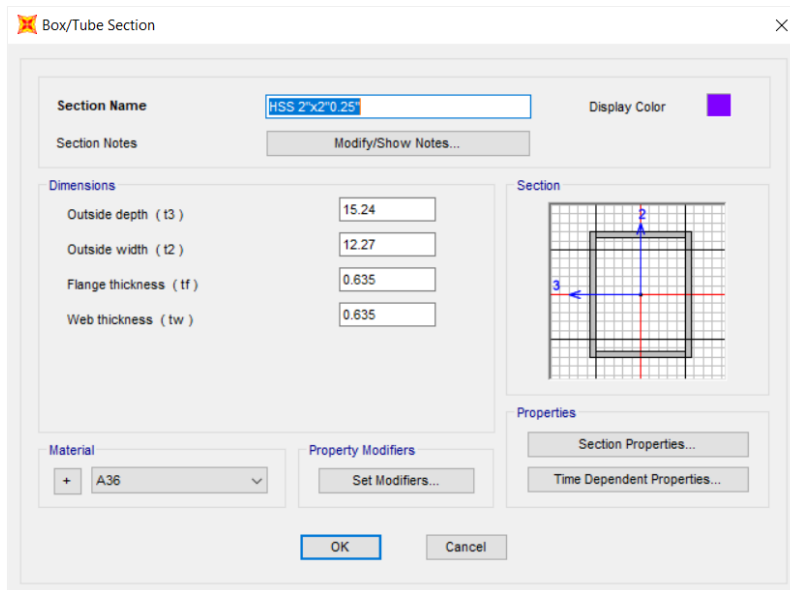
PMM DEMANDA/CAPACIDAD DE RATIO (H1-1b)

$$\begin{aligned} D/C \text{ Ratio: } 0.194 &= 0.011 + 0.177 + 0.005 \\ &= (1/2) (Pr/Pc) + (Mr33/Mc33) + (Mr22/Mc22) \end{aligned}$$

El perfil de la columna HSS 12"x12"x0.5" trabaja al 19.40% de toda su capacidad.

- **CORDÓN SUPERIOR E INFERIOR DE TIJERAL**

**Figura 68.** Diseño de cordón de tijeral – perfil HSS6”x5”x0.25”



**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1 – 1b)

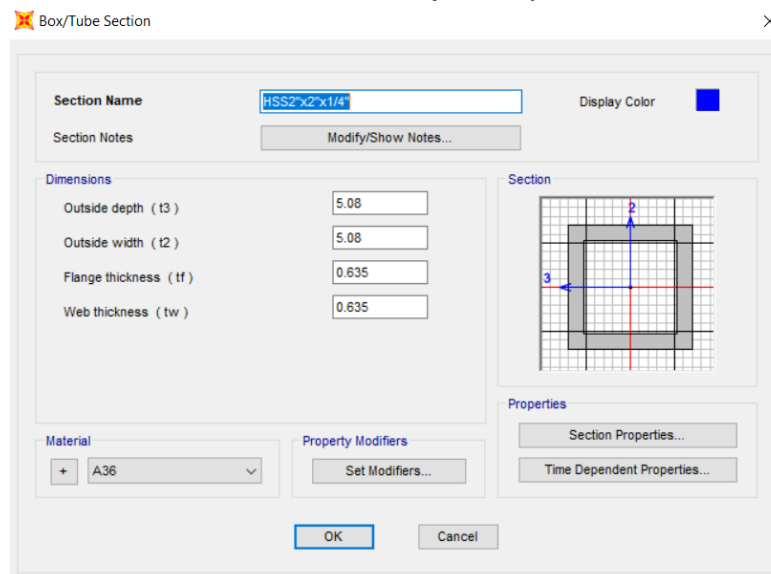
$$D/C \text{ Ratio: } 0.090 = 0.065 + 0.018 + 0.007$$

$$= (1/2) (Pr/Pc) + (Mr33/Mc33) + (Mr22/Mc22)$$

El cordón HSS 6”x5”x0.25” es el más crítico y trabajan al 9 % de toda su capacidad.

- **DIAGONALES Y VERTICALES DE TIJERAL:**

**Figura 69.** Diseño de cercha del tijeral – perfil HSS 2”x2”x1/4”



**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

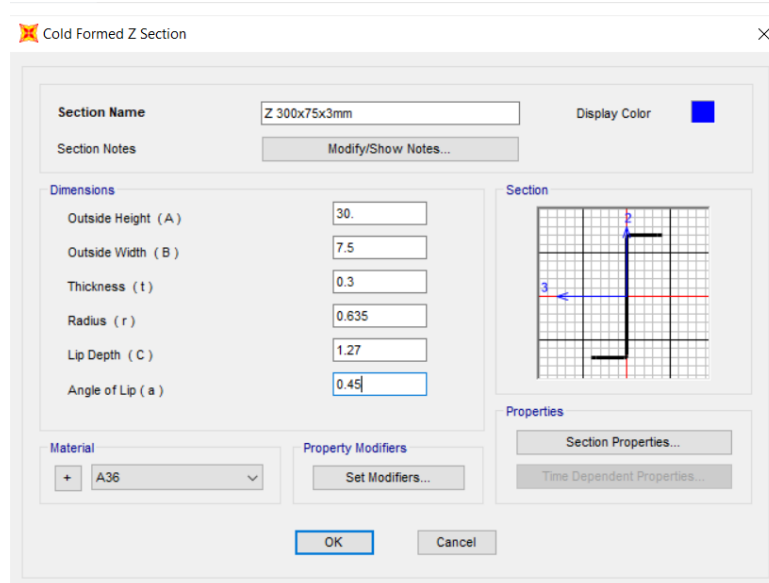
PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1.2, H1 – 1b)

$$\begin{aligned} D/C \text{ Ratio: } 0.045 &= 0.038 + 0.007 + 0.000 \\ &= (1/2) (Pr/Pc) + (Mr33/Mc33) + (Mr22/Mc22) \end{aligned}$$

Este elemento estructural HSS 2"x2"x 1/4" es el más crítico y trabajan al 4.5 % de toda su capacidad.

- **CORREAS:**

**Figura 70.** Diseño de correa de techo "Z" - perfil 300x75x3mm



**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

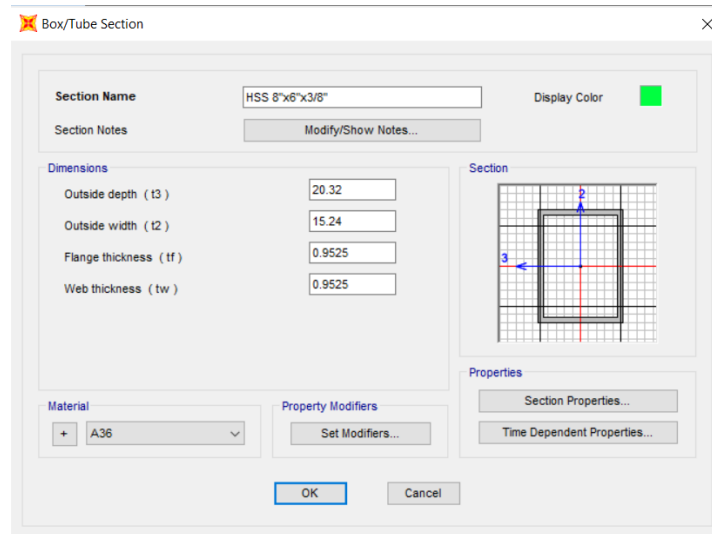
PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1.2, H1 – 1b)

$$\begin{aligned} D/C \text{ Ratio: } 0.719 &= 0.014 + 0.275 + 0.43 \\ &= (\text{Omegac}) (P/Pno) + (\text{Omegab})(Mr33/Mc33) \\ &\quad + (\text{M22})(Mn22) \end{aligned}$$

Esta correa de techo Z 300x75x3mm más critica trabaja al 71.90% de toda su capacidad.

- **LARGUEROS ENTRE PÓRTICOS**

**Figura 71.** Diseño de larguero lateral – perfil HSS 8"x6"x3/8"



**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1.2, H1 – 1b)

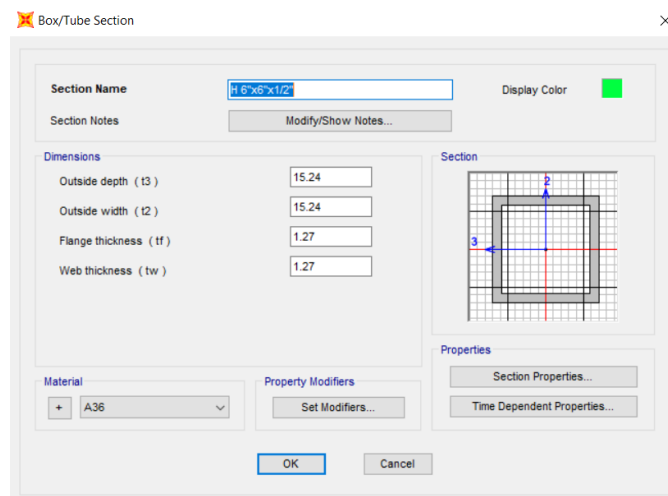
$$D/C \text{ Ratio: } 0.045 = 0.001 + 0.040 + 0.004$$

$$= (1/2) (Pr/Pc) + (Mr33/Mc33) + (M22)(Mn22)$$

Este elemento estructural HSS 8"x6"x3/8" es el más crítico y trabajan al 4.5 % de toda su capacidad.

- **Arriostramientos concéntricos:**

**Figura 72.** Perfil Arriostre concéntrico HSS 6"x6"x1/2"



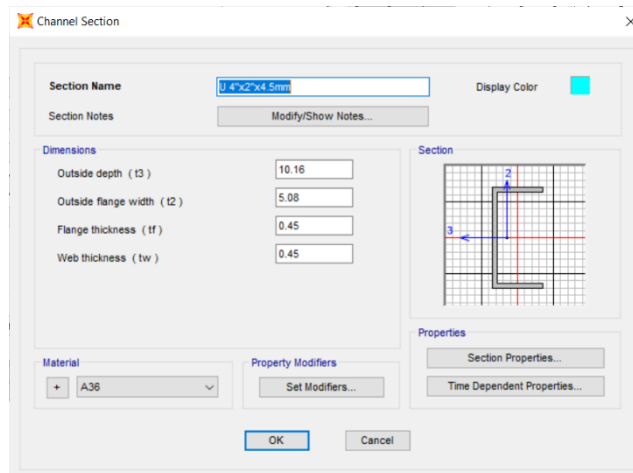
**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1-1b)  $D/C$  Ratio:  $0,111 = 0,017 + 0,000 + 0,094 = (1/2)(Pr/Pc) + (Mr33/Mc33) + (Mr22/Mc22)$

El arriostramiento concéntrico rectangular HSS 6"x6"x1/2" más crítico trabaja al 11.10% de su capacidad.

- **Canal "U" Laterales:**

**Figura 73.** Perfil de canal "U" 4"x2"x4.5mm



**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1-1a)  $D/C$  Ratio: 0.975

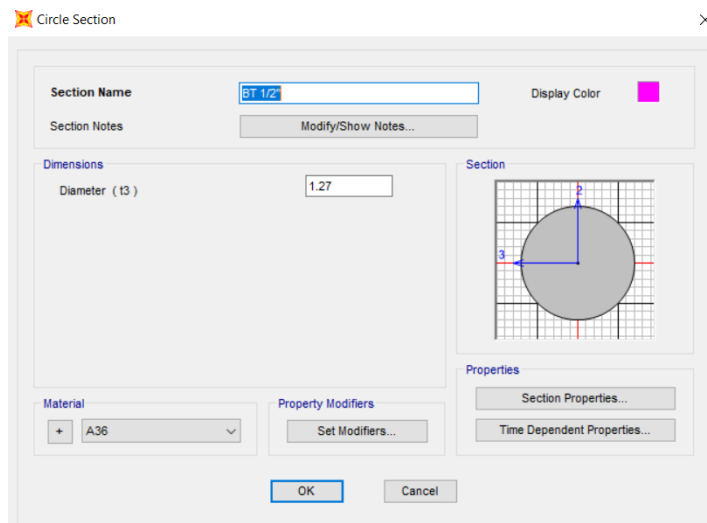
$$= 0.2 + 0,775 + 0,000$$

$$= (Pr/Pc) + (8/9)(Mr33/Mc33) + (8/9)(Mr22/Mc22)$$

El canal U lateral U 4"x2"x4.5mm más crítico trabaja al 97.50% de su capacidad.

**Barra de tensora:**

**Figura 74.** Perfil de barra tensora de techo  $\phi$  1/2"



**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V.21.2.0

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1-1a)

$$D/C \text{ Ratio: } 0.963 = 0.2 + 0,763 + 0,000 = (Pr/Pc) + (8/9) (Mr33/Mc33) + (8/9) (Mr22/Mc22)$$

La barra tensora circular de  $\phi 1/2''$  más crítica trabaja al 96.30% de su capacidad.

#### 4.10 Diseño de conexiones

**Figura 75.** Diseño de conexiones

**Diseño de Plancha Base de columnas HSS 12"x12"x1/2"**

Mu = 9812 kg-m Momento Máximo

Pu = 8135 kg Compresión Máxima

Vu = 3,900 kg Cortante Máximo

Asumiendo una Plancha Base de:

N = 50.00 cm

B = 50.00 cm

APL = 2500 cm<sup>2</sup> (Área de Plancha Base)

**Verificación de la resistencia por aplastamiento del concreto debajo de la Plancha base:**

f<sub>c</sub> = 315 kg/cm<sup>2</sup>

A<sub>c</sub> = 3600 cm<sup>2</sup> (Área de concreto)

ex = Mu / Pu = 1.21 m

T = Pu\*(ex-d/2) / (d+5) = 25,270 kg

R = Pu + T = 33,405 kg (Ø = 0.65)

Σua = R / (B \* 22.5 / 2) = 49 kg.cm<sup>2</sup> < Ø 0.85

f<sub>c</sub> = 174.00 kg/cm<sup>2</sup>

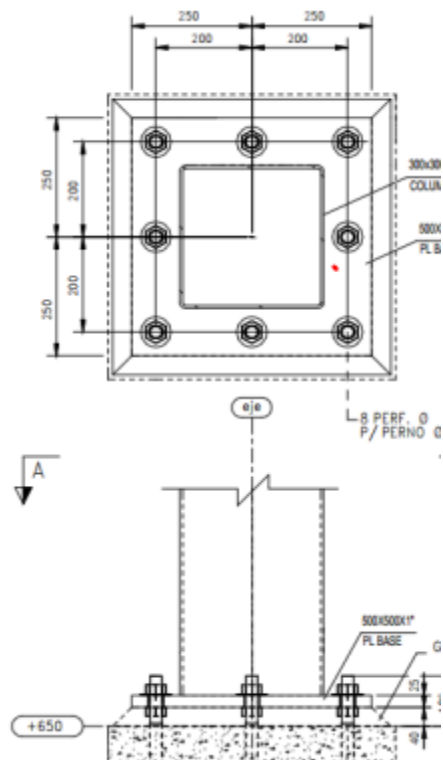
**Verificación del espesor de la Plancha Base**

Mua = (σua\*2/3) \*1\*82 /2+(σua/3) \*1\*82 /3 = 2,463 kg-cm

Tp = [4\*Mua/Ø\*Fy]<sup>0.5</sup> =2.08 cm

Plancha Base de 1"x500x500mm.

**Figura 76.** Plancha base de 1"x500x500mm



**Fuente:** Elaboración propia.

- **Diseño de Perno - Anclaje**

Se utilizarán **Pernos de Anclaje A36** Suponiendo 8 pernos  $\phi 1"$  (ASTM A36), con una Longitud de empotramiento de 630mm.

$$\emptyset = 2.540 \text{ cm}$$

$$A\emptyset = 5.067 \text{ cm}^2$$

$$Z = 2.731 \text{ cm}^3$$

$$G = 40 \text{ mm} \quad (\text{Grouting})$$

$$Me = (V/10) * G = 1,560 \text{ Kg-cm}$$

$$Fy = 2530 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fu = 4077 \text{ kg/cm}^2$$

$$\emptyset Mn = 0.9 * Z * Fy = 6.219 \text{ Kg-cm}$$

$$\emptyset Mn > Me$$

Para tomar la fuerza de tensión usaremos Pernos de  $\phi 1''$

Verificamos:

$$T_b = T_u / 8.0 = 3,159 \text{ Kg}$$

$$d_b = 2.54 \text{ cm}$$

$$A_b = 5.07 \text{ cm}^2$$

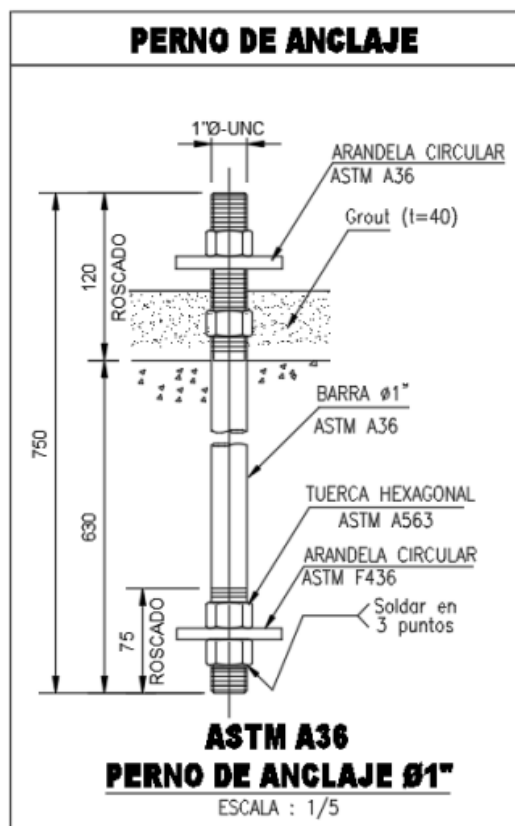
$$F_u = 4077 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi T_r = 11620 \text{ kg}$$

$$T_a = 11620 \text{ kg} > T_b$$

Por lo tanto, se usa 8 unidades de Pernos de  $\phi 1''$  ASTM A36 por cada plancha.

Figura 77. Perno de Anclaje de  $\phi 1''$



Fuente: Elaboración propia

**Soldadura E-60XX  $F_y=4,200\text{kg/cm}^2$**

Para encontrar la soldadura que se utilizara en la nave industrial, se debe considerar los siguientes diagramas y fórmulas:



**Ecuación.** Tope y juntas de filete de soldadura

$$C = A (A1 + A2) \times L \times G/E \times 1/10$$

Dónde:

**C:** Consumo de insumo de soldadura (Kg)

**A1:** Área del metal de soldadura de la sección A1 (mm<sup>2</sup>) (Ver Figura 38 y 39)

**A2:** Área del refuerzo de la sección A2 (mm<sup>2</sup>) (Ver Figura 38 y 39)

**L:** Longitud lineal de soldadura (m)

**G:** Gravedad específica del metal de soldadura (7.850 g/cm<sup>3</sup>)

**E:** Eficiencia de deposición (%)

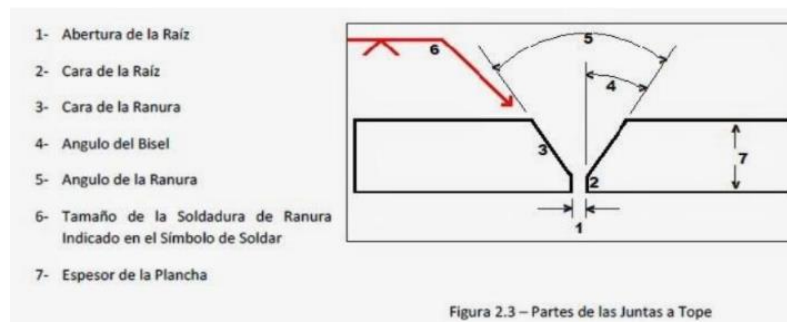
Electrodos revestidos de SMAWW: 55%

Alambres con núcleo solido/metálico de GMAW: 95%

Hilos tubulares de FCAW: 90%

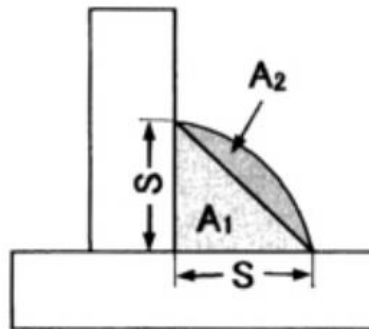
Alambres solidos de SAW: 100%

**Figura 78.** Junta a tope



**Fuente:** El ABC de la soldadura por arco – Kobelco

**Figura 79.** Junta de soldadura en ángulo (filete)



**Fuente:** El ABC de la soldadura por arco - Kobelco

Para saber la cantidad en peso de la soldadura se consideró el 2.85% del peso total de la nave industrial:

**Tabla 12.** Cantidad de soldadura para la nave industrial PRATT en Kg.

Separación entre pórticos (m)	Peso total de la estructura (kg)	Peso de soldadura a utilizar (kg)
X - 15.75	370,497.25	10,559.17
Y – 12.78	370,497.25	10,559.17

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 13.** Cantidad de soldadura para la nave industrial WARREN en Kg.

Separación entre pórticos (m)	Peso total de la estructura (kg)	Peso de soldadura a utilizar (kg)
X - 15.75	366,465.65	10,444.27
Y – 12.78	366,465.65	10,444.27

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.11. Distanciamiento de pórticos

Las distancias se consideraron teniendo en cuenta las dimensiones de la estructura y aprovechando la mejor distribución posible para tener una estructura regular, así tenemos una distancia en columnas de 15.75 m para el eje “X” y 12.78 m para el eje “Y”.

Estas distancias fueron consideradas para ambas estructuras, tanto para la nave industrial con cerchas tipo Pratt y Warren.

**Figura 80.** Distanciamientos de pórticos en eje “X”

Grid ID	Spacing (m)	Line Type	Visible	Bubble Loc	Grid Color
A	6.75	Primary	Yes	End	
B	9	Primary	Yes	End	
C	6.75	Primary	Yes	End	
D	6.75	Primary	Yes	End	
E	9	Primary	Yes	End	
F	6.75	Primary	Yes	End	

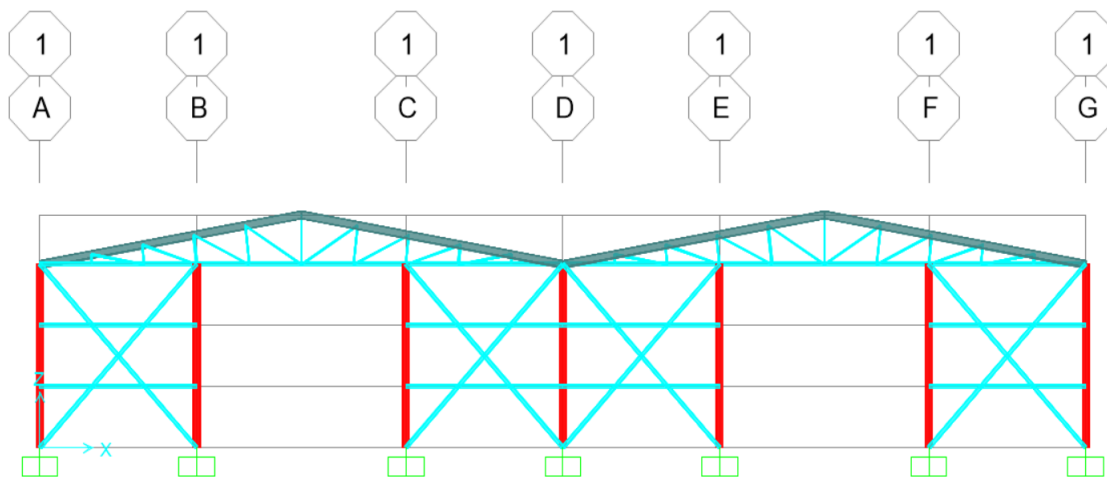
**Fuente:** Elaboración propia - SAP2000 V21

**Figura 81.** Distanciamientos de pórticos en eje “X”

Grid ID	Spacing (m)	Line Type	Visible	Bubble Loc	Grid Color
1	6.38	Primary	Yes	Start	
2	6.4	Primary	Yes	Start	
3	6.38	Primary	Yes	Start	
4	6.4	Primary	Yes	Start	
5	6.38	Primary	Yes	Start	
6	6.4	Primary	Yes	Start	

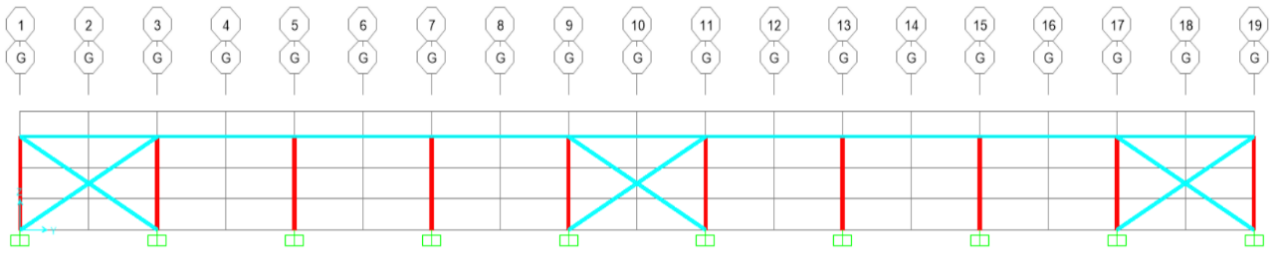
**Fuente:** Elaboración propia SAP2000 V21

**Figura 82.** Distanciamientos de pórticos en eje “X” – Pórtico 1



**Fuente:** Elaboración propia SAP2000 V21

**Figura 83.** Distanciamientos de pórticos en eje “Y” – Pórtico 1



**Fuente:** Elaboración propia SAP2000 V21

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Discusión de resultados - diseño

Luego de revisar ambos diseños de naves industriales, se llegan a las siguientes comparaciones más relevantes respecto al diseño (Figura. 77)

### 5.2. Discusión de resultados - alcances de gestión

Se realizó las comparaciones obtenidas en alcances de duración de ejecución y costo del proyecto:

**Figura 84.** Cuadro comparativo - alcances

<b>CUADRO COMPARATIVO DE NAVES INDUSTRIALES</b>		
	<b>PRATT</b>	<b>WARREN</b>
	<b>NAVE INDUSTRIAL PRATT</b>	<b>NAVE INDUSTRIAL WARREN</b>
<b>DURACION DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA</b>	Como resultado desde recepción de documentos a entrega de proyecto tomaría 71 días calendario de trabajo de Lunes a Sabados con un horario de 8:00 am - 5:00 pm	Como resultado desde recepción de documentos a entrega de proyecto serin 69 días calendario de trabajo de Lunes a Sabados con un horario de 8:00 am - 5:00 pm
<b>COSTO DEL PROYECTO</b>	S/ 2'752, 306.81	S/ 2'592,639.63

**Fuentes:** Elaboración propia

Figura 85. Cuadro comparativo - resultados de diseño

CUADRO COMPARATIVO DE NAVES INDUSTRIALES		
	PRATT	WARREN
	NAVE INDUSTRIAL PRATT	NAVE INDUSTRIAL WARREN
PERIODO (t)	La estructura presenta un periodo en $X = 0.486$ seg. Y en $Y = 0.482$ seg. los cuales estan dentro del parametro del Reglamento Nacional de Edificaciones, pero a su vez estan muy cerca de llegar al limite.	Esta estructura al tener un periodo con valores para $X = 0.456$ seg y para $Y = 0.425$ seg, al igual que la anterior estructura esta dentro de los limites, a diferencia que esta presenta una mayor holgura en el periodo, es decir los valores estan mas lejos del limite que es un periodo de 0.5 seg.
MASA PARTICIPATIVA	La masa participativa que presenta la estructura es mayor al 90% en el quinto modo, es asi que cumple con lo establecido en la normativa Peruana ( $X = 0.9933$ , $Y = 0.9748$ )	La masa participativa que presenta la estructura es mayor al 90% en el cuarto modo, es asi que cumple con lo establecido en la normativa Peruana ( $X = 0.9015$ $Y = 0.9119$ )
DERIVA POR SISMO	El reglamento Nacional De edificaciones en la Norma E.030 establece la distorcion de entrepiso por material predominante, para nuestra estructura diseñada en acero establece un deriva de 0.010, y podemos apreciar que cumple con ese limite de distorcion $X = 0.001654 - 0.0074$ $Y = 0.002174 - 0.00978$	El reglamento Nacional De edificaciones en la Norma E.030 establece la distorcion de entrepiso por material predominante, para nuestra estructura diseñada en acero establece un deriva de 0.010, y podemos apreciar que cumple con ese limite de distorcion $X = 0.00122 - 0.00548 / Y = 0.00183 - 0.00824$
DERIVA POR VIENTO	La distorcion en piso que es ejercida por la accion de los vientos es muy baja, por ello podemos apreciar que los valores estan muy alejados de el valor referencial que menciona la norma $X = 0.00104 - 0.00468$ $Y = 0.00083 - 0.00374$	La distorcion en piso que es ejercida por la accion de los vientos es muy baja, por ello podemos apreciar que los valores estan muy alejados de el valor referencial que menciona la norma $X = 0.00127 - 0.00571$ $Y = 0.00118 - 0.00529$
MÁX. DESPLAZAMIENTO POR SISMO	Se puede calcular el valor maximo del desplazamiento de una estructura, para ello se debe de multiplicar la altura de la edificación con la distorcion permitiva para el elemento, para nuestra estructura el valor maximo es de 9.50 cm, y se puede notar que los valores fallan en el eje "Y", y el eje "X" esta proximo al fallo $X = 7.0709$ cm $Y = 9.2938$ cm	Se puede calcular el valor maximo del desplazamiento de una estructura, para ello se debe de multiplicar la altura de la edificación con la distorcion permitiva para el elemento, para nuestra estructura el valor maximo es de 9.50 cm, y se puede notar que los valores estan por debajo de lo establecido, entonces podemos decir que presenta los valores correctos. $X = 5.20695$ cm $Y = 7.82325$ cm
MÁX. DESPLAZAMIENTO POR VIENTO	los valores de distorcion ejercidos por la carga del viento, los cuales podemos apreciar son muy pequeños y cumplen totalmente con la norma, por estas debajo de los 9.50 cm $X = 4.4460$ cm $Y = 3.5483$ cm	los valores de distorcion ejercidos por la carga del viento, los cuales podemos apreciar son muy pequeños y cumplen totalmente con la norma, por estas debajo de los 9.50 cm $X = 5.4249$ cm $Y = 5.0274$ cm
PESO DE LA ESTRUCTURA	Este valor hace referencia a la carga muerta de la estructura, es decir representa el peso de la misma estructura, sin adicionar las combinaciones de carga mencionadas en la norma E.030. $P = 370,497.25$ kg	Este valor hace referencia a la carga muerta de la estructura, es decir representa el peso de la misma estructura, sin adicionar las combinaciones de carga mencionadas en la norma E.030. $P = 366,465.65$ kg
VELOCIDAD DE DISEÑO DE LURIN (H = 9.5 m)	La velocidad que se tiene para la zona de Lurin fue tomada del mapa eolico del Perú, el cual multiplicado por la altura y un coeficiente podemos obtener la velocidad de diseño el cual es de 88.99 km/h	La velocidad que se tiene para la zona de Lurin fue tomada del mapa eolico del Perú, el cual multiplicado por la altura y un coeficiente podemos obtener la velocidad de diseño el cual es de 88.99 km/h
CW - DEFORMACIÓN POR CARGA DE VIENTO	Los valores mostrados responden a las deformaciones que se generan en los puntos mas criticos, los cuales fueron generados por la precion del viento en la estructura $X = 0.570$ mm $Y = 0.0099$ mm $Z = 0.0071$ mm	Los valores mostrados responden a las deformaciones que se generan en los puntos mas criticos, los cuales fueron generados por la precion del viento en la estructura $X = 0.072$ mm $Y = 0.000$ mm $Z = 0.277$ mm
CW-DEFORMACIÓN POR FUERZA AXIAL	se muestra la deformacion en un punto critico de la estructura, dicha deformacion ejercida por la precion del viento que influye en construcciones de grandes dimensiones 8.88 kgf - 1	se muestra la deformacion en un punto critico de la estructura, dicha deformacion ejercida por la precion del viento que influye en construcciones de grandes dimensiones 64.02 kgf - 1
CW-DEFORMACIÓN POR FUERZA CORTANTE	La fuerza del viento ejere un precion en la nave industrial y como respuesta tenemos una fuerza cortante negativa de -8.71 kgf - 1	La fuerza de viento causa una minuscula deformacion por fuerza cortante, posiblemente por la forma de la estructura Warren, el valor obtenido es de 0.008 kgf - 1
CW-DEFORMACIÓN POR DIAGRAMA DE MOMENTOS	1,522.32 kg.cm - 1	31.91 kgf.cm
DEFORMACIÓN POR ENVOLVENTE	Para tener los resultados más criticos se analiza la estructura empleando cargas maximizadas o tambien conocida como una combinacion de cargas, las cuales todas esas cargas se juntan para hacer un analisis por envolvente y obtener los resultados más criticos para los elementos estructurales $X = -0.33164$ cm $Y = -0.26912$ cm $Z = -3.20807$ cm	Para tener los resultados más criticos se analiza la estructura empleando cargas maximizadas o tambien conocida como una combinacion de cargas, las cuales todas esas cargas se juntan para hacer un analisis por envolvente y obtener los resultados más criticos para los elementos estructurales $X = -0.25657$ cm $Y = 0.56612$ cm $Z = -2.97261$ cm
ENVOLVENTE DEFORMACIÓN POR FUERZA AXIAL	El analisis de los elemntos estructurales arrojan valores y se toman los más criticos para poder diseñar bajo ese criterio 29,382.08 kgf - 3	El analisis de los elemntos estructurales arrojan valores y se toman los más criticos para poder diseñar bajo ese criterio 31,629.63 kgf - 3
ENVOLVENTE DEFORMACIÓN POR FUERZA CORTANTE	se puede notar la diferencia de valores en la deformación de las estructuras, el tipo de cerca que se usa para esta estructura distribuye de mejor forma los esfuerzos de la misma 539.28 kgf - 1	La cortante para este tipo de estructura es mayor, ya que una estructura Pratt cuenta con una sercha que distribuye de mejor manera las fuerzas cortantes perpendiculares a los elementos de la nave industrial 1,950.8 kgf - 1
ENVOLVENTE DEFORMACIÓN POR DIAGRAMA DE MOMENTOS	se puede notar la diferencia de valores en los momentos de la estructura, siendo este valor - 250,329.25 kgf.cm - 3, mucho menor en una estructura Warren	considerando una comparacion entre el valor de momentos para ambas estructuras, se puede determinar un menor valor para una nave industrial con cerchas tipo Warren 172,657.52 kgf.cm - 1
CANTIDAD DE SOLDADURA A UTILIZAR	La cantidad de soldadura a utilizar se calcula con el peso de la estructura y un porcentaje de 2.85% obtenemos el valor de 10559.17 kg	La cantidad de soldadura a utilizar se calcula con el peso de la estructura y un porcentaje de 2.85% obtenemos el valor de 10444.27 kg
DISTANCIA ENTRE LOS APOYOS	se plantea un distanciamiento prudente para tener estructuras regulares en ambas direcciones y su calculo sea de manera eficaz $X = 15.75$ m / $Y = 12.78$ m	se plantea un distanciamiento prudente para tener estructuras regulares en ambas direcciones y su calculo sea de manera eficaz $X = 15.75$ m / $Y = 12.78$ m

Fuente: Elaboración propia

## **VI. CONCLUSIONES**



Se determino en la presente investigación que mediante un análisis comparativo de naves industriales se puede obtener valores específicos que responden a una mejor diseño y determinar la ejecución del tipo de nave industrial que mejor se comporte ante eventos sísmicos, también al ser una estructura muy alta se tomara en cuenta la presión del viento y como estas afectan de manera distinta en cada tipo de estructura, también se puede conocer que sistema es el mas económico, ya que se si las dos estructuras cumplen con las solicitaciones de la norma entonces podremos ver el tema constructivo, es así que se analizara cual es el diseño menos costoso, es de menor tiempo de ejecución, o inclusive el de menor costo, ya que esa será un aspecto que se tome en cuenta al momento de diseñar las zapatas para esta estructura.

Se determino que mediante un análisis comparativo de las naves industriales Pratt y Warren se puede obtener resultados de fuerzas cortantes y mediante su comparación poder elegir que diseño cuenta con una estructura que mejor absorba las fuerzas cortantes y de esa forma aminore la cortante en las uniones, con esos resultados se podrá elegir el tipo de estructura se ejecutara y se diseñara las conexiones para la solicitación de fuerza cortante ejercida en el nodo.

se realizó una comparativa entre las deformaciones que sufrían las celosías tipo Pratt y Warren , estos esfuerzos que soporta la estructura fueron cargas que se añadieron , con el objetivo de obtener la estructura que mejor funcione, para analizar los esfuerzos de cada elemento estructuras estos fueron sometidos a cargas de viento de Barlovento y sotavento, también se le sometió a cargas de sismo en ambas direcciones, una sobrecarga por elementos de techo y carga viva, con todos valores y una combinación de las cargas se indujo al fallo a la estructura para determinar los puntos donde se registraban los mayores esfuerzos, ya sea por fuerza axial, fuerza cortante o momento flector.

Se pudo determinar mediante un análisis comparativo de naves industriales Pratt y Warren cual era el sistema más óptimo para las condiciones que se planteaban, tales como altura de la edificación y su incidencia en el tipo de suelo de la zona, con resultados como fuerzas cortantes , fuerzas axiales y momentos flector, como también con las derivas y máximos desplazamientos, como resultado de las cargas que le aplicaron, se pudo determinar que la nave industrial con cercha

tipo Warren es la que mejor funcionamiento presenta ante eventos sísmicos, incidencia del viento, ya que es la única que paso todas las solicitaciones que menciona el reglamento nacional de edificaciones.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda la realización de análisis comparativos buscando obtener un modelo eficiente, que sea resistente a las cargas de diseño y cumpla con las solicitaciones de análisis estructural que la norma E.030 menciona, añadiendo las combinaciones de carga de la E.020, para determinar esfuerzos en los elementos estructurales y asimismo, la implementación de la norma E.090, posteriormente se puede considerar aspectos tales como, estructura más económica, menor tiempo de ejecución.

Se recomienda el uso de perfiles soldados con planchas estructurales cuando se obtengan perfiles de gran peralte, esto debido a que es más económico conformadas, y son de menor peso.

Se debería de ampliar la normativa en cuanto a diseños en acero, ya que el reglamento nacional de edificaciones en la norma E.090 no es muy completa, por lo que se recomienda el uso la norma ASCE 7-10, el cual brinda mayor amplitud para este tipo de edificaciones con el uso de acero estructural.

Se recomienda la implementación de un sistema de protección anticorrosión electrolítica mediante ánodos de sacrificio, para un mejor mantenimiento de este tipo de estructuras ante la posible corrosión del ambiente, principalmente en zonas costeras o cercanas a esta.

## REFERENCIAS

Alvarado, M. (2018). Evaluación de los defectos constructivos en viviendas de Albañilería confinada según NTP-E070 Sector 4 Distrito de la Esperanza 2018 (Tesis de maestría). Recuperado de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34033/alvarado\\_rm.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34033/alvarado_rm.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Arnedo, A. (2016). Naves industriales con acero. CENER, Uruguay. Recuperado de <https://www.fing.edu.uy/sites/default/files/2012/6481/naves%20acero-%20Montevideo.pdf>

Bergeman y Boker. (2016). Methodological Issues in Aging Research. Psychology Press. P. 165. Recuperado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=1132012&lang=es&site=eds-live>

Cabrera, A. (2017). “Comportamiento a tracción del acero estructural, según Norma NTC 2289, de diferentes fabricantes de acero de refuerzo en el mercado”. Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14469/1/Documento%20.pdf>

Cáceres y Goñi (2018). “Comparativo técnico – económico de una nave industrial con un sistema de tijerales y pórticos”. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/10193>

Cahuana, E. (2018). Optimización del diseño de una nave industrial Tipo Pesado aplicable a la pequeña y mediana industrial en el Perú ubicada a menos de 2500 M.S.N.M. con luz entre 15 m y 25 m. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6840>

CEPAL (2017). Política industriales y tecnológicas en América Latina. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/42363-politicas-industriales-tecnologicas-america-latina>

Cisneros, Olave y Rojas (2014) . Deserción universitaria y alfabetización académica. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/834/83429830004.pdf>

Dalla, M. (2016). Ética en la investigación en gestión: relevancia, principios y lineamientos para su aplicación. Recuperado de <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/54912>

Dávila y Orihuela (2016). Cálculo y diseño estructural de una nave industrial aplicando la normativa AISC en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román. Recuperado de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621640>

Dagnino, J. (2014). Tipos de datos y escalas de medida. Recuperado de <https://doi.org/10.25237/revchilanestv43n02.06>

Díaz, K. (2014). "Evaluación y optimización en el diseño de estructuras metálicas aplicado a cubiertas según las especificaciones AISC – 2010 por el método LRFD". Recuperado de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/368>

Goodrick, D. (2014). Síntesis metodológica: Estudios de casos comparativos. Recuperado de <https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/MB9ES.pdf>

Lozada, J. (2014). Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industrial. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>

Manterola y Otzen (2017). Técnicas de muestro sobre una población a estudio. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

Marzal, M. (2015). Cálculo de la estructura metálica de una nave industrial y análisis de diferentes técnicas de protección pasiva frente al fuego. Recuperado de [http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/132114/TFG\\_Marzal\\_Ortiz\\_Mario-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/132114/TFG_Marzal_Ortiz_Mario-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Martínez, D. (2017). Diseño y mejoramiento de la distribución en planta de la empresa de metalmecánica SoldimontajesDíaz.LTDA ubicada en Paipa, Boyacá. Recuperado de <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/2656>

Mendoza, D. (2018). "Sistema metálico Tubest para la optimización en la construcción de naves industriales en Lima en el 2018". Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/26629>

Montoya, D. (2016). Optimización de estructuras de naves industriales empleando tecnología BIM (Tesis de maestría). Recuperado de <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/handle/11317/661>

Nohlen, D. (2020). El Método Comparativo. UNAM, MEXICO. Recuperado de <https://tinyurl.com/y2lh7fop>

Ortiz, L. (2018). Análisis y diseño de un galpón metálico en el programa SAP 2000, bajo las Normas del AISC-360 y la NEC-15, ubicado en el Km 1 ½ Vía Durán Jujan, en el Cantón Durán, de la provincia de Guayas. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29313>

Panta, D. (2021). Análisis y diseño de nave industrial de concreto armado con puente grúa. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/18608>

Perú Construye (2017). El mejor escenario para impulsar la reactivación del sector. CYPE. Recuperado de <https://peruconstruye.net/wp-content/uploads/2018/11/pc48.pdf>

Pinto, L. (2016). Construcción de una nave industrial sin uso, ejecutada con elementos prefabricados de hormigón y cubiertas Tipo Deck en el Municipio de Massanassa. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10251/69008>

Reyes y Viorato (2019). La ética en la investigación cualitativa. Recuperado de

<http://dx.doi.org/10.22201/fesi.23958979e.2019.8.16.70389>

Sancho, E. (2017). Cálculo de estructura metálica de 36 metros de luz y 54 metros de profundidad situada en el polígono industrial oeste de Alcantarilla. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10317/5854>

Silva, Campo, Gouvea y Farina (2017). Vignettes: a data collection technique to handle the differential operation of items in surveys. Recuperado de <https://doi.org/10.15728/bbr.2019.16.1.2>

Shivani, Sadichha, Ruchira y Gautami (2018). Desig of Industrial Warehouse. (2018). Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/323875528\\_Design\\_of\\_Industrial\\_Warehouse](https://www.researchgate.net/publication/323875528_Design_of_Industrial_Warehouse)

TECNUN: Universidad de navarra: España. Diseño de estructuras, Tipos de estructuras industriales. Recuperado de <https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/57937/1/Dise%C3%B1o%20de%20estructuras%20-%20Tipos%20de%20estructuras%20industriales.pdf>

Urquiaga, A. (2019). Diseño estructural y optimización de pórticos tipo tijeral de una nave industrial de 30 metros de luz, Lima – 2019. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48532>

Vargas, W. (2017). Diseño estructural de nave industrial metálica para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao – 2017. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/20071>

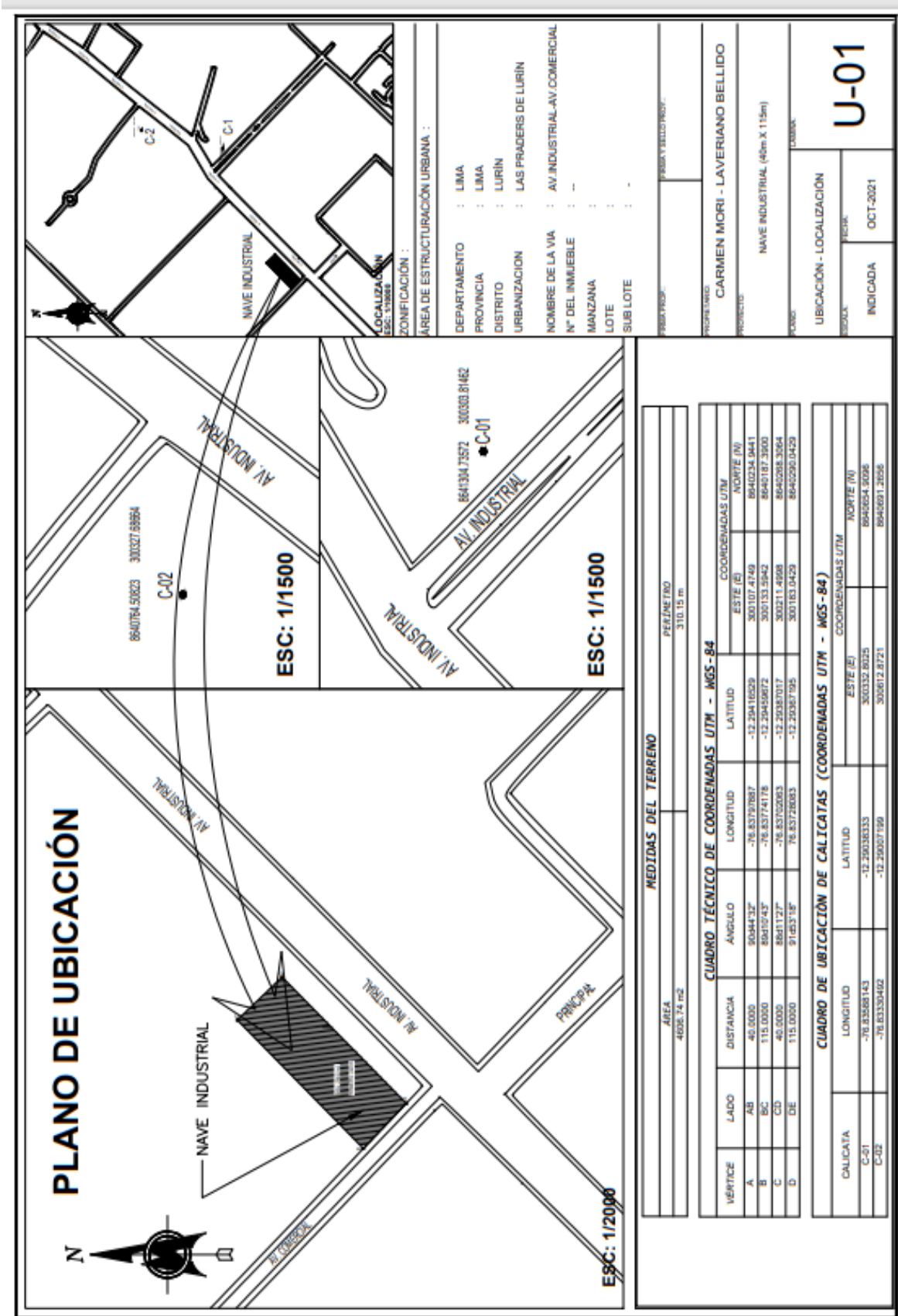
Vásquez, A. (2016). Trazabilidad de la Varilla de Acero para Construcción #3 como Base para la Elaboración de la Declaratoria Ambiental del Producto en ArcelorMittal Costa Rica. TEC, Costa Rica. Recuperado de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6798>



Zeraoui, Benzerzour, Maherzi, Mansi y Abriak (2020). New software for the optimization of the formulation and the treatment of dredged sediments for utilization in civil engineering. *Journal of Soils & Sediments: Protection, Risk Assessment, & Remediation*, 20(6), 2709–2716. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s11368-020-02605-3>

# ANEXOS

## ANEXO 1. Plano de ubicación





# ÍNDICE

## 1.0 GENERALIDADES

- 1.01 Introducción
- 1.02 Ubicación del Área en Estudio
- 1.03 Características Estructurales de la edificación

## 2.0 ALCANCES DEL TRABAJO

## 3.0 INVESTIGACIONES EFECTUADAS

- 3.01 Trabajos de campo
  - 3.01.1 Calicatas
  - 3.01.2 Muestreo Disturbado
  - 3.01.3 Registro de Excavaciones
- 3.02 Ensayos de Laboratorio
- 3.03 Clasificación de los Suelos

## 4.0 SISMICIDAD DEL ÁREA EN ESTUDIO

## 5.0 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

## 6.0 ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

- 6.01 Condiciones de Cimentación
  - 6.01.1 Profundidad de Cimentación
  - 6.01.2 Análisis de Capacidad Admisible de carga por Corte
  - 6.01.3 Análisis de Capacidad Admisible por Asentamiento

## 7.0 ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS

- 7.01 Asentamientos Inmediatos

## 8.0 ANÁLISIS QUÍMICO

## 9.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



*[Handwritten Signature]*  
TRINIDAD LABORATORIOS  
CALLE DE LOS CONCHOS  
Y ALVARADO

*[Handwritten Signature]*  
CONSTRUCCIONES Y SERVICIOS S.A.S.  
CALLE ALVARADO Y CALLE DE LOS CONCHOS  
BOGOTÁ D.C. COLOMBIA  
TEL: 312 456 7890  
WWW.CONSTRUCCIONESYSERVICIOS.COM

## ANEXOS

### ANEXO I

- ❖ Registro de Calicatas

### ANEXO II

- ❖ Resultado de los Ensayos de Laboratorio

### ANEXO III

- ❖ Material Fotográfico

### ANEXO IV

- ❖ Plano de Ubicación de las calicatas

### ANEXO V

- ❖ Cuadros y Tablas

### ANEXO VI

- ❖ Resumen de las Condiciones de Cimentación

3



*[Signature]*  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO TÉCNICO  
DE MATERIALES DE CONCRETO  
Y ACEROS

*[Signature]*  
INGENIERO DE SISTEMAS Y CONTROL  
INGENIERO DE SISTEMAS Y CONTROL  
INGENIERO DE SISTEMAS Y CONTROL  
INGENIERO DE SISTEMAS Y CONTROL  
INGENIERO DE SISTEMAS Y CONTROL  
INGENIERO DE SISTEMAS Y CONTROL





## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC  
CONSULTORIA N° C-64791

SOLICITANTES

R.C.C. 286614085  
CAROLIN MOREL, Orosio - R  
LAVERIANO BELLIDO, Job Jorjito



### ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

## INFORME TÉCNICO

### 1.00 GENERALIDADES

#### 1.10 Introducción

El presente reporte corresponde a la elaboración del Informe Técnico correspondiente al Estudio de Mecánica de suelos con Fines de Cimentación para la construcción en condominio.

#### 1.20 Ubicación del área en estudio

El área en estudio se ubica en la Calle 5 lote 516 y 517 asociación ecológica punta nueva mar y bosques, pampas de san Bartolo, distrito de san Bartolo, provincia y departamento de Lima, según el Plano de Ubicación MS-01.

#### 1.30 Características Estructurales de la edificación

La construcción corresponde a un proyecto en condominio, cuyos elementos estructurales son: cimientos, muros, vigas, columnas y losas de concreto armado.

### 2.00 ALCANCES DEL TRABAJO

El presente Informe Técnico y el trabajo desarrollado en el tiene por finalidad:

2.1 Determinar las características físicas-mecánicas de los materiales subyacentes, (dentro de la profundidad de interés) para la cimentación de la Infraestructura.

2.2 El informe contempla la determinación de los parámetros geotécnicos como: Profundidad de desplante de la cimentación, tipo de cimentación, capacidad admisible del suelo con la súper estructura proyectada, asentamientos, parámetros sísmicos.



*Jonelta*  
JONELTA SAC  
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA  
R.C.C. 286614085  
CAROLIN MOREL, Orosio - R  
LAVERIANO BELLIDO, Job Jorjito

*Jonelta*  
JONELTA SAC  
CONSULTORA Y CONSTRUCTORA  
R.C.C. 286614085  
CAROLIN MOREL, Orosio - R  
LAVERIANO BELLIDO, Job Jorjito



## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.  
CONSEJO REGULATORIO N.º C-04782 R.U.C. 2060141861

SOLICITANTES:

CARMEN MUÑOZ, Gerente  
LAVERIANO BELLIDO, Ing. Técnico



### ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

2.3 Esto se efectúa con un programa de exploración de campo, ensayos de laboratorio y labores de gabinete; mediante los cuales se deducen los parámetros de evaluación antes indicados que se complementa con la metodología aplicada. Se ha tenido en cuenta la Normas Técnicas: E-050 Suelos y Cimentaciones; E-030 Sismo - Resistente; del Reglamento Nacional de Construcciones.

### 3.0 INVESTIGACIONES EFECTUADAS

#### 3.1 Trabajos de Campo

Se han realizado 03 calicatas alcanzando una profundidad máxima de 3.00 m.

##### 3.1.1 Calicata (C-01, C-02 y C-03)

Se han efectuado 03 calicatas o pozos a cielo abierto en el área en estudio, tal como se muestra en el siguiente Cuadro N°01.

CUADRO N.º 01: CALICATAS

CALICATAS	PROFUNDIDAD (m)
C-01	3.00
C-02	3.00
C-03	3.00



*Jonel*  
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.  
R.U.C. 2060141861  
CALLE LAUREL N.º 100  
M.D. DE ESTUDIOS CONCRETO  
Y ASFALTO

*AS*  
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.  
R.U.C. 2060141861  
CALLE LAUREL N.º 100  
M.D. DE ESTUDIOS CONCRETO  
Y ASFALTO



## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC  
CONSULTORÍA N.º C-04791

R.U.C. 2060141089

SOLICITANTES:

CARMEN MORE, Gladis &  
LAUREANO BELLEDO, José Iván



### ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

#### 3.1.2 Muestreo Disturbado

Se tomaron muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente como para realizar los ensayos de clasificación e identificación, como también los ensayos de resistencia-deformación y análisis químico.

#### 3.1.3 Registro de Excavaciones

Paralelamente al muestreo se efectuó el registro de campo con las características del material del encontrado, tales como: humedad, compactación, consistencia, N.F., plasticidad, clasificación, saturación etc.

#### 3.2 Ensayos de laboratorio

Con las muestras recuperadas se realizaron los siguientes ensayos:

- ◆ 03 análisis Granulométricos ASTM D-422
- ◆ 03 humedades Naturales ASTM D-2216
- ◆ 01 ensayo de Corte Directo ASTM D-3083
- ◆ 01 densidad Máxima ASTM D-4253
- ◆ 01 densidad Mínima ASTM D-4254
- ◆ 01 densidad Natural ASTM D-1556
- ◆ 01 análisis Químico
  - 01 contenido de Sales Totales MTCE-219
  - 01 contenido de Sulfatos ASTM D-516
  - 01 contenido de Cloruros ASTM D-512

  
ING. LAUREANO BELLEDO, JOSÉ IVÁN  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
C/ CAROLINA DE BOLIVIA 1000, HUASARA  
TEL: 099172418 - CEL: 999-8935  
CORREO: j\_cafari@hotmail.com



  
ING. ROSALBA YLLAROSA  
TEL. LABORATORIO  
C/ CAROLINA DE BOLIVIA 1000  
HUASARA





## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-84792

R.U.C. 2000041862

SOLICITANTES

CARMEN MOREI, Gerente

LAYERIANO BELLIDO, Jefe de obra



### ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

#### 3.3 Clasificación de Suelos

Se realizaron los ensayos para la clasificación de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Ver Cuadro N.º 02.

CALICATA	C-01	C-02	C-03
Prof (m)	1.00 - 3.00	0.95 - 3.00	0.94 - 3.00
Ret. N° 4	0	0	0
Pasa N° 200	2.47	1.99	2.76
LL (%)	-	-	-
LP (%)	-	-	-
SUCS	SW	SW	SW
Descripción	ARENA BIEN GRADUADA	ARENA BIEN GRADUADA	ARENA BIEN GRADUADA

#### 4.00 SISMICIDAD DEL ÁREA EN ESTUDIO

De acuerdo a la Información Sismológica, el área en estudio se encuentra ubicada dentro de la zona N.º 4 del Mapa de Zonificación Sísmica. Para el área de estudio se han encontrado intensidades máximas de VIII-IX en la escala Mercalli Modificada. Por lo tanto, la susceptibilidad sísmica es alta. De acuerdo a la Norma Técnica de Edificación E.030-Diseño Sismo Resistente. La fuerza cortante total en la base (V) puede calcularse de acuerdo a las Normas de Diseño Sismo Resistente según la siguiente relación:

$$V = \frac{Z \times U \times S \times C \times P}{R}$$

Donde:

S: es el factor suelo

Ts: período predominante del suelo

Z: es el factor de zona

U: Factor de uso e importancia

P: Peso total de la edificación

C: Coeficiente de amplificación sísmica

R: Coeficiente de solicitaciones sísmicas



*Jonelta*  
INGENIERO ROYALTY VILLARREAL  
TIC LABORATORISTA  
N.º 14 200 LOS CONCHOS  
19-06-2011

*Jonelta*  
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC  
CALLE CUYA N.º 1000, PUNTO 1000  
MIRAFLORES DEL NOROCCIDENTE, LIMA  
TEL: 011 444 1111  
WWW.JONELTA.COM

Av. Coronel Portillo N.º 216 - Huaura Celular: 996172418 - Telef.: 656-8935

Correo: j\_calderi@hotmail.com



## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC  
CONSULTORA N° C-84792 R.U.C. 2060141803

SOLICITANTES

CARMEN MOREL, Gerente - R  
LAVERGANO BELLIDO, Jefe de obra



### ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

El Cuadro N°3 muestra los parámetros sísmicos para un perfil de suelo tipo S-3 conformado por Arena Bien Graduada.

CUADRO N.º 03: PARÁMETROS SÍSMICOS

CALICATA	Z	S	TP/TL (seg)
Arena Bien Graduado	0.45	1.50	1.0/1.6

#### 5.00 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

En conformidad con las labores de campo, ensayos de laboratorio, clasificación de los suelos encontrados en las excavaciones se tiene el siguiente perfil estratigráfico del sub suelo:

En las calicatas, C-01, C-02 y C-3, ejecutadas se encuentran relleno compuesto de arena fina con presencia de limo.

Finalmente, se encuentra el estrato, M se encuentra conformado por arena bien graduada, arena fina con poca presencia de limo, de baja compacidad, de bajo contenido de humedad y de color marrón claro.

#### 6.00 ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

Teniendo en cuenta las características físicas y mecánicas del perfil estratigráfico del subsuelo, podemos concluir que los cimientos estarán apoyados en la arena bien graduada, donde la cimentación de la superestructura más adecuada técnica y económica que se proyecta,

será mediante zapatas conectadas con vigas de cimentación de profundidad de 1.50 m la cual se ubicará en la arena bien graduada. De tal manera que la resistencia de este suelo está dada por la trabazón que existe entre las partículas del suelo granular.

Se logra presentar los resultados de los ensayos de corte directo, realizados a la muestra obtenida de las calicatas. El valor N promedio para una densidad relativa de 41.67%, y un ángulo de fricción de  $\Phi=25.3^\circ$ ,



*Jonelta*  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CALLE DE SUR 104 CONCRETO Y PAVIMENTO

	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS</b> CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC CONSULTORÍA N.º C-04792      R.C.C. 20090141581 SOLICITANTES:      CARMEN MORE, Ciudad - E. LAVERIANO BELLEDO, Sub - Arequipa	
<b>ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN</b>		

cohesión=0.00 Tn/m<sup>2</sup> y un peso unitario (γ arena=1.55 Tn/m<sup>3</sup>).

### 6.1 Condiciones de Cimentación

#### 6.1.1 Profundidad de cimentación

La cimentación se encontrará apoyada en la arena bien graduadas. Teniendo en cuenta la profundidad a la cual se encuentra el suelo granular y con la finalidad de brindar un confinamiento adecuado dentro del suelo natural, se recomienda considerar una profundidad mínima de cimentación de 1.50m.

#### 6.1.2 Análisis de Capacidad Admisible de carga por Corte

Para obtener la capacidad portante del suelo es necesario utilizar el criterio tomado por Terzaghi-Peck (1967) y que fue modificado por Vesic en 1973, por la siguiente Ecuación General.

$$q_u = S_c C N_c + S_y \frac{1}{2} \gamma_f B N_y \gamma + S_q \gamma D_q N_q$$

$$q_{ad} = \frac{q_u}{F_s}$$

Dónde:

- $q_u$ : Capacidad última de carga
- $q_{ad}$ : Capacidad admisible de carga
- $F_s$ : Factor de seguridad ( $F_s = 3$ )
- $\gamma$ : Peso unitario del suelo ( $\text{kg/m}^3$ )
- $D$ : Profundidad de cimentación (m)
- $B$ : Ancho de la cimentación (m)
- $N_c, N_q, N_y$ : Factores de capacidad de carga
- $S_c, S_y, S_q$ : factores de forma



*Jonel*  
 ING. JONEL VILLARREAL  
 T.C. LABORANTISTA  
 MTC DE SUELOS, CONCRETO  
 Y ALUMBRADO

*Jonel*  
 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.  
 AV. CORONEL PORTILLO N.º 216 - HUASRA  
 ARIQUIPA - PERU  
 TEL: 054 224 21 2244  
 CEL: 996172418

El análisis de la cimentación se basa en los criterios establecidos por PECK, en 1974, la que estará controlada por asentamientos inferiores al máximo permisible. En las zapatas propuestas se restringen los asentamientos



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC  
CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 2060141845

SOLICITANTES:

CARMEN MOREL, Genia A  
LAUREANO DELIZO, Toñ Nevada**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN**

diferenciales entre dos zapatas a un valor máximo de 25.4 mm

A partir del ensayo de Corte Directo y los ensayos generales realizados se tiene los siguientes factores de capacidad de carga:

$\phi$	NC	NQ	NY
25.3	21.179	11.017	11.378

Estructura del Cimiento	SC	SQ	SY
Z. Conectada	1.30	1.00	0.80
C. Corrido	1	1	1

Efectuando los cálculos correspondientes se obtiene:

Estructura del Cimiento	Ancho "B" (m)	Nivel de Ciment. "Df" (m)	Por Resistencia Qadm resist. (kg/cm <sup>2</sup> )
Zapatas	1	1.5	1.09
	1.2	1.5	1.14
	1.5	1.5	1.21
C. Corrido	0.5	1.5	1
	0.6	1.5	1.03

**6.1.3 Análisis de Capacidad Admisible por Asentamiento**

La presión admisible se encuentra controlada por asentamientos elásticos y no por resistencia al corte y es función del ancho (B) del asentamiento máximo permisible de una pulgada (2.54cm), de la profundidad de desplante de la cimentación (Df) y de la densidad relativa de los suelos

*[Handwritten signature]*  
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC  
CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 2060141845  
CARMEN MOREL, Genia A  
LAUREANO DELIZO, Toñ Nevada





## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORÍA N° C-04702

R.U.C. 20600141887

SOLICITANTES:

CARMEN MORA, Gerente  
LAVERIANO BELLIÑO, Jefe Técnico



### ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

dentro de la profundidad activa. La Capacidad Admisible por Asentamiento se determinará utilizando la siguiente ecuación:

$$q_{adm} = (S_e \times E_s) / (B (1-u^2) I_f)$$

Donde:

$S_e$  = Asentamiento permisible (25.4 mm)

$U$  = Relación de Poisson (0.25)

$I_f$  = Factor de Forma

$E_s$  = Módulo de Elasticidad (415Ton/m<sup>2</sup>)

$Q$  = Presión de trabajo (Ton/m<sup>2</sup>)

$B$  = Ancho de la cimentación (m)



*[Firma]*  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y CIMENTACIONES  
CALLE 100 N° 1000  
LIMA - PERÚ

Estructura del Cimiento	Ancho "B" (m)	Nivel de Ciment. "Df" (m)	Por Resistencia		Por Asent. (25.4 mm)
			Qadm resist. (kg/cm <sup>2</sup> )	Asent. (mm)	Qadm asent. (kg/cm <sup>2</sup> )
Zapatas	1	1.5	1.09	-	1.37
	1.2	1.5	1.14	-	1.14
	1.5	1.5	1.21	-	0.91
C. Corrido	0.5	1.5	1	-	1.32
	0.6	1.5	1.03	-	1.1

#### 7.00 ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS

El diseño de una cimentación, requiere una seguridad razonable respecto a la resistencia por corte y a los asentamientos admisibles con la presión de trabajo adoptada.

*[Firma]*  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Y CIMENTACIONES  
CALLE 100 N° 1000  
LIMA - PERÚ

Av. Coronel Portillo N.° 216 - Huaura Celular: 998172418 - Telef.: 656-8535

Correo: j\_sañari@hotmail.com

	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS</b> CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC CONSULTORÍA N° C-04792      R.U.C. 20600141881 SOLICITANTES:      CARMEN MORI, Glad. & LAVERIANO BELLIDO, Job. Trujillo	
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN		

dentro de la profundidad activa. La Capacidad Admisible por Asentamiento se determinará utilizando la siguiente ecuación:

$$q_{adm} = (S_e \times E_s) / (B (1-u^2) I_f)$$

Donde:

- Si = Asentamiento permisible (25.4 mm)
- U = Relación de Poisson (0.25)
- I<sub>f</sub> = Factor de Forma
- E<sub>s</sub> = Módulo de Elasticidad (415Ton/m<sup>2</sup>)
- Q = Presión de trabajo (Ton/m<sup>2</sup>)
- B = Ancho de la cimentación (m)



  
 TECNICO LABORATORISTA  
 ING. DE SUELOS, CIMENTACIONES  
 Y ASSENTAMIENTOS

Estructura del Cimiento	Ancho "B" (m)	Nivel de Ciment. "Df" (m)	Por Resistencia		Por Asent. (25.4 mm)
			Qadm resist. (kg/cm <sup>2</sup> )	Asent. (mm)	Qadm asent. (kg/cm <sup>2</sup> )
Zapatas	1	1.5	1.09	-	1.37
	1.2	1.5	1.14	-	1.14
	1.5	1.5	1.21	-	0.91
C. Corrido	0.5	1.5	1	-	1.32
	0.6	1.5	1.03	-	1.1

#### 7.00 ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS

El diseño de una cimentación, requiere una seguridad razonable respecto a la resistencia por corte y a los asentamientos admisibles con la presión de trabajo adoptada.

  
 TECNICO LABORATORISTA  
 ING. DE SUELOS, CIMENTACIONES  
 Y ASSENTAMIENTOS





# LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC  
CONSTRUCTORA N° C-04792 R.U.C. 2000141390

SOLICITANTES:

CARMEN MOREL GARCÉS &  
LAVERIANO BELLIDO, Job. Jorhán



## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE NAVES INDUSTRIALES DE 40 METROS DE LUZ CON CÉLCULAS TIPO PRATT Y WARREN LUPEN 2021	CALCATA : C-03
SOLICITANTES : CARMEN MOREL GARCÉS & LAVERIANO BELLIDO, Job. Jorhán	PROF. : 3.00 m
UBICACIÓN : AV. COMERCIAL Y AV. INDUSTRIAL, URBANIZACIÓN LAS PRADEIRAS, DISTRITO DE LUPEN, DEPARTAMENTO DE LIMA Y PROVINCIA DE LIMA	C.N.P. : —

PROF. (mts)	N.º EXENSO AD	MUESTRA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIF. (SUCS) (AASHT)	SÍMBOLO
0.00		M-01	RELLENO COMPUESTO DE ARENA FINA CON PRESENCIA DE RESTOS DE RAÍCES	S	
0.24		M-02	ARENA BIEN GRADUADA ARENA FINA CON PRESENCIA DE LIMA, DE BAJA CAPACIDAD DE BAJA CONTENIDO DE HUMEDAD Y DE MANGON CLARO. <i>(Handwritten signature and stamp)</i>	SW	
0.90					

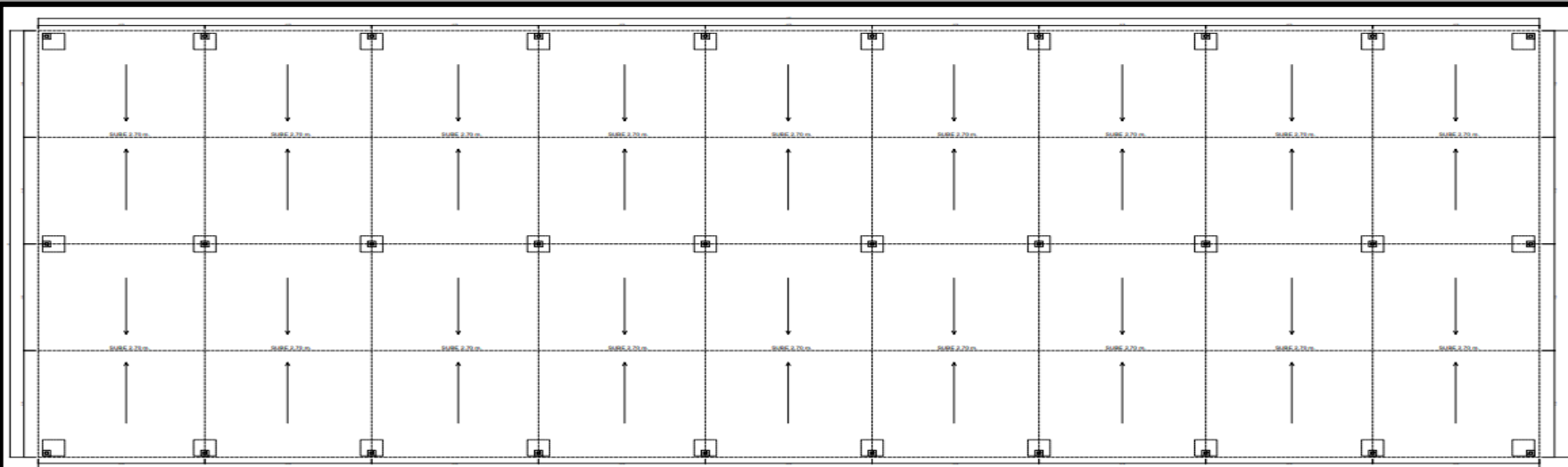


*(Handwritten signature)*  
 JONELTA SAC  
 CARMEN MOREL GARCÉS  
 LAVERIANO BELLIDO, Job. Jorhán

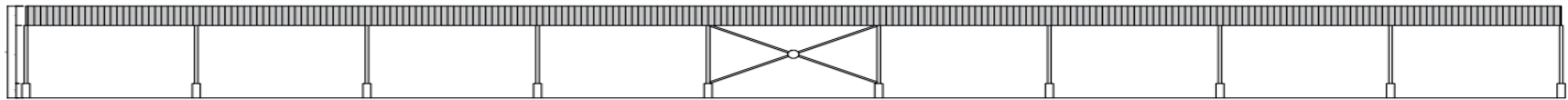
Av. Coronel Portillo N.º 216 – Huaura Celular: 996172418 – Telef.: 656-8935  
 Correo: jl\_casari@hotmail.com

### ANEXO 3. Planos – Nave industrial Tipo Pratt

Fuente: Elaboración Propia

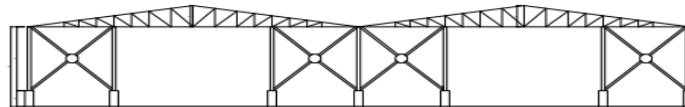


ESQUEMA DE COLUMNAS PORTANTES DE TECHO DE ALUZINC



ELEVACIÓN FRONTAL DE PARED DE LINDERO - REFERENCIAL

### PRATT A DOS AGUAS

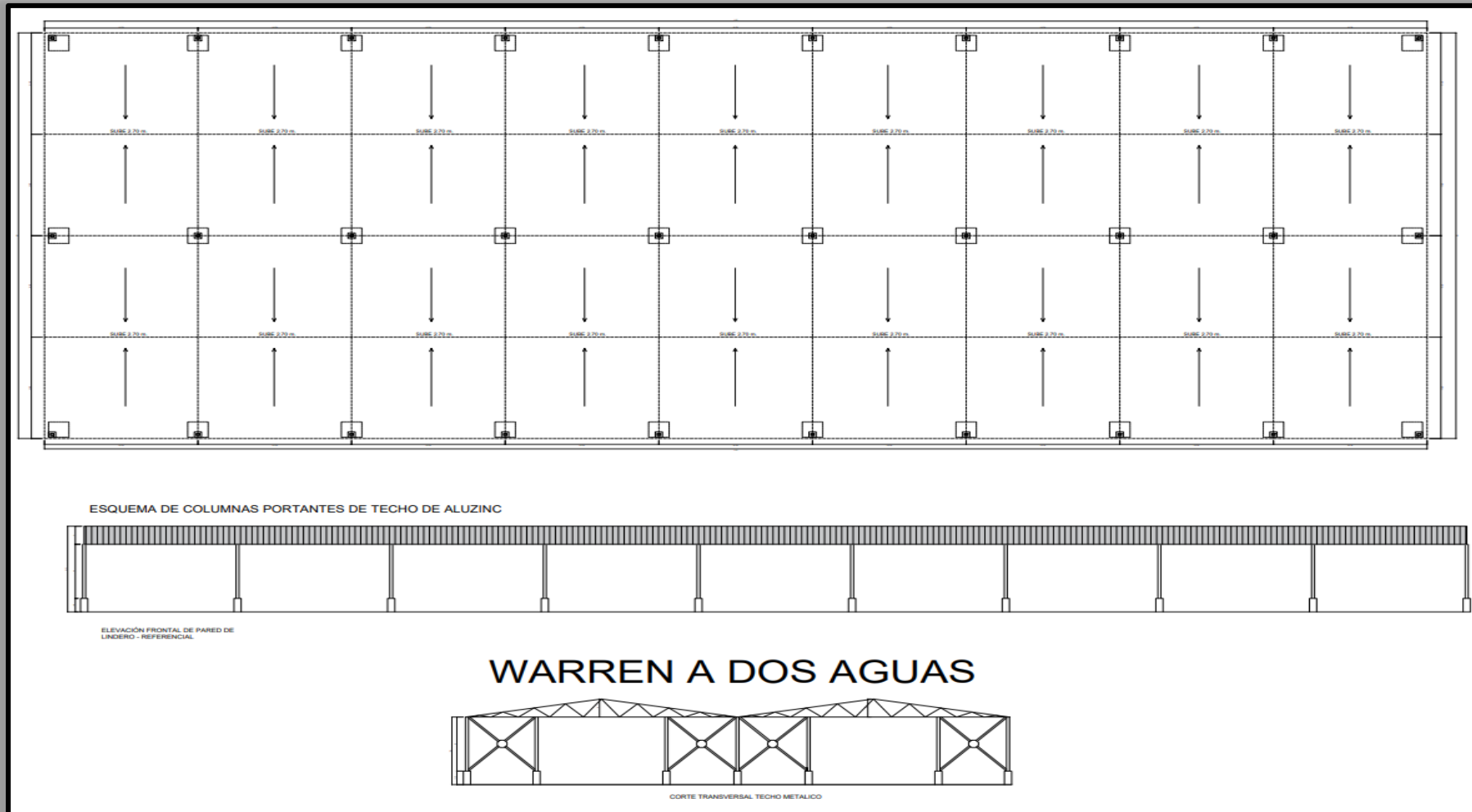


CORTE TRANSVERSAL TECHO METALICO



# ANEXO 4. Planos – Nave industrial Tipo Warren

Fuente: Elaboración Propia



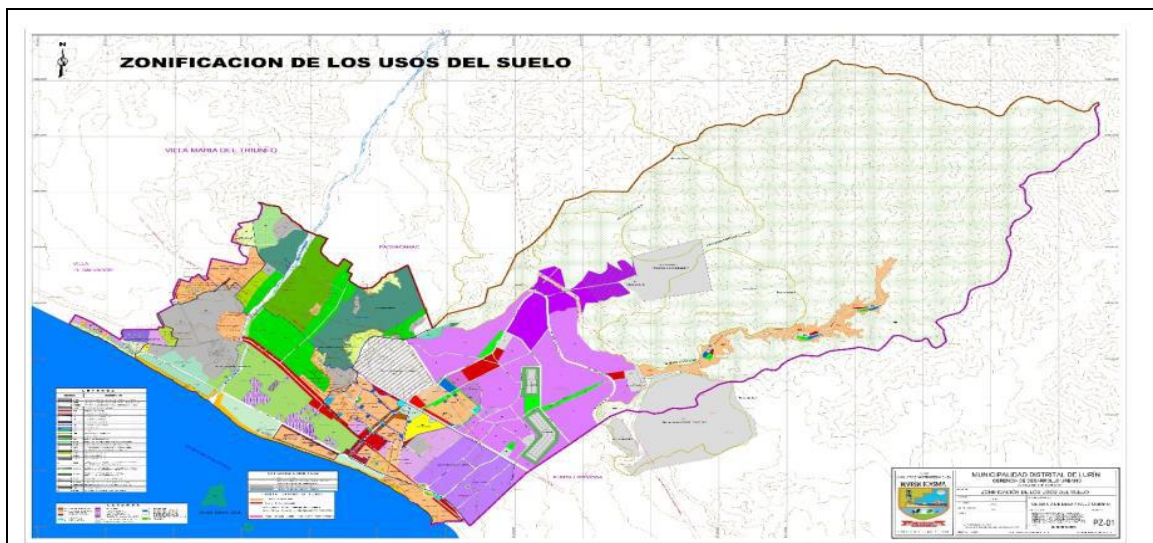


**ANEXO 5. Ficha de Recolección de Datos**

**Fuente:** Elaboración Propia

<b>PROYECTO:</b>	Análisis Comparativo de Naves Industriales de 40 Metros de Luz con Celosías Tipo Pratt y Tipo Warren, Lurín 2021.
<b>AUTORES:</b>	Carmen Mori, Giordi Laveriano Bellido, Job Jesuha
<b>TOPOGRAFÍA:</b>	Plana-regular-elevaciones
<b>POBLACIÓN:</b>	Naves industriales ubicados en Lurín en las zonas principales de acceso a Panamericana Sur, Antigua Panamericana Sur y Av. Industrial

**ZONIFICACIÓN**



Fuente: Recuperado de : <https://munilurin.gob.pe/wpcontent/uploads/planos%20zonales/MAPA%20DE%20ZONIFICACION%20ACTUAL.pdf>

<b>MUESTRA:</b>	Nave industrial Tipo Pratt en Calle 6 Km.40 S/N con Av. Industrial (Intradevco) <b>Características de nave:</b> Frente: 40 metros de luz, Fondo: 115 metros de luz.
<b>OBSERVACIÓN 1:</b>	Según Coral (2007), el uso principal urbano de desarrollo está conformados para usos industriales, residencial y comercial. Destacando la ocupación de mayor importancia en las zonas de la Antigua Panamericana Norte-Sur. Donde se encuentran instalados la zona de explosivos Esa, zona de la Autopista Panamericana y Antigua Panamericana Sur.
<b>OBSERVACIÓN 2:</b>	Según Mendoza (2018), sobre la población presente de naves industriales, no hay cantidad exacta ante un estudio previo por lo que se considera a toda nave industrial que se en encuentren instalados en Lurín.
<b>OBSERVACIÓN 3:</b>	Por la coyuntura y posición ante riesgos del COVID 19-SARS COV 2, no se brindó los permisos correspondientes por parte de las empresas aledañas para trabajos externos como medidas sanitarias y disminución de riesgos de contagios. Debido a la postura ante la solicitud se tomó muestra de suelo a un rango no mayo de 500 metros de la Av. Industrial.
<b>OBSERVACIÓN 4:</b>	Los resultados de estudio de suelos del CISMID (2013), indica que en la superficie del terreno tiene una presencia de tipo limos (SP, SP-SM), arcilla de baja plasticidad (CL), debajo de la superficie se encuentran materiales como arenas mal gradadas (SP), arenas arcillosas (SC), arenas limosas (SM, SP-SM) y limos (ML). En la profundidad máxima de 5.50 metros cuenta con presencia de arena mal gradada (GP).

**RICARDO ROBERTO AYALA JARA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. del Colegio de Ingenieros 85520  
CONSULTOR DE OBRAS 43418



**JOSE ANTONIO CASTRO CARDENAS**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 168453  
SUPERVISOR DE OBRA

## ANEXO 6. Tabla técnica de perfiles de acero estructural A36 -A500

Fuente: Elaboración Propia

Ficha tecnica 1, composicion quimica del acero A36.

Composición química (% ≤) para formas						
Acero	C	Si	Mn	P	S	Cu
ASTM A36	0.26	0.40	no requirement	0.04	0.05	0.20

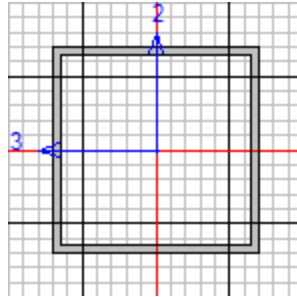
Composición química (% ≤), para placas de acero, ancho > 380 mm (15 pulg.)							
Acero	C	Si	Mn	P	S	Cu	Espesor (d), mm (pulg.)
ASTM A36	0.25	0.40	Sin requisitos	0.03	0.03	0.20	d ≤ 20 (0.75)
	0.25	0.40	0.80-1.20	0.03	0.03	0.20	20 < d ≤ 40 (0.75 < d ≤ 1.5)
	0.26	0.15-0.40	0.80-1.20	0.03	0.03	0.20	40 < d ≤ 65 (1.5 < d ≤ 2.5)
	0.27	0.15-0.40	0.85-1.20	0.03	0.03	0.20	65 < d ≤ 100 (2.5 < d ≤ 4)
	0.29	0.15-0.40	0.85-1.20	0.03	0.03	0.20	> 100 (4)

Composición química (% ≤), para placas y barras de acero, ancho ≤ 380 mm (15 pulg.)							
Acero	C	Si	Mn	P	S	Cu	Espesor (d), mm (pulg.)
ASTM A36	0.26	0.40	Sin requisitos	0.04	0.05	0.20	d ≤ 20 (0.75)
	0.27	0.40	0.60-0.90	0.04	0.05	0.20	20 < d ≤ 40 (0.75 < d ≤ 1.5)
	0.28	0.40	0.60-0.91	0.04	0.05	0.20	40 < d ≤ 100 (1.5 < d ≤ 4)
	0.29	0.40	0.60-0.92	0.04	0.05	0.20	> 100 (4)

## ANEXO 7. Diseño de elementos estructurales – SAP2000 V21

**Fuente:** Elaboración Propia

### COLUMNNA



#### AISC 360-16 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : Kgf, cm, C

Frame : 961    X Mid: 0,000    Combo: COMB6    Design Type: Column  
 Length: 662,000    Y Mid: 7200,000    Shape: HSS12X12X.500    Frame Type: OMF  
 Loc : 0,000    Z Mid: 331,000    Class: Non-Compact    Princpl Rot: 0,000 degrees

Provision: LRFD    Analysis: Direct Analysis  
 D/C Limit=1,000    2nd Order: General 2nd Order    Reduction: Tau-b Fixed  
 AlphaPr/Py=0,016    AlphaPr/Pe=0,006    Tau\_b=1,000    EA factor=0,800    EI factor=0,800

PhiB=0,900    PhiC=0,900    PhiTY=0,900    PhiTF=0,750  
 PhiS=0,900    PhiS-RI=1,000    PhiST=0,900

A=134,838    I33=19021,776    r33=11,877    S33=1248,148    Av3=72,000  
 J=30301,648    I22=19021,776    r22=11,877    S22=1248,148    Av2=72,000  
 E=2100000,000    fy=2530,000    Ry=1,501    z33=1468,281  
 RLLF=1,000    Fu=4080,000    z22=1468,281

HSS Welding: ERW    Reduce HSS Thickness? No

#### STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo COMB6)

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
0,000	-5374,280	-837442,705	18834,633	-221,801	62,245	-10792,964

#### PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1-1b)

D/C Ratio: 0,266 = 0,010 + 0,250 + 0,006  
 = (1/2)(Pr/Pc) + (Mr33/Mc33) + (Mr22/Mc22)

#### AXIAL FORCE & BIAxIAL MOMENT DESIGN (H1-1b)

Factor	L	K1	K2	B1	B2	Cm
Major Bending	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Minor Bending	0,970	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

	Ltb	Kltb	Cb
LTB	0,970	1,000	2,335

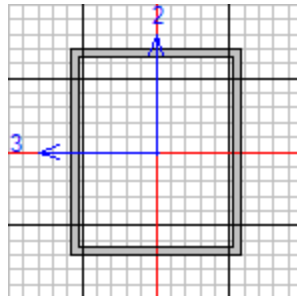
Pu    phi\*Pnc    phi\*Pnt

Axial	Force	Capacity	Capacity		
	-5374,280	261966,726	307027,122		
	Mu	phi*Mn	phi*Mn	phi*Mn	
	Moment	Capacity	No LTB	Cb=1	
Major Moment	-837442,705	3343275,631	3343275,631	3343275,631	
Minor Moment	18834,633	3343275,631			
	Tu	Tn	phi*Tn		
	Moment	Capacity	Capacity		
Torsion	-10792,964	3068497,804	2761648,024		

### SHEAR CHECK

	Vu	phi*Vn	Stress	Status	
	Force	Capacity	Ratio	Check	
Major Shear	2094,527	86931,133	0,024	OK	
Minor Shear	67,284	86931,133	0,001	OK	

### CORDÓN SUPERIOR E INFERIOR DE TIJERAL



AISC 360-16 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)  
Units : Kgf, cm, C

Frame : 983 X Mid: 1425,000 Combo: COMB8 Design Type: Brace  
Length: 150,809 Y Mid: 7200,000 Shape: HSS6X5X.250 Frame Type: OMF  
Loc : 150,809 Z Mid: 810,200 Class: Non-Compact Princpl Rot: 0,000 degrees

Provision: LRFD Analysis: Direct Analysis  
D/C Limit=1,000 2nd Order: General 2nd Order Reduction: Tau-b Fixed  
AlphaPr/Py=0,112 AlphaPr/Pe=0,013 Tau\_b=1,000 EA factor=0,800 EI factor=0,800

PhiB=0,900 PhiC=0,900 PhiTY=0,900 PhiTF=0,750  
PhiS=0,900 PhiS-RI=1,000 PhiST=0,900

A=30,774 I33=1028,092 r33=5,780 S33=134,920 Av3=15,032  
J=1423,512 I22=778,353 r22=5,029 S22=122,575 Av2=18,039  
E=2038901,916 fy=3515,348 Ry=1,100 z33=161,740  
RLLF=1,000 Fu=4569,953 z22=142,895

HSS Welding: ERW Reduce HSS Thickness? No

### STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo COMB8)

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu	
150,809	-12092,370	-8993,848	3181,565	361,515	55,982	-401,355	

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1-1b)

D/C Ratio:  $0,090 = 0,065 + 0,018 + 0,007$   
 $= (1/2)(Pr/Pc) + (Mr33/Mc33) + (Mr22/Mc22)$

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1-1b)

Factor	L	K1	K2	B1	B2	Cm
Major Bending	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Minor Bending	0,867	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

	Lt <b>b</b>	Klt <b>b</b>	C <b>b</b>
L <b>T</b> B	0,867	1,000	1,521

	Pu	phi*Pnc	phi*Pnt
	Force	Capacity	Capacity
Axial	-12092,370	92635,786	97363,608

	Mu	phi*Mn	phi*Mn	phi*Mn
	Moment	Capacity	No LTB	Cb=1
Major Moment	-8993,848	511716,178	511716,178	511716,178
Minor Moment	3181,565	452093,745		

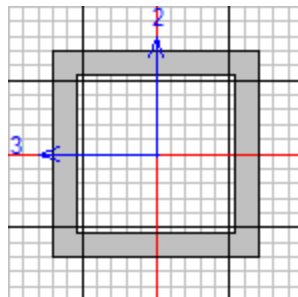
  

	Tu	Tn	phi*Tn
	Moment	Capacity	Capacity
Torsion	-401,355	441105,163	396994,647

**SHEAR CHECK**

	Vu	phi*Vn	Stress	Status
	Force	Capacity	Ratio	Check
Major Shear	361,515	30253,334	0,012	OK
Minor Shear	55,982	24546,235	0,002	OK

**DIAGONALES Y VERTICALES DE TIJERAL**



**AISC 360-16 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)**

Units : Kgf, cm, C

Frame : 989 X Mid: 1125,000 Combo: COMB8 Design Type: Brace  
 Length: 195,128 Y Mid: 7200,000 Shape: HSS2X2X.250 Frame Type: OMF  
 Loc : 97,564 Z Mid: 724,400 Class: Non-Compact Princpl Rot: 0,000 degrees

Provision: LRFD Analysis: Direct Analysis  
 D/C Limit=1,000 2nd Order: General 2nd Order Reduction: Tau-b Fixed  
 AlphaPr/Py=0,069 AlphaPr/Pe=0,101 Tau\_b=1,000 EA factor=0,800 EI factor=0,800

PhiB=0,900 PhiC=0,900 PhiTY=0,900 PhiTF=0,750  
 PhiS=0,900 PhiS-RI=1,000 PhiST=0,900

A=9,742 I33=31,092 r33=1,787 S33=12,241 Av3=6,013  
 J=54,526 I22=31,092 r22=1,787 S22=12,241 Av2=6,013  
 E=2100000,000 fy=2530,000 Ry=1,501 z33=15,797

RLLF=1,000    Fu=4080,000                    z22=15,797

HSS Welding: ERW Reduce HSS Thickness? No

**STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo COMB8)**

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
97,564	1701,360	251,813	0,000	0,000	0,000	0,000

**PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1.2,H1-1b)**

D/C Ratio: 0,045 = 0,038 + 0,007 + 0,000  
 = (1/2)(Pr/Pc) + (Mr33/Mc33) + (Mr22/Mc22)

**AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1.2,H1-1b)**

Factor	L	K1	K2	B1	B2	Cm
Major Bending	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Minor Bending	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

	Lltb	Kltb	Cb
LTB	1,000	1,000	1,380

	Pu	phi*Pnc	phi*Pnt
	Force	Capacity	Capacity
Axial	1701,360	12058,742	22182,343

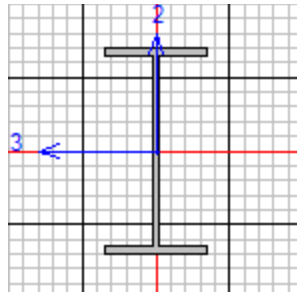
	Mu	phi*Mn	phi*Mn	phi*Mn
	Moment	Capacity	No LTB	Cb=1
Major Moment	251,813	35970,064	35970,064	35970,064
Minor Moment	0,000	35970,064		

	Tu	Tn	phi*Tn
	Moment	Capacity	Capacity
Torsion	0,000	34978,136	31480,322

**SHEAR CHECK**

	Vu	phi*Vn	Stress	Status
	Force	Capacity	Ratio	Check
Major Shear	0,000	5343,735	0,000	OK
Minor Shear	0,000	5343,735	0,000	OK

**CORREAS**



**AISC 360-16 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)**

Units : Kgf, cm, C

Frame : 1169	X Mid: 300,000	Combo: COMB1	Design Type: Beam
Length: 800,000	Y Mid: 1200,000	Shape: IPE270	Frame Type: OMF
Loc : 800,000	Z Mid: 693,200	Class: Compact	Princpl Rot: 0,000 degrees

Provision: LRFD Analysis: Direct Analysis  
 D/C Limit=1,000 2nd Order: General 2nd Order Reduction: Tau-b Fixed  
 AlphaPr/Py=0,004 AlphaPr/Pe=0,049 Tau\_b=1,000 EA factor=0,800 EI factor=0,800

PhiB=0,900 PhiC=0,900 PhiTY=0,900 PhiTF=0,750  
 PhiS=0,900 PhiS-RI=1,000 PhiST=0,900

A=45,900 I33=5790,000 r33=11,231 S33=428,889 Av3=22,950  
 J=15,900 I22=420,000 r22=3,025 S22=62,222 Av2=17,820  
 E=2038901,916 fy=3515,348 Ry=1,100 z33=484,000 Cw=70870,842  
 RLLF=1,000 Fu=4569,953 z22=97,000

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo COMB1)

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
800,000	648,707	-24087,979	211,190	209,161	-0,565	16,970

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1.2,H1-1b)

D/C Ratio: 0,041 = 0,002 + 0,038 + 0,000  
 = (1/2)(Pr/Pc) + (Mr33/Mc33) + (Mr22/Mc22)

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1.2,H1-1b)

Factor	L	K1	K2	B1	B2	Cm
Major Bending	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Minor Bending	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Ltb	Kltb	Cb
LTB	1,000	1,607

	Pu	phi*Pnc	phi*Pnt
Axial	Force	Capacity	Capacity
Axial	648,707	10423,354	145219,031

	Mu	phi*Mn	phi*Mn	phi*Mn
	Moment	Capacity	No LTB	Cb=1
Major Moment	-24087,979	637252,485	1531285,646	396627,773
Minor Moment	211,190	306889,892		

SHEAR CHECK

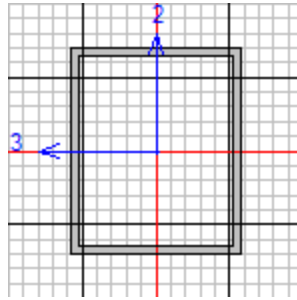
	Vu	phi*Vn	Stress	Status
	Force	Capacity	Ratio	Check
Major Shear	209,161	37586,102	0,006	O
Minor Shear	0,565	52278,850	1,080E-05	OK

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

	VMajor	VMajor
	Left	Right
Major (V2)	194,343	209,161



## LARGUEROS ENTRE PÓRTICOS



### AISC 360-16 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : Kgf, cm, C

Frame : 1277 X Mid: 0,000 Combo: COMB3 Design Type: Beam  
 Length: 800,000 Y Mid: 1200,000 Shape: HSS6X5X.250 Frame Type: OMF  
 Loc : 0,000 Z Mid: 642,000 Class: Non-Compact Princpl Rot: 0,000 degrees

Provision: LRFD Analysis: Direct Analysis

D/C Limit=1,000 2nd Order: General 2nd Order Reduction: Tau-b Fixed  
 AlphaPr/Py=0,001 AlphaPr/Pe=0,244 Tau\_b=1,000 EA factor=0,800 EI factor=0,800

PhiB=0,900 PhiC=0,900 PhiTY=0,900 PhiTF=0,750  
 PhiS=0,900 PhiS-RI=1,000 PhiST=0,900

A=30,774 I33=1028,092 r33=5,780 S33=134,920 Av3=15,032  
 J=1423,512 I22=778,353 r22=5,029 S22=122,575 Av2=18,039  
 E=2038901,916 fy=3515,348 Ry=1,100 z33=161,740  
 RLLF=1,000 Fu=4569,953 z22=142,895

HSS Welding: ERW Reduce HSS Thickness? No

### STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo COMB3)

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
0,000	-161,056	-15691,549	316,248	-116,389	0,826	-246,299

### PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1-1a)

D/C Ratio:  $0,337 = 0,309 + 0,027 + 0,000$   
 $= (Pr/Pc) + (8/9)(Mr33/Mc33) + (8/9)(Mr22/Mc22)$

### AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1-1a)

Factor	L	K1	K2	B1	B2	Cm
Major Bending	7,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Minor Bending	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,233

	Lt <b>b</b>	Klt <b>b</b>	C <b>b</b>
L <b>TB</b>	1,000	1,000	2,416

	Pu	phi*Pnc	phi*Pnt
	Force	Capacity	Capacity
Axial	-161,056	520,708	97363,608

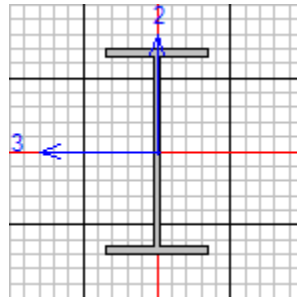
	Mu	phi*Mn	phi*Mn	phi*Mn
	Moment	Capacity	No LTB	Cb=1
Major Moment	-15691,549	511716,178	511716,178	511716,178
Minor Moment	316,248	452093,745		

	Tu	Tn	phi*Tn
	Moment	Capacity	Capacity
Torsion	-246,299	441105,163	396994,647

#### SHEAR CHECK

	Vu	phi*Vn	Stress	Status
	Force	Capacity	Ratio	Check
Major Shear	116,389	30253,334	0,004	OK
Minor Shear	0,826	24546,235	3,366E-05	OK

### ARROSTRAMIENTOS CONCÉNTRICOS



AISC 360-16 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)  
Units : Kgf, cm, C

Frame : 1302 X Mid: 0,000 Combo: COMB8 Design Type: Brace  
Length: 1025,750 Y Mid: 400,000 Shape: IPE270 Frame Type: OMF  
Loc : 512,875 Z Mid: 321,000 Class: Compact Princpl Rot: 0,000 degrees

Provision: LRFD Analysis: Direct Analysis  
D/C Limit=1,000 2nd Order: General 2nd Order Reduction: Tau-b Fixed  
AlphaPr/Py=0,017 AlphaPr/Pe=0,340 Tau\_b=1,000 EA factor=0,800 EI factor=0,800

PhiB=0,900 PhiC=0,900 PhiTY=0,900 PhiTF=0,750  
PhiS=0,900 PhiS-RI=1,000 PhiST=0,900

A=45,900 I33=5790,000 r33=11,231 S33=428,889 Av3=22,950  
J=15,900 I22=420,000 r22=3,025 S22=62,222 Av2=17,820  
E=2038901,916 fy=3515,348 Ry=1,100 z33=484,000 Cw=70870,842  
RLLF=1,000 Fu=4569,953 z22=97,000

#### STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo COMB8)

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
512,875	-2730,583	0,000	-33259,359	0,000	0,000	0,000

#### PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1-1a)

$$\text{D/C Ratio: } 0,527 = 0,431 + 0,000 + 0,096$$

$$= (\text{Pr}/\text{Pc}) + (8/9)(\text{Mr}33/\text{Mc}33) + (8/9)(\text{Mr}22/\text{Mc}22)$$

#### AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1-1a)

Factor	L	K1	K2	B1	B2	Cm
Major Bending	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Minor Bending	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

	Lt <b>b</b>	Klt <b>b</b>	C <b>b</b>
L <b>TB</b>	1,000	1,000	1,000

	Pu	phi*Pnc	phi*Pnt
	Force	Capacity	Capacity

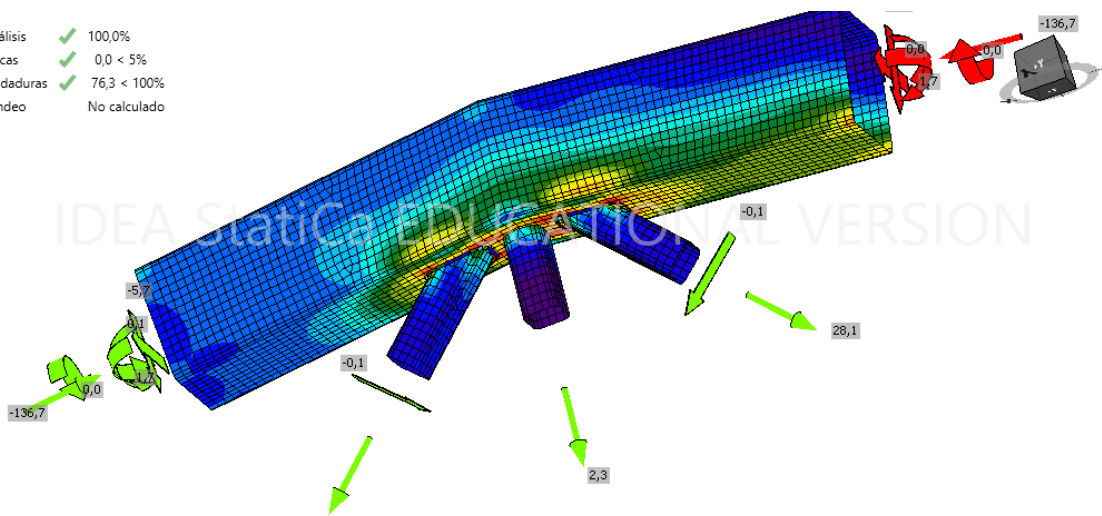
Axial        -2730,583        6340,216        145219,031

	Mu	phi*Mn	phi*Mn	phi*Mn
	Moment	Capacity	No LTB	Cb=1
Major Moment	0,000 300015,	957 1531285,	646 300015	,957
Minor Moment	-33259,359	306889,892		

**SHEAR CHECK**

	Vu	phi*Vn	Stress	Status
	Force	Capacity	Ratio	Check
Major Shear	0,000	37586,102	0,000	OK
Minor Shear	0,000	52278,850	0,000	OK

Análisis    ✓ 100,0%  
 Placas    ✓ 0,0 < 5%  
 Soldaduras ✓ 76,3 < 100%  
 Pandeo    No calculado



## ANEXO 8. Ficha técnica de Perfiles HSS

Fuente: Elaboración Propia

DIMENSIONES EXTERIORES pulg	DIMENSIONES EXTERIORES mm	ESPESOR pulg – mm	PESO Kg/m
4" x 4"	102 x 102	0.312 – 7.9 0.375 – 9.5	22.13 25.74
5" x 5	127 x 127	0.312 – 7.9 0.375 – 9.5	28.52 33.44
6" x 4"	152 x 102	0.312 – 7.9 0.375 – 9.5	28.52 33.44
6" x 6"	152 x 152	0.187 – 4.7 0.250 – 6.3 0.312 – 7.9 0.375 – 9.5 0.500 – 12.7	21.62 28.36 34.75 40.98 52.46
8" x 3"	203 x 76	0.125 – 3.2 0.187 – 4.7	13.61 20.00
8" x 4"	203 x 102	0.187 – 4.7 0.250 – 6.3 0.312 – 7.9 0.375 – 9.5 0.500 – 12.7	21.64 28.36 34.75 40.98 52.46
8" x 6"	203 x 152	0.250 – 6.3 0.375 – 9.5	33.44 48.52
8" x 8"	203 x 203	0.187 – 4.7 0.250 – 6.3 0.312 – 7.9 0.375 – 9.5 0.500 – 12.7	29.34 38.52 47.54 56.07 72.79
10" x 6"	254 x 152	0.187 – 4.7 0.250 – 6.3 0.375 – 9.5 0.500 – 12.7	29.34 38.52 56.23 72.79
10" x 10"	254 x 254	0.187 – 4.7 0.250 – 6.3 0.312 – 7.9 0.375 – 9.5 0.500 – 12.7	36.89 48.69 60.16 71.31 92.95
12" x 6"	305 x 152	0.375 – 9.5	63.77
12" x 8"	305 x 203	0.250 – 6.3 0.375 – 9.5 0.500 – 12.7	48.69 71.31 92.95
12" x 12"	305 x 305	0.250 – 6.3 0.312 – 7.9 0.375 – 9.5 0.500 – 12.7 0.625 – 15.9	58.69 72.79 86.56 113.28 139.02
14" x 14"	356 x 356	0.312 – 7.9 0.375 – 9.5 0.500 – 12.7 0.625 – 15.9	85.40 101.80 133.61 164.26
16" x 16"	406 x 406	0.312 – 7.9 0.375 – 9.5 0.500 – 12.7 0.625 – 15.9	98.03 116.89 153.77 189.67

## ANEXO 9. Ficha técnica de Plancha LAC

Fuente: Elaboración Propia

Norma técnica ASTM A569 - ASTM A36

PLANCHAS LAMINADAS EN CALIENTE	ESPESOR	FORMATO	FORMATO
PLANCHA LAC A569 5/64	2.0 mm	1200 x 2400 mm	
PLANCHA LAC A569 3/32	2.5 mm	1200 x 2400 mm	
PLANCHA LAC A569 1/8	3.0 mm	1200 x 2400 mm	1500 x 3000 mm
PLANCHA LAC A569 5/32	4.0 mm	1200 x 2400 mm	1500 x 3000 mm
PLANCHA LAC A569 3/16	4.4 mm	1200 x 2400 mm	1500 x 3000 mm
PLANCHA LAC A569 1/4	5.9 mm	1200 x 2400 mm	1500 x 3000 mm
PLANCHA LAC A36 5/16	8.0 mm	1200 x 2400 mm	1500 x 3000 mm
PLANCHA LAC A36 3/8	9.0 mm	1200 x 2400 mm	1500 x 3000 mm
PLANCHA LAC A36 1/2	12.00 mm	1200 x 2400 mm	1500 x 3000 mm
PLANCHA LAC A36 5/8	16.00 mm	1200 x 2400 mm	1500 x 3000 mm
PLANCHA LAC A36 3/4	19.00 mm	1200 x 2400 mm	1500 x 3000 mm

## ANEXO 10. Ficha técnica de Correas tipo Z

Fuente: Elaboración Propia



### Ficha del Producto

#### PERFIL "Z"

##### Usos

Los perfiles estructurales tipo Z, en acero galvanizado y negro, son utilizados en cualquier tipo de construcción. Estos mantienen la características de diseño de los perfiles tipo "C". Su aplicación puede ser : correa de techos en edificaciones de cubiertas livianas, donde la acción principal es la del viento. Se recomienda el uso de Perfil Z en techos para las siguientes instalaciones: industriales, agrícolas, deportivas, centros comerciales, escuelas, hospitales y cerramientos de fachadas.

Ventajas del diseño: 1) Permite la fabricación de estructuras de soporte 2) Es un elemento constructivo liviano y fácil de instalar.

##### Tipos de Material

###### Lamina Caliente

Fabricada bajo norma: ASTM A36

Dimensiones Externas (A x B)		Espesor (t)		Peso			Piezas por Paquete	Kgs por Paquete	Referencias
mm <sup>(1)</sup>	plg <sup>(2)</sup>	mm	Kg/m	Lb/pla	Kg/Pieza	Lb/Pieza			
50 x 100	2 x 4	1,50	2,42	1,63	14,54	32,05	80	1162,84	 <p>c=12 ±2mm</p> <p><b>Propiedades Químicas del Material</b>                      Carbono: 0.18% max                      Silicio: 0.35% max                      Manganeso: 0.60% max                      Fósforo: 0.040% max                      Azufre: 0.040% max</p> <p><b>Propiedades Mecánicas del Material</b>                      Resistencia a la Tracción: 400 Mpa (min)                      Límite de Fluencia: 250 Mpa (min)</p>
50 x 100	2 x 4	2,00	3,23	2,17	19,38	42,73	80	1550,46	
50 x 100	2 x 4	2,38	3,84	2,58	23,06	50,84	80	1845,04	
50 x 100	2 x 4	3,17	5,12	3,44	30,72	67,72	80	2457,47	
50 x 150	2 x 6	1,50	3,04	2,04	18,21	40,16	48	874,29	
50 x 150	2 x 6	2,00	4,05	2,72	24,29	53,54	48	1165,71	
50 x 150	2 x 6	2,38	4,82	3,24	28,90	63,71	48	1387,20	
50 x 150	2 x 6	3,17	6,42	4,31	38,49	84,86	48	1847,66	

<sup>(1)</sup> Medidas Reales/<sup>(2)</sup> Medidas Nominales **Solo bajo pedido**

###### Lamina Galvanizada/Superdyma

Fabricada bajo norma: ASTM A653M C5 Tipo B Z180/NSDCC K18

Dimensiones Externas (A x B)		Espesor (t)		Peso			Piezas por Paquete	Kgs por Paquete	Referencias
mm <sup>(1)</sup>	plg <sup>(2)</sup>	mm	Kg/m	Lb/pla	Kg/Pieza	Lb/Pieza			
50 x 100	2 x 4	1,50	2,42	1,63	14,54	32,05	80	1162,84	 <p>c=12 ±2mm</p> <p><b>Propiedades Químicas</b>                      Carbono: 0.02-0.15%                      Manganeso: 0.60%                      Fósforo: 0.030 %</p>
50 x 100	2 x 4	2,00	3,23	2,17	19,38	42,73	80	1550,46	
50 x 100	2 x 4	2,30	3,71	2,50	22,29	49,14	80	1783,03	
50 x 100	2 x 4	3,00	4,85	3,26	29,07	64,09	80	2325,68	
50 x 150	2 x 6	1,50	3,04	2,04	18,21	40,16	48	874,29	
50 x 150	2 x 6	2,00	4,05	2,72	24,29	53,54	48	1165,71	
50 x 150	2 x 6	2,30	4,65	3,13	27,93	61,57	48	1340,57	
50 x 150	2 x 6	3,00	6,07	4,08	36,43	80,31	48	1748,57	

<sup>(1)</sup> Medidas Reales/<sup>(2)</sup> Medidas Nominales **Solo bajo pedido**

## ANEXO 11. Ficha técnica de Barras ASTM A36

Fuente: Elaboración Propia

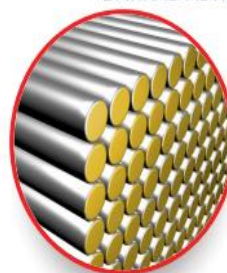
FT-BARRAS ASTM A36  
Versión: 00  
Fecha: 06-04-17  
Gr.art. A01

**KÜPFER**  
PRODUCTOS & SOLUCIONES AVANZADAS

## CONSTRUCCIÓN MECÁNICA

### BARRAS ASTM A36

ASTM A 36 es un acero estructural de mediana resistencia y buenas propiedades de soldabilidad. Presenta un esfuerzo de fluencia de 250 MPa (36 ksi) y un esfuerzo mínimo tracción de 400 a 550 MPa (58 a 80 ksi). Se desarrolló para la fabricación de estructuras remachadas, atornilladas y soldadas, mejorando el contenido de carbono de los aceros ASTM A7.



Kupfer ofrece distintos diámetros para las necesidades del cliente y los identifica con el color naranja.

Cumple con la norma ASTM A6

### APLICACIONES

Las barras ASTM A36 son requeridas en la industria de la construcción en general. Se utilizan en piezas mecanizadas, para componentes de mediana-baja resistencia. Ejes, pernos de anclaje bajo ASTM 1554 Gr 36, pernos ASTM A307 Grado A-C o ASTM F1568 M clase 4,6, remaches sobre ASTM A502 Gr 1 y tuercas ASTM A563 son algunos ejemplos.

### PROPIEDADES

#### Composición Química (% en peso)

Diámetro [in]	C	Mn	P	S	Si	Cu
$\Phi \leq 3/4$	$\leq 0,26$	-	$\leq 0,04$	$\leq 0,05$	$\leq 0,40$	$\geq 0,20$
$3/4 \leq \Phi \leq 1\frac{1}{2}$	$\leq 0,27$	0,60-0,90	$\leq 0,04$	$\leq 0,05$	$\leq 0,40$	$\geq 0,20$
$1\frac{1}{2} \leq \Phi \leq 4$	$\leq 0,28$	0,60-0,90	$\leq 0,04$	$\leq 0,05$	$\leq 0,40$	$\geq 0,20$
$\Phi \leq 4''$	$\leq 0,29$	0,60-0,90	$\leq 0,04$	$\leq 0,05$	$\leq 0,40$	$\geq 0,20$

#### Propiedades Mecánicas

Límite de fluencia [Mpa]	Resistencia a la tracción [Mpa]	Elongación [%] e:50mm
$\geq 250$	400-550	$\geq 23$

\*Dimensionados, fabricación u otros requerimientos se realizan a pedido del cliente



Preparado:  
Ashly Arellano Torres  
Product Manager, División Aceros



Revisado:  
Santiago Riveros  
Innovación, División Aceros



Aprobado:  
Franklin Sagaceta  
Sub Gerente de Producto, División Aceros

## ANEXO 12. Ficha técnica de Soldadura SMAW E60

Fuente: Elaboración Propia

### POSICIONES DE SOLDADURA

Todas, excepto vertical descendente

### NORMAS

AWS A5.1:  
ASME SFA 5.1:

E7018  
E7018

### DIÁMETROS / EMPAQUE

Diámetro		Longitud (mm)	Bolsa 1 kg.	Caja Auto Armable 5 kg. Caja Master 20 kg.	Bolsa Lincoln Larga 5kg. Caja Lincoln Larga 20 kg.
(mm)	(pulg)				
2,50	3/32	350	E7018-33201	E7018-33220	E7018L-14020
3,25	1/8	350	E7018-18001	E7018-18020	
4,00	5/32	350		E7018-53220	
5,00	3/16	350		E7018-31620	
6,00	1/4	450			

### PROPIEDADES MECÁNICAS. (VALORES TÍPICOS)

	Esfuerzo de Fluencia	Resistencia a la Tracción	Alargamiento	Impacto
Requerimientos AWS E7018	505 N/mm <sup>2</sup> [72 ksi]	597 N/mm <sup>2</sup> [85 ksi]	24%	73 J a - 30°C

### COMPOSICIÓN QUÍMICA. (VALORES TÍPICOS)

	%C	%Mn	%Si	%S
Requerimientos AWS E7018	0,05%	1,06%	0,35%	0,010%

### PROCEDIMIENTOS TÍPICOS DE OPERACIÓN

Polaridad	Corriente (Amps)				
	2,50 mm	3,25 mm	4,00 mm	5,00 mm	6,00 mm
C.A / C.C (+)	60-100	90-140	120-190	160-230	210-300



## ANEXO 13. Ficha técnica de Tecnotecho TR-40

Fuente: Elaboración Propia



### DESCRIPCIÓN

Gama de paneles metálicos para coberturas y fachadas, con 4 trapecios que otorgan resistencia estructural, facilidad de instalación y superior acabado, ideal para edificaciones comerciales, industriales y de servicio.

### CARACTERÍSTICAS

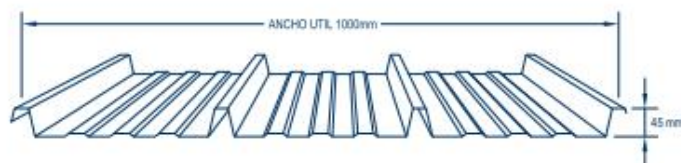
Material : Acero Zincalum ASTM A792, AZ 150.  
Espesor (e) : 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,55; 0,60; 0,75 y 0,80mm.

#### Acabado Cara Superior:

Pintura : Poliéster líquida de espesor 25 micras, sobre primer uretano.  
Colores : Blanco (RAL 9003), Azul (RAL 5007), Rojo (RAL 3020), Gris (RAL 7040) y Verde (RAL 6001). Consulte por nuestros colores especiales.

#### Acabado Cara inferior o Trescaras:

Pintura : Base líquida de 10 micras.  
Largo : A pedido, desde 1 m hasta 12m.



Asesoría  
Post venta

### VENTAJAS

- Asesoría técnica especializada [desarrollo de planos de montaje, detalles y metrados].
- Capacidad para matizar con alta precisión cualquier color del código RAL debido al Centro de Matizado "in house" de última generación.
- Excelente acabado arquitectónico.
- Completa línea de accesorios, sellos y fijaciones.
- Gran resistencia estructural.
- Ahorro en estructura portante.
- Fácil y rápido de instalar.

#### PRECOR S.A.

Oficina : Av. Manuel Olgüín 373, Piso 9, Surco  
Planta : Av. Nicolás Dueñas 559, Lima  
Central : 705-4000

[www.precor.com.pe](http://www.precor.com.pe)



Grupo

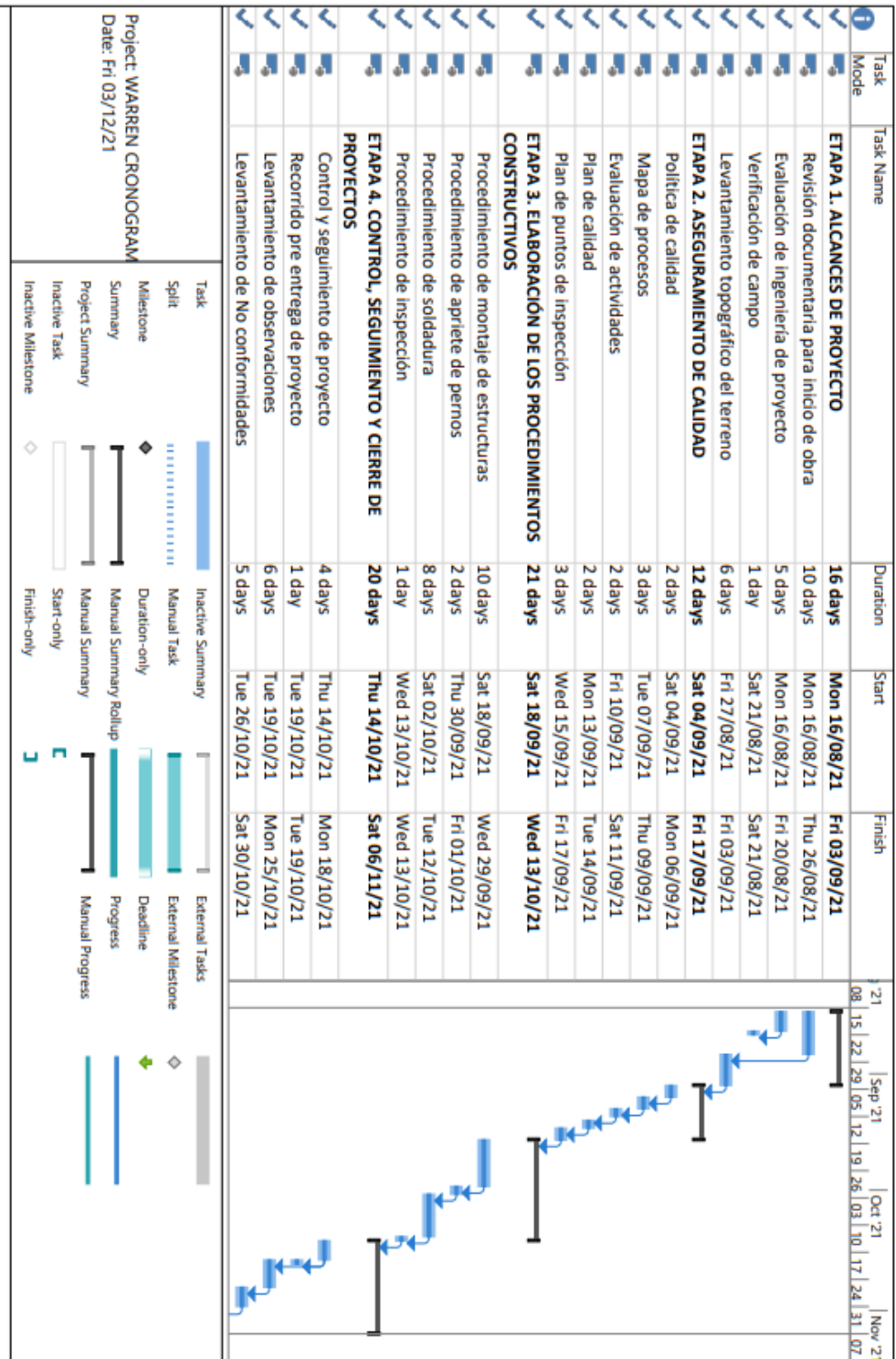
## ANEXO 14. Metrado Nave Tipo Pratt

Partida	Descripción	Und.	Cantidad	Materiales	M. Obra	Equipos	P.U	Parcial
<b>O.E.1</b>	<b>Obras provisionales, trabajos preliminares seguridad y salud</b>							
<b>O.E.1.1</b>	<b>Construcciones provisionales</b>							
O.E.1.1.1	Almacenes , SSHH y comedor	est	1.00	480.00	8000.00	1200.00	9680.00	9680.00
O.E.1.1.2	Guardiania	mes	2.00	0.00	2000.00	0.00	2000.00	4000.00
<b>O.E.1.2</b>	<b>Instalaciones provisionales</b>							
O.E.1.2.1	Agua para la construcción	glb.	1.00	1600.00	0.00	0.00	1600.00	1600.00
O.E.1.2.2	Energia para la construcción	glb.	1.00	3500.00	0.00	0.00	3500.00	3500.00
<b>O.E.1.3</b>	<b>Movilizaciones e equipos y maquinarias</b>							
O.E.1.3.1	Movilizaciones e equipos y maquinarias durante la construcción	glb.	1.00	0.00	1000.00	4200.00	5200.00	5200.00
<b>O.E.1.4</b>	<b>Trabajos preliminares</b>							
O.E.1.4.1	Limpieza de terreno	m2	4600.00	0.00	2.99	0.15	3.14	14444.00
O.E.1.4.2	Trazo y replanteo	m2	4600.00	0.93	2.43	2.43	5.79	26634.00
<b>O.E.2</b>	<b>Estructura</b>							
<b>O.E.2.1</b>	<b>Movimientos de tierra</b>							
O.E.2.1.1	Excavación de cimientos y zapatas	m3	67.50	0.00	29.93	1.50	31.43	2121.53
O.E.2.1.2	Acarreo de material max. 20 ml.	m3	17.76	0.00	9.98	0.50	10.48	186.16
<b>O.E.2.2</b>	<b>Apisonado de sub rasante</b>	m3						
O.E.2.2.1	Apisonado y compactado	m3	4600.00	1.08	3.42	1.67	6.17	28382.00
<b>O.E.2.3</b>	<b>Concreto armado</b>							
<b>O.E.2.3.1</b>	<b>Solado</b>							
O.E.2.3.1.1	Solado concreto ciclopeo	m3	6.75	9.73	12.55	4.36	26.64	179.82
<b>O.E.2.3.2</b>	<b>Zapatas</b>							
O.E.2.3.2.1	Concreto f'c = 210 Kg/cm2	m3	20.25	226.44	27.39	39.87	293.70	5947.43
O.E.2.3.2.2	Encofrado y desencofrado	m2	0.00	10.45	27.01	1.35	38.81	0.00
O.E.2.3.2.3	Acero de grado 60	Kg		3.45	1.08	0.05	4.58	0.00
<b>O.E.2.4</b>	<b>Estructura metálica</b>							
<b>O.E.2.4.1</b>	<b>Pórticos metálicos</b>							
O.E.2.4.1.1	Planchas ASTM A36	Kg	1674.47	5.95	1.65	0.08	7.68	12859.93
O.E.2.4.1.2	Pernos de fijación	Kg	643.32	8.94	2.47	0.12	11.53	7417.48
O.E.2.4.1.3	Columnas metalicas ASTM A 36	Kg	82456.12	6.64	2.21	0.11	8.96	738806.84
O.E.2.4.1.4	Viguetas VC-1 (correas)	Kg	43125.84	7.54	2.03	1.65	11.22	483871.92
O.E.2.4.1.5	Tijerales ASTM A36 (ángulos)	Kg	32567.20	7.54	3.63	1.02	12.19	396994.17
O.E.2.4.1.6	Largueros, tirantes arriostres	Kg	15682.15	7.54	2.58	0.13	10.25	160742.04
<b>O.E.2.4.2</b>	<b>Coberturas</b>							
O.E.2.4.2.1	Cobertura con planchas	Kg		29.70	16.50	3.20	49.40	0.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>							S/ 1,902,567.30
	<b>GASTOS GENERALES</b>							S/ 317,020.66
	<b>UTILIDADES (10%)</b>							S/ 190,256.73
	<b>IGV (18%)</b>							S/ 342,462.11
	<b>TOTAL</b>							S/ 2,752,306.81
<b>ITEM</b>	<b>Descripción</b>	<b>UND</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.UNIT</b>	<b>PARCIAL</b>	<b>SUB TOTAL</b>		
<b>1.0</b>	<b>Gastos fijos</b>							
	Gastos de liquidación	glb.	1.00	400.00	400.00	400.00		
	Gastos legales y notariales	glb.	1.00	400.00	400.00	400.00		
<b>2.0</b>	<b>Gastos variables</b>							
<b>2.1</b>	<b>Dirección tecnica de obra</b>							
	Ing. Residente	Mes	2.25	6000.00	13500.00	30375.00		
	Capataz	Mes	6.32	3500.00	22120.00	139798.40		
	Oficial	Mes	2.71	3000.00	8130.00	22032.30		
	Ayudante	Mes	1.81	2400.00	4344.00	7862.64		
	Soldador	Mes	5.19	3200.00	16608.00	86195.52		
	Operario	Mes	3.16	3000.00	9480.00	29956.80		
	<b>TOTAL</b>					S/ 317,020.66		

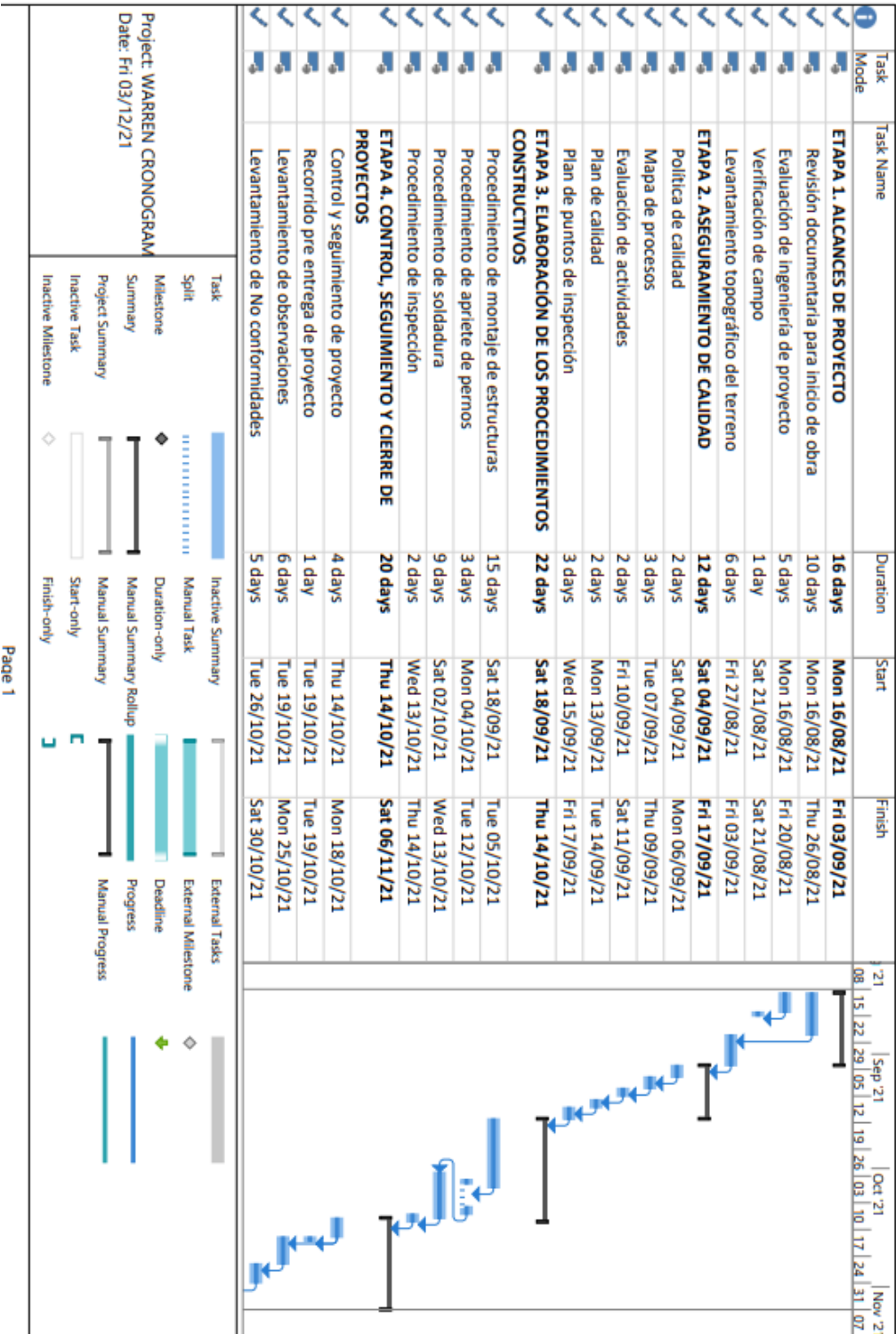
## Anexo 15. Metrado Tipo Warren

Partida	Descripción	Und.	Cantidad	Materiales	M. Obra	Equipos	P.U	Parcial
<b>O.E.1</b>	<b>Obras provisionales, trabajos preliminares seguridad y salud</b>							
<b>O.E.1.1</b>	<b>Construcciones provisionales</b>							
O.E.1.1.1	Almacenes , SSHH y comedor	est	1.00	480.00	8000.00	1200.00	9680.00	9680.00
O.E.1.1.2	Guardiania	mes	2.00	0.00	2000.00	0.00	2000.00	4000.00
<b>O.E.1.2</b>	<b>Instalaciones provisionales</b>							
O.E.1.2.1	Agua para la construcción	glb.	1.00	1600.00	0.00	0.00	1600.00	1600.00
O.E.1.2.2	Energia para la construcción	glb.	1.00	3500.00	0.00	0.00	3500.00	3500.00
<b>O.E.1.3</b>	<b>Movilizaciones e equipos y maquinarias</b>							
O.E.1.3.1	Movilizaciones e equipos y maquinarias durante la construcción	glb.	1.00	0.00	1000.00	4200.00	5200.00	5200.00
<b>O.E.1.4</b>	<b>Trabajos preliminares</b>							
O.E.1.4.1	Limpieza de terreno	m2	4600.00	0.00	2.99	0.15	3.14	14444.00
O.E.1.4.2	Trazo y replanteo	m2	4600.00	0.93	2.43	2.43	5.79	26634.00
<b>O.E.2</b>	<b>Estructura</b>							
<b>O.E.2.1</b>	<b>Movimientos de tierra</b>							
O.E.2.1.1	Excavación de cimientos y zapatas	m3	67.50	0.00	29.93	1.50	31.43	2121.53
O.E.2.1.2	Acarreo de material max. 20 ml.	m3	17.76	0.00	9.98	0.50	10.48	186.16
<b>O.E.2.2</b>	<b>Apisonado de sub rasante</b>							
O.E.2.2.1	Apisonado y compactado	m3	4600.00	1.08	3.42	1.67	6.17	28382.00
<b>O.E.2.3</b>	<b>Concreto armado</b>							
<b>O.E.2.3.1</b>	<b>Solado</b>							
O.E.2.3.1.1	Solado concreto ciclopeo	m3	6.75	9.73	12.55	4.36	26.64	179.82
<b>O.E.2.3.2</b>	<b>Zapatas</b>							
O.E.2.3.2.1	Concreto f'c = 210 Kg/cm2	m3	20.25	226.44	27.39	39.87	293.70	5947.43
O.E.2.3.2.2	Encofrado y desencofrado	m2	0.00	10.45	27.01	1.35	38.81	0.00
O.E.2.3.2.3	Acero de grado 60	Kg		3.45	1.08	0.05	4.58	0.00
<b>O.E.2.4</b>	<b>Estructura metálica</b>							
<b>O.E.2.4.1</b>	<b>Pórticos metálicos</b>							
O.E.2.4.1.1	Planchas ASTM A36	Kg	1056.12	5.95	1.65	0.08	7.68	8111.00
O.E.2.4.1.2	Pernos de fijación	Kg	643.32	8.94	2.47	0.12	11.53	7417.48
O.E.2.4.1.3	Columnas metalicas ASTM A 36	Kg	82456.12	6.64	2.21	0.11	8.96	738806.84
O.E.2.4.1.4	Viguetas VC-1 (correas)	Kg	43125.84	7.54	2.03	1.65	11.22	483871.92
O.E.2.4.1.5	Tijerales ASTM A36 (ángulos)	Kg	32367.20	7.54	3.63	1.02	12.19	394556.17
O.E.2.4.1.6	Largueros, tirantes arriostres	Kg	4213.56	7.54	2.58	0.13	10.25	43188.99
<b>O.E.2.4.2</b>	<b>Coberturas</b>							
O.E.2.4.2.1	Cobertura con planchas	Kg		29.70	16.50	3.20	49.40	0.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>							S/ 1,777,827.33
	<b>GASTOS GENERALES</b>							S/ 317,020.66
	<b>UTILIDADES (10%)</b>							S/ 177,782.73
	<b>IGV (18%)</b>							S/ 320,008.92
	<b>TOTAL</b>							S/ 2,592,639.64
<b>ITEM</b>	<b>Descripción</b>	<b>UND</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.UNIT</b>	<b>PARCIAL</b>	<b>SUB TOTAL</b>		
<b>1.0</b>	<b>Gastos fijos</b>							
	Gastos de liquidación	glb.	1.00	400.00	400.00	400.00		
	Gastos legales y notariales	glb.	1.00	400.00	400.00	400.00		
<b>2.0</b>	<b>Gastos variables</b>							
<b>2.1</b>	<b>Dirección tecnica de obra</b>							
	Ing. Residente	Mes	2.25	6000.00	13500.00	30375.00		
	Capataz	Mes	6.32	3500.00	22120.00	139798.40		
	Oficial	Mes	2.71	3000.00	8130.00	22032.30		
	Ayudante	Mes	1.81	2400.00	4344.00	7862.64		
	Soldador	Mes	5.19	3200.00	16608.00	86195.52		
	Operario	Mes	3.16	3000.00	9480.00	29956.80		
	<b>TOTAL</b>						S/ 317,020.66	

## Anexo 16. Cronograma de ejecución – Nave Warren




## Anexo 17. Cronograma Nave Pratt



## Anexo 18. Reporte Turnitin

Preparando la



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FAACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

*Análisis Computativo de Nubes, Unidades: de an*  
**Merces de Luz con Calles**, Tipo Práct y Tipo  
 Visión, Lina 2021

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**  
 Carmen Maricela Huamani Rodríguez  
 Lina María Velasco Rodríguez, 0000-0001-5584-3389

**ASESOR:**  
 Dr. Hector Eudoro Oscar Alvarado Cordero, 0000-0001-5584-3389

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
 Diseño, Simulación y Evaluación

**LÍNEA - FPMU:**  
 2021

Resumen de coincidencias

24 %

X

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	16 %	>
2	repositorio.upoct.es Fuente de Internet	1 %	>
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %	>
4	es.scribd.com Fuente de Internet	1 %	>
5	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	1 %	>
6	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	1 %	>
7	www.scribd.com Fuente de Internet	1 %	>
8	repositorio.uima.edu.pe	1 %	>



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, CARMEN MORI GIORDI, LAVERIANO BELLIDO JOB JESUHA estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE NAVES INDUSTRIALES DE 40 METROS DE LUZ CON CELOSÍAS TIPO PRATT Y TIPO WARREN, LURIN 2021", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
CARMEN MORI GIORDI <b>DNI:</b> 48478652 <b>ORCID</b> 0000-0002-0708-0416	Firmado digitalmente por: CCARMENMO el 05-01- 2022 06:45:21
LAVERIANO BELLIDO JOB JESUHA <b>DNI:</b> 72077824 <b>ORCID</b> 0000-0002-6256-638X	Firmado digitalmente por: JLAVERIANOB el 05-01- 2022 06:26:42

Código documento Trilce: INV - 0495769