



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño estructural de nave industrial metálica para
mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao-2017

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Vargas Córdova, William Gerald

ASESOR:

Mg. Delgado Ramirez felix

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA-PERÚ

2017

PÁGINA DEL JURADO

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL METÁLICA PARA
MEJORAMIENTO DE ALMACENES EN AV. ARGENTINA, CALLAO-2017”**

POR:

WILLIAM GERALD VARGAS CORDOVA

Presentada a la Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil
de la Universidad Cesar Vallejo, para optar el título de:

INGENIERO CIVIL

APROBADO POR:

Mg. Carbajal Reyes Lilia Rosa
PRESIDENTE

Mg. Cordova Salcedo, Felimon
SECRETARIO

Mg. Delgado Ramirez felix
VOCAL

DEDICATORIA

A mis padres, fuente inagotable de mi inspiración, al igual que mi hermano y familiares que me apoyaron en bien de mi formación personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que colaboraron en el desarrollo de la presente tesis, en especial a mi familia por el apoyo incondicional que me han brindado.

Al Mag. Jorge Alban Contreras, por el apoyo brindado como asesor de la presente tesis.

A la familia de ISI Contratistas, en especial al Ing. William Manrique Vargas, por lo aportado para el desarrollo de la tesis en presentación.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, William Gerald Vargas Córdova, con DNI N° 48038280, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Lima, 09 de diciembre del 2017

William Gerald Vargas Córdova

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Diseño estructural de nave industrial metálica para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao-2017”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

William Gerald Vargas Córdova

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE.....	vii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN	
1.1 Realidad problemática.....	2
1.2 Trabajos previos.....	4
1.2.1 Antecedentes nacionales.....	4
1.2.2 Antecedentes internacionales.....	5
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	7
1.3.1 Diseño estructural.....	7
1.3.1.1 Planeamiento.....	7
1.3.1.2 Configuración preliminar.....	9
1.3.1.3 Determinación de las cargas.....	9
1.3.1.3.1 Cargas de diseño.....	10
1.3.1.3.1.1 Carga muerta.....	10
1.3.1.3.1.2 Carga viva.....	10
1.3.1.3.1.3 Carga de viento.....	11
1.3.1.3.1.4 Carga sísmica.....	14
1.3.1.3.2 Cimentación.....	20
1.3.1.4 Selección de perfiles.....	21
1.3.1.5 Análisis estructural.....	21
1.3.1.6 Evaluación.....	22
1.3.1.7 Rediseño.....	22
1.3.1.8 Decisión.....	22
1.3.2 Materiales.....	23
1.3.2.1. Acero.....	23
1.3.2.1.1 Clasificación por norma técnica, calidad comercial y estructura.....	23

1.3.2.1.2	Propiedades físico-mecànica del hacer estructural	25
1.3.2.1.3	Clasificación de perfiles estructurales	27
1.3.2.1.4	Tipos de estructura de acero	28
1.3.2.2	Soldadura.....	28
1.3.2.3	Pernos.....	29
1.3.2.4	Tensores	30
1.3.3	Nave industrial metálica	30
1.3.3.1	Uso de la nave industrial	30
1.3.3.1.1	Tipología Arquitectónica de la nave industrial.....	31
1.3.3.1.1.1	Techo parabólico.....	31
1.3.3.1.1.2	Techo a dos aguas	31
1.3.3.1.1.3	Techo a un agua.....	32
1.3.3.1.1.4	Techo tipo sierra.....	33
1.3.3.1.1.5	Techo tipo domo o cascarón.....	33
1.3.4	Puente grúa.....	34
1.3.4.1	Componentes de un puente grúa.....	35
1.3.4.2	Viga carrilera.....	35
1.4	Formulación del problema.....	37
1.4.1	Problema general.....	37
1.4.2	Problemas específicos	37
1.5	Justificación del problema	37
1.5.1	Económico	38
1.5.2	Tecnológico.....	38
1.5.3	Ambiental.....	38
1.5.4	Social.....	38
1.5.5	Legal y normativo.....	38
1.6	Hipótesis	39
1.6.1	Hipótesis general	39
1.6.2	Hipótesis específicas	39
1.7	Objetivos	40
1.7.1	Objetivo general.....	40
1.7.2	Objetivos específicos	40
II. MÉTODOLÓGÍA		
2.1	Diseño de investigación.....	42
2.1.1	Método.....	42
2.1.2	Tipo de estudio.....	42

2.1.3 Nivel de estudio.....	43
2.2 Variables, operacionalización.....	43
2.2.1 Variables.....	43
2.2.2 Matriz de operacionalización.....	44
2.3 Población y muestra.....	48
2.3.1 Población	48
2.3.2 Muestra	48
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	48
2.4.1 Técnica.....	48
2.4.2 Instrumento de recolección de datos	49
2.4.2.1 Estudio de Mecánica de Suelo.....	49
2.4.2.1.1 Trabajo de campo.....	51
2.4.2.1.2 Ensayo de laboratorio.....	52
2.4.2.1.3 Trabajo de gabinete.....	52
2.4.2.2 Expedición de información procesada de variable hidrometeorológica...53	
2.4.2.3 Recopilación de certificaciones y características del material	57
2.4.3 Validez y confiabilidad	59
2.5 Métodos de análisis de datos	60
2.5.1 Metodología de Diseño en Acero:AISC-LRFD	60
2.5.1.1 Combinaciones de Carga por método AISC-LRFD.....	61
2.5.2 Herramienta de Diseño :Software SAP 2000	62
2.5.2.1 Datos de entrada	62
2.5.2.2 Análisis del software	64
2.5.2.3 Datos de salida.....	64
2.6 Aspectos éticos	64
III. RESULTADOS	
3.1 Descripción de la zona de estudio.....	66
3.2 Datos recopilados para el inicio de la primera modelación.....	67
3.3 Resultados de la 1ra modelación: Estructura metálica de pórtico parabólico.....	68
3.3.1 Cargas solicitadas para el diseño de la estructura metálica con pórtico parabólico.....	68
3.3.1.1 Carga muerta (D).....	68
3.3.1.2 Carga viva (L,Lr).....	69
3.3.1.3 Carga viento (W)	69
3.3.1.4 Carga sísmica (E).....	71
3.3.2 Diseño resultante de la 1ra modelación de la estructura metálica de	

pórtico mediante el software SAP 2000 por metodología AISC-LRFD.....	73
3.3.3 Graficas resultantes obtenidas de la 1ra Modelación de la estructura metálica de pórtico parabólico mediante el software SAP 2000.....	74
3.3.3.1 Análisis sísmico estático.....	74
3.3.3.2 Análisis dinámico.....	77
3.4 Resultados de la 2da modelación: Estructura metálica con puente grúa 5 Ton .	79
3.4.1 Cargas solicitadas para el diseño de la estructura metálica con puente grúa de 5 Ton.....	79
3.4.1.1 Modelamiento de puente grúa 5 Ton	79
3.4.1.1.1 Evaluación por servicio y diseño del perfil del puente grúa	80
3.4.1.1.2 Carga viva generada por puente grúa sobre la estructura	81
3.4.1.2 Diseño de viga carrilera	83
3.4.2 Diseño resultante de la 2da modelación de la estructura con variante de puente grúa mediante SAP 2000 por metodología AISC-LRFD.....	85
3.4.3 Graficas resultantes obtenidas de la 2da modelación de la estructura metálica con variante de puente grúa mediante el software SAP 2000	86
3.4.3.1 Análisis dinámico.....	87

IV. DISCUSIÓN

V. CONCLUSIONES

VI. RECOMENDACIONES

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VIII. ANEXOS

Anexo N°1: Matriz de Consistencia

Anexo N°2: Presupuesto General del Proyecto

Anexo N°3: Cronograma de trabajo del Proyecto

Anexo N°4: Fichas técnicas de investigación validadas

Anexo N°5: Estudio de Mecánica de Suelos (Av. Argentina, Callao)

Anexo N°6: Tabla técnica de perfiles del material acero estructural A-36 y A-500

Anexo N°7: Ficha técnica de aplicativo web Windy.com (V. hidrometeorológicas)

Anexo N°8: Ficha técnica de polipasto/tecle -trole (Fabricante= KITO)

Anexo N°9: Plano de ubicación de la zona de estudio (Municipalidad Prov. del Callao)

Anexo N°10: Plano Vista en elevación Frontal y Posterior de la Estructura Metálica

Anexo N°11: Plano Vista en Planta de la Estructura Metálica (Detalle de pórtico)

Anexo N°12: Plano Vista Lateral de la Estructura Metálica (Detalle de viguetas)

Anexo N°13 Reporte de Turnitin

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 : Valores de peralte estimados para viga	11
Tabla 1.2 : Factor de forma para determinar c. adicionales en elementos de cierre...	13
Tabla 1.3 : Factor de zona (Z).....	14
Tabla 1.4 : Clasificación de los perfiles de suelo.....	16
Tabla 1.5 : Factor de Suelo.....	16
Tabla 1.6 : Categoría de edificación (U).....	17
Tabla 1.7 : Categoría de edificación (U).....	18
Tabla 1.8 : Factor de irregularidad.....	18
Tabla 1.9 : Clasificación de los perfiles, planchas y barras según ASTM.....	24
Tabla 1.10: Clasificación ASTM para uso estructural.....	25
Tabla 1.11: Valores de peralte estimados para viga.....	36
Tabla 2.1 : Matriz de operacionalización.....	44
Tabla 2.2 : Expedición de información para búsqueda de variables.....	54
Tabla 3.1 : Calculo de la carga de viento ejercida sobre la superficie actuante.....	70
Tabla 3.2 : Carga resultante calculada previamente para el análisis.....	72
Tabla 3.3 : Deflexiones obtenidas en el análisis de la estructura metálica	76
Tabla 3.4 : Resumen de los desplazamientos obtenidos mediante el análisis.....	77
Tabla 3.5 : Resumen del cuadro de las cortantes calculadas.....	78
Tabla 3.6 : Cuadro de resumen de valores obtenidos para el puente grúa.....	81
Tabla 3.7 : Cuadro de resumen de las cortantes calculadas	87

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1.1 : Nave industrial metálica con perfiles en celosía	3
Figura 1.2 : Nave industrial metálica con puente grúa birriel	4
Figura 1.3 : Plano de distribución de ambientes.....	8
Figura 1.4 : Idealización de la tipología arquitectonica de la nave industrial.....	9
Figura 1.5 : Acción del viento sobre una construcción a dos aguas	12
Figura 1.6 : Mapa del territorio nacional con su zonificación	15
Figura 1.7 : Gráfica ampificación sísmica.....	17
Figura 1.8 : Gráfica de espectro pseudoaceleraciones	20
Figura 1.9 : Mapa de procesos de diseño estructural.....	22

Figura 1.10 : Gráfica comparativa curva esf unit vs deform. unit.....	26
Figura 1.11 : Clasificación de perfiles estructurales	27
Figura 1.12 : Tipos de estructuras de acero	28
Figura 1.13 : Tipos de soldadura de arco.....	29
Figura 1.14 : Pernos de alta resistencia	29
Figura 1.15 : Varilla extremo roscado	30
Figura 1.16 : Techo parabolico en proceso constructivo	31
Figura 1.17 : Techo a dos aguas para uso almacen	32
Figura 1.18 : Techo a un agua con pendiente moderada	32
Figura 1.19 : Techo tipo sierra con cobertura de paneles solares	33
Figura 1.20 : Techo tipo domo o cascaron en proceso constructivo	34
Figura 1.21 : Componentes de un puente grúa birriel	35
Figura 1.22 : Viga carrilera W40x167 + MC 18 x56.....	36
Figura 2.1 : Plano de ubicación de calicatas	50
Figura 2.2 : Excavación de calicata 1 (EMS Av.Argentina).....	51
Figura 2.3 : Excavación de calicata 2 (EMS Av.Argentina).....	51
Figura 2.4 : Excavación de calicata 3 (EMS Av.Argentina).....	52
Figura 2.5 : Mapa eolico del Perú	55
Figura 2.6 : Plano de ubicación del sentido del viento.....	56
Figura 2.7 : Vigas H(WF) normados por la ASTM A36, A572 GR50	57
Figura 2.8 : Perfiles de acero normados por la ASTM A-1008/CS-TIPO,JIS G-3141 .	58
Figura 2.9 : Canales U de calidad dual normados ASTM A36.....	58
Figura 2.10: Angulos estructurales normados por ASTM A36, ISO 57/V.....	58
Figura 2.11: Certificación ISO 9001:2008 Comercial Acero S.A.....	59
Figura 2.12: Isometrico de la vista elevación de la nave	63
Figura 3.1 : Zona de estudio del proyecto	66
Figura 3.2 : Vista frontal del predio (Google Maps)	67
Figura 3.3 : Carga muerta aplicada en los nodos del pórtico.....	68
Figura 3.4 : Vista en 3D de la carga viva aplicada en los nodos del pórtico	69
Figura 3.5 : Valore de Cp para arcos parabólicos	70
Figura 3.6 : Vista lateral de la carga de viento	71
Figura 3.7 : Calculo realizado para la determinación de la carga sismica	71
Figura 3.8 : Vista en planta de la cortante basal	72
Figura 3.9 : Diseño de las secciones de acero por metodología AISC-LRFD.....	73
Figura 3.10: Diagrama Mx del Sismo en eje x-x y su envolvente	74
Figura 3.11: Diagrama de momentos MX y Mn en sección de pórtico.....	74

Figura 3.12: Deflexión en viga lateral que compone el la estructura	75
Figura 3.13: Espectro dinámico de aceleración en dirección x e y	77
Figura 3.14: Vista en 3D primer caso de modo con período (s)	78
Figura 3.15: Momento flector resultante por diseño, vista en 3D del perfil extruido	80
Figura 3.16: Deflexión máxima de perfil W30" x191	80
Figura 3.17: Calculo de la carga viva por efecto del puente grúa	81
Figura 3.18: Vista en elevación 3D de las c. vivas actuante sobre el puente grúa	82
Figura 3.19: Vista en 3D extruida de las cargas vivas sobre la viga carril	83
Figura 3.20: Resumen de la comprobación de diseño para viga carrilera	84
Figura 3.21: Diseño de las secciones de acero de la estructura con puente grúa	85
Figura 3.22: Diagrama Axial de la envolvente sobre una columna perfil WF	86
Figura 3.23: Diagrama de Momentos, Max y Min sobre una sección	86
Figura 3.24: Vista en 3D primer caso de modo con período(s) por A.dinámico	87

RESUMEN

La presente investigación **titulada** “Diseño estructural de nave industrial metálica para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao-2017” fijo como **objetivo** realizar la modelación de una estructura metálica en un espacio libre destinado a un almacén-taller. Por ello, se utilizó una **metodología** deductiva con la cual para los cálculos de diseño se basó en la normativas peruanas y extranjeras para el diseño en acero, realizándose la recolección de datos a través de fichas técnicas, tales como parámetros de sitio, variables hidrometeorológicas, características del material a usar, dimensiones del terreno y para dicho proceso se validó mediante fuentes confiables de estudios técnicos aplicados para el desarrollo de la presente investigación. Según los resultados obtenidos por los estudios aplicados, se procedió a realizar el diseño estructural de la nave metálica tomando estos datos iniciales, con el precedente de que se sigue un proceso de diseño en acero, de manera que se buscó conseguir la optimización de un diseño que cumpla con la normativa de construcción. Estos resultados de los estudios fueron empleados en el cálculo de las cargas solicitantes del software SAP 2000 v.16 para un modelo aplicativo, el cual se basó en la metodología de diseño AISC- LRFD empleado para el diseño de la estructura metálica. Por otra parte, como **resultados** se realizó un primer modelamiento de la estructura metálica, posteriormente debido a una optimización de diseño y considerando el uso del área, se estableció aplicar un último diseño que cumpla las solicitudes esperadas, por lo que se consideró realizar una segunda modelación con variante de puente grúa que se incluyó al primer modelamiento inicialmente analizado, finalmente como **conclusión** se comprobó que las hipótesis planteadas son válidas y se cumplió con los objetivos propuestos por la presente investigación.

Palabras claves: nave industrial metálica, normativas de diseño en acero, cargas solicitantes, puente grúa, metodología LRFD, optimización de diseño

ABSTRACT

This research **entitled** "Structural design of metal industrial warehouse for warehouse improvement in Av. Argentina, Callao-2017" fixed as **objective** to make the modeling of a metal structure in a free space for a warehouse-workshop. For this reason, a deductive **methodology** was used with which, for the design calculations, it was based on the Peruvian and foreign regulations for the design in steel, performing the data collection through technical data sheets, such as site parameters, hydrometeorological variables, characteristics of the material to be used, dimensions of the land and for this process was validated by reliable sources of technical studies applied for the development of the present investigation. According to the results obtained by the applied studies, the structural design of the metallic ship was made taking these initial data, with the precedent that a steel design process is followed, in order to achieve the optimization of a design that complies with the construction regulations. These results of the studies were used in the calculation of the applicative loads of the software SAP 2000 v.16 for an application model, which was based on the design methodology AISC-LRFD used for the design of the metallic structure. On the other hand, as a **result**, a first modeling of the metallic structure was carried out, later due to a design optimization and considering the use of the area, it was established to apply a final design that meets the expected demands, for which it was considered to carry out a second modeling with bridge crane variant that was included in the first modeling initially analyzed, finally as **conclusion** it was proved that the hypotheses are valid and the objectives proposed by the present investigation were met.

Keywords: metallic industrial ship, steel design regulations, applicant's loads, bridge crane, LRFD methodology, design optimization

I. INTRODUCCION

1.1 Realidad problemática

Las primeras naves industriales tienen su origen con el inicio de la Revolución Industrial durante el siglo XVIII. La sociedad se industrializó, demandando un incremento de fábricas y naves industriales. Estas tenían como característica baja iluminación y ventilación. Las estructuras de estas naves solían ser de madera y se apoyaban en muros de carga, coronadas por bóvedas cuyo peso se distribuía en vigas de madera. Con el paso del tiempo fueron evolucionando a medida que lo hacían las necesidades de una economía industrializada, las cuales requerían de espacios más amplios, iluminados y ventilados; se aprovechó del desarrollo de la industria siderúrgica para mejorar las estructuras de los nuevos edificios, incluidas fábricas y naves industriales. En la actualidad se sitúan en los polígonos industriales, zonas destinadas a albergar todo tipo de nave industrial, uso almacén; o comercial para supermercado.

En el ámbito nacional, cuenta con 167 mil 647 industrias manufactureras del total empresas registradas para el año 2015, lo cual corresponde al 5.4% de la densidad empresarial en el país. La Provincia de Lima encabeza el ranking de empresas manufactureras según la región con el 9.6%, es decir por cada mil habitantes existen 10 empresas manufactureras. En Lima Metropolitana, Lima Centro ocupa el primer puesto. En la Provincia Constitucional del Callao, los distritos del Callao y Ventanilla son los de mayor concentración de empresas, con un 51.8 % y 22.5 % respectivamente, según documento “Perú: Estructura Empresarial, 2015”, publicado por INEI.

La Avenida Argentina, zona industrial del Callao-Lima Metropolitana, el cual se enfoca este proyecto de investigación, evidencia plantas industriales de grandes claros ubicadas en los polígonos industriales, que oscilan de los 30 a 60 metros e inclusive de menores luces, al realizar una inspección visual en el lugar, menos del 50.0% evidencian claramente la ausencia de protección segura frente a la variación del clima, no se aprecia un correcto aprovechamiento de los espacios libres, por lo

cual propondría un plan de diseño en acero de nave industrial, siendo útil para mejorar el ambiente de trabajo, ya sea la actividad interna que se realice y para los trabajadores, reducción de tiempos muertos, mejorando la productividad.

Este presente trabajo, realizará un modelo aplicativo, el cual trabajará inicialmente con un proceso iterativo para el diseño estructural, a la par integrando las normativas nacionales e internacionales existentes para el diseño en acero, para finalmente analizar el modelo, que se basa en la metodología AISC-LRFD, mediante el software SAP 2000, que le otorga confiabilidad al diseño planteado.

Esta es la principal motivación y razón de la presente investigación, diseño estructural de nave industrial metálica para mejoramiento de almacenes, darle la importancia al uso del acero en estructuras destinadas a la industria como a la vivienda, ello implicaría aprovechar los espacios libres para la construcción de este tipo de estructura idónea, ya que se adecua a las características del terreno, es económica y de fácil montaje.



Figura 1.1. Nave industrial metálica con perfiles en celosía
(ESBing, 2017)



Figura 1.2. Nave industrial metálica con puente grúa birriel
(Metalúrgica Cecchi, 2017)

1.2 Trabajos previos

1.2.1 Antecedentes nacionales:

Condori, J. 2013. *Diseño de una vivienda multifamiliar de dos niveles empleando acero estructural en el distrito de Cajamarca-Perú-2013 [Tesis para la obtención de Grado de Ingeniero Civil].* Cajamarca, Perú. Universidad Privada del Norte. 340 p. La Finalidad de esta tesis fue presentar el análisis y diseño de una vivienda multifamiliar de dos niveles empleando el acero como elemento en mayor porcentaje en la construcción, además se basó para las condiciones de diseño, la Normativa del Reglamento Nacional de Edificaciones y optó por el Instituto de la Construcción del Acero (AISC) como norma extranjera de consulta.

Tong, A. 2014. *Factibilidad del uso de estructuras metálicas en el diseño de viviendas multifamiliares. Lima-Perú-2014 [Tesis para la obtención de Grado de Ingeniero Civil].* Lima, Perú. Universidad Ricardo Palma. 178 p. Nos da una visión de las ventajas de construir con acero como elemento principal para el diseño. Además realiza comparaciones de los sistemas constructivos, considerando mano de obra, costos, procedimiento constructivo, entre otros. Concluye que su propuesta de construir edificios multifamiliares es factible y además que la idea de presentar edificios de acero conlleva al cuidado del medio ambiente, al ser reciclable toma gran ventaja sobre otros sistemas constructivos.

Gutarra, M. 2016. *Mejoramiento de almacenes autosoportados con elementos de acero estructural nacionales. Huancayo-Perú-2016 [Tesis para la obtención de Grado de Ingeniero Civil].* Huancayo, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. 141 p. Describe la problemática en función de una comparación del empleo de un almacén autosoportado, determinando el comportamiento de los sistemas estructurales planteados, con elementos de acero estructural que optimizan su construcción versus el sistema convencional en Lima Metropolitana.

1.2.2 Antecedentes internacionales

Cruz, C.L.; Figueroa, P. y Hernández, C. 2012. *Estructuración, análisis y diseño estructural de elementos de techo con perfiles metálicos utilizando el Método LRFD. San Salvador-2012 [Trabajo de graduación previo a la obtención de Grado de Ingeniero Civil].* San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador. 462 p. Mediante este trabajo se trató de brindar información enfocada en los lineamientos generales para establecer un adecuado proceso del diseño estructural de estructuras de techo a base de perfiles metálicos, basándose en una investigación de las formas estructurales más comúnmente utilizadas y comercializadas en el país del El Salvador.

Recio, F. 2012. *Calculo de nave industrial mediante Cype Metal 3D clásico para almacenamiento de materiales de construcción. Madrid-España-2012 [Proyecto Fin de Carrera]. Madrid, España. Universidad Carlos III de Madrid. 186 p.* El objetivo de este proyecto fue diseñar una estructura utilizó un software aplicativo que le facilito el cálculo y la optimización de recursos, Cype Metal 3D, además propuso que la estructura sea destinada uso de tipo almacén y para ello consultó la normativa del Código Técnico de Edificación.

Vizuite, A. 2013. *Cálculo y Diseño de una nave industrial con cubierta fotovoltaica y entreplanta. Madrid-España-2013 [Proyecto Fin de Grado]. Madrid, España. Universidad Carlos III de Madrid. 143 p.* Aborda el cálculo y diseño de nave industrial con una innovadora propuesta de añadirle un elemento no convencional además este trabajo sigue la metodología experimental, el autor intervino directamente en el diseño de la misma. Concluyendo en el trabajo que se obtendrían grandes beneficios en lo económico, reduciendo costos de servicios luz ya que diseño especialmente capta la energía usando paneles fotovoltaicos. Se llegó a optimizar la estructura y elementos constructivos de tal manera que el precio final es bastante asequible como importe basado en los precios del mercado.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Diseño estructural

“Una mezcla de Arte y Ciencia que combina los sentimientos intuitivos del ingeniero con los principios de la Estática, Dinámica, Mecánica de los Materiales, y el Análisis Estructural, para producir una estructura segura que sirva sus propósitos”(Salmon y Johnson, 1997, p.23).

Se plantea que siga el siguiente proceso iterativo:

1.3.1.1 Planeamiento

Según Zapata (1997), es “se establecerán las su finalidad o condiciones de uso de la estructura. Aquí se definiría el criterio óptimo” (p.2).

El criterio óptimo define el uso y distribución de ambientes que se le dará al espacio libre, el sistema estructural más conveniente, el material a usar, tiempo de ejecución entre otras consideraciones generales para el diseño.

La siguiente ilustración **1. 3** se describe el ejemplo de una distribución de ambientes propuestas por el investigador, considerando el criterio de planeamiento mencionado en el ítem **1.3.1.1** el uso que se le dará al establecimiento, en este caso almacén compartido con taller de montaje de piezas mecánicas.

Se muestra que la estructura estará compuesta por 16 pórticos con sus correspondientes zapatas, en dónde los pórticos numerados de izquierda a derecha 1(inicial) y 16(final) respectivamente. Considerando que a partir del quinto pórtico hasta el dieciseisavo (final) será la ruta de desplazamiento longitudinal del puente grúa. Una tabla especifica la utilización de áreas en el interior de la planta de la estructura metálica.

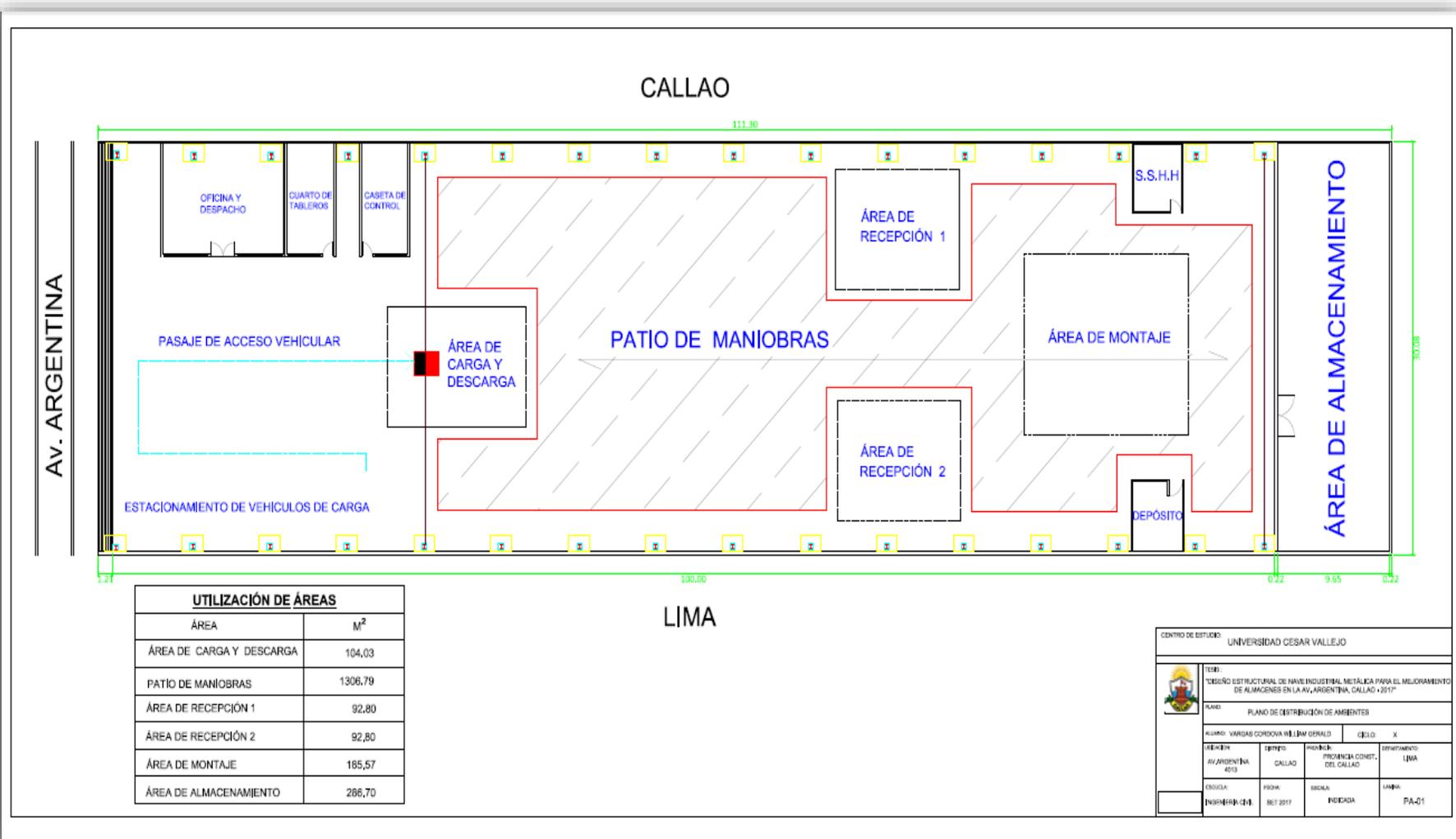


Figura 1.3.Plano de distribución de ambientes
(Elaboración Propia)

1.3.1.2 Configuración preliminar estructural

Se considera la estructuración de los componentes y sus longitudes iniciales, consultando con los expertos; a fin de ser aprobado por el cliente.

El siguiente proceso conlleva a un predimensionamiento de la estructura definiendo el tipo y el número de elementos estructurales a utilizar con sus longitudes iniciales, la tipología arquitectónica de la estructura, la posible inclusión de elementos complementarios asignando sus dimensiones iniciales.

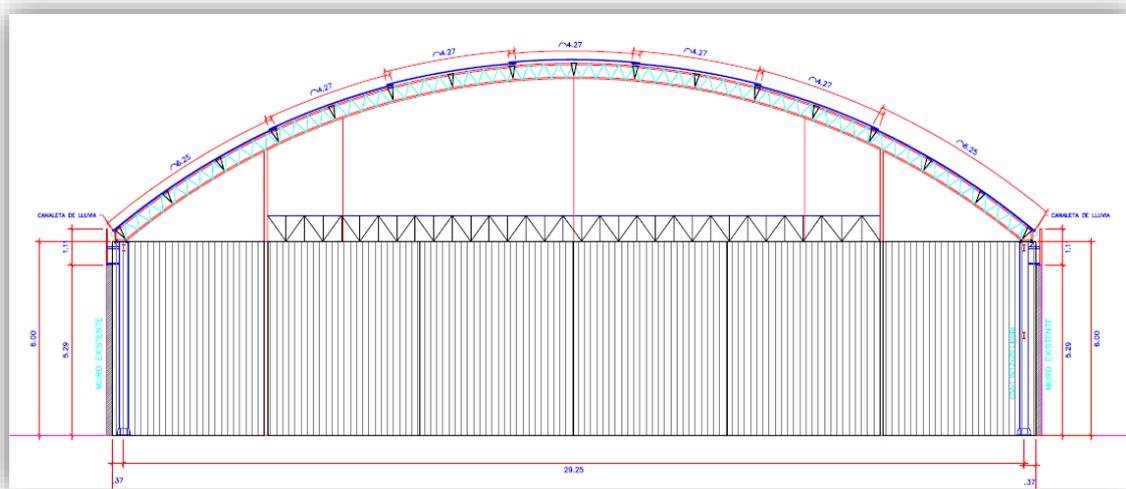


Figura 1.4. Idealización de la tipología arquitectónica de la nave industrial.

(Elaboración Propia)

1.3.1.3 Determinación de las cargas

“Exactamente no se conocen las magnitudes y ubicación de las cargas; por lo que siempre existirá la interrogante al momento de diseñar la estructura y si esta cumplirá con su función. Se consideran las cargas de diseño y suelo” (Zapata, 1997, p.3).

1.3.1.3.1 Cargas de Diseño

“Estimadas inicialmente, Carga Muerta, Carga Viva, Carga Sísmica, Cargas de Viento; las cuales actuarán sobre la estructura, posteriormente conocidas con más precisión “ (Zapata, 1997, p.3).

1.3.1.3.1.1 Carga Muerta

Estimadas por el peso total de todos elementos que forman parte de la estructura.

- ✓ Materiales (Peso real calculado en base a precios unitarios del Anexo 1 correspondiente a la normativa).
- ✓ Dispositivos de servicio y equipos (tuberías, ductos, equipos de calefacción y aire acondicionado, instalaciones eléctricas, ascensores y otros dispositivos).
- ✓ Tabiques (Se consulta con el RNE 0.20 Cargas).

1.3.1.3.1.2 Carga Viva

Según Zapata (1997), “Durante el servicio de la estructura actuaran una cargas de gravedad y que se desplazarán sobre esta con variabilidad en su magnitud” (p.4).

- ✓ Carga viva del piso (Carga Mínima Repartida, Carga Viva concentrada, etc.)
- ✓ Carga viva del techo (Inclinación, cobertura y jardines).
- ✓ Carga viva (consultar el RNE. 020 Cargas).
- ✓ Carga viva móviles (transporte, puentes grúas, tecles monorrieles, etc.). Las consideraciones finales se toman de la Norma Peruana E.020 Cargas – RNE.
- ✓ Carga por impacto, la Norma Peruana E.020 Cargas – RNE., se refiere a las consideraciones a tomar.
- ✓ Carga de impacto vertical, la máxima carga por rueda apoyado sobre el carril.

Tabla 1.1. *Valores de peralte estimados para vigas*

Tipo de Grúa	%
Grúa Monorriel	25
Puente grúa con cabina de operación u operada por radio	25
Puente grúa con pendiente de operación	10
Puente grúa ó grúa monorriel suspendido con gancho	0

Fuente: Norma Internacional MBMA 2012

Se deduce del cuadro anterior la carga por impacto como un valor de 25%.

- ✓ **Carga de impacto lateral:** Se produce con el movimiento del eje de traslación del carrito testero sobre el puente grúa, considerando que la carga se incrementa en 20%.
- ✓ **Carga de impacto longitudinal:** Se considera el 10% de la carga máxima por rueda actuando sobre la viga carril. Las consideraciones finales se toman de la Norma Internacional AISE.

1.3.1.3.1.3 Carga de Viento

Según la Norma Peruana E 0.20 Cargas sostiene que:

La estructura, los elementos de cierre y los componentes exteriores de todas las edificaciones expuestas a la acción del viento, serán diseñados para resistir las cargas (presiones y/o succiones) exteriores e interiores debidas al viento, suponiendo que éste actúa en dos direcciones horizontales perpendiculares entre sí. En la estructura la ocurrencia de presiones y/o succiones exteriores serán consideradas simultáneamente. (2006, p.204).

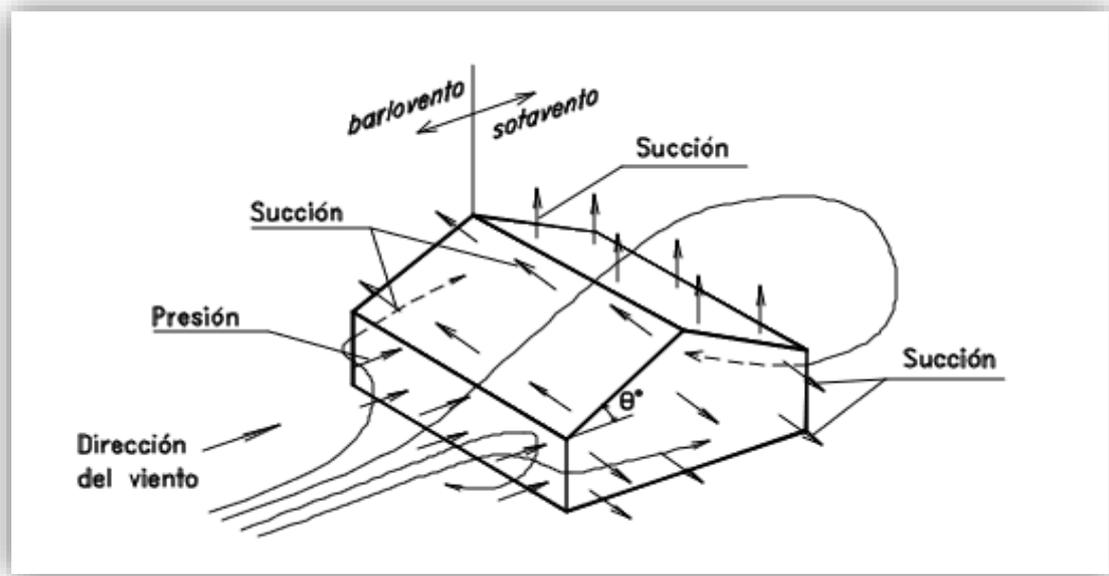


Figura 1.5. Acción del viento sobre una construcción con techo a dos aguas (Zapata, 1997)

✓ **Velocidad de Diseño**

Según la Norma Peruana E 0.20 Cargas sostiene que:

La velocidad de diseño del viento hasta 10 m de altura será la velocidad máxima adecuada a la zona de ubicación de la edificación (Ver Anexo 2) pero no menos de 75 Km/h. La velocidad de diseño del viento en cada altura de la edificación se obtendrá de la siguiente expresión. (2006, p.204).

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

Donde:

V_h = La velocidad de diseño en la altura h en Km/h

V = La velocidad de diseño hasta 10 m de altura de Km/h

h = La altura sobre el terreno en metros

✓ **Carga exterior de viento**

“La carga exterior (presión o succión) ejercida por el viento se supondrá estática y perpendicular a la superficie sobre la cual se actúa. Se calculará mediante la expresión” (Norma Peruana E 0.20 Cargas, 2006, p.204).

$$P_h = 0.005CV_h^2$$

Donde:

P_h = presión o succión del viento a una altura h en Kg/m²

C = factor de forma adimensional indicado en la Tabla 4

V_h = velocidad de diseño a la altura h , en Km/h, definida en el Artículo 12 (12.3)

✓ **Carga interior de viento**

“Se aplicará una adición a las cargas exteriores sobre elementos en una dirección variada” (Norma Peruana E 0.20 Cargas, 2006, p.204).

Tabla 1.2. Factores de forma para determinar cargas adicionales en elementos de cierre (C).

ABERTURAS		
Uniforme en lados a barlovento y sotavento	Principales en lado a barlovento	Principales en lado a sotavento o en los costados
±0,3	+0,8	-0,6

Fuente: Reglamento Nacional de Construcciones, Norma Técnica de Edificaciones E0.20 Cargas

1.3.1.3.1.4 Carga Sísmica

La norma Peruana Diseño Sismorresistente E 0.30 nos indica para la estimación de la carga sísmica, se necesita conocer los parámetros de sitio. Para ello mediante tablas de sigue un proceso para el cálculo de los parámetros.

- ✓ **Factor de zona (Z):** Aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad superior al 10% de ser excedida en 50 años, expresada a modo de porcentaje de g.

Tabla 1.3. *Factor de zona (Z)*

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: Reglamento Nacional de Construcciones, Norma Técnica de Edificaciones E0.30
Diseño Sismorresistente

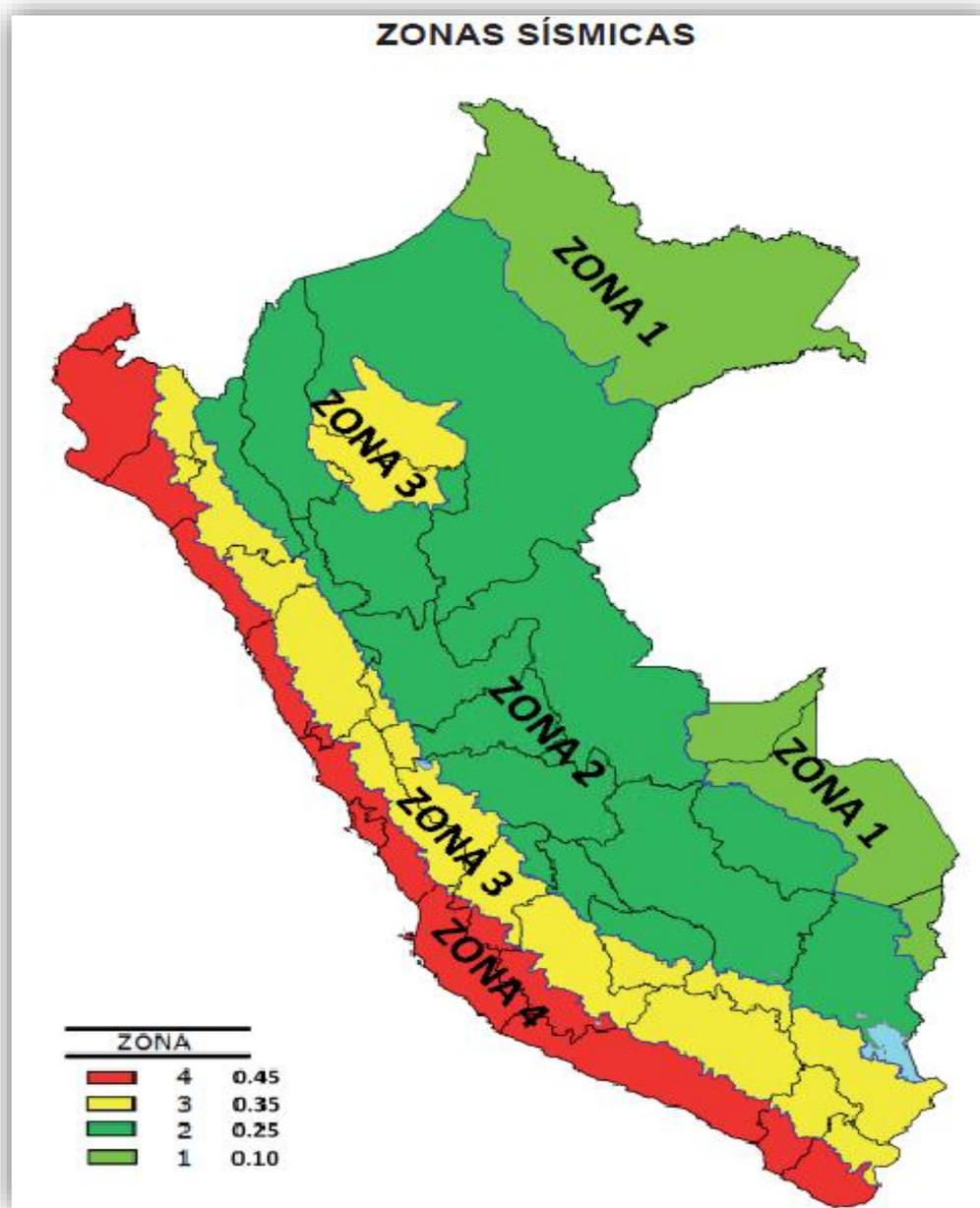


Figura 1.6 .Mapa del Territorio nacional con su zonificación ante un peligro sísmico (NTP E0.30 Diseño Sismorresistente)

✓ **Factor tipo de Suelo (S)**

- S0: roca dura
- S1: roca o suelos muy rígidos
- S2: suelos intermedios
- S3: suelos blandos
- S4: condiciones excepcionales

Tabla 1.4. Clasificación de los perfiles de Suelo

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	V_s	N_{60}	S_u
S_0	> 1500 m/s	-	-
S_1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S_2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S_3	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S_4	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: Reglamento Nacional de Construcciones, Norma Técnica de Edificaciones E0.30
Diseño Sismorresistente

Tabla 1.5. Factor de Suelo (S)

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
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: Reglamento Nacional de Construcciones, Norma Técnica de Edificaciones E0.30
Diseño Sismorresistente

✓ **Amplificación Sísmica (C)**

$$T < T_p C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L C = 2.5 \times \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$T > T_L \quad C = 2.5 \times \left(\frac{T_p \times T_L}{T^2} \right)$$

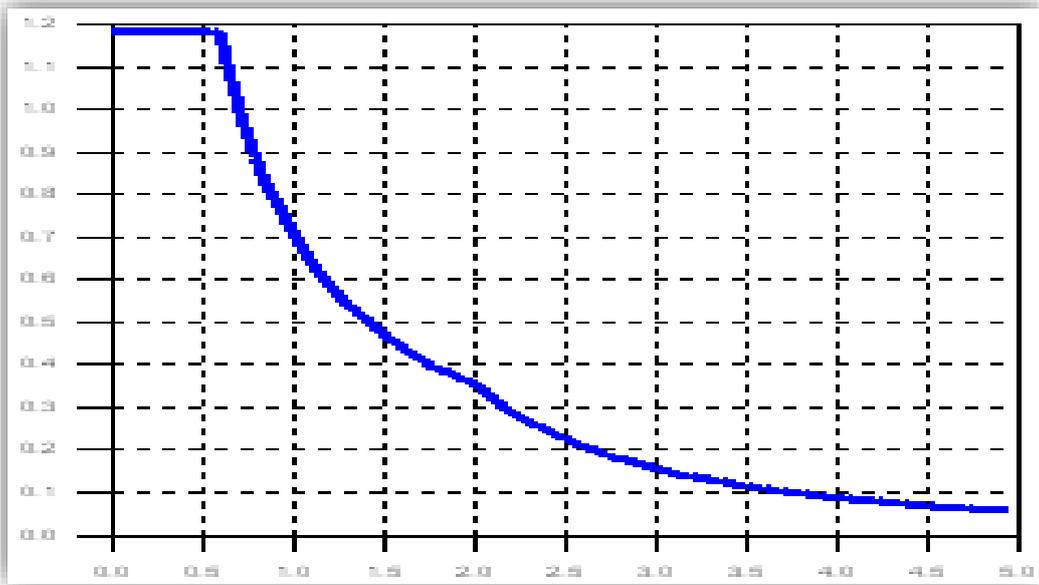


Figura 1.7. Gráfica de la amplificación sísmica en intervalos de tiempo (Elaboración propia)

✓ **Categoría de las edificaciones (U)**

Tabla 1.6. Categoría de la Edificación (U)

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud .	Ver nota 1	B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.	1,3
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.	1,5		C Edificaciones Comunes	
	Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.		D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: Reglamento Nacional de Construcciones, Norma Técnica de Edificaciones E0.30 Diseño Sismorresistente.

✓ **Factor de reducción** ($R = R_0 I_a I_p$)

Tabla 1.7. Categoría de la Edificación (U)

Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R_0 (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: Reglamento Nacional de Construcciones, Norma Técnica de Edificaciones E0.30
Diseño Sismorresistente.

Tabla 1.8. Factor de Irregularidad (I_p)

Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I_a
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10) Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25 % de la fuerza cortante total.	0,60
Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_p
Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental (Δ_{ext}), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{cm}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.	0,75

Fuente: Reglamento Nacional de Construcciones, Norma Técnica de Edificaciones E0.30
Diseño Sismorresistente.

Para el cálculo de la carga sísmica sobre la estructura, la Norma Peruana Diseño Sismorresistente E 0.30 indica tomar los valores hallados anteriormente para utilizarlas en las siguientes fórmulas.

✓ **Método de la Cortante Basal para una altura (H)**

$$V = \frac{ZUSC}{R} \times P \quad \alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^j} ; F_i = \alpha_i \cdot V$$

Simbología:

- Fuerza Cortante (V)
- Parámetros del Suelo (S) y (Tp)
- Factor de Zona (Z):
- Factor de Reducción por ductilidad (R)
- Peso de la Edificación (P)
- Categoría de Edificación (U)
- Factor de Ampliación Sísmica (C)

✓ **Método de la Aceleración espectral**

$$S_a = \frac{ZUSC}{R} \times g$$

g= Gravedad (9.81 m/s²)

C= Factor de Amplificación Dinámica [2.5(Tp/T) < 2.5]

En la siguiente ilustración se mostrará la gráfica resultante del espectro de pseudoaceleraciones solicitada por Norma Peruana Diseño Sismorresistente E 0.30, la envolvente que engloba los esfuerzos máximos y mínimos resultantes del análisis dinámico.

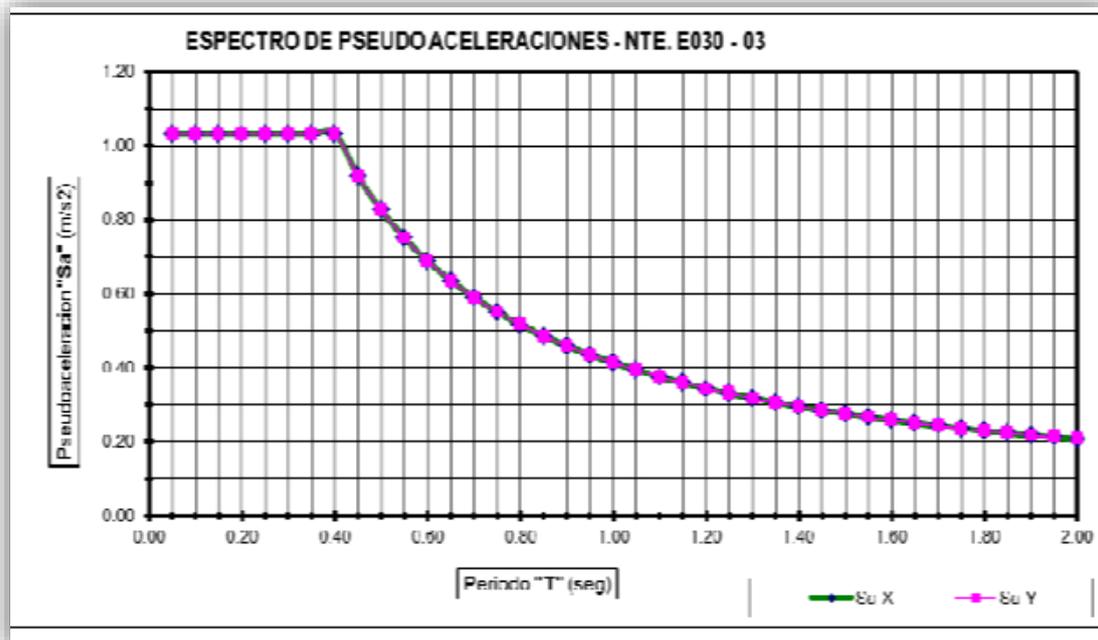


Figura 1.8. Gráfica del espectro de pseudo aceleraciones. (Elaboración propia)

1.3.1.3.2 Cimentación

Se realizará el estudio de suelo con fines de cimentación, ya que es importante para entender los movimientos que se producen y saber cómo reaccionarían las estructuras. Se ejecutarán calicatas a una profundidad considerable con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico, se aplicarán ensayos a las muestras; para posteriormente realizar el análisis de cimentación, estableciendo los siguientes datos, los cuales serán de utilidad para el cálculo de los parámetros sísmicos:

- ✓ **Profundidad de la cimentación (D_f):** De acuerdo a la característica del proyecto, descripción del perfil estratigráfico, ensayos de laboratorio y trabajo de campo.
- ✓ **Tipo de cimentación.** Dado por la naturaleza del terreno.
- ✓ **Capacidad admisible de carga del terreno ($q_{admisible}$):** En base a las características del subsuelo, utilizado el criterio de Terzaghi-Peck (1967), modificado por Vesic (1973).

- ✓ **Estimación de posibles asentamientos:** En los análisis de cimentación, se distinguen dos clases de asentamientos, asentamientos totales y diferenciales, de los cuales, estos últimos son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura.

1.3.1.4 Selección de perfiles

Según Zapata define que:

Entre los cuales se encuentran perfiles laminados en caliente (no planos) y productos planos, a su vez este se dividen en perfiles plegados y soldados, e inclusive pueden integrarse formando secciones combinadas. Según la característica del material, la selección permite procede al paso siguiente que sería el análisis (1997, p.3).

1.3.1.5 Análisis Estructural

Según Zapata (1997), “[...] Con el objetivo de comparar los esfuerzos internos esperados en los miembros estructurales determinado por los métodos Mecánicos, dichos miembros deberán poseer una resistencia obtenidos en la etapa de evaluación” (p.3).

Se evaluará la estructura mediante el análisis sísmico utilizando los siguientes métodos:

- **Análisis Estático o fuerzas estáticas equivalentes:** Representa las sollicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación.
- **Análisis Dinámico Modal Espectral:** El análisis se hará considerando un modelo de comportamiento lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas.

1.3.1.6 Evaluación

“Se cuestionará la evidencia que sostiene que las resistencias superan las sollicitaciones predeterminadas en la etapa previa” (Zapata, 1997, p.3).

1.3.1.7 Rediseños

“Si en el resultado esperado, no existe un parámetro de seguridad y económico; se repiten las anteriores etapas con la finalidad de cumplir los objetivos” (Zapata, 1997, p.3).

1.3.1.8 Decisión

Según Zapata (1997), “Finalmente, se decide si se logró llegar al criterio que se desea buscar, se da por concluido este último proceso. Ello conllevaría a la elaboración de los planos” (p.4).

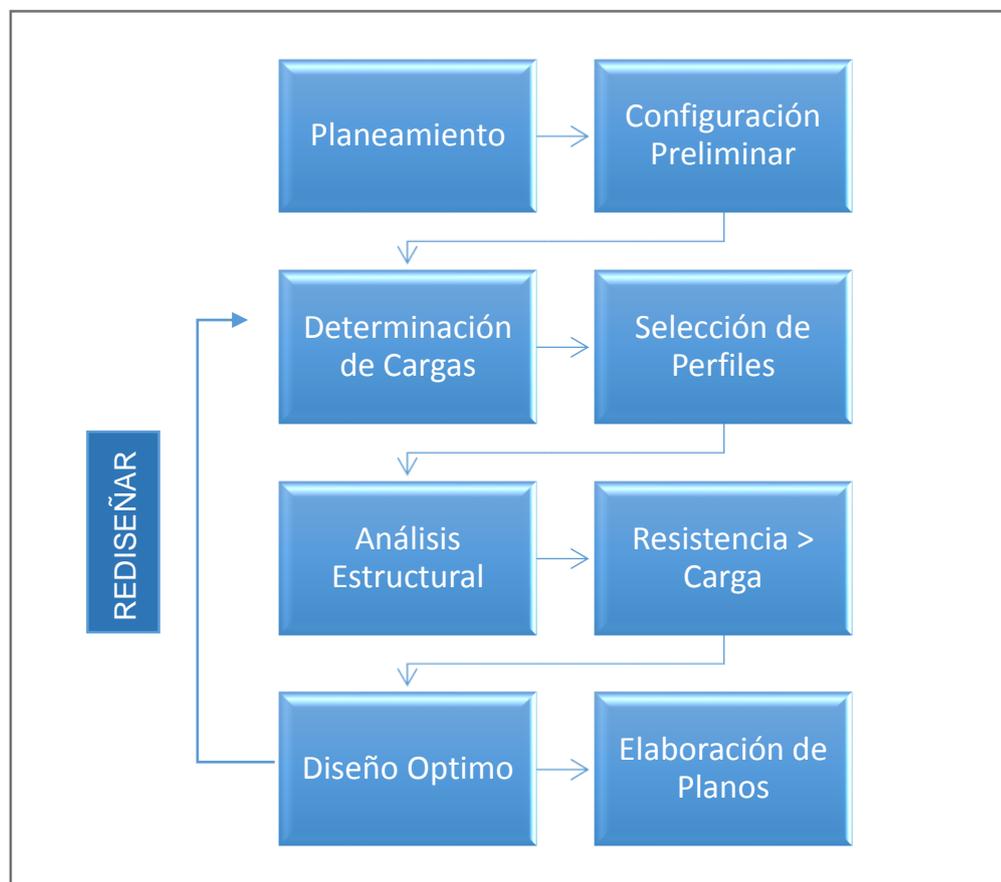


Figura 1.9. Mapa de proceso de Diseño Estructural. (Zapata, 1997)

1.3.2 Materiales

1.3.2.1 Acero

Fuente: ASTM. 10 de Octubre de 2017. Disponible en: <https://www.astm.org/>

Tabla 1.10 Clasificación ASTM (American Society for Testing and Materials) para uso estructural

ACERO		Fy	Fu	Alargamiento Mínimo en 8" (en %)
Acero Estructural	A7	33 ksi 228 MPa	60 a 72ksi 415 a 495 MPa	21
Acero Estructural	A36	36 ksi 250 MPa	58 a 80 ksi 400 a 550 MPa	20
Alta Resistencia	A242	42 a 50 ksi	63 a 70 ksi	18

Figura 1.10 .Gráfica comparativa de la Curva esfuerzo unitario vs. Deformación unitaria. (AISC Manual Steel of Construction)

La descripción de la simbología de la gráfica comparativa con las propiedades Fx-Mx del acero estructural.

- **Punto de fluencia: F_y** , cuando se termina la proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones en un espécimen libre se esfuerzos residuales.
- **Resistencia a la fluencia: F_y** , Sucede con los aceros de alta resistencia, además se debe considerar el tratamiento en frío. El valor que toma es 0.002.
- **Límite de Proporcionalidad: F_p** , Se deduce al punto de fluencia pierde su proporcionalidad, en ensayos con acero no tratados térmicamente
- **Resistencia a la Fractura: F_u** , el esfuerzo de falla del espécimen.
($F_u = 58$ ksi para Acero A36, $F_u = 4080$ kg/cm²)
- **Ductilidad:** Otorga esta propiedad una facilidad para la deformación previa a la fractura.
- **Soldabilidad:** Se define como la composición química que contiene este elemento carbono, en su masa.
- **Módulo de Elasticidad:** La deformación en el rango elástico y la relación con el esfuerzo. $E = 29,500$ ksi ($2 \cdot 10^5$ kg/cm²)

- **Tenacidad:** La curva Esfuerzo- Deformación, se aprecia la capacidad para absorber energía y el área encerrada en la curva.

1.3.2.1.3 Clasificación de perfiles estructurales

Para Zapata (1997), “en la construcción se emplean una variedad de elementos” (p.17). Mencionados a continuación:

- Productos laminados en caliente: Aquí se abarca a los no planos (tubos, varillas, canales, varillas lisas, perfiles, etc.)
- Productos planos: Se menciona a las planchas y esta a su vez se clasifica en perfiles plegados y soldados.

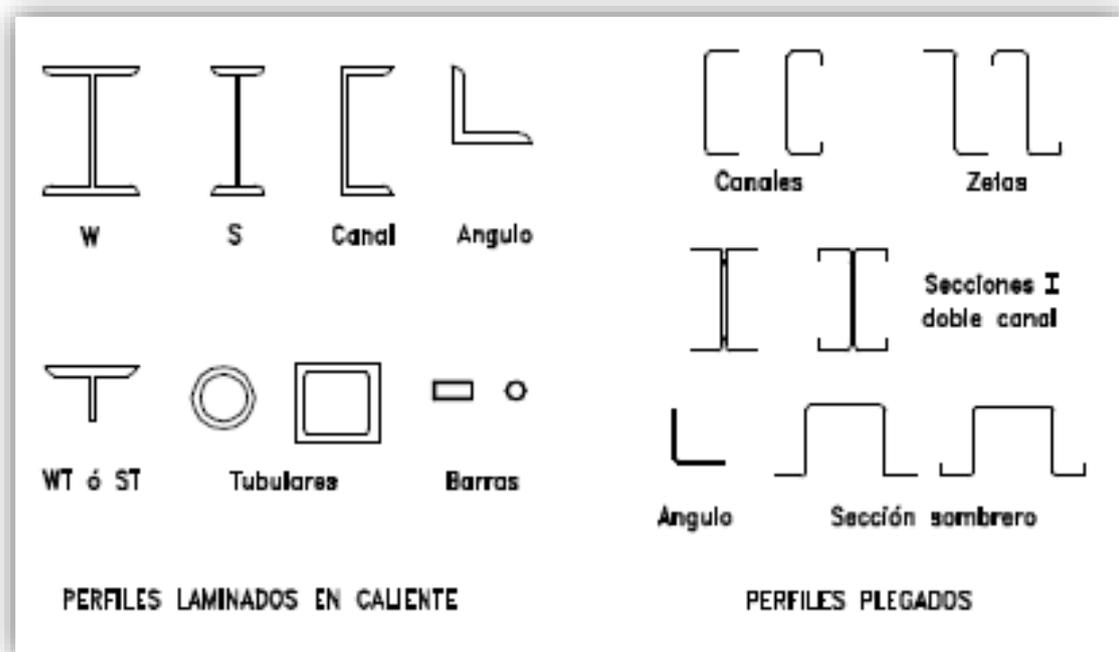


Figura 1.11. Clasificación de perfiles estructurales: laminados en caliente y plegados (Zapata, 1997)

1.3.2.1.4 Tipos de estructuras de acero

Según Zapata define que:

Las estructuras más utilizadas son las armaduras, pórticos o laminares. Se clasifican de acuerdo al tipo de alma. La principal diferencia de una armadura con un pórtico, es que la primera transmiten cargas axiales a sus miembros por lo que no se ven afectados sus nudos y por lo tanto incapaces de transmitir momentos. (1997, p.18).

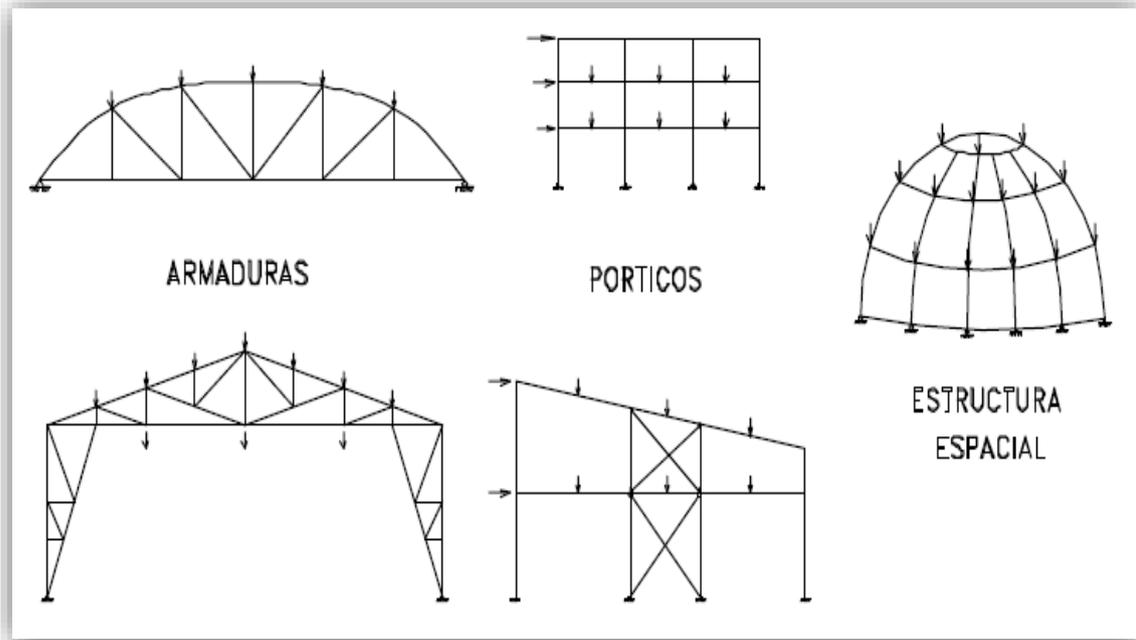


Figura 1.12. Tipos de estructura de acero. (Zapata, 1997)

1.3.2.2 Soldadura

“La metales se funden sobre una superficie de contacto para conformar un solo material evitando el contacto con un agente de oxidación. Los procesos se clasifican en: soldadura con arco sumergido y soldadura con arco protegido” (Zapata, 1997, p.101).

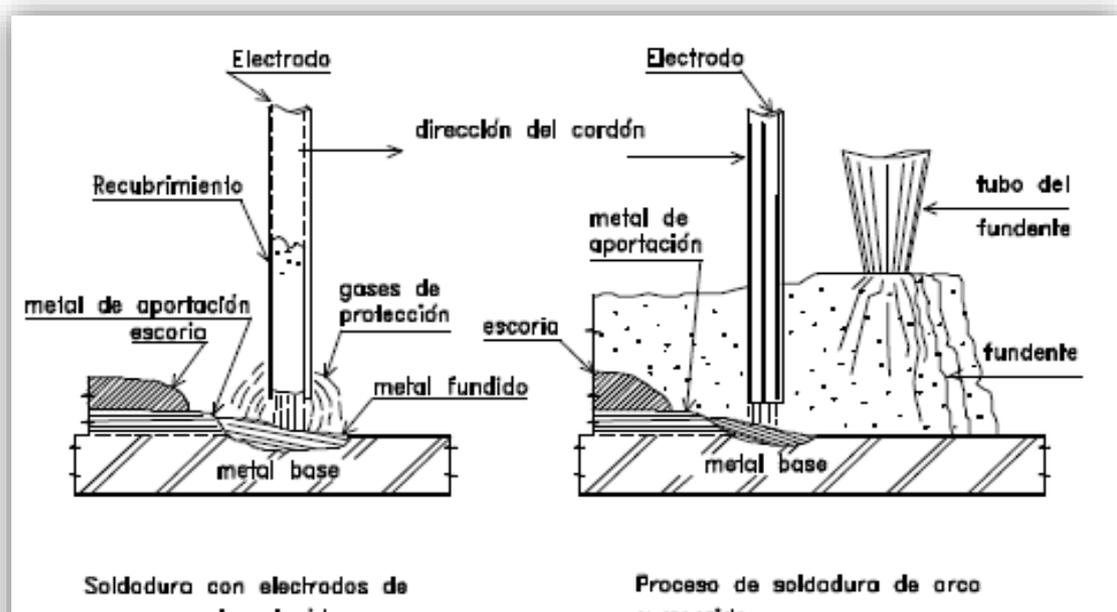


Figura 1.13. Tipos de soldadura al Arco: arco anual protegido y arco sumergido. (Zapata, 1997)

1.3.2.3 Pernos

Según Zapata define que:

Denominado elemento conector mecánico, se utiliza para el ensamblaje y la formación de un conjunto capaz de soportar las cargas actuantes. De las cuales nombramos: ASTM A307, ASTM A325 y ASTM A490. El primero común y los otros de alta resistencia. (1997, p.76).



Figura 1.14. Pernos de Alta Resistencia. (Uturunku, 2012)

1.3.2.4 Tensores

Según Zapata define que:

Para efecto de la tracción, se emplean estos elementos de manera que al arriostrarse otorgan rigidez a la estructura. En algunos casos para consideraciones de diseño, se incrementa el diámetro debido a la pérdida en los extremos por la rosca del elemento. (1997, p.71).

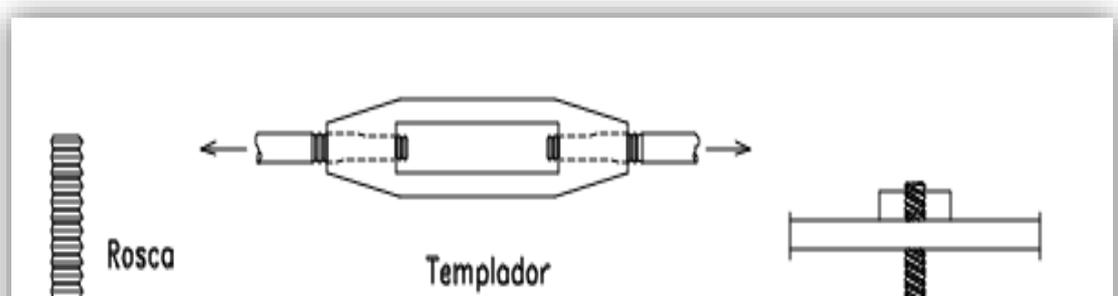


Figura 1.15.Varilla de extremo roscado. (Zapata, 1997)

1.3.3 Nave Industrial metálica

“Es una construcción propia para resolver los problemas de alojamiento y operación de una industria. También se define como la instalación física o edificación diseñada y construida para realizar actividades industriales de producción, transformación, manufactura, procesos industriales” (Ramírez, 2006, p.8).

1.3.3.1 Uso de la nave industrial metálica

Regido por La Normativa aplicada E 0.30 Diseño Sismorresistente, Capítulo E-0.20 Cargas y Capítulo E-090 Estructuras metálicas; se clasifican de acuerdo al uso que se le dará:

- Almacén
- Taller
- Hangar
- Edificio logístico

1.3.3.1.1 Tipología Arquitectónica de la nave industrial

1.3.3.1.1.1 Techo parabólico

Una estructura compuesta en conjunto por un tijeral parabólico de perfiles en celosía, arriostres secundarios en x, tensores de tracción, correas, vigas laterales y viguetas fabricadas con planchas y perfiles de acero estructural ASTM- A36. De

instalación rápida, forma aerodinámica, actúa como aislante térmico, además de ser estético.



Figura 1.16. Techo parabólico en proceso constructivo. (Construtec, 2010)

1.3.3.1.1.2 Techo a dos aguas

Las pendientes de las cubiertas están en función del material a utilizar. También son factores importantes la ubicación de la estructura, el clima. Se toma como criterio general para el diseño que mayor pendiente cuando mayor sea el número de juntas, más áspera la superficie y más permeable el material de las juntas. Por su forma se pueden agregar luminarias así como ventiladores.



Figura 1.17. Techo a dos aguas para uso de almacén.

1.3.3.1.1.3 Techo a un agua

Posee una de las cubiertas más sencillas, ya que está estructurado por una pendiente que se recuesta a lo largo de los muros o entramados paralelos, con la finalidad de verter el agua de la lluvia en un solo sentido.



Figura 1.18. Techo a un agua con pendiente moderada.

1.3.3.1.1.4 Techo tipo sierra

Estructurado por faldones de distinta pendiente; la luz natural entra en la sección más vertical, y el otro con material de cubrimiento. Es limitante para vapores, pero tiene una alta iluminación natural. Además no lleva columnas interiores y posee cargas considerables.



Figura 1.19. Techo tipo sierra con cubierta de paneles solares.

1.3.3.1.1.5 Techo tipo domo o cascarón

Es una estructura con forma de superficie esférica que posee una planta circular y recubierta de material en bloque compacto apilada, este es de tipo rígido continuo. Posee similitud con un arco a excepción que se desarrollan fuerzas circunferenciales que son de compresión cerca de la corona y de tensión en la parte inferior.



Figura 1.20 .Techo tipo domo o cascarón en proceso constructivo.

1.3.4 Puente grúa

Según ELLSEN nos da el siguiente concepto:

Puente grúa es un tipo de grúa con polipasto para elevar y trasladar piezas pesadas en dirección horizontal y vertical. Como sus dos lados se ubican en las columnas o los soportes y la forma parece un puente, se denomina "puente grúa". Este equipo se utiliza ampliamente en fábrica, almacén, nave, muelle. (2017, párr. 1).

Las grúas se clasifican en:

✓ **Puente grúa monorraíl**

Se caracterizan por su bajo costo y su fácil maniobrabilidad. Son adecuadas para su servicio en lugares con la altura como limitación.

✓ **Puente grúa birriel**

Se caracterizan por su fiabilidad y robustez. Son adecuadas para servicios continuos y exigentes. La ventaja es su adaptabilidad para su servicio con cargas nominales mayores.

1.3.4.1 Componentes de un puente grúa

Grúa puente contiene principalmente viga de carga, carro, testeros, vigas carrileras de translación del puente, rieles de translación del carro, circuitos y sistema eléctrico. Hay tres formas de manipulación: control remoto con cable, control remoto inalámbrico y cabina de control. La siguiente ilustración muestra los componentes de un puente grúa birriel.

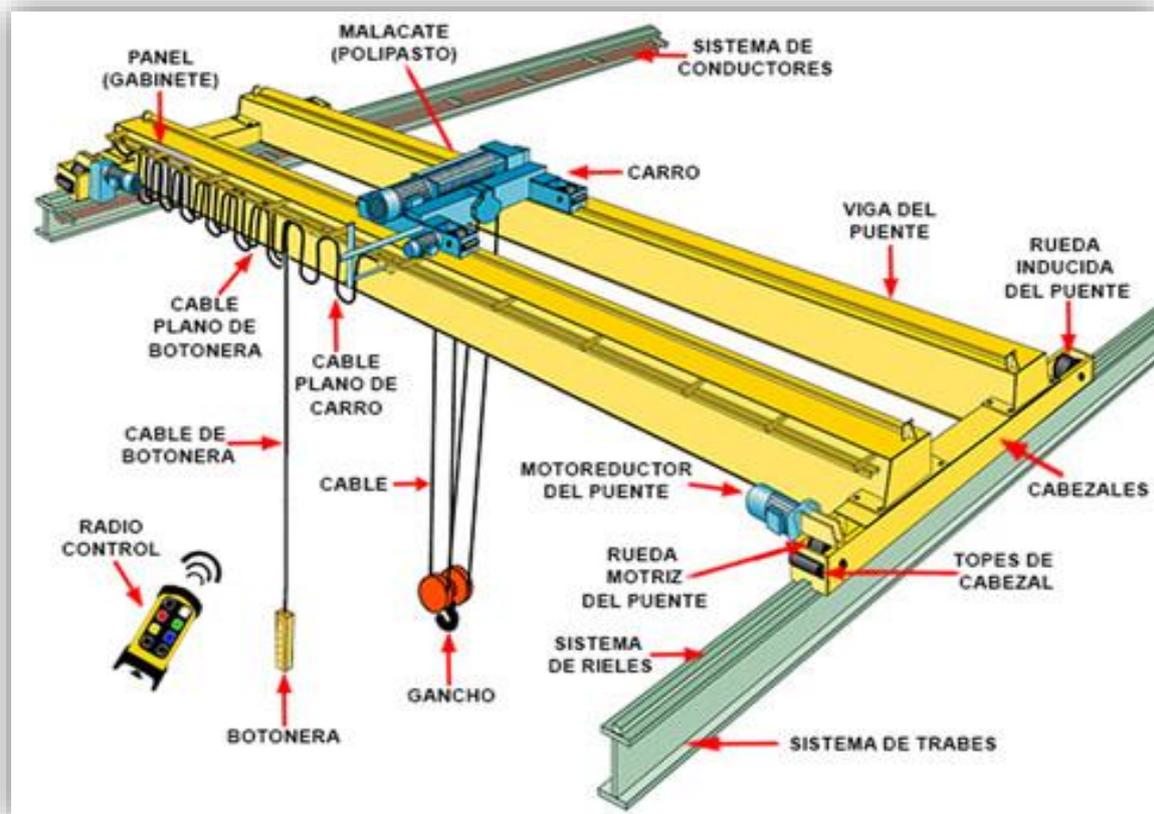


Figura 1.21. Componentes de un puente grúa birriel (Ellsen, 2010)

1.3.4.2 Viga carrilera

La clasificación en vigas carril se puede dar:

- ✓ Viga Continua
- ✓ Viga separada en sus apoyos

La AISE recomienda una opción con la utilización del tipo continuo que produce bajos esfuerzos, pero al tener grandes luces, es podría solicitarse la utilización de vigas separadas, por carga de impacto de puente grúa.

El Ing. Gabriel Valencia Clement, considera lo siguiente:

Tabla 1.11 Valores de peralte estimados para vigas

Edificio	Vigas en	d_{min}
Industrial	Tramos de miembros que soportan techos con recubrimiento no flexibles	L/23
	Tramos de miembros que soportan techos con recubrimiento flexibles	L/28
	Tramos de miembros que soportan pisos	L/18
	Tramos de miembros que soportan grúas móviles con capacidad:	
	≥ 25 Ton	L/10
	< 25 Ton	L/12

Fuente: Lineamientos para el predimensionado de una estructura sismorresistente en acero.
(Gabriel Valencia Clement)

Para el diseño de la viga carril, se toma en cuenta las tablas de AISC, considerando que esta debe ser compacta; recomienda la AISE Technical Report N13, establece un perfil W plegado compactamente con un canal C, como sección de viga carril.

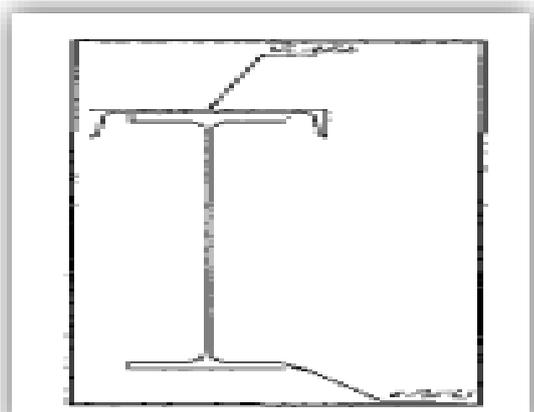


Figura 1.22. viga carrilera W40 X167 + MC 18 X 58

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

- ¿Es posible que al realizar un diseño estructural de nave industrial metálica sea la solución para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao - 2017?

1.4.2 Problemas específicos

- ¿De qué manera la tipología arquitectónica influye en el diseño estructural de nave industrial metálica para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao - 2017?
- ¿De qué manera el análisis dinámico modal espectral influye en el diseño estructural de nave industrial metálica para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao - 2017?
- ¿Qué beneficio económico tanto en costo de materiales como en ejecución de obra se consigue al realizar un diseño estructural de nave industrial metálica para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao - 2017?

1.5 Justificación del problema

Para la justificación se analizará los distintos enfoques que intervienen en el diseño estructural de una nave industrial. Siendo los fundamentos esenciales para que el investigador desarrolle el análisis. Se tomará en cuenta los siguientes enfoques:

1.5.1 Económico

En la zona industrial del Callao y Lima Metropolitana, la avenida Argentina, se concentra un alto índice, el 83.0% de plantas industriales en la región Callao, por lo que la construcción de una nave industrial no sería un gasto excesivo para el propietario del predio, a fin de condicionar un mejor ambiente.

1.5.2 Tecnológico:

La implementación de nuevas técnica en el diseño estructural y el uso de nuevos materiales, para la cobertura de techo de la nave industrial, cada vez más ligeros que reemplacen a los convencionales y que cumplan las mismas condiciones técnicas para lo que fue diseñado, es ahora el mayor avance en ingeniería, en lo que se refiere a este tipo de estructura.

1.5.3 Ambiental:

En referencia a la preservación del medio Ambiente, me basaría en su tipo de proceso constructivo, ya que durante el proceso de montaje, los materiales a usarse no ocuparían un espacio fuera del área perimétrica en donde se trabaja, como se hace convencionalmente en una construcción, ocasionando congestión vehicular; y lo más importante el acero es un material reciclable.

1.5.4 Social:

Socialmente el beneficio es para la población, ya que la demanda de este tipo de estructura va en aumento, con lo cual se tomaría como modelo para otra zonas de la ciudad.

1.5.5 Legal y Normativo:

Para el diseño estructural en acero de nave industrial se tomará como referencia la normativa peruana empleada, así tanto como normas internacionales, en lo que se refiere al tipo de material.

“En cuanto a lo legal es un derecho del ciudadano peruano gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida” (Constitución Política del Perú, 1993, Capítulo I, el numeral 22° del artículo N° 1).

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

- El diseño estructural de nave industrial metálica será la solución al mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao - 2017.

1.6.2 Hipótesis específicas

- Existirá cierto grado de influencia de la tipología arquitectónica en el diseño estructural de nave industrial metálica para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao - 2017.
- Existirá cierto grado de influencia del análisis dinámico modal espectral en el diseño estructural de nave industrial metálica para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao - 2017.
- Existirá un beneficio económico tanto en costo de materiales como en ejecución de obra en el diseño estructural de nave industrial metálica para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao - 2017.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

- Establecer que al realizar el diseño estructural de nave industrial metálica sea la solución para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao - 2017.

1.7.2 Objetivos específicos

- Determinar la influencia de la tipología arquitectónica en el diseño estructural de nave industrial metálica para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao - 2017.
- Determinarla influencia del análisis dinámico modal espectral en el diseño estructural de nave industrial metálica para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao - 2017.
- Evaluar desde el punto de vista económico tanto en costo de materiales como en ejecución de obra el diseño estructural de nave industrial metálica para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao - 2017.

II. METODOLOGÍA

2.1 Diseño de Investigación

La presente tesis es de tipo cuantitativa y de observación directa en el lugar de los acontecimientos, regida por la metodología y se basa en fuentes confiables que han sido validadas. Tiene un diseño no experimental transversal, se estudian los fenómenos tal como se manifiestan en la realidad, sin intervención del investigador en el comportamiento de las variables

2.1.1 Método

Método de la investigación Deductivo, partimos de lo general para llegar al aspecto particular a esto, Zelayaran (2002) nos señala “[...] este se distingue por ser un procedimiento, por el cual, la actividad de pensar se inicia en los conocimientos más generales hasta llegar a los singulares, de un mismo género o tipo” (p.89).

2.1.2 Tipo de Estudio

Este estudio será: “de finalidad aplicada, de carácter correlacional, de naturaleza cuantitativa, de alcance transversal y orientado a la aplicación” (Valderrama, 2013, p.76).

Una investigación aplicada siempre busca conocer para realizar, para actuar, para edificar, para cambiar, le preocupa la aplicación inmediata sobre una realidad circunstancial antes que el desarrollo de un conocimiento de valor universal. A esto la investigación aplicada, como aplicación práctica del saber científico, constituye uno de los primeros esfuerzos de transformar la teoría, conocimientos científicos en tecnología, de esto es que puede que se confunda con las investigaciones del tipo tecnológica.

2.1.3 Nivel de Estudio

El nivel de investigación es descriptivo. Refiere Valderrama (2013), como: “Consiste en conocer todas las características resaltantes de la investigación estadística” (p.80).

Es un contexto similar, infiere en dar a conocer las características exactas para seguir proceso iterativo, en un tiempo e instante determinado.

2.2 Variables, Operacionalización

2.2.1 Variables

- ✓ V1: Diseño estructural = V. Independiente
- ✓ V2: Nave industrial metálica = V. Dependiente
- ✓ V3: Almacén = V. Dependiente

2.2.2 Matriz de Operacionalización

Tabla 2.1: *Matriz de operacionalización*

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
-----------	--------------------------	---------------------------	-------------	-------------

VARIABLE 1: DISEÑO ESTRUCTURAL	<p>“Una mezcla de Arte y Ciencia que combina los sentimientos intuitivos del ingeniero con los principios de la Estática, Dinámica, Mecánica de los Materiales, y el Análisis Estructural, para producir una estructura segura que sirva sus propósitos” (Salmon y Johnson, 1997, p.23).</p>	Dimensionamiento estructural	<p>Propiedades físico-mecánicas y químicas del material acero</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Ductilidad -Alta resistencia a la fluencia -Módulo de elasticidad -Tenacidad -Resistencia a la tracción -Soldabilidad -Composición
		Estructuración	<ul style="list-style-type: none"> -Definición de geometría en planta -Definición de geometría en elevaciones -Dimensión del material -Perfil del material 	
		Factores de Cargas de diseño	<p>Normativa aplicada</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú: -NTP E- 0.20 Cargas -NTP E- 0.30Diseño Sismorresistente -NTP E- 0.90 Estructuras metálicas -Normativa Internacional ASTM NTP E- 0.50 Suelos y cimentaciones -Normativa Internacional AISC -Metodología de diseño AISC-LRFD -AISC Technical Report_No_13

			<p>Análisis estructural</p>	<p>-NTP E-0.30Diseño Sismorresistente</p> <ul style="list-style-type: none"> - Generalidades - Modelos para el análisis (plano, espacial) -Estimación del peso total -Análisis Estático -Análisis Dinámico Modal Espectral -Softwares para análisis estructural(SAP 2000, ETABS)
			<p>Tipología Arquitectónica</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Aerodinámico - Carga ambientales - Cargas vivas de techo y montaje -Perfiles en celosía -Parámetros de sitio - Espacios libres -Análisis estático y dinámico -Económico
			<p>Techo parabólico</p> 	
			<p>Techo Dos aguas</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Perfiles alma llena y en celosía - Cargas ambientales - Cargas vivas de techo y montaje - Pendiente - Parámetros de sitio - Espacios libres -Análisis estático y dinámico

VARIABLE 2: NAVE INDUSTRIAL METÁLICA	<p>“Es una construcción propia para resolver los problemas de alojamiento y operación de una industria. [...] construida para realizar actividades industriales de producción, transformación, manufactura y procesos”(Ramírez, 2006, p.8).</p>	<p>Uso de la nave industrial:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Almacén - Taller - Hangar - Edificio logístico 	<p>Techo tipo sierra</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Iluminación -Ventilación - Carga vivas de techo y montaje -Pendiente -Parámetros de sitio - Cargas ambientales - Espacios libres -Análisis estático y dinámico
			<p>Techo a un aqua</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Cargas viva de techo y montaje - Cargas ambientales -Pendiente -Parámetros de sitio - Espacios libres -Análisis estático -Espectro dinámico
			<p>Techo tipo domo o cascarón</p> 	<ul style="list-style-type: none"> -Perfiles en celosía -Cargas ambientales -Cargas vivas de techo y montaje -Ventilación mínima -Espacios libres -Parámetros de sitio -Análisis estático -Espectro dinámico
			<p>Cimentación</p>	<ul style="list-style-type: none"> NTP E- 0.50 Suelos y cimentaciones NTP E-060 Concreto Armado -Tipología de suelo -Capacidad admisible de carga -Asentamientos

				-Agresividad
VARIABLE 3: ALMACÉN	“Edificaciones comunes [...] tales como plantas, depósitos, instalaciones industriales cuya falla sea ocasionante de un siniestro” (RNE E 0.30, 2006, p.204).	Dimensionamiento estructural	Estructuración	-Definición de geometría en planta -Definición de geometría en elevaciones
			Cargas	-Tipología del material - Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú: - NTP E- 0.20 Cargas
			Cimentación	-NTP E-060 Concreto Armado -NTP E- 0.50 Suelos y cimentaciones -Tipología de suelo -Capacidad admisible de carga -Asentamientos -Agresividad

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

“Agrupación de elementos sometidos a una evaluación” (Real Academia Española, 2014, párr. 1).

Para la presente tesis, la población está definida por el propósito central del estudio, vendría a ser las plantas industriales situadas en los polígonos de la Av. Argentina, que comprende la zona industrial de los distritos del Callao y Lima Metropolitana.

2.3.2 Muestra

“Se da en el caso de que la muestra es representativa cuando los individuos seleccionados de la población total, prácticamente mantiene las mismas características que hacen único al grupo selecto” (Rodríguez Moguel, 2005, p. 85).

En este caso, el tipo de muestreo es no probabilístico de criterio espontáneo por ende la muestra seleccionada a criterio del investigador es una planta industrial ubicada en la Cuadra 40 de la Av. Argentina, zona industrial del Callao-Lima Metropolitana.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnica

Según Rojas Crotte define que:

La técnica de investigación científica es un procedimiento típico, validado por la práctica, orientado generalmente aunque no exclusivamente a obtener y transformar información útil para la solución de problemas de conocimiento en las disciplinas científicas. Toda técnica prevé el uso de un instrumento de aplicación; así, el instrumento de la técnica de Encuesta es el cuestionario; de la técnica de Entrevista es la Guía de tópicos de entrevista (2011, p. 278).

Se usará como técnica la observación directa, ya que para este tipo de investigación, el investigador necesitaba conocer las características de los datos de diseño que intervendrían en el proceso.

Tomando en cuenta el anterior concepto, se utilizará como instrumento fichas de recolección de datos. Se considera para fines de diseño los siguientes datos:

- ✓ **Suelo:** Los datos de los parámetros de sitio, con cual se calcularía las cargas sísmicas (V_x ; V_y), cimentación, etc.
- ✓ **Meteorológicos:** La velocidad del viento en Km/h con lo que se determinaría las cargas exteriores del viento a una altura h en Kg/m^2
- ✓ **Medidas perimétricas del terreno:** Para la configuración preliminar del diseño estructural, considerando las longitudes iniciales de los perfiles.
- ✓ **Material acero:** Características, propiedades y dimensiones comerciales del material.

2.4.2 Instrumento de recolección de datos

Cada uno de los respectivos ensayos o datos recolectados que contribuyan al desarrollo de plan de tesis, realizados por Institutos especializados confiables, que cuentan con sus propios instrumentos de medición los cuales se encuentran normados al momento de realizar los cálculos. Mencionándolos a continuación los principales a tener en cuenta para el análisis de datos.

2.4.2.1 Estudio de Mecánica de Suelos

Se rige mediante el Reglamento Nacional de Construcciones, Norma Técnica de Edificaciones E0.50, Suelos y Cimentaciones, para ello se efectúan trabajos de campo, ensayos de laboratorio y trabajos de gabinete necesarios para definir el perfil estratigráfico y parámetros necesarios para efectuar el diseño de la capacidad portante de suelo, así como las recomendaciones, conclusiones y especificaciones generales de construcción. A continuación una breve descripción del proceso, la siguiente ilustración muestra la ubicación de las calicatas para el EMS.

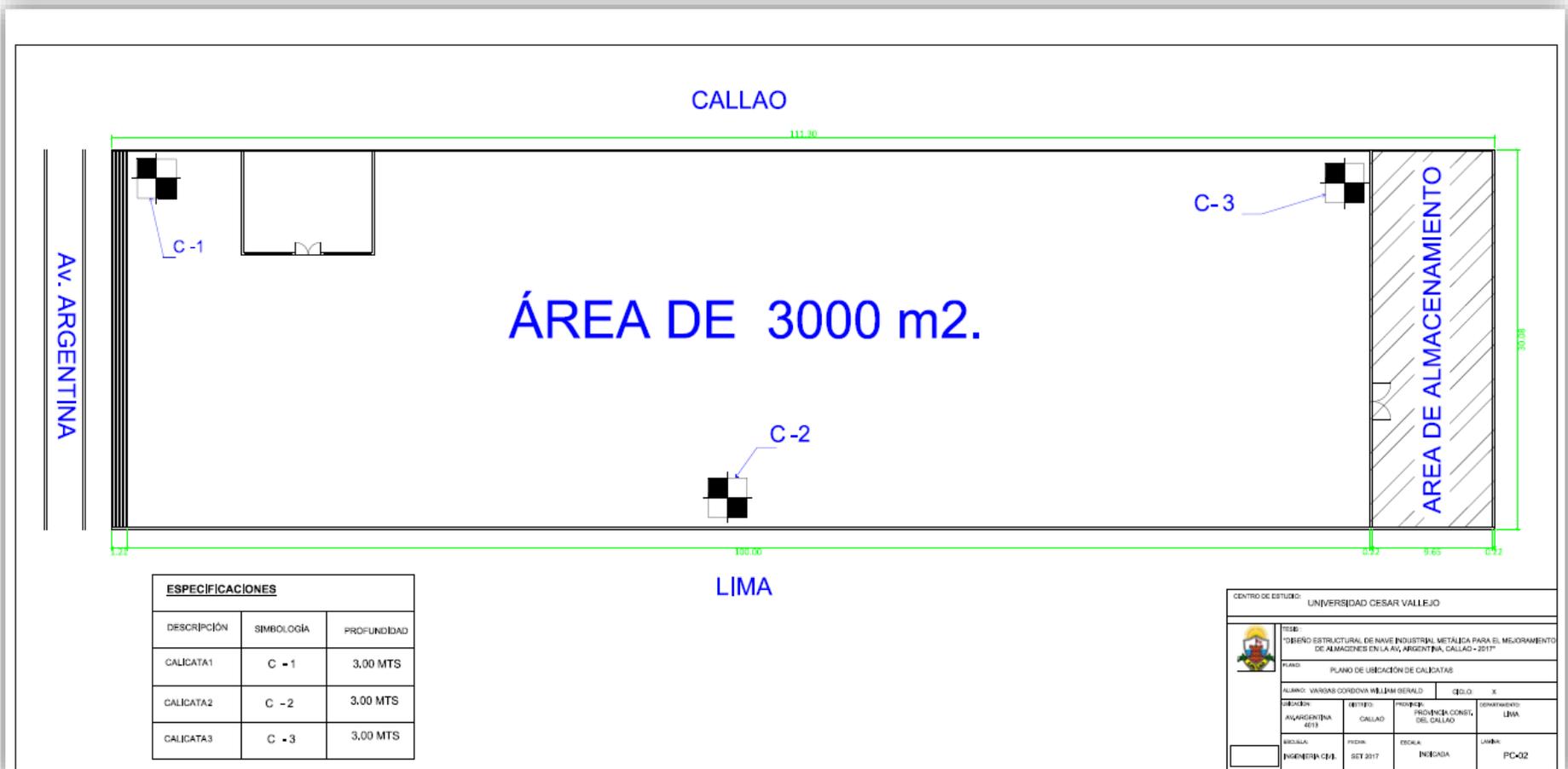


Figura 2.1.Plano de ubicación de las calicatas
(Elaboración Propia)

2.4.2.1.1 Trabajos de campo

- Traslados de equipos y técnicos a la zona de estudio
- 03 excavaciones de calicatas de 3.00 metros de profundidad cada calicata
- Toma de muestras alteradas de cada uno de los estratos encontrados en los sondeos.
- Registro del perfil del suelo en cada sondeo, ubicando el nivel freático en caso de ser hallado.
- Toma de fotografías digitales, datos de la zona.



Figura 2.2.Excavación de Calicata 1 (EMS Av. Argentina)



Figura 2.3.Excavación de Calicata 2 (EMS Av. Argentina)



Figura 2.4.Excavación de Calicata 3 (EMS Av. Argentina)

2.4.2.1.2 Ensayos de Laboratorio

Determina las propiedades físico-mecánicas de los suelos.

- Análisis Granulométrico (A.S.T.M. D – 422)
- Clasificación Unificada de Suelos (SUCS) (A.S.T.M.D -2487)
- Constantes Físicas
- Límites de Atterberg(A.S.T.M.D -4318)
- Humedad (A.S.T.M.D -2216)
- Contenidos de sulfatos solubles(NTP 339.178)
- Contenido de humedad (A.S.T.M.D -2216)
- Densidad mínima(A.S.T.M.D -4254)
- Densidad máxima(A.S.T.M.D -4253)
- Peso Unitario(A.S.T.M.D -854)
- Corte Directo(A.S.T.M.D -3080)

2.4.2.1.3 Trabajo de gabinete

El informe Técnico final el cual será proporcionado por el laboratorio de geotecnia tendrá el siguiente contenido.

- Generalidades
- Plano de ubicación de calicatas, Registro de calicatas
- Geología, Sismicidad
- Registros de los perfiles estratigráficos de los sondeos realizados, ubicando el nivel freático en caso de haber sido detectado.
- Agresividad del suelo
- Calculo para la profundidad de cimentación, alternativas y recomendaciones.
- Determinación de carga admisible, conclusiones y recomendaciones
- Material fotográfico, planos geológicos, sísmicos

De lo mencionado anteriormente para fines de ingreso datos solicitantes del software estructural enfocándome en el diseño de la estructura metálica, necesito los parámetros de sitio. Las fórmulas que se utilizarán para el cálculo de la carga sísmica, se encuentran detalladas en el apartado **1.3.1.3.1.4**

2.4.2.2 Expedición de información procesada de variables hidrometeorológicas

Las múltiples condiciones climáticas crean cierta discusión, es por ello que se podría adoptarse la velocidad del viento proveniente de un estudio aplicado con resultados confiables en la zona propuesta. Se recurre a la entidad responsable de los estudios climatológicos del Perú, SENAMHI.

La solicitud del estudio por parte de la entidad se denominará Expedición de información procesada de variables hidrometeorológicas. Dentro del cual me expide un informe de la zona de estudio, en este caso Callao, con las siguientes variables meteorológicas.

- Temperatura (máxima, media)
- Humedad (%)
- Viento (Velocidad, dirección)
- Presión, otros

En la siguiente Tabla, se da a conocer el proceso de desarrollo de dicha solicitud ante el SENAMHI.

Tabla 2.2. Expedición de información procesada de variables.

EXPEDICIÓN DE INFORMACIÓN PROCESADA DE VARIABLES HIDROMETEOROLÓGICAS: Variables meteorológicas: - Temperatura (máxima, media, mínima), humedad, viento, presión, otros.					Materiales Fungibles						Materiales No Fungibles				Deposición y Asesoración	Costo Fijo		
Actividad No.	Actividad	Centro de Actividad	Cargo	Tiempo por Actividad (min.)	Programa de Ventas	Programa de Asesoría	CD	Programa de Ventas	Programa de Asesoría	Programa de Ventas	Programa de Asesoría	PROGRAMA DE VENTAS	PROGRAMA DE ASesoría	PROGRAMA DE VENTAS	PROGRAMA DE ASesoría	PROGRAMA DE VENTAS	PROGRAMA DE ASesoría	
A01	Recibir constancia de pago, imprimir orden de procesamiento y derivar a la Dirección para su atención.	UNIDAD FUNCIONAL DE ATENCIÓN AL CIUDADANO	PROFESIONAL DE ATENCIÓN AL CIUDADANO	10	1							X		X	X	X	X	
A02	Recibir orden de procesamiento, verificar información solicitada en el SEM/SISCONTROL, elaborar reporte y derivar a profesional para revisión.	DIRECCIÓN DE REDES DE OBSERVACIÓN Y DATOS	ASISTENTE EN CONTROL DE CALIDAD DE DATOS - DORIS WONG	15	1							X			X		X	
A03	Efectuar control de calidad a la información solicitada y derivar a Asistente.	DIRECCIÓN DE REDES DE OBSERVACIÓN Y DATOS	PROFESIONAL ESPECIALISTA - ADELMA SERPA, NATALY ALIAGA	30								X			X		X	
A04	Asignar comprobante e imprimir reporte y derivar a la Unidad Funcional de Atención al Ciudadano	DIRECCIÓN DE REDES DE OBSERVACIÓN Y DATOS	ASISTENTE EN CONTROL DE CALIDAD DE DATOS - DORIS WONG	15	2							X		X	X	X	X	
A08	Recibir reporte y derivar a Secretaría General	UNIDAD FUNCIONAL DE ATENCIÓN AL CIUDADANO	PROFESIONAL DE ATENCIÓN AL CIUDADANO	5								X						
A09	Recibir reporte y derivar al Secretario General para visto.	SECRETARÍA GENERAL	TECNICO ADMINISTRATIVO	5								X						
A10	Revisar reporte, visar y disponer su entrega	SECRETARÍA GENERAL	SECRETARIO GENERAL	15								X	X	X				
A11	Recibir reporte y derivar a la Unidad Funcional de Atención al Ciudadano.	SECRETARÍA GENERAL	TECNICO ADMINISTRATIVO	5								X						
A12	Recibir reporte visado, coordinar entrega con el solicitante, solicitar firma de cargo y archivar.	UNIDAD FUNCIONAL DE ATENCIÓN AL CIUDADANO	PROFESIONAL DE ATENCIÓN AL CIUDADANO	10								X						
Total tiempo (min.)				110	4	0	0	0	0	0	0	9	1	1	2	4	2	4

Fuente: Tablas ASME- Servicios no exclusivos del SENAMHI.

El dato solicitante para el ingreso al software estructural, se rige mediante el Reglamento Nacional de Construcciones, Norma Técnica de Edificaciones E0.20, Cargas, para ello se necesita conocer la carga exterior del viento. Para ello se tienen dos opciones: el mapa eólico del Perú, el cual sirve como para determinar las velocidades del viento con un período de retorno de 50 años. Lo segundo se debe considerar las variadas condiciones (topográficas, climáticas) por ello podría adoptarse la velocidad del viento proveniente del estudio aplicado.

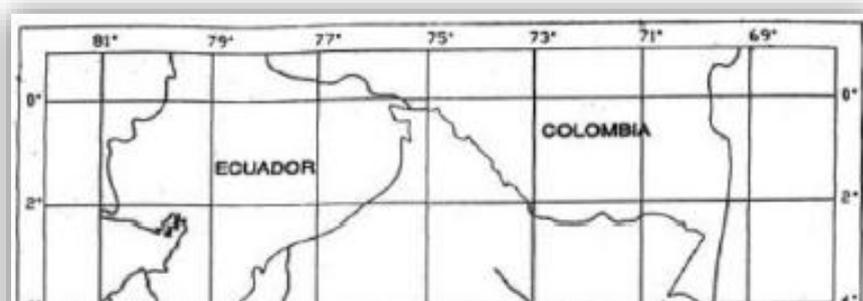


Figura 2.5. Mapa Eólico del Perú
(NTP E0.20 Cargas)

La siguiente ilustración asume los valores asignados por las Norma Peruana E 0.20 Cargas, de manera que para la zona del Callao la velocidad de diseño será de 75 Km/h. Tiene el terreno tiene una orientación de $12^{\circ} 02' 51.8''$ S $77^{\circ} 06' 13.4''$ W el cual se muestra en la rosa de viento, el sentido del viento es de Oeste a Este. Las fórmulas utilizadas para determinar la carga por viento se encuentran en el apartado **1.3.1.3.1.3**

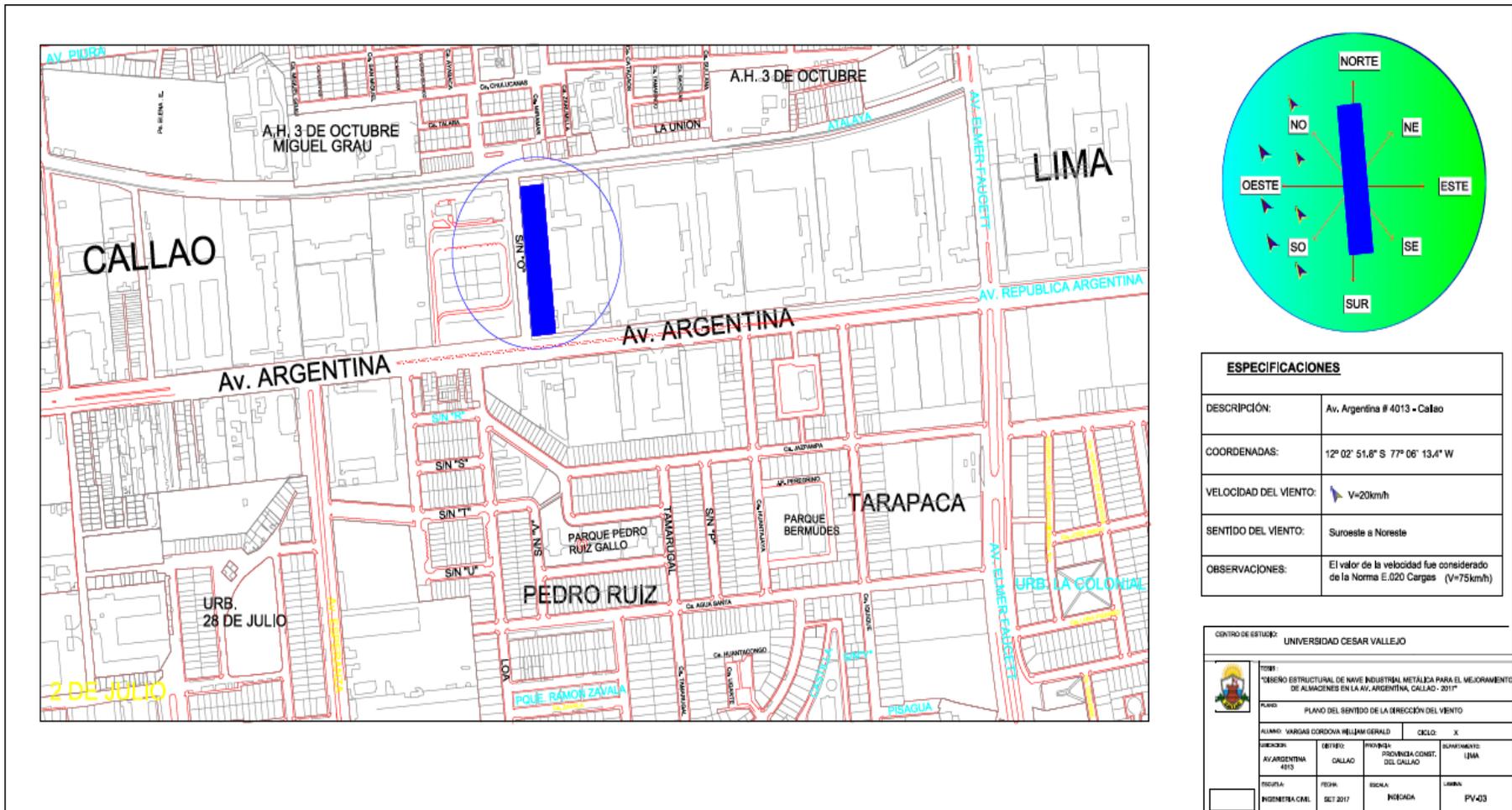


Figura 2.6. Plano de ubicación del sentido del Viento (Elaboración Propia)

2.4.2.3 Recopilación de la Certificación y Características del material acero

El dato solicitante para el ingreso al software estructural, se rige mediante el Reglamento Nacional de Construcciones, Norma Técnica de Edificaciones E0.90 Estructuras Metálicas, en donde se especifica el tipo de acero a utilizar y características. Considerando el tipo de estructura metálica se considera utilizar los perfiles laminados en caliente. Los cuales forman parte del Acero estructural ASTM A36. Son utilizados para la fabricación de estructuras de aceros en plantas industriales, almacenes, techados de grandes luces, entre otros. Normados técnicamente por ASTM, ISO, DIN.

Las propiedades generales del acero estructural A36:

- ✓ Módulo de Elasticidad ($E=210\ 000\ \text{MPa}$)
- ✓ Módulo de Corte ($G= 77200\ \text{MPa}$)
- ✓ Resistencia en tracción (F_u), Esfuerzo de Fluencia (F_y)
- ✓ Módulo de Poisson ($\mu=0.30$ en etapa elástica; $\mu=0.50$ en etapa plástica)
- ✓ Relación entre módulos ($G = \frac{E}{2(1+\mu)}$)

Las siguientes ilustraciones corresponden a catálogos comerciales de acero estructural A36 en Territorio Nacional, de las empresas Aceros Arequipa, Aceros Comerciales, COMFER S.A, Comercial Acero S.A, entre otras.

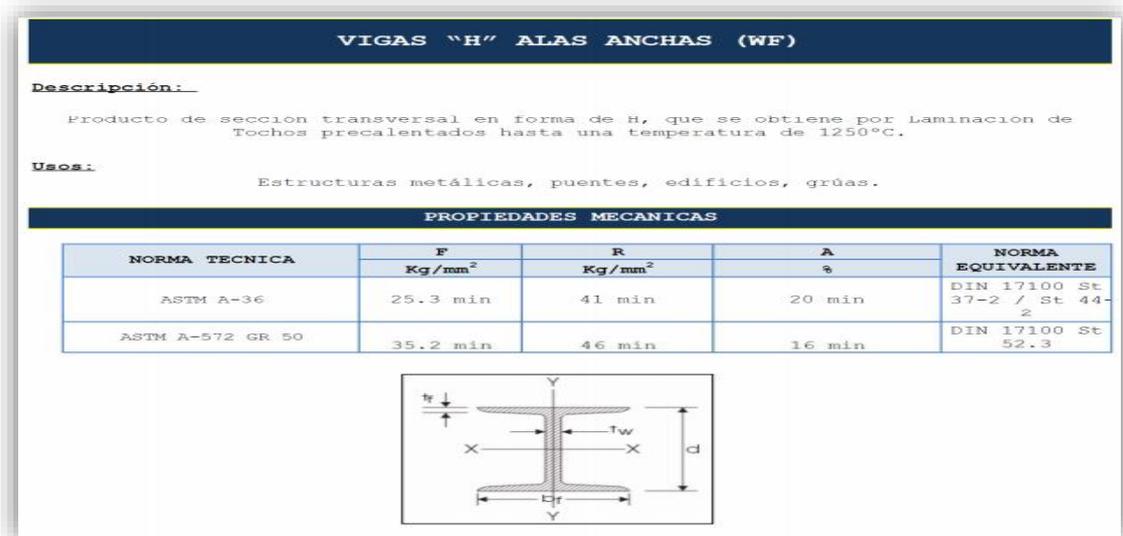


Figura 2.7. Vigas "H" (WF) normados por la ASTM A-36, ASTM A-572 GR 50 (Aceros comerciales)

PERFILES DE ACERO

Descripción

Producto de sección transversal rectangular que se obtiene por laminación de palanquillas de Acero Estructural que previamente fueron calentadas hasta temperatura del orden de los 1250°C.

Usos

Fabricación de estructuras metálicas, puertas, ventanas, rejas, piezas forjadas, etc.

PROPIEDADES MECÁNICAS

NORMA TÉCNICA	F	R	A	NORMA EQUIVALENTE
	Kg/mm ²	Kg/mm ²	%	
ASTM A-1008* CS-TIPO B	--	14/28	30 min	JIS G-3141 SPCC



Figura 2.8. Perfiles de acero normados por la ASTM A-1008/CS-TIPO, JIS G-3141 SPCC (COMFER S.A)

Canales U de Calidad Dual



DIMENSIONES	
Sistema Inglés (libra/pie)	
2" x 2.58	
3" x 4.10	
3" x 5.00	
4" x 5.40	
4" x 7.25	

NORMAS TÉCNICAS:

ASTM A36
ASTM A572- G50

PRESENTACIÓN:

Canales U hasta de 4", se producen en longitudes de 6 metros. Se entregan en paquetones de 1 TM.

Se suministran en unidades.

USOS:

En la fabricación de carrocerías y estructuras metálicas como vigas, viguetas, etc.

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Dimensiones	= Menores o igual a 4"
Límite de Fluencia mínimo	= 3,520 kg/cm ²
Resistencia a la tracción	= 4,590 - 5,620 kg/cm ²
Alargamiento en 200 mm	= 20 % mínimo
Soldabilidad	= Buenas

Figura 2.9. Canales U de Calidad Dual normados por la ASTM A36, ASTM A572-G50 (Aceros Arequipa)

Ángulos Estructurales de Calidad Dual



DIMENSIONES		
Sistema Inglés (pulgadas)		
1 1/2 x 1 1/2 x 3/32	2 1/2 x 2 1/2 x 3/16	4 x 4 x 1/4
1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2 1/2 x 2 1/2 x 1/4	4 x 4 x 5/16
1 1/2 x 1 1/2 x 3/16	2 1/2 x 2 1/2 x 5/16	4 x 4 x 3/8
1 1/2 x 1 1/2 x 1/4	2 1/2 x 2 1/2 x 3/8	4 x 4 x 1/2
2 x 2 x 1/8	3 x 3 x 1/4	
2 x 2 x 3/16	3 x 3 x 5/16	
2 x 2 x 1/4	3 x 3 x 3/8	
2 x 2 x 5/16	3 x 3 x 1/2	
2 x 2 x 3/8		

USOS:

En la fabricación de estructuras de acero en plantas industriales, almacenes, techados de grandes luces, industria naval, carrocerías, torres de transmisión.

También se pueden utilizar para la fabricación de puertas, ventanas, rejas, etc.

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Límite de Fluencia mínimo	= 3,520 kg/cm ²
Resistencia a la Tracción	= 4,590-5,620 kg/cm ²
Alargamiento en 200 mm:	
3/32", 1/8" y 3/16"	= 15.0 % mínimo
1/4"	= 17.5 % mínimo
5/16"	= 20.0 % mínimo
3/8" y 1/2"	= 20.0 % mínimo
Soldabilidad	= Buena

NORMAS TÉCNICAS:

ASTM A36/ ASTM 572 - G50.
Tolerancias Dimensionales: ASTM A6 / A6M.

PRESENTACIÓN:

Se producen en barras de 6 metros de longitud. Se suministran en varillas y en paquetones de 2 TM, los cuales están formados por 2 paquetes de 1 TM c/u.

Figura 2.10. Ángulos estructurales normados por la ASTM A36, ISO 57/V (Aceros Arequipa)



Figura 2.11. Certificación ISO 9001: 2008 (Comercial Acero S.A)

2.4.3 Validez y confiabilidad

“La validez estadística consiste en el proceso de evaluar el instrumento mediante dos opciones: la consulta y prueba con expertos, lo analizarán a fin de dar una opinión concreta del instrumento en evaluación” (Rojas Crotte, 2011, p. 281).

Para fines de validar los datos requeridos para el diseño, los cuales se obtuvieron mediante las fichas de recolección de datos, la presente investigación recurrirá a las bases de estudios técnicos realizados por profesionales en la materia en cuestión, que determinan la validez de los datos.

La confiabilidad de los datos requeridos para el diseño, los cuales se obtuvieron mediante las fichas de recolección de datos. Para la presente investigación se apoyará en instituciones especializadas, los cuáles me garantizarán en base a estudios técnicos aplicados, la validez estadística y confiabilidad de los datos.

- ✓ Laboratorios de geotecnia
- ✓ SENAMHI
- ✓ Municipalidad Provincial del Callao
- ✓ Laboratorio de Ensayo de Materiales
- ✓ Normativa internacional del material acero: ASTM, AISC

2.5 Métodos de análisis de datos

El plan de análisis de datos correspondiente al presente investigación es con el método observacional, que permite analizar las fichas de recolección, los datos que el investigador necesita para el proceso diseño, los cuales han sido validadas estadísticamente por fuentes confiables e inmediatamente se procederá a introducir las solicitudes del software SAP 2000 v.16 para el modelo aplicativo, complementado por la metodología de diseño en acero AISC-LRFD.

2.5.1 Metodología de Diseño en Acero: AISC-LRFD

Según Cortes y Sánchez definen que:

Se le considera como el mejor método para hacer estructuras de acero en todos los aspectos de seguridad, reducción de gastos, confiabilidad. Este método emplea inicialmente las cargas de trabajo o servicio (Q_i), se multiplicarán por factores de seguridad (λ_i ; siempre mayor que 1.0), que varían dependiendo del tipo de combinación de las cargas obteniendo cargas factorizadas, las cuales no deberán superar la resistencia última de diseño, que es calculada mediante la resistencia teórica o nominal (R_n) del miembro estructural multiplicada por un factor de resistencia (ϕ ; siempre menor que 1.0). En conclusión, la resistencia o capacidad del elemento estructural deberá resistir los efectos de las cargas que actúan sobre sí mismo (2012, párr.2).

La ecuación que rige el método LRFD es la siguiente:

$$\phi R_n \geq R_u$$

ϕ = Factores de reducción para las cargas de servicio

✓ Sección total en tracción	= 0.90
✓ Sección neta de conexión en tracción	= 0.75
✓ Elementos en flexión	= 0.90
✓ Elementos en compresión axial	= 0.85
✓ Pernos en tracción	= 0.75

R_n= Resistencia nominal

R_u= Fuerza factorizada calculada

2.5.1.1 Combinaciones de cargas por método AISC-LRFD

Las combinaciones de carga que se aplican considerando la condición más desfavorable para el elemento, condicionada con la presencia de cargas ambientales en la zona de estudio y una máxima posibilidad de carga en la vida útil de 50 años.

- **U= 1.4 D**
- **U= 1.2 D + 1.6 L + 0.5 (Lv o S o R)**
- **U= 1.2 D + 1.6 (Lv o S o R) + (0.5 L o 0.8 W)**
- **U= 1.2 D + 1.3 W + 0.5 L+ 0.5 (Lv o S o R)**
- **U= 1.2 D + 1.0 E + 0.5 L+ 0.2S**
- **U= 0.9 D - 1.3 W**
- **U= 0.9 D - 1.0 E**

Abreviaturas:

- **U**= carga factorizada o de diseño
- **D**= carga muerta
- **L**= carga viva según su función
- **Lv**=carga viva de techo
- **S**= carga de nieve
- **R**= carga nominal debido a la precipitación pluvial o hielo
- **W**= carga de viento
- **E**= carga de sismo

En las ecuaciones (*), se deberá considerar con el factor de 1 para la carga viva (L) en el caso de estacionamientos, auditorios y todo lugar donde la carga viva sea mayor a 4800 Pa.

2.5.2 Herramienta de Diseño: Software (SAP 2000)

Según CSIESPANA define que:

El SAP2000 es un programa computacional, creado por la compañía Computers and Structures, Inc. (CSI) cuyo fundador es Ashraf Habibullah desde 1975 trabajan diseñando programas enfocados en la ingeniería estructural y sísmica. Este software integra una interfaz gráfica, para el proceso de modelamiento, análisis, entre otros que ayudan a resolver las solicitudes (2017, párr. 1).

2.5.2.1 Datos de entrada

Es la información que el software solicita añadir a la base de datos para proceder a dar inicio a las funciones para el cual se utilizará. Se nombrarán los siguientes datos a continuación:

- ✓ Para la idealización de la estructuración de la nave se considera dos opciones: Del programa Auto CAD traslado el plano isométrico de la vista en elevación de la nave, la segunda crear las grillas o ejes de coordenadas y luego asignar los perfiles dando la forma deseada.

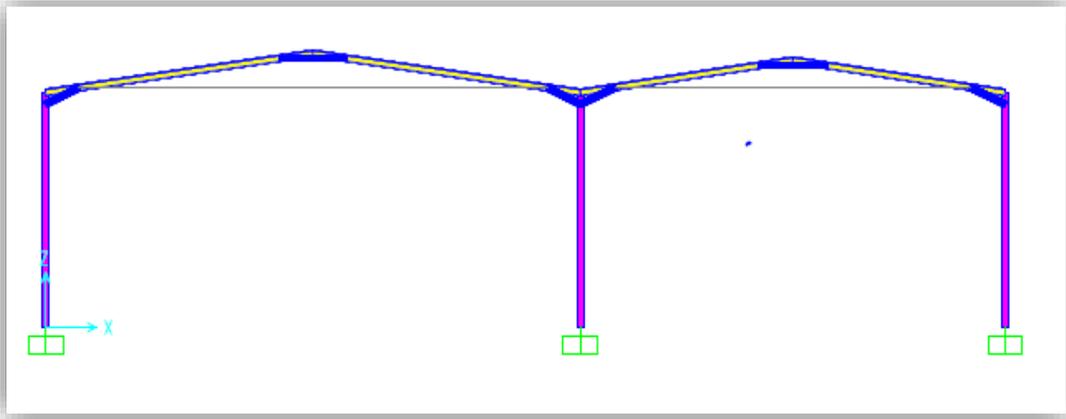


Figura 2.12. Isométrico de la vista en elevación de la nave
(Elaboración propia)

- ✓ La especificación de los perfiles de la estructura A36
(Si es ángulo, canal, viga H, etc.).
- ✓ Característica del material, ASTM A36, $F_y = 36$ KSI
- ✓ Las Combinaciones de Cargas Empleadas en el diseño a considerar: Por Normativa RNE, Capítulo E020 Cargas y Capítulo E090 Estructura Metálicas.
 - Cargas Muertas: Peso propio, cobertura, sistema de luminarias cenital
 - Cargas Vivas: Los actúan sobre la estructura estando en servicio y varían de posición, de montaje (Sobrecarga de cobertura)
 - Carga Sísmica: Referencia Norma E0.30 Diseño Sismorresistente
 - Cargas de viento: Se toma como referencia la Norma E.020 y ASCE 7-98.

2.5.2.2 Análisis del Software

Luego de insertar los datos de entrada, el software SAP 2000, procede simular de forma sistemática el posible funcionamiento de la estructura ante las solicitaciones insertadas y la metodología de diseño en acero empleada para el análisis. El software mostrará el comportamiento de los perfiles estructurales sometidas a las cargas insertadas, de acuerdo a la metodología de análisis utilizada, esto en base al material a usar, posterior a la simulación en los resultados se observarán algunos puntos críticos en la estructura que indican el ratio en función a la carga máxima que puede soportar el perfil en un rango de (0.00; 1.00) los cuales deberán ser analizados, verificando las condiciones que exige la normativa peruana de construcción.

2.5.2.3 Datos de salida

Los resultados que el software da a conocer luego del proceso de simulación mediante gráficos, diagramas, tablas, escalas; indicando donde se encuentra la falla en el diseño. Los resultados que da a conocer el software son mencionados a continuación:

- ✓ Los Esfuerzos máximos
- ✓ Momentos flectores
- ✓ Las Cargas Axiales
- ✓ Reacciones resultantes

2.6 Aspectos Éticos

El trabajo investigativo se basó en la normativa ISO 690, respetando la autoría de las diferentes fuentes tomadas para el desarrollo del mismo. Siguiendo los principios que demandan una investigación, cumpliendo con los aspectos tales como respeto a la autoría intelectual y honestidad.

III. RESULTADOS

3.1 Descripción de la zona de estudio

La zona de estudio se ubica en los polígonos industriales de la Av. Argentina, Cuadra 40, en la llamada zona industrial del Callao y Lima Metropolitana. El terreno total del predio tiene un área de 5,004.00 m², encerrada dentro de los linderos y medidas perimétricas siguientes:

- **Frente:** La Avenida Argentina con 30.00 ml.
- **Derecha:** Entrando hacia esta dirección, Propiedad de vendedores con 177 ml.
- **Izquierda:** Con un Callejón que los separa del inmueble de la Sociedad Agrícola Unión S.A con 168.10 ml.
- **Fondo:** A una distancia de 8.00 ml con la línea del ferrocarril del Callao con 30.00 ml. (Municipalidad Provincial del Callao, 2017).



Figura 3.1. Zona de estudio del Proyecto (Google Maps)

De la medida perimétrica del frente del terreno, hacia el interior del predio a una distancia de 68.10 m. empieza una losa existente, desde este punto se ubicará el área en dónde se llevará a cabo el proyecto y este será destinado para uso de almacén tanto de materiales de construcción, piezas de máquinas entre objetos de cargas considerables, con un área total de 3,000 m². Las medidas perimétricas son las siguientes:

- **Largo** = 100.00 ml. (Laterales)
- **Ancho** = 30.00 ml. (Frente y Fondo)



Figura 3.2. Vista frontal del predio (Google Maps)

3.2 Datos recopilados para el inicio de la modelación

Los siguientes datos mencionados a continuación serán fundamentales para empezar con el proceso de modelación y análisis de la estructura metálica.

- ✓ Luz = 29.6 m
- ✓ Longitud = 99.5 m.
- ✓ Ancho tributario = 195.36 m2.
- ✓ Altura = 9.15 m.
- ✓ V viento = 75.00 Km/h.
- ✓ Material = Acero A-36
- ✓ M. Elasticidad = 210 000 MPa
- ✓ Fy = 2530 Kg/cm2
- ✓ Z = 0.45
- ✓ U = 1.00
- ✓ C = 2.50
- ✓ S = 1.10
- ✓ R = 7.00

3.3 Resultados de la 1ra modelación: Estructura metálica de pórtico parabólico

Se realizó un primer modelamiento de una estructura metálica de pórtico parabólico considerando la dimensiones iniciales de 29.6 de luz y 99.5 de longitud. Para esta modelación, en referente a las combinaciones de cargas utilizadas para este tipo de estructuras se empleó la Normativa E0.90 Estructuras Metálicas y se enfocó en la metodología de diseño AISC-LRFD, para lo que es el análisis sísmico se aplicó lo expuesto por Normativa E0.30 Diseño Sismorresistente.

3.3.1 Cargas solicitadas para el diseño de la estructura metálica de pórtico parabólico

3.3.1.1 Carga Muerta (D)

Se consideró para este caso los pesos de la cobertura, viguetas, correas se obtuvieron de las fichas técnicas del fabricante, los cuales son constantes en la estructura,

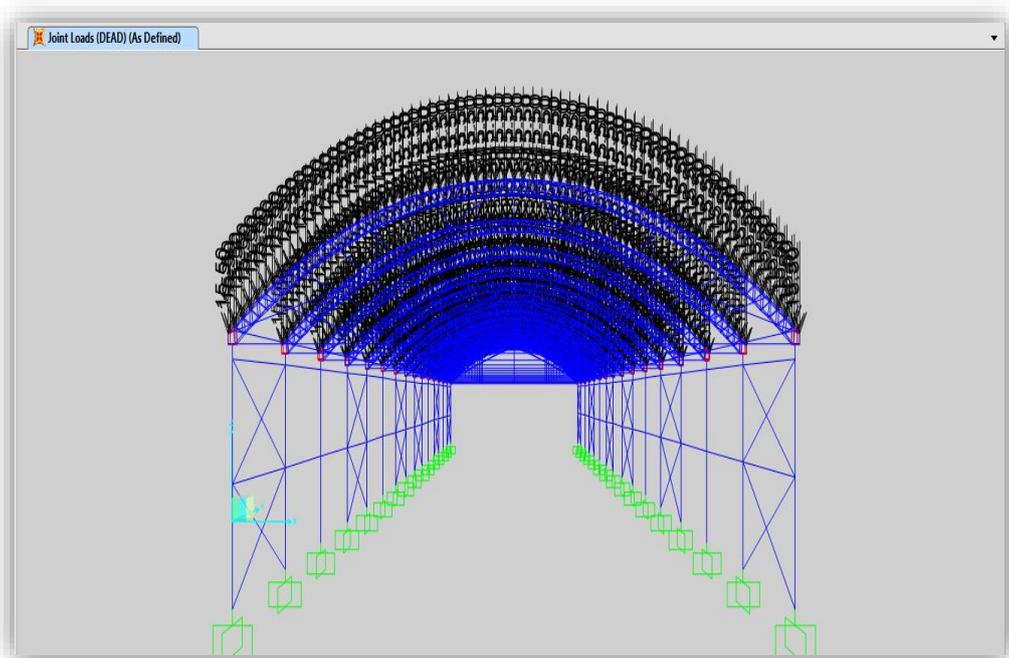


Figura 3.3. Carga muerta aplicada en los nodos del pórtico parabólico

3.3.1.2 Carga Viva (L, Lr)

Se obtuvieron las consideraciones de carga para este caso de la Normativa 0.20 Cargas, para la carga viva de techo será de 30 Kgf /m² que actuará sobre el área tributaria del techo de la estructura.

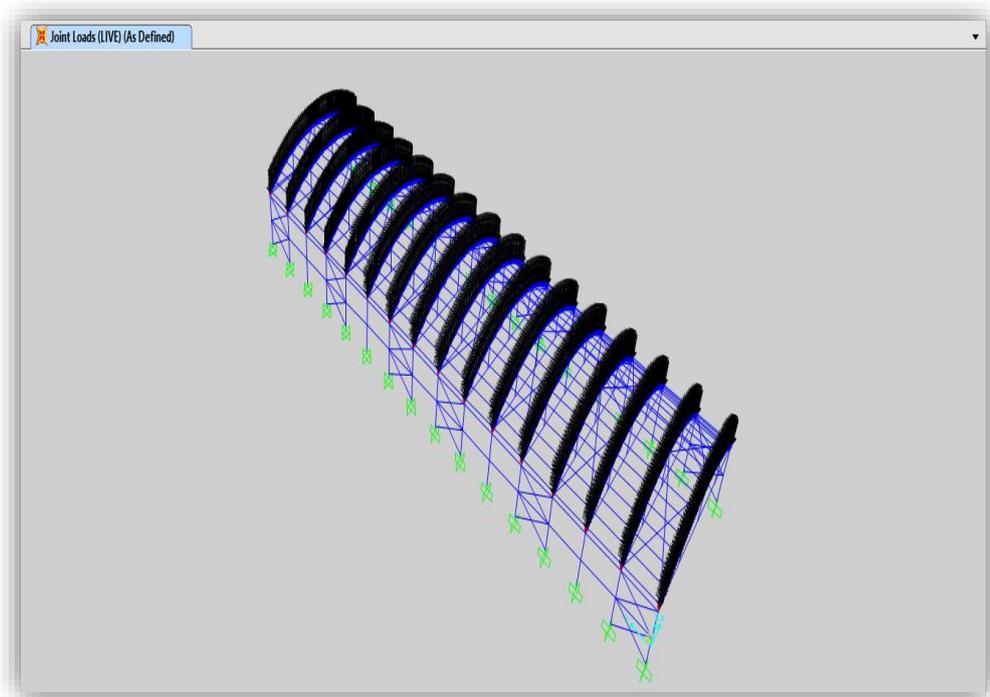


Figura 3.4. Vista en 3D de la carga viva aplicada en los nodos del pórtico parabólico

3.3.1.3 Carga Viento (W)

Para el ingreso de la Carga de viento se realizó un cálculo previo para hallar la velocidad de diseño para posteriormente calcular la carga exterior (presión y succión) dato solicitante para el diseño, se tomó el valor referente en el Mapa Eólico que se encuentra en el RNE 0.20 Cargas.

Para este tipo de diseño no se considerará colocar cubiertas laterales completas, tan solo mínimas ya que se encontrará comprendida dentro de un área perimétrica de muros existentes muy cercanos a las columnas de la estructura metálica.

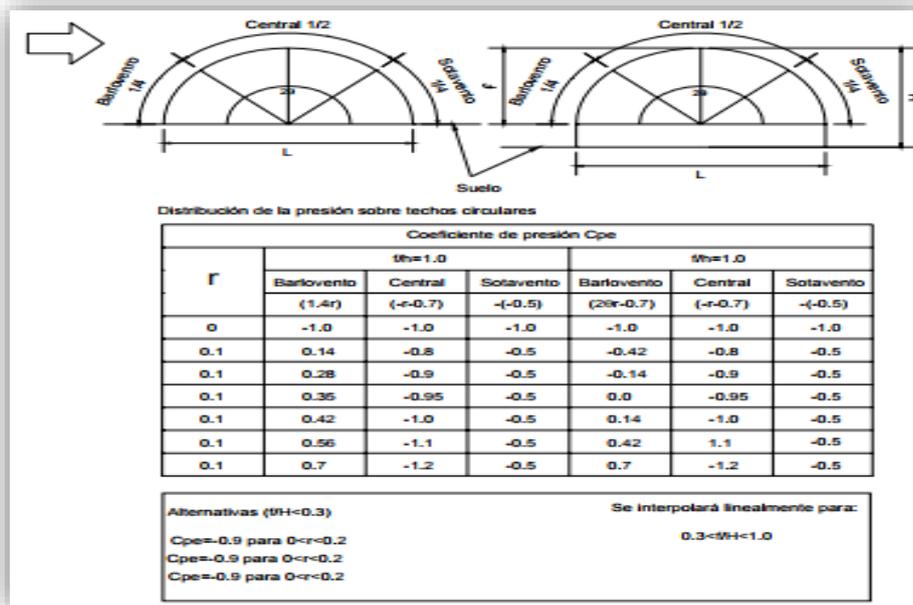


Figura 3.5. Valores de Cp para arcos parabólicos (Correa, 2003)

Tabla 3.1. Cálculo de la carga de viento (presión y succión) ejercida sobre la superficie actuante.

CARGA DE VIENTO			
V=75 (Velocidad de diseño hasta 10 m de altura)			
Vh=76.97 (Velocidad de diseño a la altura h en Km/h)			
Wp-s		Ws-s	
15.79	9.12	15.79	9.12
18.01	2.85	18.01	9.12
9.12	15.79	18.01	2.85
9.87	5.50	18.01	1.78
10.65	5.50	11.26	2.85
11.26	4.06	11.26	1.78
11.26	2.85	11.26	4.06
11.26	1.78	10.65	5.50

Fuente. Elaboración Propia

De manera que en el software, se verá de esta forma, ya que la mayor concentración se dará en los nodos de la zona de la cubierta

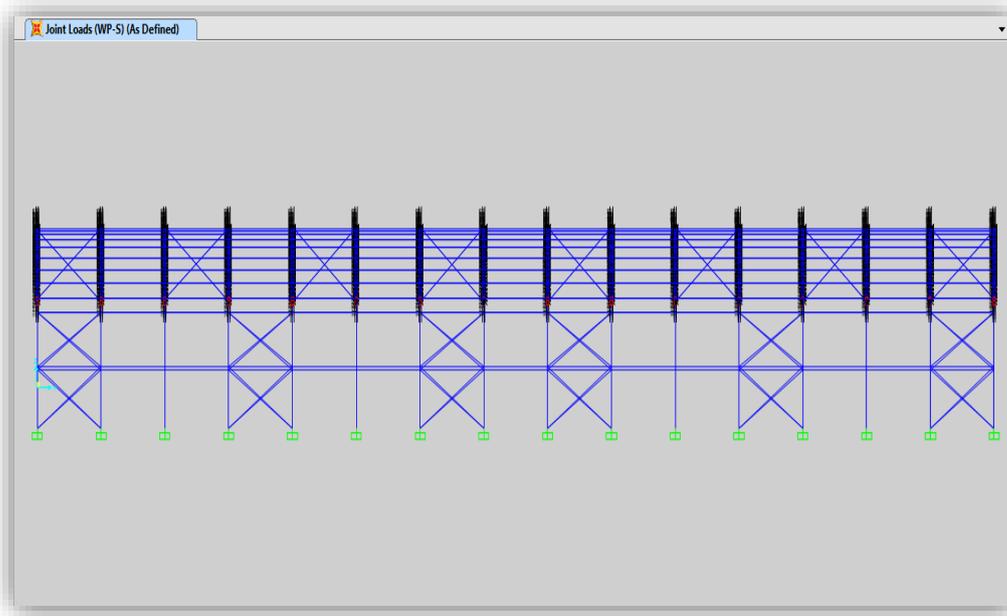


Figura 3.6. Vista Lateral de la carga de viento p –s aplicada en los nodos del pórtico.

3.3.1.4 Carga Sísmica (E)

La siguiente ilustración muestra el cálculo realizado para la determinación de la carga sísmica para aplicar el análisis estático.

CARGA SISMICA		
CARGA MUERTA	69.90	TON
CARGA VIVA	30.00	TON
P.TOTAL	77.40	TON
FACTOR DE ZONA "Z"	0.45	
FACTOR DE USO "U"	1.00	
TIPO DE SUELO "S3"		
FACTOR DE SUELO "S"	1.10	
TP	1.00	
TL	2.00	
ALTURA DE EDIFICACIÓN	H _n	3.15
CT		35.00
T		0.26
C		2.50
FACTOR DE REDUCCIÓN "R"		7.00

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

Fza. Cortante Basal	
V _X	13.68 TON
V _Y	13.68 TON

Figura 3.7. Cálculo realizado para la determinación de la carga Sísmica (V_x; V_y)

Se tuvo que considerar distribuir la Carga Sísmica en los nodos que a criterio y aplicando lo descrito en la Normativa Peruana, se aplicaron en el caso más crítico. La ilustración muestra la vista en planta de la carga Cortante Basal aplicada en eje x-x.

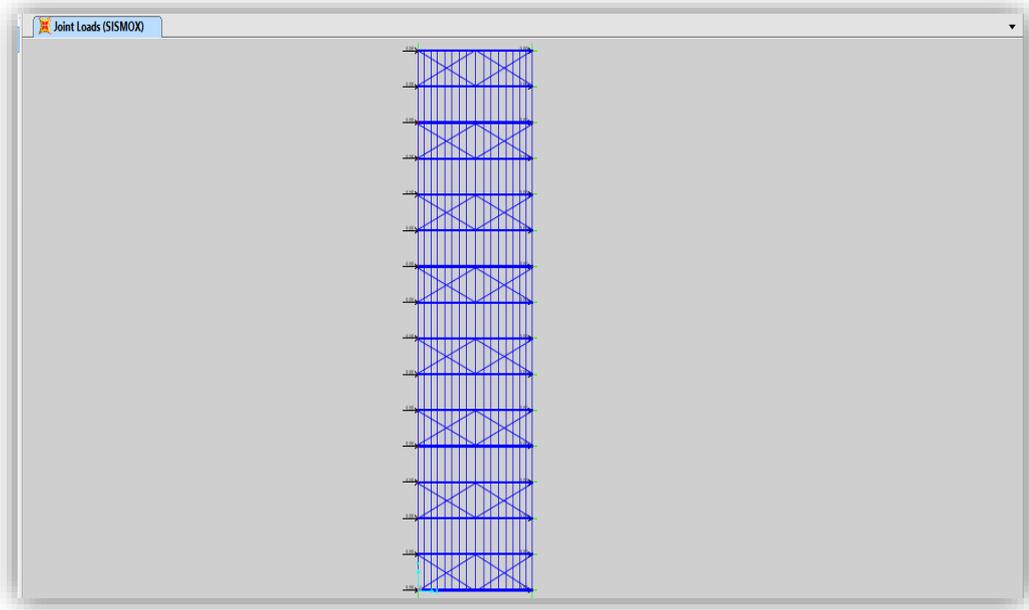


Figura 3.8. Vista en planta de la Cortante Basal (V_x) aplicada al pórtico parabólico

En la siguiente ilustración muestra un cuadro de resumen de las cargas consideradas para el diseño de la estructura metálica.

Tabla 3.2. Cargas resultantes calculadas previamente para el proceso de análisis

Cargas	Simbología	Kgf.m
Muerta	DL	15.50
Viva	(L ; Lr)	54.45
Viento	Wp-s	(9.12, 15.79)
	Ws-p	(9.87, 5.50)
Sismo	VX	13680
	Vy	13680

Fuente. Elaboración Propia

3.3.2 Diseño resultante de la 1ra modelación de la estructura metálica de pórtico parabólico mediante el software SAP 2000 v.16 por metodología AISC-LRFD

El software SAP 2000, me proporciona un indicador de diseño de secciones de acero en una escala de colores que simulan al equivalente a un rango de valores (0.0 a 1.0) , los llamados ratios vendría a ser la relación existente entre lo actuante y lo resistente, el cual debe ser menor a uno para que la sección se encuentre sobre-esforzada, basándose en la metodología de diseño en acero AISC-LRFD, el cual posee un alto grado de confiabilidad.

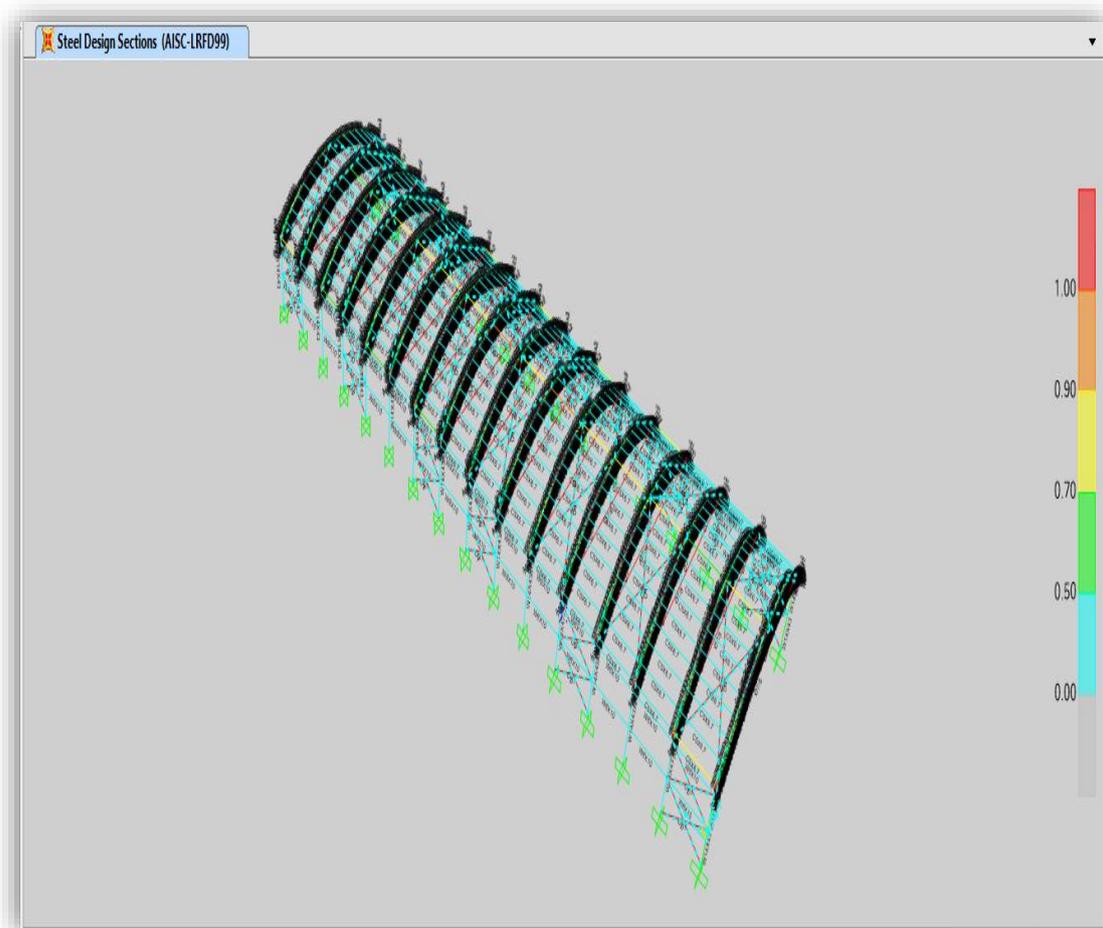


Figura 3.9. Diseño de la secciones de acero de la estructura metálica de pórtico parabólico AISC-LRFD99

3.3.3 Gráficas resultantes obtenidas de la 1ra modelación de la estructura metálica de pórtico parabólico mediante el software SAP 2000 v.16 por metodología AISC-LRFD

3.3.3.1 Análisis Sísmico Estático

Las siguientes ilustraciones, mostrarán los diagramas y resultados obtenidos del análisis aplicado a la estructura metálica de pórtico parabólico. Para la primera ilustración corresponde una Columna W14" x 43, la segunda corresponde a una sección del perfil de la viga.

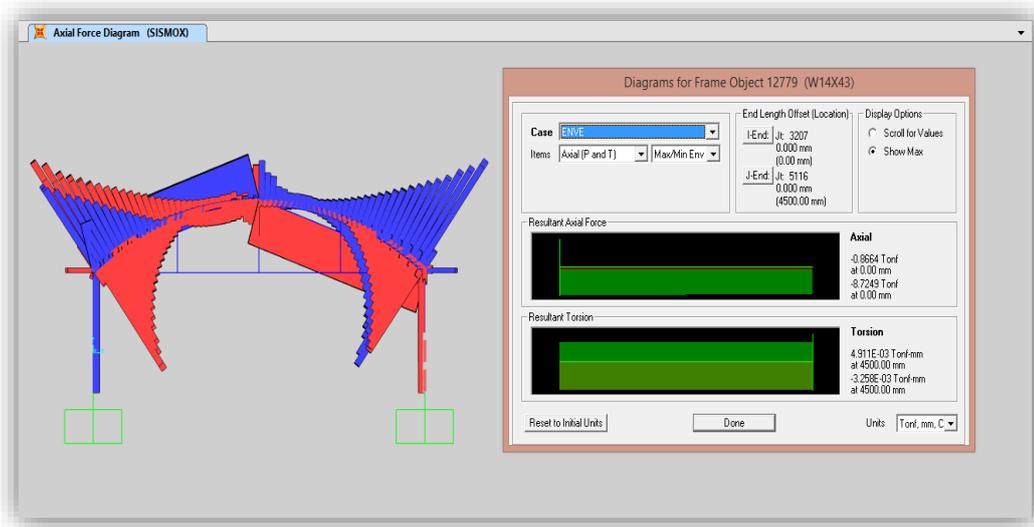


Figura 3.10. Diagrama axial del Sismo en eje X-X (izquierda) y la Envolvente resultante de la fuerza axial y torsión (derecha)

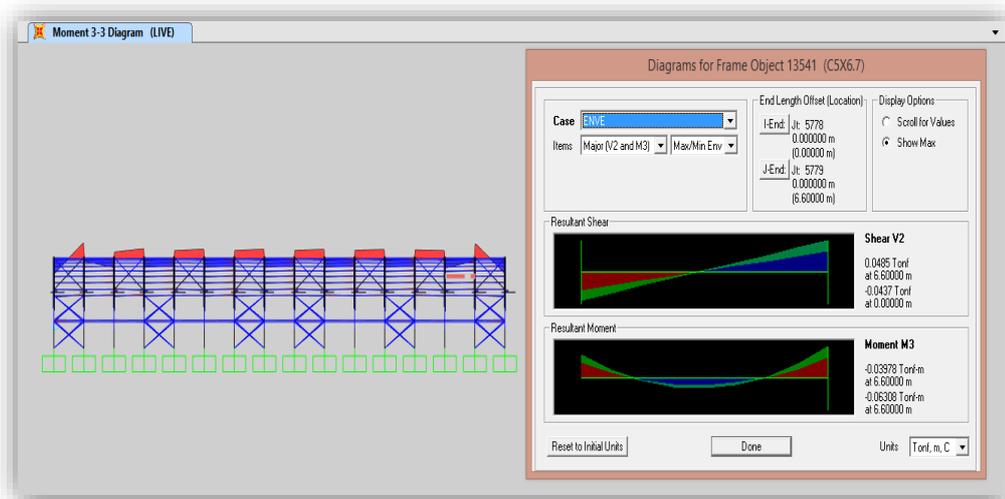


Figura 3.11. Diagrama de momentos Máx. y Mín. de la Carga Viva (izquierda) y la envolvente una de las secciones de viga del pórtico (derecha)

Se comprueba mediante el criterio AISC Manual of Steel Construction, que solicita para una deflexión para vigas $L/250$ obteniendo para este caso 2.64 cm como máximo para este diseño y el resultado del análisis nos da la máxima deflexión real obtenida es de 0.000116 cm. y se encuentra por debajo de la permitida.

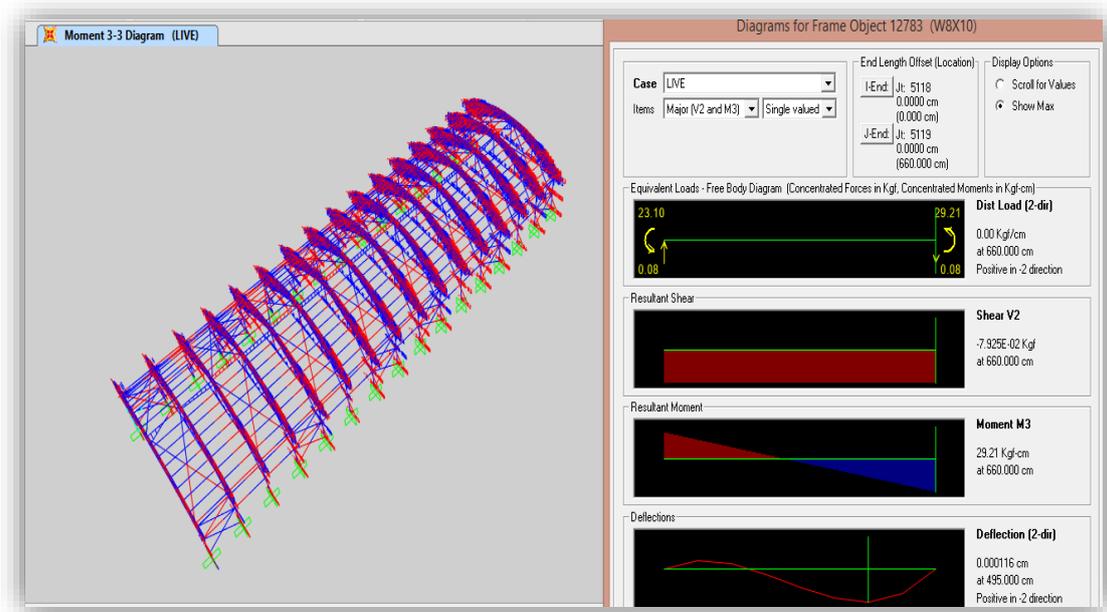


Figura 3.12. Deflexión en viga lateral que compone la estructura metálica

Se procedió a la verificación de condiciones de servicio con respecto a las deflexiones permitidas para cada sección que forma parte de la estructura. Se tomó los valores resultantes del análisis realizado para arco parabólico, viga lateral y viguetas.

Para verificar las condiciones de servicio se tomarán en cuenta solo las deflexiones. La siguiente muestra un resumen de las deflexiones reales (cm) obtenidos mediante el análisis.

Tabla 3.3. Deflexiones reales obtenidas en el análisis de la estructura metálica

DEFLEXIONES					
Parte de la estructura	Luz libre (m)	Deflexión máxima permisible (L/250)cm	Deflexión real (cm)		
			CV	CWp-s	Ws-s
Arcos parabólicos	29.60	11.84	0.00676	0.00124	-0.00033
			-0.00047	-0.00226	0.00050
			-0.00005	0.00001	0.00050
Vigas laterales	6.60	2.64	0.00013	0.00001	-0.00003
Viguetas	6.725	2.69	0.00118	0.00101	-0.00037
Correas	5.53	2.22	-0.00062	0.00041	0.00017
	6.60	2.64	-0.00117	-0.00055	0.00045

Fuente. Elaboración Propia

La siguiente ilustración muestra un cuadro de resumen de los desplazamientos laterales resultantes en las columnas mediante el análisis realizado. El criterio de máxima distorsión permisible es de 1.00 cm, para el caso de estructuras de acero. El SAP 2000, generó los datos de salida correspondiente a los desplazamientos traslacionales y rotacionales por nudo. Se analizó los resultados de U1 (Eje x-x) y U2 (eje y-y) por lo que los resultados indican la conformidad.

Tabla 3.4. Resumen de los desplazamientos obtenidos mediante el análisis

Resumen de desplazamientos laterales en la dirección "x" e "y"													
Columna	Nodo	Casos(Sismo)		Δ máx(cm)	x(cm)	y(cm)	Columna	Nodo	Casos(Sismo)		Δ máx(cm)	x(cm)	y(cm)
1	276	Sx	Sy	1.000	0.058	0.050	17	2795	Sx	Sy	1.000	0.987	0.050
2	287	Sx	Sy	1.000	0.991	0.051	18	2806	Sx	Sy	1.000	0.987	0.051
3	576	Sx	Sy	1.000	0.991	0.050	19	3112	Sx	Sy	1.000	0.987	0.050
4	587	Sx	Sy	1.000	0.991	0.051	20	3123	Sx	Sy	1.000	0.987	0.051
5	893	Sx	Sy	1.000	0.990	0.050	21	3430	Sx	Sy	1.000	0.986	0.050
6	904	Sx	Sy	1.000	0.990	0.051	22	3441	Sx	Sy	1.000	0.986	0.051
7	1210	Sx	Sy	1.000	0.990	0.050	23	3748	Sx	Sy	1.000	0.986	0.050
8	1221	Sx	Sy	1.000	0.990	0.051	24	3759	Sx	Sy	1.000	0.986	0.051
9	1527	Sx	Sy	1.000	0.989	0.050	25	4067	Sx	Sy	1.000	0.985	0.050
10	1538	Sx	Sy	1.000	0.989	0.051	26	4078	Sx	Sy	1.000	0.985	0.051
11	1844	Sx	Sy	1.000	0.989	0.050	27	4385	Sx	Sy	1.000	0.984	0.050
12	1855	Sx	Sy	1.000	0.989	0.051	28	4396	Sx	Sy	1.000	0.984	0.051
13	2161	Sx	Sy	1.000	0.988	0.050	29	4703	Sx	Sy	1.000	0.984	0.050
14	2172	Sx	Sy	1.000	0.988	0.051	30	4714	Sx	Sy	1.000	0.984	0.051
15	2478	Sx	Sy	1.000	0.988	0.050	31	5021	Sx	Sy	1.000	0.983	0.050
16	2489	Sx	Sy	1.000	0.988	0.051	32	5032	Sx	Sy	1.000	0.983	0.051

Fuente. Elaboración Propia

3.3.3.2 Análisis Dinámico

Las siguientes ilustraciones, mostrarán los espectros de diseño ingresados inicialmente para cada eje X; Y respectivamente.

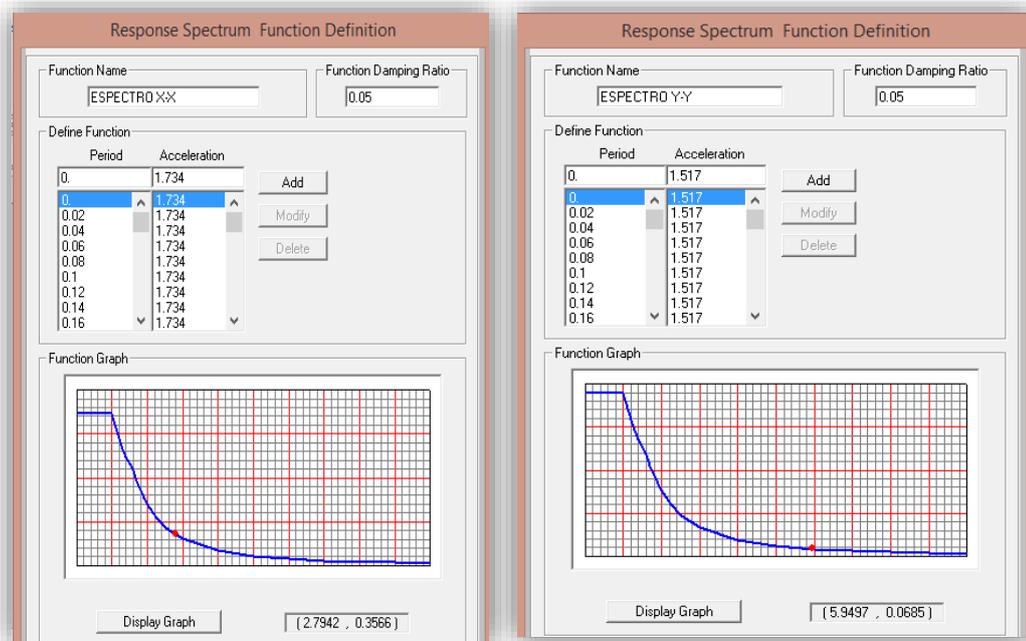


Figura 3.13. Espectros dinámicos de aceleraciones para la dirección X-X (izquierda) e Y-Y (derecha)

De igual manera se insertó otra gráfica con los valores de periodo vs aceleración para la dirección y-y, se mostrarán los resultados obtenidos del análisis dinámico aplicado a la estructura metálica. Se aplicó 12 modos para el análisis dinámico ya estaba predeterminado por el software para comprobar los factores de participación de masa.

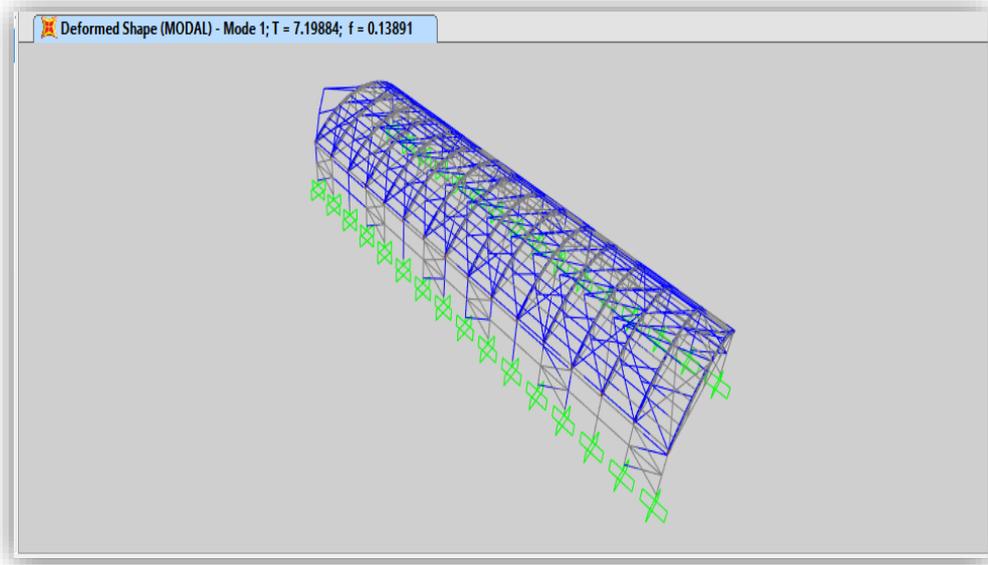


Figura 3.14. Vista en 3D Primer caso de Modo con período (s)

Las siguientes tablas muestran las cortantes en la base debido a las fuerzas sísmicas estáticas y dinámicas. Por normativa, la cortante estática no debe ser mayor al 80% de la cortante dinámica, por lo que se aprecia en la tabla si excede el valor mencionado, por ende se tomaría la cortante estática solo para el diseño.

Tabla 3.5. Cuadros de resumen de las cortantes calculadas

Cortantes Dinámicos								
Carga	Casos	Descripción	GlbFX(Kgf)	GlbFY(Kgf)	GlbFZ(Kgf)	GlbMX(Kgf-m)	GlbMY(Kgf-m)	GlbMZ(Kgf-m)
SDX	LinRespSpec	Max	7514.1	204.98	486.43	24974.19	55831.23	372936.8
SDY	LinRespSpec	Max	148.54	8217.88	5895.51	255240.79	86214.06	120958.05
Cortantes por fuerzas sísmica estáticas								
Carga	Casos	GlbFX(Kgf)	GlbFY(Kgf)	GlbFZ(Kgf)	GlbMX(Kgf-m)	GlbMY(Kgf-m)	GlbMZ(Kgf-m)	
SISMOX	LinStatic	-27360	-6.986E-07	-5.045E-08	0.000001467	-164160	1357740	
SISMOY	LinStatic	-4.109E-08	-27360	-2.011E-10	164160	-2.449E-07	-403059.72	

Fuente. Elaboración Propia

3.4 Resultados de la 2da modelación: Estructura metálica con variante de puente grúa de 5 Ton

Se consideró realizar un segundo diseño de la misma estructura metálica con una variante de puente grúa de capacidad de 5 Ton, a fin de comparar los resultados con la primera modelación realizada. Para esta modelación se emplearon combinaciones adicionales por el accionar del puente, en base a lo descrito por NTP E0.20 Cargas y contrastado por la AISE Technical Report N13.

3.4.1 Cargas solicitadas para el diseño de la estructura metálica con puente grúa de 5 Ton

Para el diseño, se tomó como referencia 3 pórticos correspondientes a los ejes (5, 6,7) referente del plano de distribución de ambientes ítem **1.3.1.1** por ser continuos y para facilidades de cálculo. Además se realizó dos cálculos previos, uno para puente grúa y el otro para viga carril, se cumplieron las solicitudes de diseño y se ingresaron estos datos resultantes a la anterior modelación como cargas adicionales.

3.4.1.1 Modelamiento de puente grúa 5 Ton

Se realizó una modelación asumiendo las longitud iniciales 27.6 M de luz y capacidad máxima de carga 5000 Kg, se consideró fraccionarla en 2500 Kg para condiciones de diseño. Por lo que se asumiría el funcionamiento como un puente grúa birriel. Debido a la luz del terreno y la deflexión del puente que debe ser menor $L/400$, son condiciones que fueron solicitadas para una viga de perfil WF simplemente apoyada que cumpla las características de diseño.

3.4.1.1.1 Evaluación por servicio y diseño del perfil puente grúa W 30" x 191

En las siguientes ilustraciones se aprecia vistas del perfil seleccionado que cumple con las solicitaciones y la flecha resultante del análisis realizado.

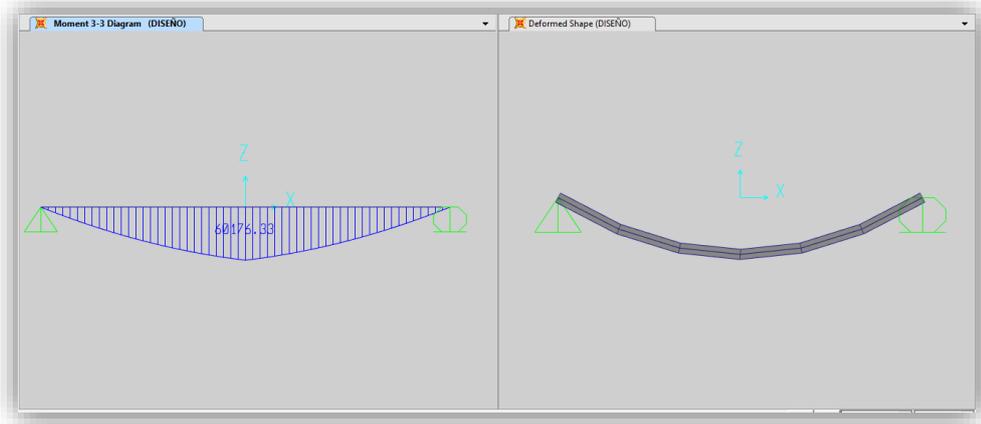


Figura 3.15. Momento flector resultante por diseño (izquierda) y Vista en 3D extruida del perfil W30" x 191 ft/in2 (derecha)

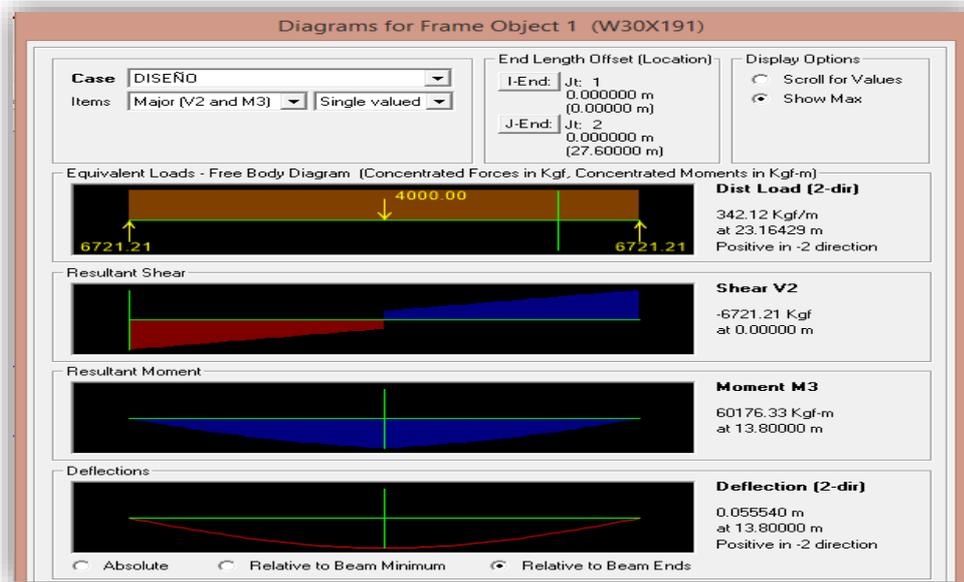


Figura 3.16. Deflexión máxima del perfil W30" x 191 ft/in2

El criterio AISC Manual of Steel Construction asumen una deflexión máxima para puente grúa de $L/400$ resultando 0.06900m, mediante el análisis se obtuvo 0.055540 m por lo que está conforme.

Tabla 3.6. Cuadro de resumen de valores obtenidos para el puente grúa

Descripción	Elemento	Longitud	Kgf
W30x191	Viga	27.60	7868.70
W30x191	Viga	27.60	7868.70
Carrito	Otro	1.00	605.00
P.Total			16342.40

Figura. Elaboración propia

3.4.1.1.2 Carga viva generada por el puente grúa sobre la estructura metálica

Se procedió a realizar un cálculo previo para el ingreso de valores de carga viva generado por la reacción máxima sobre la rueda cuando la grúa está izando a capacidad plena e impacto, el movimiento de traslación del carro sobre puente grúa y de este último a lo largo de la viga carril que los soporta. Se tomó las consideraciones según lo expuesto en el RNE 0.20 Cargas y AISE Technical Report N13.

Carga viva puente grúa:			
Datos: Max Capacidad =5000 Kg ; Reacción Max rueda= 1693 Kg			
Simbología	Descripción	Carga	Und
Cvs	Carga máx vertical en la rueda	1693	kg
Css	Desplazamiento lateral debido a una grúa	1120	kg
Cls	Tracción longitudinal debido a una grúa individual	169.3	kg
Civ	Impacto vertical debido a una grúa	6250	kg

Figura 3.17. Calculo de la carga viva por puente grúa

Se aplicaron las siguientes combinaciones de carga adicionales por el accionar del puente grúa, en base a la norma AISE Technical Report N13.

- ✓ $AD1 = D + L + (L_r \text{ o } R \text{ o } S) + C_{vs} + C + C_{ss} + C_{ls}$
- ✓ $AD2 = D + L + (L_r \text{ o } R \text{ o } S) + C_{vs} + C + C_s + W$
- ✓ $AD3 = D + L + (L_r \text{ o } R \text{ o } S) + C_{vs} + C + C_{ss} + 0.5W$
- ✓ $AD4 = D + L + (L_r \text{ o } R \text{ o } S) + C_{vs} + C + 0.67C_{bs}$
- ✓ $AD5 = D + L + (L_r \text{ o } R \text{ o } S) + C_d + E$
- ✓ $AD6 = D + C_{vs} + 0.5 C_{ss} + C_{iv}$

Simbología:

- **D**= carga muerta
- **L**= carga viva según su función
- **L_r**=carga viva de techo
- **S**= carga de nieve
- **C_{vs}**= carga máx. vertical de la grúa en un solo instante
- **C_{iv}**= Impacto vertical debido a una grúa
- **C_{ss}**= emplazamiento lateral debido a una grúa individual
- **C_{ls}**= tracción longitudinal debido a una grúa individual
- **C_d**= carga muerta de toda la grúa estacionada para efecto sísmico

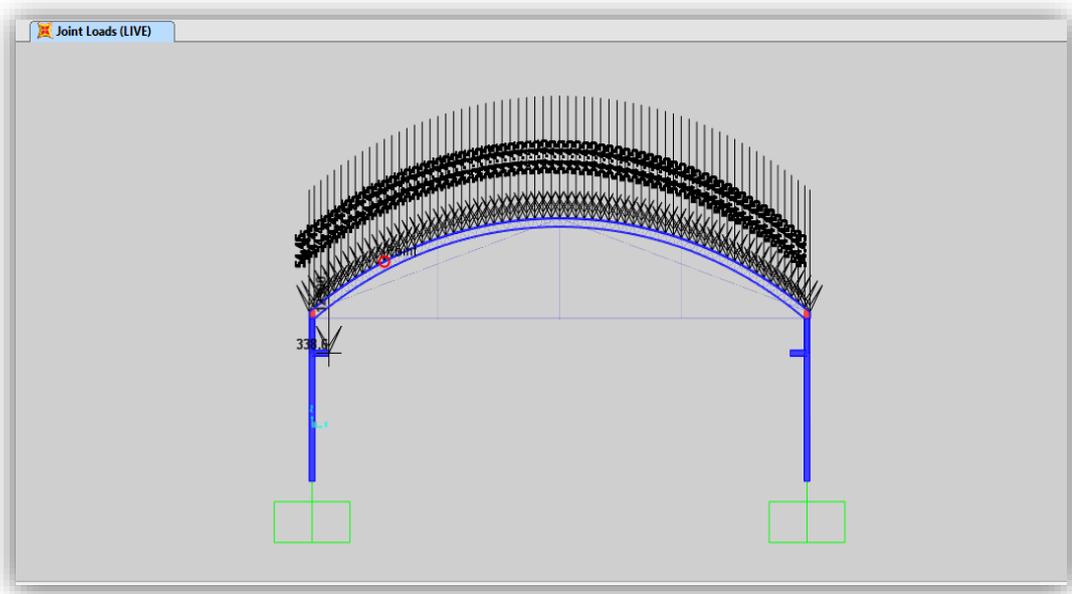


Figura 3.18. Vista en elevación 3D de las cargas vivas actuantes del puente grúa

3.4.1.2 Diseño de viga carrilera

Se realizó una modelación asumiendo las longitud iniciales 6.6 M de luz y las demás consideraciones se tomarán del puente grúa analizado anteriormente, para facilidad del análisis se tomará como una viga simplemente apoyada.

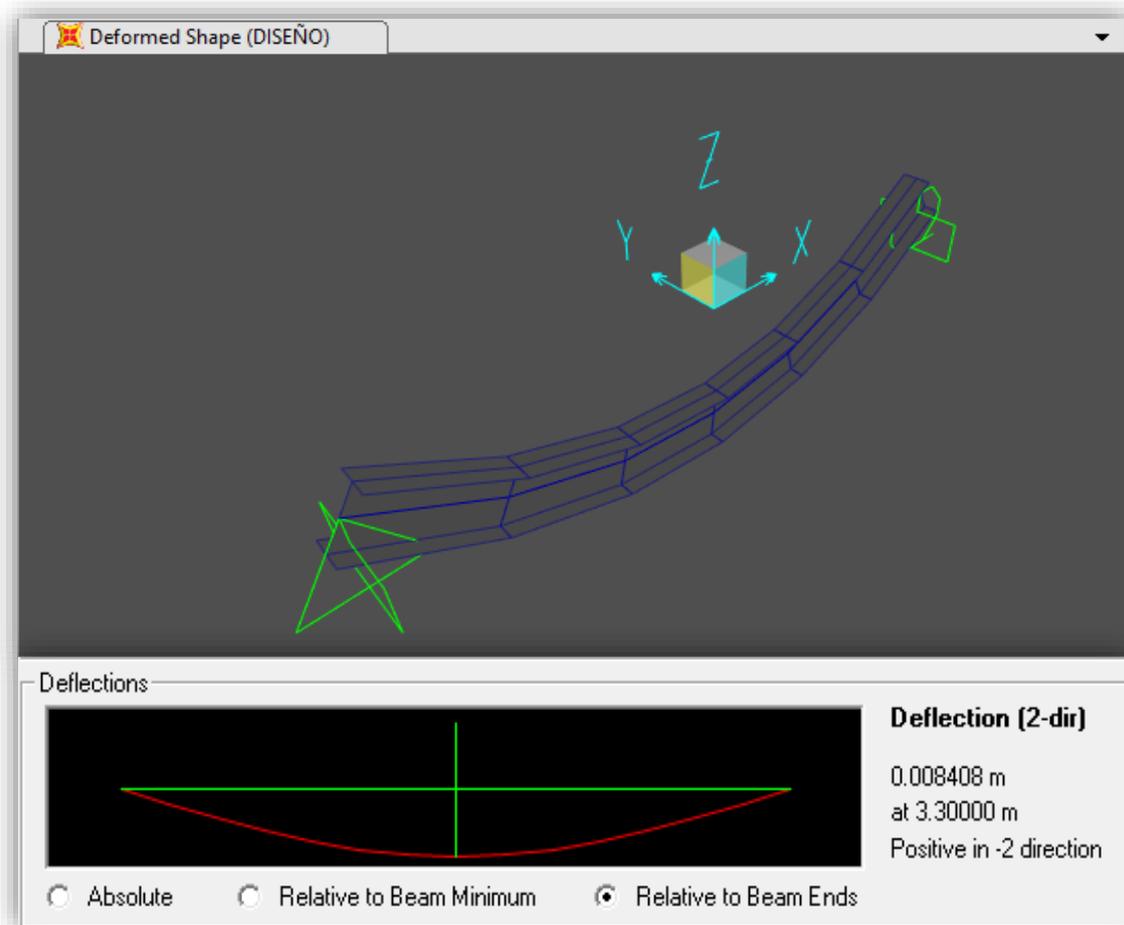


Figura 3.19. Vista en 3D extruida de las cargas vivas que actúan sobre la viga carril (arriba) y su máxima deflexión por el análisis (abajo)

Por criterio de selección de perfiles se establece la deflexión máxima de una viga carril L/750 resultando 0.0880 m. mediante el análisis se obtuvo 0.008408 m por lo que está conforme.



Comprobación de diseño para viga carrilera

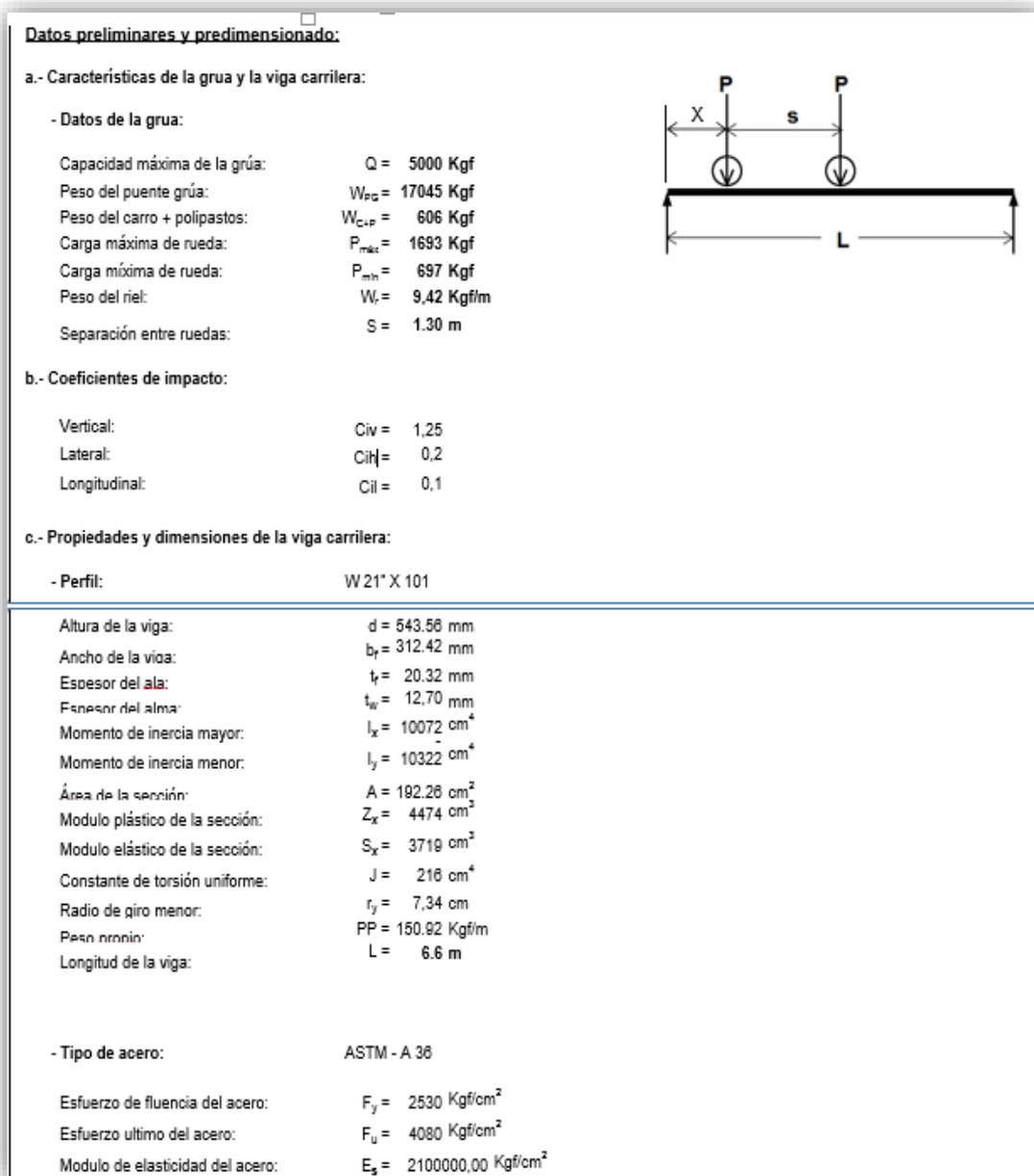


Figura 3.20. Resumen de la comprobación de diseño para viga carrilera



DATO: Con respecto a la cargas viento se tomó los valores calculados previamente en la anterior modelación, y para el cálculo de la carga sísmica se añadió los pesos de la viga carril W16" x 67 ft/in2 y su apoyo de 1 m. de en donde descansará la viga.

3.4.2 Diseño resultante de la 2da modelación con variante puente grúa mediante el software SAP 2000 v.16 por metodología AISC-LRFD

Se obtuvieron los valores de los ratios obtenidos de las secciones analizadas. La metodología de diseño en acero AISC-LRFD. En las siguientes ilustraciones muestran los resultados obtenidos en la segunda modelación con variante de puente grúa de 5 Ton.

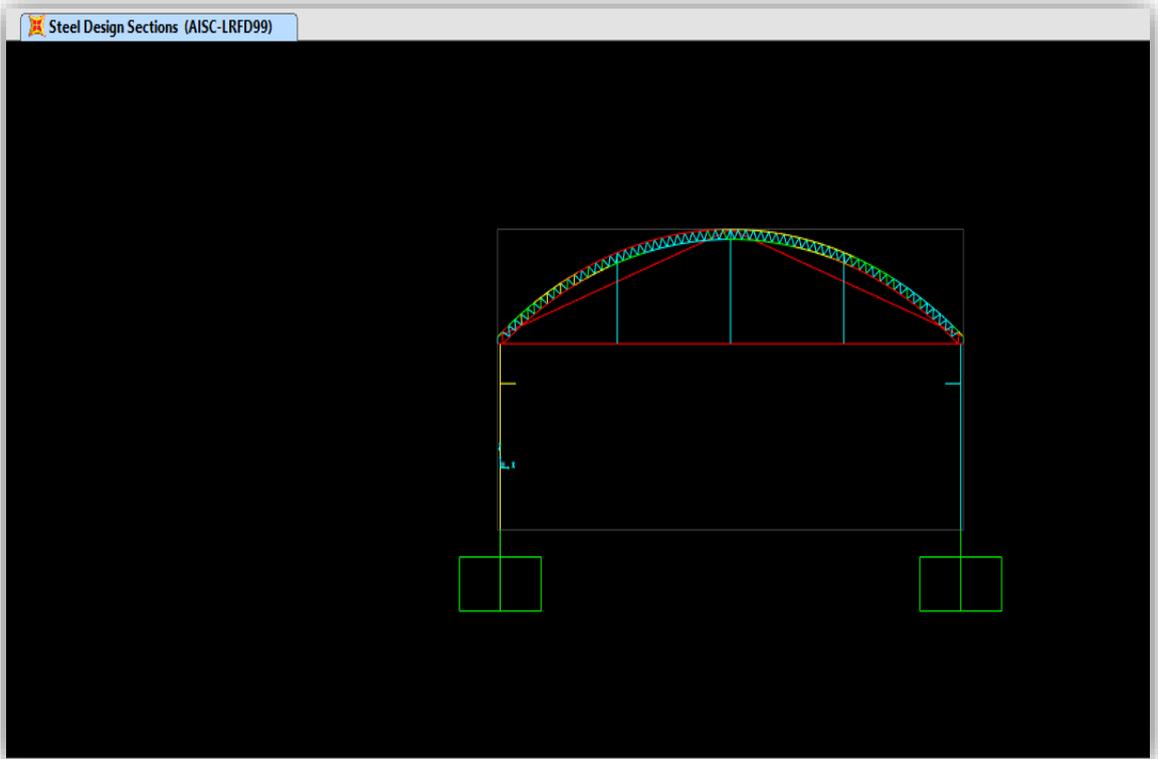


Figura 3.21. Diseño de las secciones de acero de la estructura con variante de puente grúa por AISC-LRFD99

Los tensores de diámetro 7/8" evidencian un sobreesfuerzo a tracción, se encuentran marcados de color rojo en la imagen pero es la única función que cumplen. Por lo que se despreciaría un cambio de sección mayor para no sobredimensionar la estructura y adicionar peso extra.

3.4.3 Gráficas resultantes obtenidas de la 2da modelación de la estructura metálica con variante de puente grúa mediante el software SAP 2000 v.16 por metodología AISC-LRFD

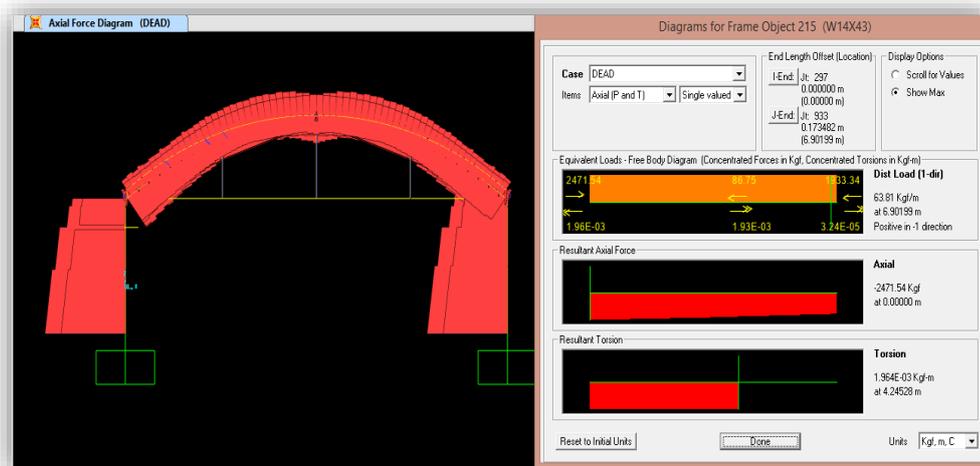


Figura 3.22. Diagrama axial de la Envolvente sobre columnas esquineras de perfil WF.

En las ilustraciones, se aprecia la fuerza axial por carga muerta que soporta la columna esquinera de 2471.54 kgf, en sentido (-) y en el mismo punto el momento flector resultante generado por la carga viva del puente grúa es 3.33 Tonf.m en sentido (-).

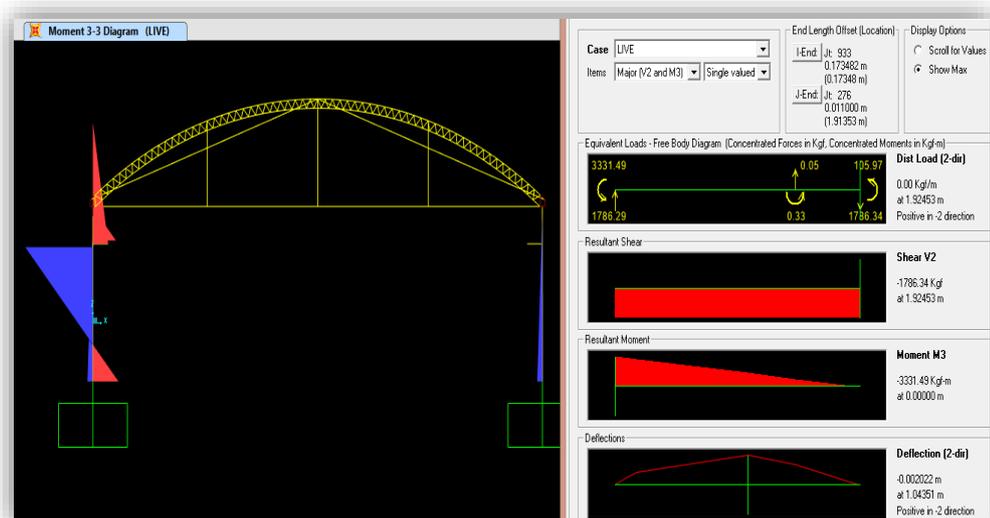


Figura 3.23. Diagrama de momentos Máx. y Mín. sobre una de las secciones del pórtico

3.4.3.1 Análisis Dinámico

En esta segunda modelación se aplicó el análisis dinámico debido a que para una estructura de grandes luces, el mejor funcionamiento se vería en la cortante dinámica y por que se asemeja más a la realidad en el funcionamiento del puente grúa. La siguiente ilustración evidencia la deformada del primer modo en líneas amarillas que defieren de su posición original en línea grises.

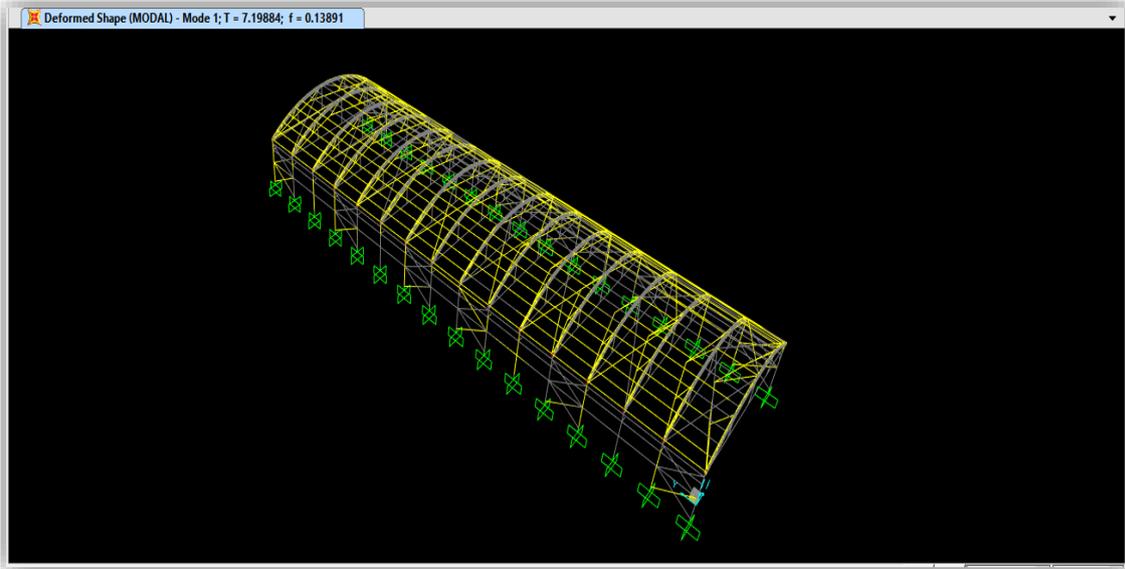


Figura 3.24. Vista en 3D Primer caso de Modo con período(s)

Las siguientes tablas muestran las cortantes calculadas en la base debido a las fuerzas sísmicas estáticas y dinámicas. Por normativa, la cortante estática no debe ser mayor al 80% de la cortante dinámica, por lo que se aprecia en la tabla se excede el valor mencionado, la solución sería tomar el mayor valor para el diseño.

Tabla 3.7. Cuadro de resumen de las cortantes calculadas

Cortantes Dinámicos								
Carga	Casos	Descripción	GlbFX(Kgf)	GlbFY(Kgf)	GlbFZ(Kgf)	GlbMX(Kgf-m)	GlbMY(Kgf-m)	GlbMZ(Kgf-m)
SDX	LinRespSpec	Max	8897.39	213.51	447.37	23113.13	61722.74	442519.52
SDY	LinRespSpec	Max	171.1	9398.52	11430.5	527802.87	167406.32	137131.58
Cortantes por fuerzas sísmica estáticas								
Carga	Casos	GlbFX(Kgf)	GlbFY(Kgf)	GlbFZ(Kgf)	GlbMX(Kgf-m)	GlbMY(Kgf-m)	GlbMZ(Kgf-m)	
SISMOX	LinStatic	-27360	-0.000000657	-4.581E-08	0.000001603	-164160	1357740	
SISMOY	LinStatic	-3.725E-08	-27360	-6.685E-11	164160	-2.249E-07	-403059.72	

Fuente. Elaboración Propia

IV. DISCUSIÓN

DISCUSIÓN 1:

De estos datos resultantes se deduce que durante el análisis estructural estático realizado al primer modelamiento, lo que condicionó la carga sísmica fue la tipología arquitectónica, en este caso se utilizó perfiles en celosía mas no se optó por perfiles de alma llena, debido a que los primeros aligeran relativamente la estructura del techo, además si una estructura posee mayor cantidad de peso durante un sismo el desplazamiento lateral relativo generado excederá a 0.01 m. la máxima deriva propuesta por piso para este caso de diseño en acero, establecido por Norma Técnica Peruana E.030. El cuadro de resumen de desplazamientos relativos confirman que para la dirección X se obtuvieron los máximos desplazamientos acercándose al límite señalado con valores 0.991 e 0.987, en comparación con la dirección Y; esto se debe a que en este eje la luz entre pórticos era menor y se facilitó su rigidez mediante arriostres en x, una solución que toma en su informe de especialización el Ing. Gonsález, es utilizar para su diseño pórticos especiales concéntricamente arriostros que reducen esta irregularidad presentada. De la segunda modelación con variante de puente grúa se modifica la tipología de diseño interior de la nave por el uso compartido que se le dará al almacén, con lo cual si se analizaría estaticamente se evidenciaría un incremento adicional a los desplazamientos laterales relativos calculados en el primer análisis, debido a los pesos adicionales de perfiles seleccionados que forman parte estructural de la guía de traslación y seguridad del puente y hay que añadir el peso en conjunto del puente a la estructura inicial, esto sería la mayor dificultad del análisis por lo que se presentaría irregularidades antes no establecidas, por lo que se consideró aplicar el análisis dinámico en este segundo caso ya que trabajará con un porcentaje de las masas de la estructura, acercándose lo más posible a las condiciones de cargas actuantes para el puente grúa en su funcionamiento real.

En líneas generales, se afirma la influencia de la tipología arquitectónica en el diseño y posteriormente con el análisis propuesto para este caso de estructura metálica de pórtico parabólico.

DISCUSIÓN 2:

En base a los resultados obtenidos con respecto al análisis dinámico modal espectral aplicado a la estructura inicial y consecuentemente a la segunda por las consideraciones establecidas anteriormente, en el primer caso de modelamiento se generó dos gráficas espectrales, uno para cada dirección considerando los parámetros de sitio calculados iterativamente tomados de la Norma Técnica Peruana E.030. el cual en su última modificación infiere establecer las irregularidades en planta y altura para el tipo de estructura que se está diseñando, en este caso no presenta irregularidades que puedan influenciar en el diseño por lo que se tomó los factores de reducción sísmica para la dirección X de 7 y la dirección Y de 8 ,para este caso no era fundamental aplicar el análisis dinámico, pero para fines de comparación entre las cortante por fuerza sísmica estática vs la cortante dinámica resultantes, se tuvo que especificar al software el uso de 12 modos a fin de llegar una participación de masas mayor al 90% por normativa, obteniendo que la primera fuerza cortante basal me da un valor 27.36 Ton el cual supera al 80% de la cortante dinámica que resulto 7.51 Ton, de manera que la normativa me indica que si se da este suceso se tome el mayor valor para consideraciones de diseño.

Asimismo, durante el análisis dinámico que se aplicó a la estructura metálica para el segundo caso de modelación con variante de puente grúa, se condiseró similares solicitaciones de uso y parámetros establecidos en la metodología de diseño AISC-LRFD en acero, muy usada en la actualidad por los investigadores referente a las combinaciones de cargas más reales para el diseño de puente grúa y estructuras de acero, tal afirmación lo aplica en su trabajo final de diplomado Mogrovejo y Huamaní, esta tesis concuerda con la postura de que no existe normativa peruana que profundiza en estos tema, que especifique un diseño y análisis de edificios industriales livianos y pesados, por ende para el análisis con puente grúa se recurre a normas americanas estandarizadas. En ese sentido, se afirma que para estos casos se debe utilizar el análisis dinámico modal espectral porque refleja las condiciones de carga más posibles, acercándose a la realidad.

DISCUSIÓN 3:

Según lo referido por Tong, en su tesis de grado afirma si se compara con otros sistemas constructivos, el uso de acero estructural en estos casos reduce el costo de mano de obra y tiempo de ejecución por maniobrabilidad en el montaje, si nos enfocamos en el cronograma presentado por esta tesis, el tiempo de duración para la fabricación, soldado de piezas compuestas para una longitud aproximada de 30 m. y montaje de los elementos estructurales metálicos, se utilizará casi 4 meses reduciendo el tiempo considerablemente al compararlo con otro sistema constructivo como el concreto armado, dado que el tiempo estimado de ejecución se relaciona con el área establecida de casi 3000 m². Debemos considerar que durante este lapso de ejecución se debe proteger al material contra la exposición de agentes ambientales, y si mencionamos el factor costo de materiales, el precio del acero estructural es accesible en el mercado nacional, evidenciándose una relación del costo promedio de S/. 160 x cada m² de la estructura metálica puesta en obra para este proyecto. Se incluyó el costo de zapatas conectadas que mejoren la estabilidad ante posibles asentamientos, debido al resultado de el E.M. Suelos, esto incrementa el costo del presupuesto pero si enfoca netamente en la construcción de la estructura metálica, se establece que existe una rentabilidad a largo plazo con la ejecución de este sistema constructivo.

DISCUSIÓN GENERAL:

Siendo analizados y comparados los dos modelamientos presentados por esta tesis, se establece que la solución al aprovechamiento de espacios libres en zonas industriales es la construcción de naves industriales metálicas, otro condicionante es el uso que se le dará al establecimiento, ya que se puede incluir a la estructura metálica un sistema para puente grúa; sin embargo el de mayor influencia vendría a ser los parámetros de sitio ya que estas estructuras al ser muy livianas, el de mayor influencia por altura de edificación sería la carga de viento y la carga sísmica pasaría a un segundo plano; si se confirma mediante estudios que el suelo de fundación tiene una capacidad portante favorable.

V. CONCLUSIONES

CONCLUSIÓN 1:

Se concluyó en base al Estudio de Mecánica de Suelos, que la mejor opción para aplicar un sistema constructivo que se adecue a la baja capacidad portante del suelo estudiado, es una nave industrial metálica de tipología arquitectónica parabólica con perfiles de vigas en celosía que aligeraron la estructura del techo, de manera que se aprecia una influencia positiva dentro del diseño que se propone para el área predeterminada de construcción.

CONCLUSIÓN 2:

Se llegó a la conclusión con el primer modelamiento de la estructura metálica, que al aplicar los espectros de diseño para las direcciones X e Y para el análisis dinámico modal espectral; la cortante del análisis estático superaba el 80% de la cortante dinámica resultante, se evidencia la influencia de este análisis para realizar comparaciones y tomar el mayor valor para el diseño.

CONCLUSIÓN 3:

Se concluyó que en base al cronograma del proyecto, el tiempo de ejecución del montaje de la estructura metálica de pórtico parabólico es considerablemente menor si se compara con otros sistemas constructivos y el beneficio se da por el costo de la estructura puesto en obra con relación al área total de construcción.

CONCLUSIÓN GENERAL:

Finalmente para concluir personalmente, este sistema constructivo engloba muchos beneficios como facilidad de montaje, menor costo de materiales y reducción de mano de obra, aprovechamientos de grandes claros, adaptabilidad al tipo de uso que se le dará al área, se establece que es la solución al mejoramiento de almacenes.

VI. RECOMENDACIONES

RECOMENDACIÓN 1:

El estado Peruano debe tomar en cuenta crear un apartado dentro de la NTP que sirva de consulta ya que no se cuenta con una normativa específica para estos tipos de diseño y análisis de edificios industriales livianos y pesados, e inclusive si se propone añadir un puente grúa, a fin de contrastar un adecuado comportamiento estructural en conjunto.

RECOMENDACIÓN 2:

La creación de un plan de contingencia ante un posible siniestro, que afecta la capacidad estructural del sistema. Podrían emplear un sistema de seguridad de gestión de riesgos, una opción sería la implementación de aspersores que sean sensibles a la mínimo contacto con el humo.

RECOMENDACIÓN 3:

Las estructuras metálicas son sensibles a efectos de altos porcentajes de humedad debido a su acelerada oxidación, tales como se da en las zonas costeras del territorio peruano. Propondría seguir un plan de mantenimiento mensual para mitigar dichos efectos y apoyarse en las norma de protección frente a este problema mencionado.

RECOMENDACIÓN 4:

A futuras investigaciones se debe tener presente que podría implementarse este sistema, en el uso para viviendas como medida de protección de azoteas de medianos claros ya que se tendría una cubierta aligerada, sin embargo se tendría que analizar detalladamente dicha factibilidad de uso.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANÁLISIS de estructuras metáli
Vicente Ediciones, 2011. 356 pp
ISBN: 9788496709638

[et al.]. Madrid: Antonio Madrid

AISC. Manual Steel Construction. 30va ed. USA , 2005.

AISE Technical Report N° 13

ASOCIACIÓN Alemana deEisenhüttenleute. El acero en la construcción. Barcelona: Editorial Reverté, 1981. 553 pp.

ISBN: 9788429120806

ASTM American Society for Testing and Materials. 27 de setiembre de 2017.

Disponible en: <https://www.astm.org>

CODIGO o Norma Peruana RNE, Lima, Perú, 05 de mayo de 2006.

CONDORI, Jorge. Diseño de una vivienda multifamiliar de dos niveles empleando acero estructural en el distrito de Cajamarca. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2013.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ. Lima : s.n., 1993.

CRANE MANUFACTURERS ASSOCIATION OF AMERICA (CMAA). 25 de setiembre de 2017. Disponible en: <http://www.mhi.org/cmaa>

CRUZ, Carlos, FIGUEROA, Pablo y HERNANDEZ, Carlos. Estructuración, análisis y diseño estructural de elementos de techo con perfiles metálicos utilizando el Método LRFD. Trabajo de grado (Título de Ingeniero Civil). San Salvador: Universidad de El Salvador, 2012.

CSI ESPANA. GruntsWork. 20 de junio de 2012. Disponible en: <http://www.csiespana.com/>

DICCIONARIO de la lengua española [en línea]. 22.a ed. España: Real Academia Española. 2014 [fecha de consulta: 27 setiembre de 2017]. Consultado en <http://www.rae.es/rae.html>

ELLSSEN. Zhengzhou Ellsen Equipo de Maquinaria Cía. Ltdaff. 16 de mayo de 2017. Disponible en: <http://ellsenpuentegrúa.es/>

GUTARRA, Manuel. Mejoramiento de almacenes autosoportados con elementos de acero estructural nacionales. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2016.

INEI. Estructura empresarial. 28 de junio 2015 . Disponible en : http://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1382/index.html

INIFED. Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Viento. México DF : s.n., 2011.

JAÚREGUI, Esteban y NEGRI, Claudio. Casas con estructuras de acero. Buenos Aires: Nobuko, 2012. 157 pp.
ISBN: 9789875844735

MACCCRIMMON, R.A. Crane-Supporting Steel Structures: Design Guide [en línea]. 2da ed. Canadá: Hatch, 2009 [fecha de consulta : 29 de setiembre de 2017].
Disponible en : <http://files.engineering.com/download.aspx?folder=0ad03afa-28be-43bc>
ISBN: 978-0-88811-132-6

MCCORMAC, Jack y CSERNAK, Stephen. Diseño de estructuras de acero. 5ta ed. México, D.F.: Alfaomega Grupo Editor, 2012. 724 pp.
ISBN: 9786077075592

METODO LRFD. [Mensaje en un blog]. Lima: Cortez, G. y Sánchez, B. (26 de noviembre de 2016). [Fecha de consulta: 27 de setiembre de 2017]. Recuperado de <http://es.scribd.com/document/273108433/Metodo-LRFD>

RAMIREZ, Juan Carlos. Construcción y prefabricación de elementos de concreto reforzado para naves industriales. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Puebla: Universidad de las Américas Puebla, 2006.

RECIO, Fernando. Calculo de nave industrial mediante Cype Metal 3D clásico para almacenamiento de materiales de construcción. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Madrid: Universidad Carlos III de Madrid, 2012.

RODRÍGUEZ, Delfino. Diseño práctico de estructuras de acero. 3ra edición. México, D.F.: Editorial Trillas, 2011. 432 pp.
ISBN: 9786071707727

RODRÍGUEZ, Ernesto. Metodología de la investigación. 5ta edición. México, D.F.: Univ. Autónoma de Tabasco, 2005. 186 pp.
ISBN: 9789685748667

ROJAS, Ignacio. Elementos para el diseño de técnicas de investigación: una propuesta de definiciones y procedimientos en la investigación científica. Revista educativa [en línea]. Julio-diciembre 2011, vol. 12, n° 24. [Fecha de consulta: 27 de setiembre de 2017]

Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/311/31121089006.pdf>

ISSN: 1665-0824

SALMON, Charles y JOHNSON, John. Steel Structures: Design and Behavior. 4ta ed. USA: Prentice Hall, 1997. 365 pp.

ISBN: 97860673997869

TONG, Alejandra. Factibilidad del uso de estructuras metálicas en el diseño de viviendas multifamiliares. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2014.

URBAN, Pascual. Construcción de estructuras metálicas. 4ta edición. Alicante: Editorial Club Universitario, 2009. 473 pp.

ISBN: 9788484549178

VALDERRAMA. Manual de Metodología de la Investigación. Lima : UCV, 2013.

VALENCIA, Gabriel. Diseño básico de estructuras de acero de acuerdo con NSR-10. Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, 2010. 320 pp.

ISBN: 9789588060958

VIZUETE, Alberto. Calculo y diseño de una nave industrial con cubierta fotovoltaica y entreplanta. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Madrid: Universidad Carlos III de Madrid, 2013

ZAPATA, Luis. Diseño estructural en Acero. Lima : s.n., 1997. 398 pp.

ZELAYARAN, Mauro. Metodología de la investigación jurídica. Lima: Jurídicas, 2002. 377 pp

VIII. ANEXOS

ANEXO N°1: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGIA	
<p>Problema General ¿Es posible que al realizar un diseño estructural de nave industrial metálica sea la solución para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao- 2017?</p> <p>Problemas Específicos ¿De qué manera la tipología arquitectónica influye en el diseño estructural de nave industrial metálica para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao -2017?</p> <p>¿De qué manera el análisis dinámico modal espectral influye en el diseño estructural de nave industrial metálica para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao- 2017?</p> <p>¿Qué beneficio económico tanto en costo de materiales como en ejecución de obra se consigue al realizar un diseño estructural de nave industrial metálica para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao- 2017?</p>	<p>Objetivo General: Establecer que el diseño estructural de nave industrial metálica sea la solución para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao-2017.</p> <p>Objetivos Específicos Determinar la influencia de la tipología arquitectónica en el diseño estructural de nave industrial metálica para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao -2017.</p> <p>Determinar la influencia del análisis dinámico modal espectral en el diseño estructural de nave industrial metálica para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao -2017.</p> <p>Evaluar desde el punto de vista económico tanto en costo de materiales como en ejecución de obra el diseño estructural de nave industrial metálica para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao -2017.</p>	<p>Hipótesis General: El diseño estructural de nave industrial metálica será la solución al mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao – 2017.</p> <p>Hipótesis Específicos Existirá cierto grado de influencia de la tipología arquitectónica en el diseño estructural de nave industrial metálica para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao -2017.</p> <p>Existirá cierto grado de influencia del análisis dinámico modal espectral en el diseño estructural de nave industrial metálica para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao -2017.</p> <p>Existirá un beneficio económico tanto en costo de materiales como en ejecución de obra en el diseño estructural de nave industrial metálica para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao -2017.</p>	Variable 1: Diseño estructural		<p>Tipo de Investigación: Aplicada-correlacional</p> <p>Diseño de Investigación: No Experimental-transversal</p> <p>Método de investigación: Deductivo</p> <p>Nivel de Investigación: Descriptivo</p>
			Dimensiones	Indicadores	
			Estructuración	Geometría en planta	
				Geometría en elevación	
				Dimensión del material	
			Normativa aplicada	NTP E-020 Cargas	
				Metodología AISC-LRFD	
				NTP E-090 E. Metalicas	
			Análisis estructural	NTP E-030 Diseño .Sismorresistente	
				Análisis Estático	
				Análisis Dinámico Modal Espectral	
			Variable 2 : Nave industrial metálica		
			Dimensiones	Indicadores	
			Tipología arquitectónica	Espacios libres	
				Cargas ambientales	
Cimentación	NTP E-050 Suelos y C.				
	Parámetros de Sitio				
Variable 3 : Almacenes					
Dimensiones	Indicadores				
Estructuración	Geometría en planta				
Cargas	Reglamento Nacional de Edificaciones				

ANEXO N° 2: Presupuesto General del Proyecto

						TC=3.24
ITEM	PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO	UNIT.(k	P. TOTAL(kg)	CANT.	P.UNIT (S/.)	P. TOTAL(S/.)
	ESTRUCTURA METALICA					
1.00	Columnas Metalicas de h=9.0m de altura					66,607.76
1.01	Perfil W14" X 43 h=7.0m de altura	583.86	18683.52	32	1,458.00	46,656.00
1.02	Tubo cuadrado HS 6" X 6"X 9.5 mm h=2.0m de altura	230.34	2533.74	11	275.00	3,025.00
1.03	Planchas de soporte y de anclaje		3411.00			2,394.00
1.04	Pernos de anclaje		800.00			770.00
1.05	Soldadura					1,344.00
1.06	Mano de obra de fabricación					7,445.00
1.07	Arenado de las columnas					4,973.76
2.00	Arcos parabolicos P-1 (30x5.5m)		11733.60	16	5,099.19	81,587.08
3.00	Viguetas Metalicas TIPO PRECOR		9180.00	255	261.14	66,590.70
4.00	Vigas de amarre entre columnas (6.6 mts)		6645.00	126.54	295.50	37,392.57
5.00	Estructura Metalica para cerramiento frontal		670.00	24	285.10	6,842.40
6.00	Estructura Metalica para cerramiento posterior		670.00	22	285.10	6,272.20
7.00	Estructura Metalica para cerramiento Longitudinal Exterior (02 tramos de 100 mts)		596.40	52	98.32	5,112.64
8.00	Cobertura de techo Calaminon TI Curvo esp.= 0.40 mm		11294.40	15	4,295.00	64,425.00
9.00	Cobertura laterales y media luna TI esp.= 0.40 mm		2604.80	26	537.59	13,977.34
10.00	Canaleta de lluvias (02 tramos de 100mts)			200	58.32	11,664.00
11.00	Zapatatas (32 pzas, columneta 0.6x0.6x0.70m, base 1.3x1.3x0.5m)			32	1,274.80	40,793.60
	COSTO DIRECTO DE FABRICACION					S/. 389,601.29
	MANO DE OBRA INSTALACION		68822.46		1.50	103233.69
	COSTO DIRECTO DE INSTALACION		Costo(S/.) /m2	S/. 164.28		S/. 492,834.98

ANEXO N°3: Cronograma de Trabajo del Proyecto

ANEXO N°4: Fichas técnicas de investigación validadas

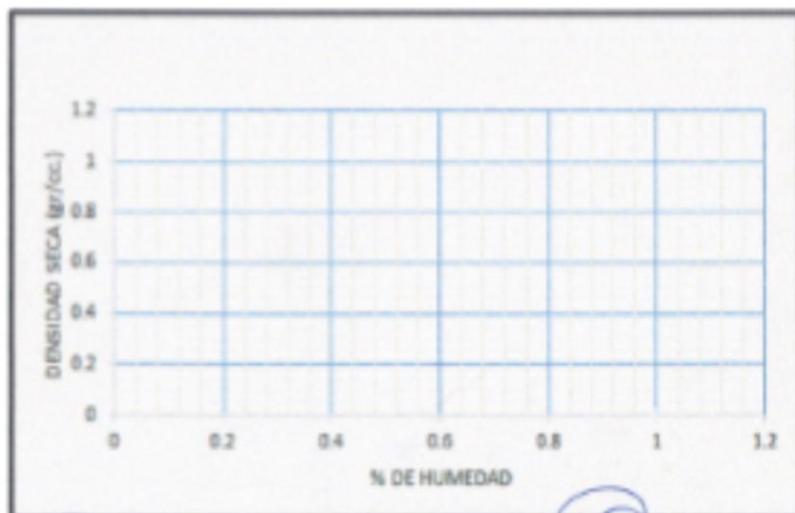
SOLICITA :
 PROYECTO :
 UBICACIÓN :
 FECHA :

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

Calicata : Muestra : Profundidad :

ENSAYO DE COMPACTACIÓN				
Volumen del molde:	Peso del molde:			
Numero de ensayos	1	2	3	4
Peso del molde + muestra (g)				
Peso de la muestra compactada (g)				
Densidad húmeda (g/cm ³)				
Densidad seca (g/cm ³)				

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				
Tarro N°	1	2	3	4
Peso del tarro + suelo húmedo (g)				
Peso del tarro + suelo seco (g)				
Peso de agua (g)				
Peso del tarro (g)				
Peso de suelo seco (g)				
Contenido de humedad (%)				
Densidad máxima seca	Humedad óptima			



[Signature]
 CIP. 154203
 MARCO ANTONIO
 ZOLA BRMAS.

[Signature]
 JOSÉ LUIS
 PONCE FILIOS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 167432

[Signature]
 Sello de validación
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 51517

SOLICITA:
PROYECTO:

UBICACIÓN:
FECHA:

DATOS METEOROLÓGICOS

ESTACIÓN METEOROLÓGICA : CAMPO DE MARTE

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD



ELEMENTOS	MES (2017)	MES (2016)	NORMAL (2001-2015)	ANOMALIA MES (2017)
Temperatura Máx. Media (C°)				
Temperatura Min. Media (C°)				
Temperatura Media (C°)				
Humedad relativa Máx. Media (%)				
Humedad relativa Min. Media (%)				
Humedad relativa Media (%)				
Presión atmosférica Media (mb)				
Velocidad del Viento Medio (m/s)				
Dirección del Viento Predominante				
Precipitación acumulada (mm)				


Marco Antonio
Feria Daros

Leg. Cir. 159203


JOSÉ LUIS
PONCE FILIOS
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 187437


CARLOS MUÑOZ PACHECO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 55577

.....
Sello de
validación

ANEXO N°5: Estudio de Mecánica de Suelos
(Av. Argentina, Callao)



CUADRO DE CLASIFICACION DE SUELOS

CALICATA No	C-1	C-2	C-3
Prof. (m) muestra	-2.00 a -2.50	-2.00 a -2.50	-2.00 a -2.50
% de Arena	40.3	43.7	38.5
% Finos (pasa N° 200)	59.7	56.3	61.5
L.L.	24.3	24.4	22.5
I.P.	7.9	6.8	5.4
SUCS	CL	CL - ML	CL - ML

3. GEOLOGIA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO

3.1 GEOLOGIA

La zona de estudio corresponde al "Mapa Geológico del cuadrángulo de Lima", hoja 25-i, Carta Geológica del Perú INGEMMET, unidad litoestratigráfica: Eratema Cenozoico, Sistema Cuaternario, Serie Pleistoceno, Deposito aluviales (Qp-al).

La ciudad de Lima está localizada principalmente sobre un depósito fluvio-aluvional, correspondiente al cono defectivo Cuaternario de los ríos Rímac y Chillón. Este cono defectivo consiste de material de naturaleza lentiforme donde se superponen en forma variable, depósitos de grava, arena, arcilla y limo. Estos sedimentos aluviales han sido depositados durante la última etapa del Pleistoceno, sobre el zócalo rocoso más antiguo, compuesto por rocas sedimentarias del Mesozoico.





JB F Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil - Reg. C.I.P. 66670

ESTUDIO DE SUELOS ↔ CONCRETO ↔ PAVIMENTOS

Donde la distancia entre las columnas del pórtico (L) aprox. 5.0 m., despejando resulta:

$$\delta = 1.00 \text{ cm.}$$

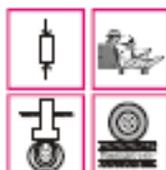
Esto nos indica que el asentamiento es tolerable.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA CIMENTACION

Del análisis efectuado en el presente Estudio de Mecánica de Suelos, en base a los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles estratigráficos obtenidos y al conocimiento de los suelos encontrados, se concluye:

- El área estudiada, donde se ejecutará el proyecto "Nave Estructural Parabólica", se encuentra ubicado en la avenida Argentina N° 4013, Distrito y Provincia Constitucional del Callao y Departamento de Lima.
- Los trabajos de campo han consistido en la excavación de tres (03) calicatas hasta alcanzar una profundidad de -3.00 m. tomando de referencia el nivel de piso actual (pavimento de concreto), se han ubicado convenientemente en el área del terreno y así poder contar con la información y resultados correctos. De las calicatas se extrajeron muestras alteradas para realizar ensayos de Análisis Granulométrico por tamizado, Límites de Consistencia, Humedad Natural, Clasificación de Suelos SUCS, Análisis Químicos (Sales y Sulfatos), Corte Directo.
- **Estrato de apoyo de la Cimentación:** El perfil estratigráfico del terreno presenta:
El terreno en estudio está comprendido inicialmente por un pavimento de concreto de espesor 0.15 m, con una base granular afirmado de espesor 0.20 m, continua un relleno conformado por un suelo fino mezclado con desechos





JB Servicios Especiales de Ingeniería

De: *Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil - Reg. C.I.P. 66670*
ESTUDIO DE SUELOS → CONCRETO → PAVIMENTOS

- **Agresividad del suelo a la Cimentación:** De los resultados del análisis químico, el suelo no contiene sales agresivas al concreto y de acuerdo a las recomendaciones de American Concrete Institute (ACI 201) para las obras que requieran el uso de concreto debe ser elaborado con cemento Portland Tipo I (tipo uno).
- **Parámetros de diseño de la Cimentación:** Según los Mapas de Zonificación Sísmicas y Mapa de Máximas Intensidades Sísmicas del Perú y de acuerdo a la Nueva Norma Sismo-Resistentes del Reglamento Nacional de Construcciones E - 030 (Enero 2016), la Provincia y Departamento de Lima encuentra comprendida en la **ZONA 3** correspondiéndole una **SISMICIDAD ALTA** y de intensidad IX a X en la escala Mercalli Modificada con los parámetros correspondiente a:

Tipo de suelo	:	
Factor de zona (Z)	:	0.45
Tipo de Uso (U)	:	1.0
Periodo predominante (Tp)	:	1.0 seg.
Factor de suelo (S)	:	1.10

Coefficiente de Reducción (R): 7.0

- De los cálculos de los asentamientos para una carga de 1.00 Kg./cm² es menor que 1 pulgada, esto nos indica que el asentamiento es tolerable.
- Tener en cuenta el cumplimiento de la Norma de Seguridad E-120 (Reglamento Nacional de Construcciones del Perú).
- Las conclusiones y recomendaciones presentadas, solo se aplicará al área estudiada, no será aplicada para otros sectores o para otros fines.





JBF Servicios Especiales de Ingeniería

De: Jesús S. Baltazar Flores / Ing. Civil - Reg. C.I.P. 66670
ESTUDIO DE SUELOS → CONCRETO → PAVIMENTOS

de construcción, papeles, plásticos, vidrios rotos, cascote de concreto, con arcillas y gravas en su conformación, color marrón oscuro, semicompacto, tiene una potencia de -0.35 a -1.30 m.

Continua el suelo de fundación conformado por una arcilla limosa inorgánica, de baja plasticidad (SUCS CL), color beige a marrón claro, con una humedad promedio de 6.0%, talud estable en estado seco, por su formación geológica presenta un estrato de suelo fino o arcilla consolidada, de regular compactidad, semicompacto, mezcla de arenas y limos, dicho estrato llega hasta una profundidad de -0.30 a -3.00 metros.

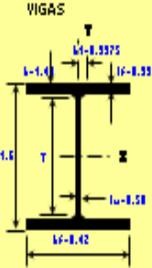
- **Profundidad de la cimentación:** En base a las características del perfil estratigráfico, se recomienda cimentar a la profundidad mínima de $D_f = -1.30$ mts. con respecto del nivel de piso actual (pavimento de concreto) y el fondo de cimentación.
- **Presión Admisible:** De la evaluación estratigráfica y el análisis de ingeniería se ha determinado una carga admisible en promedio de $q_{ad} = 1.00 \text{ kg/cm}^2$, que han sido calculados sobre una arcilla limosa (CL-ML), factor de seguridad contra la falla por corte es de 3.
- **Tipo de Cimentación:** Se recomienda por el tipo de estructuras propuestas que la cimentación será del tipo cimiento corrido armado y/o zapatas interconectadas ya que se tiene un suelo de características desfavorables en cuanto a sus resistencias del suelo.
- En la zona comprendida en el estudio NO se ha detectado la Napa Freática, a la fecha de los estudios, hasta la profundidad investigada de -3.00 metros.



ANEXO N°6: Tabla técnica de perfiles del material acero
estructural A-36 Y A-500

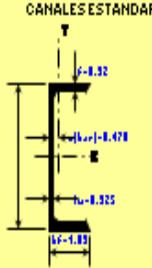
(AISC) DIMENSIONES DE ELEMENTOS Y PROPIEDADES FISICAS

W, S, H, HP Shapes



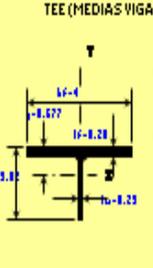
W _f	243.859
d	549.648
b	23.622
t _w	14.732

C, MC Shapes



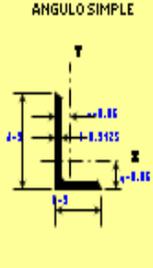
W _f	48.806
d	427.808
b	8.428
t _w	8.255

WT, ST, MT Shapes



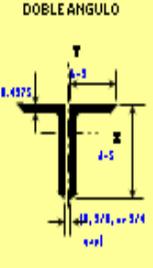
W _f	181.508
d	76.708
b	7.412
t _w	5.842

Single Angler

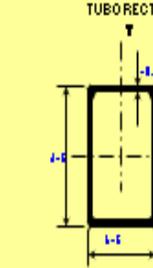


Gage ₁	45
Gage ₂	na
W _f (1)	22
W _f (2)	22

Double Angler



Square & Rectangular HSS



Area (A)	27.58	in. ²
Peralte (d)	21.58	in.
Exposura Ala (b)	8.588	in.
Ala (t _f)	8.428	in.
Exposura Ala (t _f)	18.578	in.
W _f	1.4888	in.
d ₁	8.3375	in.
tw	5.172	in.
d ₂	2.478	in.
d ₃	2.75	in.
Área lateral (A _l)	2878.88	in. ²
S _x	192.88	in. ³
r _x	8.788	in.
I _x	32.58	in. ⁴
S _y	22.18	in. ³
r _y	1.848	in.
I _y	224.88	in. ⁴
S _z	54.78	in. ³
J	6.83	in. ⁴
C _x	5548	in. ³
d	65.53	in.
W _{pl}	43.58	in. ²
S _u	85.58	in. ³
Q _F	37.78	in. ³
Q _u	183.88	in. ³

PESO ACERO	476.43	cm ²
	198.26	Kg/m
	829.57	Kg/m
	1244.35	kg/m
ÁREA PINTADA	1.35	m ²
	14.72	m ² /m

C _{5x3}	2.64	in. ²
d	5.888	in.
t _w	8.325	in.
W _f	1.838	in.
t _f	8.328	in.
T	5.172	in.
k	8.7588	in.
tw	1.178	in.
r ₁ (ker)	8.478	in.
r ₂	8.427	in.
d ₁	8.23	in.
t ₁	8.83	in. ²
S _x	3.56	in. ³
r _x	1.858	in.
I _x	8.62	in. ⁴
S _y	8.44	in. ³
r _y	8.482	in.
J	8.11	in. ⁴
C _x	2.33	in. ³
d	8.34	in.
r ₂ (ker)	2.18	in.
H	8.815	in.

PESO ACERO	47.89	cm ²
	19.37	Kg/m
	88.22	Kg/m
ÁREA PINTADA	8.45	m ²
	2.68	m ² /m

WT _{3x6}	1.78	in. ²
d	3.828	in.
t _w	8.288	in.
W _f	4.888	in.
t _f	8.288	in.
T	8.588	in.
d ₁	15.18	in.
t _w	1.32	in. ²
S _x	8.56	in. ³
r _x	8.862	in.
d ₂	8.677	in.
I _x	1.58	in. ⁴
S _y	8.75	in. ³
r _y	8.318	in.
J	8.845	in. ⁴
C _x	8.878	in. ³
d	1.81	in.
r ₂ (ker)	1.87	in.
H	8.846	in.

PESO ACERO	44.48	cm ²
	9.89	Kg/m
	54.89	Kg/m
ÁREA PINTADA	1.38	m ²
	2.46	m ² /m

L _{3x3x1/8}	3	in.
d	3	in.
t	8.3125	in.
k	8.6875	in.
ul/PL	6.84	plf.
A	1.78	in. ²
t _w	1.58	in. ²
S _x	8.78	in. ³
r _x	8.318	in.
r _y	8.868	in.
I _x	1.58	in. ⁴
S _y	8.78	in. ³
r _y	8.318	in.
r _z	8.868	in.
r _z	8.589	in.
TAR _x	1.888	in.
J	8.8537	in. ⁴
C _x	8.859	in. ³
d	1.58	in. ²
r ₂ (ker)	1.63	in.
H	8.629	in.

ESO ACER	44.48	cm ²
	9.89	Kg/m
	54.89	Kg/m
REA PINTAR	1.38	m ² /m

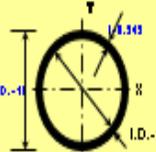
ZL _{3x3x7/16} LP	5	in.
d	5	in.
t	8.4375	in.
k	8.8758	in.
ul/PL	22.58	plf.
A	6.62	in. ²
t _w	16.88	in. ²
S _x	5.12	in. ³
r _x	1.538	in.
r _y	1.728	in.
r _z	1.188	in.
r _z (H)	1.238	in.
r _z (H)	1.588	in.
r _z (ker)	2.45	in.
H	8.626	in.

ESO ACER	42.74	cm ²
	39.59	Kg/m
	8888	Kg/m
REA PINTAR	1.08	m ² /m

HSS _{6x6x3/8}	6	in.
d	6	in.
t	8.345	in.
ul/PL	27.48	plf.
A	7.58	in. ²
t _w	39.58	in. ²
S _x	19.28	in. ³
r _x	2.288	in.
r _y	15.88	in. ³
I _x	39.58	in. ⁴
S _y	19.28	in. ³
r _y	2.288	in.
r _z	15.88	in. ³
J	64.68	in. ⁴

PESO ACER	48.96	cm ²
	38.38	Kg/m
	8888	Kg/m
REA PINTAR	1.61	m ²
	3.65	m ² /m

Round HSS & Pipe



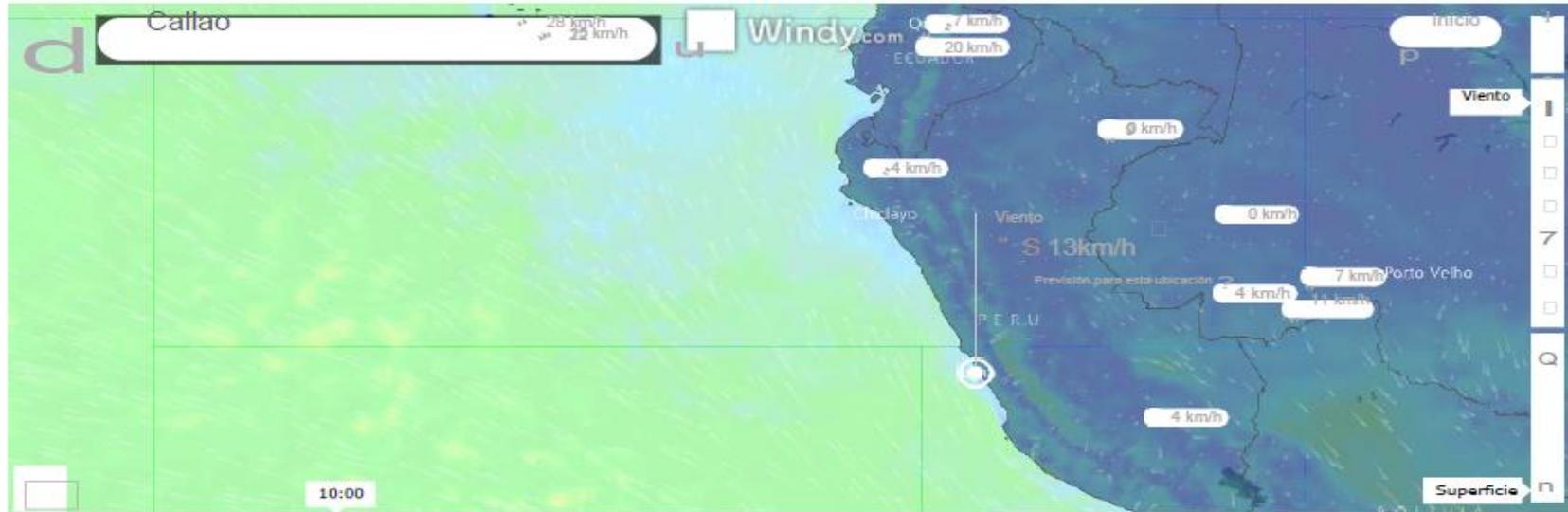
HSS _{10.000x3.375}	10	in.
I.D.	17.302	in.
t	8.345	in.
ul/PL	78.78	plf.
A	15.48	in. ²
r _x	754.88	in. ⁴
S _x	85.88	in. ³
r _y	6.248	in.
J	1518.88	in. ⁴

PESO ACER	99.25	Kg/m
	8888	Kg/m
REA PINTAR	1.41	m ²
	8.62	m ² /m

Referencia:
 The shapes contained in this database are a compilation of those listed in the current AISC "Shapes Database" CD-ROM Version 3.0 (June, 2001), as well as those listed in the AISC 8th Edition Manual of Steel Construction (1989)
 NOTA: REVISADA Y AUMENTADA POR ING.MARCO CARMONA (2008)

ANEXO N°7: Ficha técnica de aplicativo web Windy.com
(V.hidrometeorológica)

Windy: Callao weather forecast



	Sábado 25								Domingo 26								Lunes 27								Martes 28							
Horas	0	3	6	9	12	15	18	21	0	3	6	9	12	15	18	21	0	3	6	9	12	15	18	21	0	3	6	9	12	15	18	21
Temperatura °C	17°	17°	17°	18°	18°	18°	18°	18°	17°	17°	17°	18°	18°	18°	18°	18°	17°	17°	17°	18°	18°	18°	18°	18°	18°	17°	17°	18°	19°	18°	18°	18°
P. rocío	16°	16°	16°	16°	16°	16°	16°	16°	16°	15°	15°	16°	16°	16°	16°	16°	16°	15°	16°	16°	16°	16°	16°	15°	15°	15°	15°	16°	16°	16°	16°	
Viento km/h	19	14	6	11	18	22	20	17	13	12	15	19	24	21	20	17	17	16	15	15	20	19	15	13	13	17	17	18	20	19	17	16
Rachas de víe	25	25	19	19	27	30	32	26	23	17	21	28	33	33	30	26	24	23	22	24	28	29	28	21	24	23	25	27	30	29	28	2
Presión hPa	1011								1013								1011								1012							
Nubes, lluvia mm	1011								1013								1011								1012							
Lluvia	1011								1013								1011								1012							
Liv. convectiva	1011								1013								1011								1012							
Nieve	1011								1013								1011								1012							
Base de nube ft	800	900	8200	34k	-	36k	34k	28k	36k	19k	32k	23k	-	30k	26k	23k	22k	1000	1000	1500	-	38k	31k	30k	29k	31k	9600	-	40k	35k	25k	21

<https://www.windy.com/-/12.067/-77.150/meteogram?-13.881,-75.488,5.m:dk2ad0A>

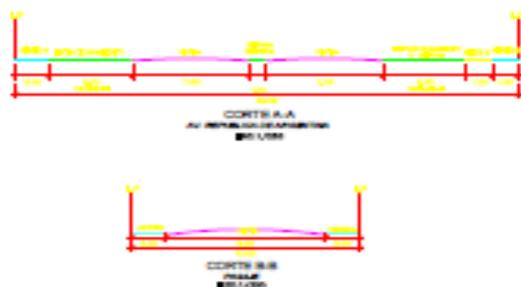
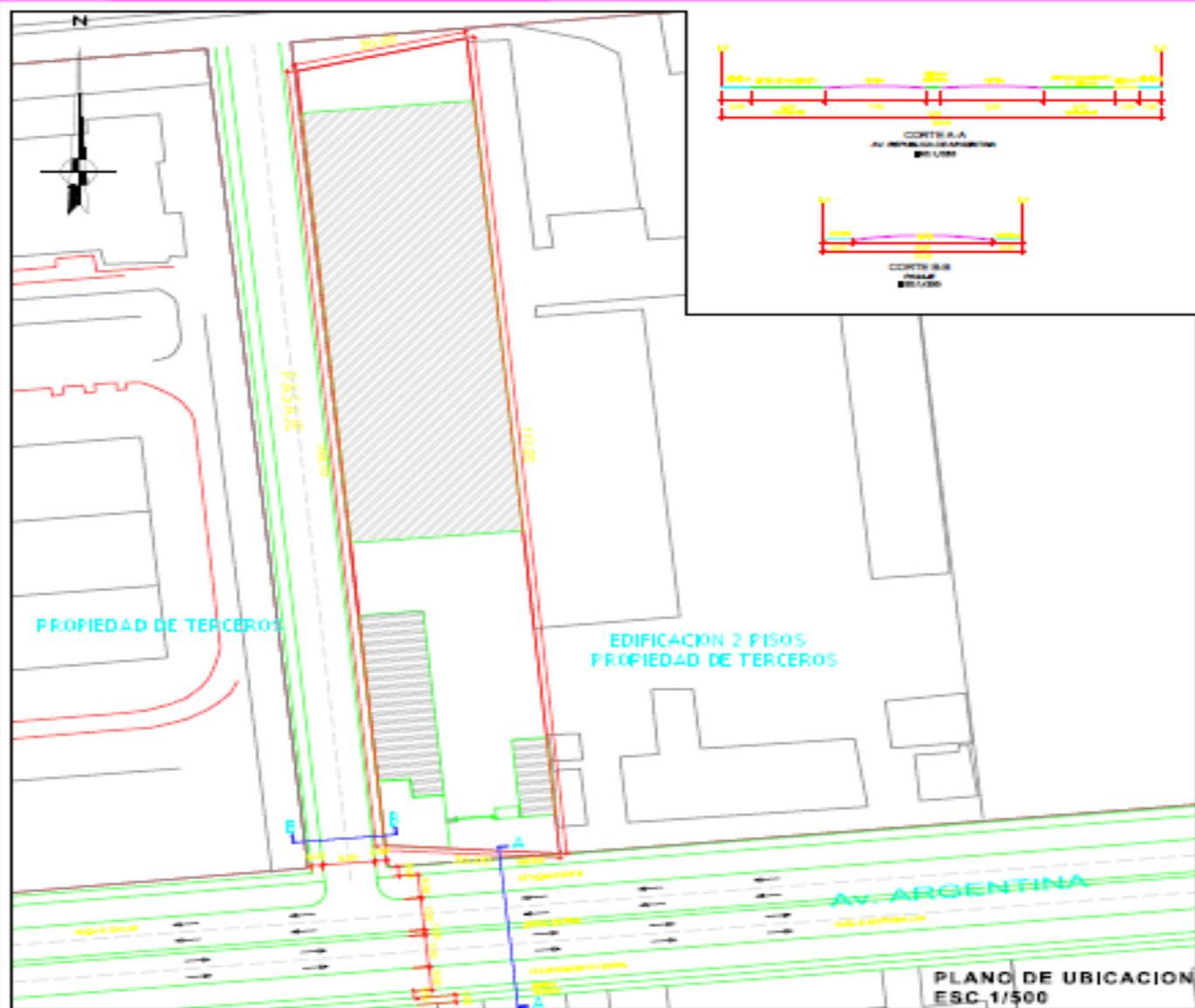
ANEXO N°8: Ficha técnica de polipasto/tecle –trole
(Fabricante=KITO)

POLIPASTO/TECLE-TROLE RHN APOYADO EN DOBLE VIGA - ESPECIFICACIONES

Cap. (t)	Código de producto	Elev. Estid. (m)	Calibre del trole (mm)	Enhebrado	Cable (mm)	Vel. de elev. (m/min)	Vel. de traslación (m/min) VFO	Motor de elevación Trifásico 60 Hz			Motor de traslación Trifásico 60 Hz			Peso neto (kg)	Máx carga en la rueda (kg/rueda)
								Rendimiento (KW)	Corriente nominal (amps)		Rendimiento (KW)	Corriente nominal (amps)			
									208-230V	460V		208-230V	460V		
5	RHN05M20B20DVⓐB	6	1372	4/1	9	6/1	24/2	5.4/0.9	21.7/8.4	10.0/5.4	0.25	1.6	1.0	588	1696
	RHN05M20B20DVⓐC		1524											597	1694
	RHN05M20B20DVⓐD		1676											606	1693
	RHN05M20B20DVⓐE		1829											615	1692
	RHN05M20B20DVⓐF		1981											624	1692
	RHN05M33B20DVⓐB	10	1372	4/1	9	6/1	24/2	5.4/0.9	21.7/8.4	10.0/5.4	0.25	1.6	1.0	602	1724
	RHN05M33B20DVⓐC		1524											612	1720
	RHN05M33B20DVⓐD		1676											621	1719
	RHN05M33B20DVⓐE		1829											630	1718
	RHN05M33B20DVⓐF		1981											639	1717
7 1/2	RHN08M20C20DVⓐC	6	1524	4/1	125	6/1	24/2	11.0/1.6	41.8/20.9	20.0/10.0	0.25	1.6	1.0	977	2619
	RHN08M20C20DVⓐD		1676											989	2611
	RHN08M20C20DVⓐE		1829											1002	2605
	RHN08M20C20DVⓐF		1981											1015	2601
	RHN08M20C20DVⓐG		2134											1027	2597
	RHN08M33C20DVⓐC	10	1524	4/1	125	6/1	24/2	11.0/1.6	41.8/20.9	20.0/10.0	0.25	1.6	1.0	1012	2637
	RHN08M33C20DVⓐD		1676											1024	2633
	RHN08M33C20DVⓐE		1829											1037	2629
	RHN08M33C20DVⓐF		1981											1050	2627
	RHN08M33C20DVⓐG		2134											1062	2625
10	RHN10M20C20DVⓐC	6	1524	4/1	125	6/1	24/2	11.0/1.6	41.8/20.9	20.0/10.0	0.25	1.6	1.0	977	3384
	RHN10M20C20DVⓐD		1676											989	3373
	RHN10M20C20DVⓐE		1829											1002	3365
	RHN10M20C20DVⓐF		1981											1015	3360
	RHN10M20C20DVⓐG		2134											1027	3355
	RHN10M33C20DVⓐC	10	1524	4/1	125	6/1	24/2	11.0/1.6	41.8/20.9	20.0/10.0	0.25	1.6	1.0	1012	3411
	RHN10M33C20DVⓐD		1676											1024	3405
	RHN10M33C20DVⓐE		1829											1037	3400
	RHN10M33C20DVⓐF		1981											1050	3396
	RHN10M33C20DVⓐG		2134											1062	3394

①
 1 = 208V - 3φ - 60Hz
 2 = 230V - 3φ - 60Hz
 4 = 460V - 3φ - 60Hz

ANEXO N°9: Ubicación y Localización de la zona de estudio
(Municipalidad Provincial del Callao)



PLANO DE LOCALIZACIÓN OLVA COURIER S.A.C.
EBC 1/5000

ZONIFICACION: ZRE - ZONA CON REGLAMENTACION ESPECIAL

AREA DE ESTRUCTURA URBANA : INDUSTRIA LIVIANA (I2)

DEPARTAMENTO : LIMA
 PROVINCIA : CALLAO
 DISTRITO : CALLAO
 NUMERO DEL INMUEBLE : N° 4813
 NOMBRE DE LA VÍA : AV. REPUBLICA DE ARGENTINA

PLANO DE UBICACION
ESC. 1/500

PARAMETRO	CENSO NORMATIVO		AREO DECLARADO						
	NORMATIVO	PROYECTO	PISO/NIVEL	PLANTA	EXISTENTE CON DECLARACION EN FABRICA (1992)	DEMOLICION	AMPLIACION	REMODELACION	SUBTOTAL
USOS PERMISIBLES	INDUSTRIAL	Logística	PAVIMENTO	2,961.90	100.34	3,062.24	1,398.00	4,460.24	4,460.24
USOS COMPATIBLE	2da. Edificación en el Fabrico de Usos QRS N° 30001-01 del 30 de marzo del 2008	C2-C2/10-10	DESCRIPCION	40.25	40.25				40.25
EN AREA LIBRE	La modificación del presente	20%							
EN AREA ANEXADA	La modificación del presente	170%							
RESTRICCIÓN	FRONTAL: QRS - Frente a Calle 10 y Av. República de Argentina con la Dirección Vial	En metros							
RESTRICCIÓN	LATERAL: 0	0							
RESTRICCIÓN	POSTERIOR: 0	0							
RESTRICCIÓN	RESTRICCIÓN DEL PRESENTE	0							
AREA DE USO RESERVADO	Reservado de Usos, Logos	3,000.00			3,000.00	20.00	3,020.00	1,398.00	4,418.00
FRONTE MINIMO NORMATIVO	La modificación del presente	30.00m							
N° ESTACIONAMIENTO	DE 04 - C/04 personas con discapacidad	10 ESTACIONES							10.00

UNIVERSIDAD CESAR VALLE RURAL UNA NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

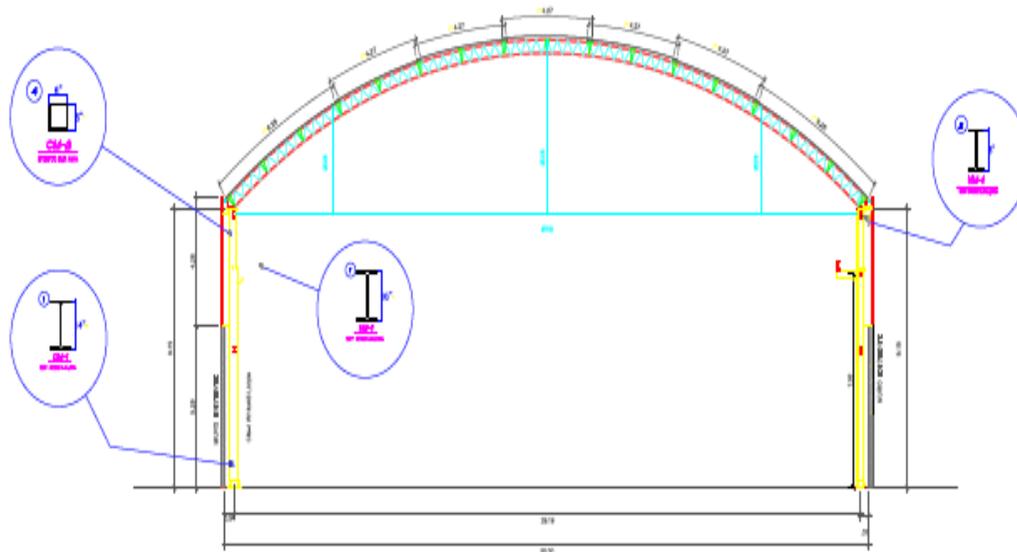
TESIS DE GRADO ESTRUCTURAL DE NAVENDRIAL METALICA PARA REPARACION DE ALAPAZONES EN AV. ARGENTINA, CALLAO-2017

PLANO DE UBICACION ZONA ESTUDIO

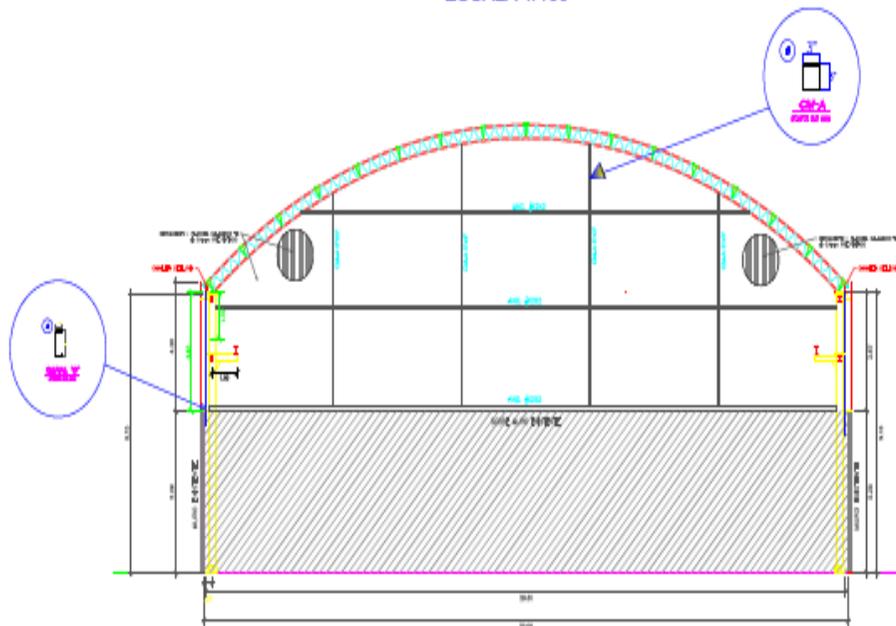
ALUMNO: VARGAS ORDOVA WILIAM OSCAR	CODIGO:
SECCION: AV. ARGENTINA 4010	CIUDAD: Callao
PROYECTO: Proyecto Civil de Edif.	REGION: Lima
ESPECIALIDAD: INGENIERIA CIVIL	BOLETA: D000000001011
	ESCALA: 1/500

PU-01

ANEXO N°10: Vista en Elevación Frontal y Posterior de la estructura metálica



VISTA FRONTAL
ESCALA 1/100



VISTA POSTERIOR
ESCALA 1/100

ESPECIFICACIONES COBERTURA DE TECHO

MATERIAL : CALAMONN TI 0.04 mm Aluzinc
 ESPESOR : 0.4mm
 SOBRECARGA : 30 Kg/m² (NORMA E-020)
 PESO PROPIO DEL CALAMONN TI 0.04 mm ALUZINC: 3.44 Kg/m²
 VELOCIDAD DEL VIENTO : 75 Km/hr

CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

A- CODIGOS UTILIZADOS

NORMA E.020 - CARGAS
 NORMA E.030 - DISEÑO SISMORRESISTENTE
 NORMA E.060 - CONCRETO ARMADO
 NORMA E.090 - ESTRUCTURAS METALICAS

B- CARGAS DE DISEÑO

1.0 CARGA MUERTA : 15.50 Kg/m²
 2.0 CARGA VIVA TECHO : 30 Kg/m²
 3.0 VELOCIDAD DE VIENTO : 75 km/hr
 4.0 PARAMETROS SISMICOS : Z, U, C, S, R,

D- MATERIALES UTILIZADOS

1.0 SOLDADURA

- ELECTRODOS AWS E6011 Y E7018.

2.0 TENSORES:

- # 1/2" , # 3/8 y # 7/8"

3.0 VIGAS ALMA LLENA

- WF 8"x10 Lbs/pie.
 - WF 8"x21 Lbs/pie.
 - WF 14"x43 Lbs/pie.
 - WF 8"x10 Lbs/pie.

4.0 PERFILES METALICOS

- T5 6"x6"x 9.5 mm"
 - T5 3"x3"x 3.0 mm
 - C 6"x 2"x 3.0 mm
 - Ang 1/8"x 2"

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MATERIALES:

PERFILES PLANOS, ANGULAR Y MEDIDAS DESE DE CALIDAD ESTRUCTURAL
 ACERO CONFORME A LA NORMA ASTM-A572- (F15000 Estructura)
 LOS ELECTRODOS A USAR DEBEN SER AWS E6011 Y E7018, BAJO INDICACION
 CONTRARIA (ELECTRODO SUPLENTE)

PROTECCIÓN CON PINTURA:

SE UTILIZARA UN SISTEMA CONVENCIONAL ALIQUILADO APLICADO SOBRE
 SUPERFICIES PREPARADAS CON ABRAZO CONVENCIONAL

EL ACEROS/ALUMINIO DEL METAL DEBE SER LAS SIGUIENTES:

1.- BARRAS DE ALMA LLENA CON PROCEDIMIENTO DE LUBRIFICACION: 3000-00-4
 20A. CADA ACERADO DEBE SER CON ESPESOR DE 100 A 150 MIL
 20B. CADA ACERADO DEBE SER CON ESPESOR DE 100 A 150 MIL

3.- BARRAS PERFILES CON PROCEDIMIENTO DE LUBRIFICACION: 3000-00-4
 20A. CADA ACERADO DEBE SER CON ESPESOR DE 100 A 150 MIL
 20B. CADA ACERADO DEBE SER CON ESPESOR DE 100 A 150 MIL

SOLDADURA

DEBE LAS UNIONES SOLDADAS DE REALIZARSE POR EL PROCESO DE ARCO
 ELECTRO CONFORME A LA ESPECIFICACION DE EL CODIGO DE SOLDADURA DEL
 "AMERICAN WELDED INSTITUTE"

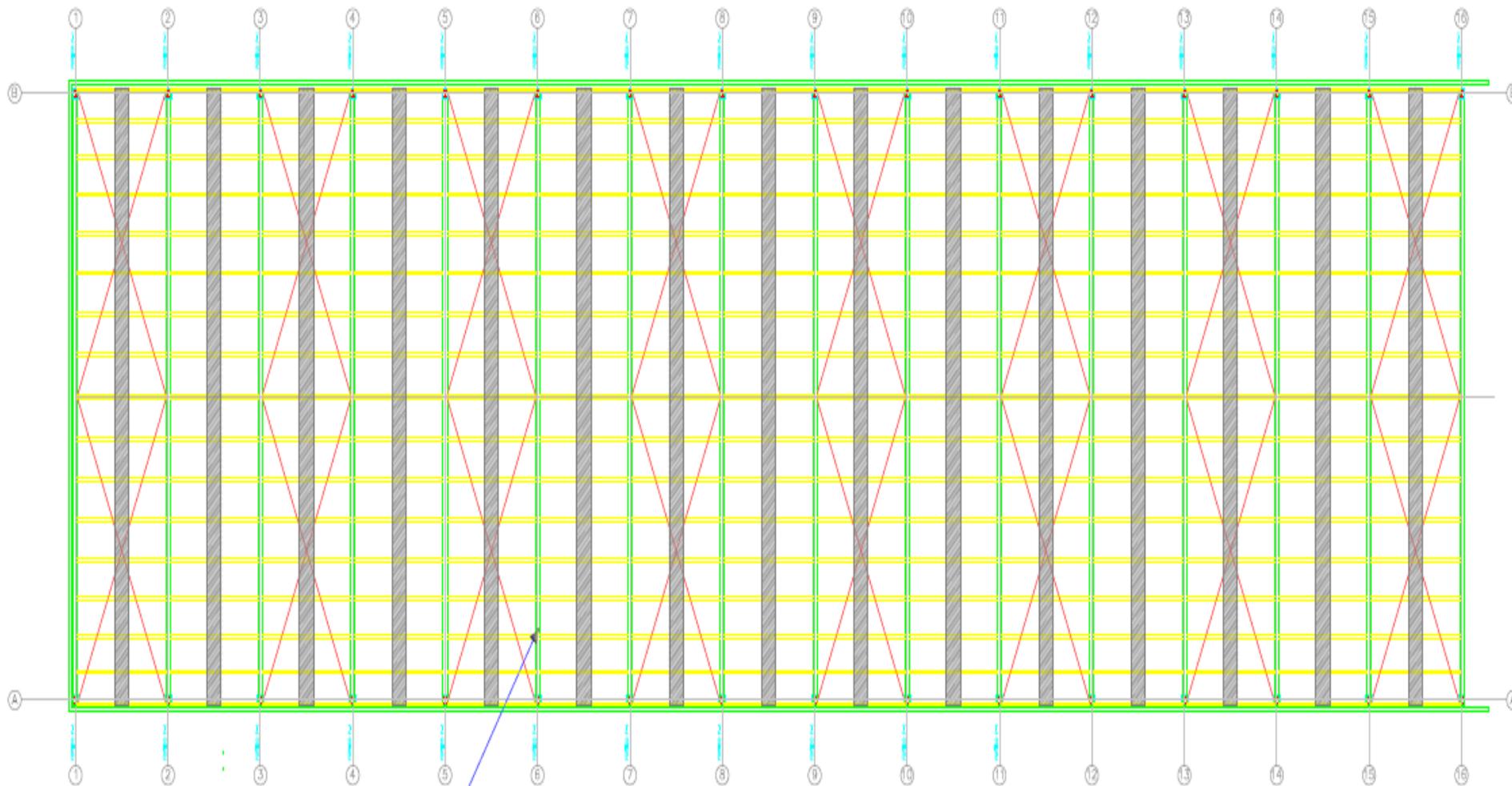
LA SOLDADURA DE UNION DE CONSTRUCCION DEBE CUMPLIR CON LO ESTIPULADO EN EL AWS.

MONTAJE

EL MONTAJE DE LAS ESTRUCTURAS DE ESTRUCTURA DE ACERO QUE NO SE
 PROHIBEN LOS BLOQUES Y CONEXIONES PLACAS Y ANCHOS DE
 ALARGAMIENTO Y PLACAS DEBEN DE SER HECHAS DE LA FORMA Y DEL
 MATERIAL DEL AMERICAN WELDED INSTITUTE (AWS).
 PARA LOS TRABAJOS DE SOLDADURA DEBEN USARSE LA PREVENCIÓN
 ADICIONAL A LA ZONA A TRABAJAR CON ESTIQUETA DE ZONAS DE ALARME

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FILIAL LIMA NORTE			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL				
TÍTULO:				
"DISEÑO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL METÁLICA PARA MEJORAMIENTO DE ALMACENES EN AV. ARGENTINA, CALLAO - 2017"				
PLANO:				
PLANO DE VISTA DE ELEVACIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL METÁLICA				
ALUMNO: VARGAS CORDOVA WILLIAM GERALD		CICLO: X		
UBICACION:	DISTRITO:	PROVINCIA:	DEPARTAMENTO:	
AVARGENTINA 4013	CALLAO	PROVINCIA CONST. DEL CALLAO	LIMA	
ESCUELA:	FECHA:	ESCALA:	LAMINA:	
INGENIERIA CIVIL	DIC 2017	INDICADA	PI-04	

ANEXO N°11: Vista en Planta de la Estructura Metálica
(Detalle del pórtico parabólico)

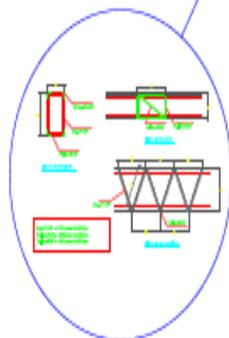


VISTA DE PLANTA

ESCALA 1/100

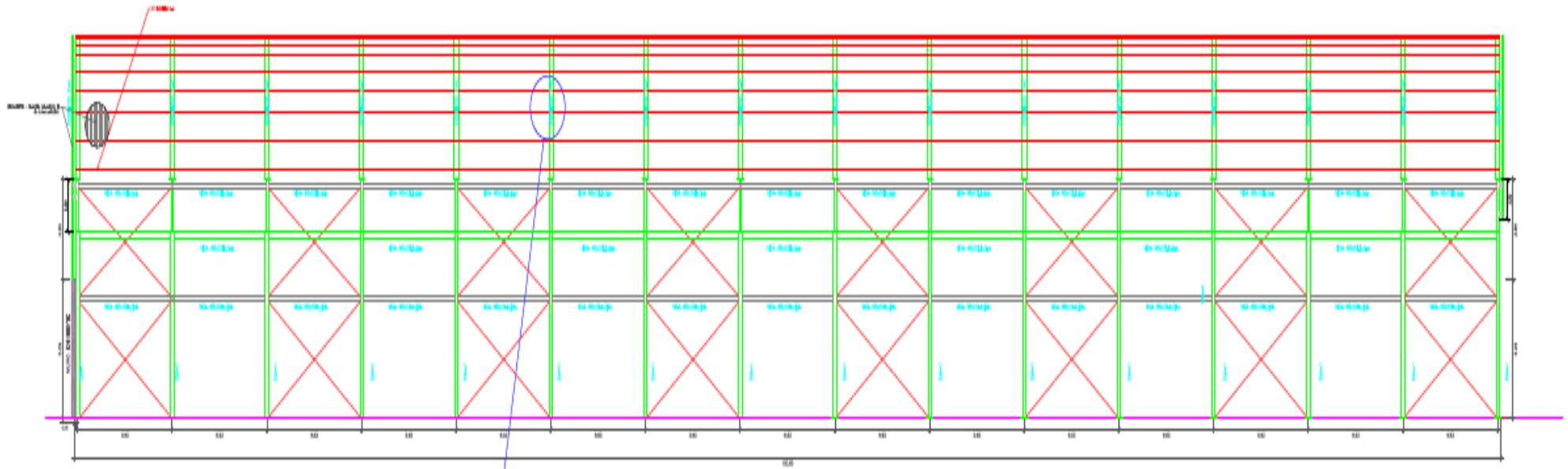
DETALLE DE PÓRTICO
CANT: 16 UNIDADES

ESCALA 1/25

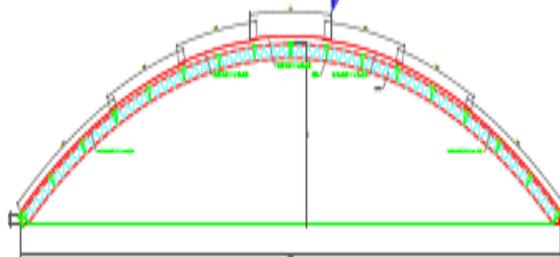


	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FIJAL LIMA NORTE			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL			
	TÍTULO: DISEÑO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL METÁLICA PARA MEJORAMIENTO DE ALMACENES EN AV. ARGENTINA, CALLAO - 2017			
	PLANO: PLANO DE VISTA DE PLANTA DE LA NAVE INDUSTRIAL METÁLICA			
	ALUMNO: VIRGAS CORDOVA WILLIAM GERALD		CICLO: X	
	UBICACIÓN: AV. ARGENTINA 4013	DISTRITO: CALLAO	PROVINCIA: PROVINCIA CONST. DEL CALLAO	DEPARTAMENTO: LIMA
	ESPECIALIDAD: INGENIERÍA CIVIL	FECHA: 02/2017	ESCALA: INDICADA	LÁMINA: PK04

ANEXO N°12: Vista Lateral de la Estructura Metálica
(Detalle de viguetas del pórtico parabólico)



VISTA LATERAL
ESCALA 1/100



**DISPOSICIÓN DE VIGUETAS
EN ARCO PARABÓLICO**
ESCALA 1/50

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FILIAL LIMA NORTE			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL				
TÍTULO:				
DISEÑO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL METÁLICA PARA MEJORAMIENTO DE ALMACENES EN AV. ARGENTINA, CALLAO - 2017				
PLANO:				
PLANO DE VISTA LATERAL DE LA ESTRUCTURA METÁLICA				
ALUMNO: VARGAS CORDOVA WILLIAM ORVALD		C.I.C. X		
UBICACIÓN:	DISTRITO:	PROVINCIA:	DEPARTAMENTO:	
AV ARGENTINA 4013	CALLAO	PROVINCIA CONST. DEL CALLAO	LIMA	
FIGURA:	FECHA:	ESCALA:	LÍNEAS:	
INGENIERIA CIVIL	DE 2017	INDICADA	PI-04	

ANEXO N°13: Reporte de Turnitin



Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: William Vargas
Assignment title: DPI 2017 II INGENIERIA CIVIL
Submission title: DPI_WILLIAM_VARGAS_CORDOVA
File name: DPI_WILLIAM_VARGAS_CORDOVA...
File size: 12.41M
Page count: 124
Word count: 15,354
Character count: 95,903
Submission date: 02-Dec-2017 12:36AM (UTC-0500)
Submission ID: 863637332



DPI_VARGAS_CORDOVA_rev1.docx

ORIGINALITY REPORT

14%	13%	0%	6%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

7%

★ www.scribd.com

Internet Source

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FORMATO DE SOLICITUD

Solicita: Visto bueno
DE LA TESIS

Yo,

..... WILLIAM GERALD VARGAS CORDOVA
(Nombres y apellidos del solicitante)
....., con DNI N.º 48038280 y
domicilio en ML RIMAC 760 URB EL PEDREGAL
en mi condición de del alumno(a)
(Padre/madre/apoderado/tutor)
..... con código de alumno o código de matrícula N.º 6700248621
de la Escuela Profesional de INGENIERIA CIVIL recorro a
su honorable despacho para solicitar lo siguiente:

Solicito EL VISTO BUENO PARA LA PUBLICACIÓN DE MI TESIS

(explica con claridad el asunto)

Por lo expuesto, agradeceré se atienda mi petición.

Lima, 22 Agosto de 2018...

Anexos:

- A. C: 923903825
- B. william.vargas@ing@gmail.com
- C.
- D.

[Handwritten signature]
FECU + UCV
21/12/18



[Handwritten signature]

Firma del solicitante

ACTA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE LOS TRABAJOS ACADÉMICOS DE LA UCV

Yo, **Delgado Ramírez, Félix Germán**, docente de la experiencia curricular de Desarrollo de Proyecto de Investigación, del ciclo X y revisor del trabajo académico titulado “**Diseño estructural de nave industrial metálica para mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao-2017**” del estudiante Vargas Córdova, William Gerald, he sido capacitado e instruido en el uso de la herramienta Turnitin y he constatado lo siguiente:

Que el citado trabajo académico tiene un índice de similitud de 14%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencia mínimo que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio, en tanto cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lima, 01 de diciembre del 2017



Mg. Delgado Ramírez, Félix German
Desarrollo de Proyecto de Investigación
DNI N°22264222



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño estructural de nave industrial metálica para
mejoramiento de almacenes en Av. Argentina, Callao-2017

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Vargas Córdova, William Gerald

ASESOR:

Mag. Jorge Luis Albán Contreras

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural



Todas las fuentes		X
Coincidencia 1 de 43		
pt.scribd.com	Fuente de Internet: 18 URL	4 %
myslide.es	Fuente de Internet: 11 URL	4 %
Entregado a Universida...	Trabajos del estudiante: 4 trabajos	3 %
repositorio.uancv.edu.pe	Fuente de Internet: 3 URL	3 %
docslide.us	Fuente de Internet: 6 URL	2 %
Entregado a Universida...	Trabajos del estudiante: 33	2 %
repositorio.unc.edu.pe	Fuente de Internet: 3 URL	2 %
Entregado a Pontificia ...	Trabajos del estudiante: 51	2 %
issuu.com	Fuente de Internet: 6 URL	2 %
www.vivienda.gob.pe	Fuente de Internet: 3 URL	2 %
repositorio.uncp.edu.pe	Fuente de Internet: 8 URL	2 %
Entregado a Universida...	Trabajos del estudiante: 11	2 %
www3.vivienda.gob.pe		2 %

Excluir fuentes



Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

VARGAS CORDOVA WILLIAM GERALD
D.N.I. : 48038280
Domicilio : ML RÍMAC 760 URB. EL PEDREGAL
Teléfono : Fijo : 482-4345 Móvil : 923.903.825
E-mail : william.vargas.c.ing@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

[X] Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERÍA
Escuela : INGENIERIA CIVIL
Carrera : INGENIERIA CIVIL
Título : INGENIERO CIVIL

[] Tesis de Post Grado

[] Maestría

[] Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

VARGAS CORDOVA WILLIAM GERALD

Título de la tesis:

DISEÑO ESTRUCTURAL DE NAVE INDUSTRIAL METÁLICA PARA MEJORAMIENTO DE ALMACENES EN AV. ARGENTINA, CALLAO - 2017.

Año de publicación : 2018

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

[X]
[]

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

Firma :

[Handwritten Signature]

Fecha:

22-08-18