



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis estructural del hangar 21 para optimizar el
dimensionamiento de las zapatas, Callao – 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA:

Vasquez Carrillo, Any Gabriela

<https://orcid.org/0000-0002-0491-5588>

ASESOR:

Mg. Pinto Barrantes, Raúl Antonio

<https://orcid.org/0000-0002-9573-0182>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo de investigación a Dios y a toda mi familia; a mi Padre por sus enseñanzas y porqué admiro al hombre que es, a mi Madre por apoyarme incondicionalmente, a mi Hermana por ser mi compañera de vida y alentarme siempre a seguir adelante y por último a los mejores Hermanos del mundo.

Agradecimiento

Quiero expresar mi agradecimiento a Dios por cuidarme siempre y nunca dejarme sola, a mi Papa el Sr. Miguel Vasquez, mi Mama la Sra. Jenny Carrillo y mis hermanos Sofia, Christian y Santiago por todos los momentos compartidos en familia, porque siempre estamos unidos a pesar de todo alentándonos los unos a los otros. Al Ing. Raúl Pinto, por su valioso tiempo para brindarme su asesoría para el desarrollo de mi tesis, además, a mi mejor amiga Srt. Marycielo por sus recomendaciones para la mejora del desarrollo de mi trabajo de investigación.

ÍNDICE

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. MARCO TEÓRICO.....	9
III. METODOLOGÍA.....	35
3.1 Tipo y diseño de investigación	36
3.2 Variables, operacionalización.....	38
3.3 Población, muestra y muestreo.....	39
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
3.5 Procedimientos.....	43
3.7 Aspectos Éticos.....	44
IV. RESULTADOS	46
V. DISCUSIÓN.....	83
VI. CONCLUSIONES.....	88
VII. RECOMENDACIONES.....	90
REFERENCIAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Marco Rígido en naves industriales (Rectas o de cubierta plana)	19
<i>Figura 2.</i> Marco rígido a dos aguas en naves industriales (Inclinada).....	19
<i>Figura 3.</i> Marco tipo arco en naves industriales (Curvo)	20
<i>Figura 4.</i> Modelos de los elementos de acero.....	25
<i>Figura 5.</i> Demostración esquemática de un espectro de respuesta de desplazamientos	28
<i>Figura 6.</i> Esquema representativo de confiabilidad estructural.....	30
<i>Figura 7.</i> Grafica representativa del esfuerzo a tracción	31
<i>Figura 8.</i> Grafica representativa del esfuerzo a compresión	31
<i>Figura 9.</i> Grafica representativa del esfuerzo a corte.....	32
<i>Figura 10.</i> Grafica representativa del esfuerzo a flexion	33
<i>Figura 11.</i> Esquema representativo del desplazamiento.....	33
<i>Figura 12.</i> Grafica representativa del costo de la partida de zapatas.....	34
<i>Figura 13.</i> Ubicacion del proyecto en donde se ha construido el hangar 21	40
<i>Figura 14:</i> Vista principal del hangar	47
<i>Figura 15:</i> Vista en planta del hangar 21	48
<i>Figura 16:</i> Tabla de factores de reducción	51
<i>Figura 17.</i> Mapa eológico del Perú.....	53
<i>Figura 18.</i> Direcciones de vientos en eje x.....	55
<i>Figura 19.</i> Direcciones de vientos en eje y.....	56
<i>Figura 20:</i> Factores de zona.....	57
<i>Figura 21:</i> Factores de suelo.....	57
<i>Figura 22:</i> Periodos T_p y T_I	58
<i>Figura 23.</i> Cuadro de resultados del espectro sísmico y curvas de pseudo - aceleraciones en .X - X y Y. -Y-	59
<i>Figura 24.</i> Definición del concreto f_c 210 kg/cm ²	61
<i>Figura 25.</i> Definición de acero a-36-	61
<i>Figura 26.</i> Definición de elementos estructurales.....	62
<i>Figura 27.</i> Definiciones de cargas de viento	62
<i>Figura 28.</i> Restricciones de la base rígida	63
<i>Figura 29.</i> Asignación de cargas a la nave	63

<i>Figura 30.</i> Desplazamientos máximos en la cobertura eje X	64
<i>Figura 31.</i> Desplazamientos máximos en los pedestales eje X.....	65
<i>Figura 32.</i> Desplazamientos máximos en la cobertura eje Y	65
<i>Figura 33.</i> Desplazamientos máximos en los pedestales eje Y.....	66
<i>Figura 34.</i> Vista lateral del modelamiento de la nave industrial.....	67
<i>Figura 35.</i> Modelo 3D del hangar 21	67
<i>Figura 36.</i> Modelo del diseño de zapata	75
<i>Figura 37.</i> Demostración de empujes aplicados.....	76
<i>Figura 38.</i> Metrado de la partida de zapatas según el proyecto.....	78
<i>Figura 39.</i> Costo de la partida de zapata	80
<i>Figura 40.</i> Comparación de zapatas a razón al acero.....	80
<i>Figura 41.</i> Comparación de zapatas a razón del costo de partida	81
<i>Figura 42.</i> Comparación de zapatas a razón del concreto	81

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Dimensiones de columna de acero	51
TABLA 2. Dimensiones de pedestal	52
TABLA 3. Dimensiones de correas	52
TABLA 4. Dimensiones de vigas de acero	52
TABLA 5. Resumen de parámetros de diseño	60
TABLA 6. Desplazamientos máximos en X	64
TABLA 7. Desplazamientos máximos en Y	65
TABLA 8. Resumen del análisis estático y dinámico	66
TABLA 9. Resumen de momentos actuantes	77
TABLA 10. Resumen de metrado de concreto	78
TABLA 11. Resumen de metrado de Acero	79
TABLA 12. Comparaciones de las dimensiones de la zapata en base al acero, concreto y costo de partida	80
TABLA 13. Comparaciones dimensiones de zapata según plano y zapata optimizada	82

RESUMEN

El informe de investigación titulado: “Análisis estructural del hangar 21 para optimizar el dimensionamiento de las zapatas, Callao – 2019” tuvo como objetivo, establecer de qué manera el análisis estructural influye en la optimización del dimensionamiento de las zapatas en el hangar 21 en el Callao – 2019. El marco teórico fue enriquecido con las publicaciones de autores como: Navarro, Pérez, Villegas, Estrada, Nonnast y Valderrama. El diseño de la investigación es no experimental de tipo aplicada, con un nivel explicativo-correlacional. Por otro lado, la tesis fue desarrollada siguiendo los lineamientos del método deductivo. Además, se tuvo como población a una nave industrial (hangar 21) en el Callao y de las cuales se seleccionó como tipo de muestreo el no probabilístico de tipo intencional a criterio del investigador. El informe de investigación concluyo en que se demuestra que el análisis estructural del hangar 21 influye significativamente en 47.62 % en la optimización del dimensionamiento de las zapatas, Callao – 2019. Siendo esta estructura modelada en el SAP 2000 y obteniendo esfuerzos actuantes en la base de los pedestales, posterior a ello se exponen los procedimientos a seguir en la optimización del diseño de la zapata.

Palabras clave: Análisis estructural, hangar, dimensionamiento de zapatas.

ABSTRACT

The research report entitled: “Structural analysis of hangar 21 to optimize the dimensioning of footings, Callao - 2019” had the objective of establishing how structural analysis influences the optimization of the dimensioning of footings in hangar 21 in the Callao - 2019. The theoretical framework was enriched with the publications of authors such as: Navarro, Pérez, Villegas, Estrada, Nonnast and Valderrama. The research design is non-experimental of an applicative type, with an explanatory-correlational level. On the other hand, the thesis was developed following the guidelines of the deductive method. In addition, an industrial warehouse (hangar 21) in Callao was taken as a population, and the intentional non-probabilistic type was selected as the sampling type at the researcher's discretion. The research report concluded that it is shown that the structural analysis of hangar 21 significantly influences in 47.62% in the optimization of the dimensioning of the footings, Callao - 2019. Being this structure modeled in SAP 2000 and obtaining acting efforts in the base of the pedestals, after that the procedures to follow in optimizing the design of the shoe are exposed.

Keywords: Structural analysis, hangar, footing sizing.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el proceso constructivo al realizar naves industriales (HANGARES) tanto en su análisis de diseño como en su construcción son muy escasas, la poca información que existe para realizar este tipo de estructuras infiere a que cada empresa constructora que brinda este tipo de trabajos (claro está que por dicho vacío en la construcción no todas las empresas constructoras brindan la elaboración de estas edificaciones que son hangares), lo realicen bajo sus propios estudios y tomando en cuenta la norma E-090 para estructuras metálicas.

Los primeros hangares o naves industriales eran construidos con espacios de poca iluminación y ventilación, estas estructuras de hangares habituaban ser de madera además estos servían como soporte de muros de carga generadas por bóvedas ya que el peso se distribuía en las vigas, que al comienzo no podía existir una separación más de 6 metros entre ellas. Hoy en día la mayoría de los hangares en el territorio Peruano están construidos por estructuras metálicas completas o estructuras mixtas de coberturas metálicas y concreto, están situadas en lugares de industrias o aeronaves (como los hangares 11 y 21 que se encuentran en la base aeronaval del Perú), tres años atrás estos hangares estaban construidos por una cobertura metálica apoyada sobre una columna estructural que formaba parte de la edificación, que acondicionaba unos cuartos para talleres de mecánica de las aeronaves en todo el borde del hangar. Hace unos años atrás se inició la construcción de la nueva base aeronaval del Perú, que tienen que construir 7 hangares para el mantenimiento de las aeronaves, de los cuales hoy en día ya se tiene 4 hangares totalmente construidos (21, 22, 11 y hangar arsenal), con las nuevas consideraciones al diseño estructural se lograron construir hangares o naves de industria más que sean luminosas y ventiladas.

El incremento del realizar un diseño de un hangar o nave industrial a comienzos de los noventa fue muy cotizada, es por ello que se hizo necesaria un reglamento de estructuras metálicas para regular donde se construirán y como estarán diseñadas, que consideraciones se tienen que tener en cuenta para las naves industriales, y donde indicaran para qué clase de uso se le podría dar a estas estructuras, por lo que hoy se puede ver estas naves industriales son usadas como centro comerciales (supermercados). Muchas empresas constructoras sin criterios básicos ni experiencia ejecutaron obras de armadura metálica y tuvieron problemas

ya que algunas de estas estructuras colapsaron. La fuerte demanda aumento el uso de estas estructuras metálicas ya sea para cualquier servicio que brinden nos lleva a tener un plan más complejo del análisis estructural de estas construcciones, para evitar el sobredimensionamiento de cualquier parte de las estructuras, darnos cuenta de que existe este problema generara disminuir costos y la larga el sobre dimensionamiento de cualquier parte de la edificación no dejara que esta tenga un comportamiento estructural normal.

El diseño estructural elaborado para los hangares 11 y 21 son los mismo tanto en planos de estructura como arquitectura, tienen una estructura de dos pisos para los cuartos de talleres de las aeronaves bordeando a un costado del hangar muy independiente de la nave industrial, los pedestales son parte del apoyo para la cobertura metálica están diseñadas con acero y concreto armado, la intriga es que entre estos hangares existe una diferencia de la viga de luz de 10 metros aproximadamente, sin embargo por la poca difusión del análisis y metodologías de diseño han acarreado sobredimensionar el hangar 21 en los elementos de zapatas y pedestales ya que han tomado en cuenta solo los diseños para en hangar más grande que es el Hangar arsenal (80mts) y en base a ellos se han diseñado los de 50 y 40 mts .

Por lo tanto, bajo los argumentos señalados y acoplado con los problemas mencionados anteriormente se añade que la cantidad de empresas dedicadas a brindar el servicio de construcción e instalación de naves industriales como hangares es reducida, además, que es muy necesario realizar un análisis del diseño de los hangares considerando la optimización del acero para los elementos estructurales y no llegar a sobredimensionarlos. Este estudio tiene como un objetivo primordial presentar un análisis en el diseño del hangar 21 construidos actualmente, y si se presentar una optimizando en el dimensionamiento de las zapatas del hangar que es de 40 metros de luz, pero tiene los mismos planos estructurales que el hangar que tienen 50 metros de luz.

Para poder definir el concepto de objetivos en una investigación nos basamos en lo que plantea, Barragan, Salman, Ayllon [*et al.*] (2003.p26) “Los objetivos son importantes porque nos ayudan a preciar donde queremos llegar, los objetivos nos

ayudan a precisar el campo de nuestro trabajo y el objetivo de estudio” Por consiguiente es importante tener en claro los objetivos en una investigación ya que nos orientan a buscar la información necesaria. Otra teoría para definir es la que planteo (Rojas, 1981.p.75); son las guías del estudio y durante todo su desarrollo deben tenerse presentes. Teniendo como objetivo principal en toda la investigación el de: Establecer de qué manera el análisis estructural influye en la optimización del dimensionamiento de las zapatas en el hangar 21 en el Callao – 2019. Luego de lo expresado líneas arriba se obtiene como objetivos específicos los siguientes:

- Determinar en qué medida la optimización del dimensionamiento de las zapatas influye en el volumen de concreto, kilos de acero y costo de la partida en el hangar 21, Callao – 2019.
- Determinar en qué manera los esfuerzos actuantes influyen en la optimización del dimensionamiento de las zapatas en el hangar 21 en el Callao – 2019.
- Analizar estructuralmente al hangar 21 y modelar en el SAP 2000, el cual debe considerar las estimaciones de cargas, esfuerzos actuantes, geometría de los elementos y en función a los resultados, diseñar las zapatas optimizando su dimensionamiento.

Es por esto que se da la necesidad de investigar, recopilar y ordenar información diversa de diferentes documentos para elaborar una tesis que sirva de referencia a dicho ámbito de la construcción sobre hangares.

Para definir la formulación de los problemas en esta investigación, Según Buendía, L. Colas M. y Hernández P. (p.65). “En un proyecto de investigación, la etapa donde se ordena formalmente la idea es en la formulación del problema” Por lo tanto formular el problema de estudio implica tener en claro la delimitación de la investigación, implantar claramente se establecerán los límites de los cuales se va a desarrollar la investigación. Luego de lo expresado líneas arriba, se planteó la siguiente problemática: ¿De qué manera, el análisis estructural influye en la optimización del dimensionamiento de las zapatas del hangar 21 en el Callao – 2019?

Posterior a ello se definió también problemas específicos:

- ¿En qué medida, la optimización del dimensionamiento de la zapata influye en el volumen de concreto, kilos de acero y costo de la partida en el hangar 21, Callao – 2019?
- ¿De qué manera los esfuerzos actuantes influyen en la optimización del dimensionamiento de las zapatas en el hangar 21 en el Callao – 2019?
- ¿De qué manera influirá el análisis estructural del hangar 21 en el callao modelado en el SAP 2000, el cual debe considerar las estimaciones de cargas, esfuerzos actuantes, geometría de los elementos y en función a los resultados diseñar las zapatas optimizando su dimensionamiento?

Para definir lo que es una justificación del estudio en un trabajo de investigación se aplica como GARCIA, F (2002, p31) “la justificación se muestra como las razones teóricas, practicas o de otra índole que tratan de dar a conocer la conveniencia de realizar el estudio” Cabe de mencionar que se trata de conocer algún aspecto particular de la realidad de la sociedad para lograr difundir la inquietud dándole objetividad y resolver un problema, en tanto las concepciones de individuos científicos están condicionadas por factores históricos y sociales.

En este caso **la justificación de la investigación** se basa en que actualmente en la construcción de hangares que se estaba realizando en la base naval, se había observado que existía el problema de no realizar un buen análisis y diseño estructural y se estaba sobre dimensionado algunos elementos estructurales, haciendo que su comportamiento no sea óptimo. La **justificación teórica** se basa que en la investigación se utilizaron fundamentos teóricos y científicos sobre análisis y diseño estructural. Además, se utilizó un programa para adquirir resultados de la estimación computacional en software SAP2000, siguiendo conceptos básicos de la normativa actual. La **justificación practica** se basa que en la investigación se permitió contar con una decisión protegida y referencial para el análisis estructural de estructuras mecánicas (HANGAR 21) con el fin de diagnosticar una optimización en las zapatas. Además, para lograr resultados y arreglos sólidos, de hecho, arreglos ideales y monetariamente beneficiosos; obviamente, sometiéndose a las normas peruanas. La **justificación económica** se

da porque nos permite obtener ahorros significativos para los usuarios de este tipo de naves industriales o hangares de acero (que son de uso para compañías mineras, almacenes y centro comerciales). Si pudieron optimizar el dimensionamiento de algunos elementos estructurales como las zapatas estaríamos optimizando recursos en obra y por lo tanto generar ganancias a la empresa ya que aún falta construir otros hangares que tienen similitud en su ejecución.

Para la hipótesis, en este trabajo de investigación se formula una presunta relación, que se logra manifestar en forma de propuesta, sospecha, suposición, idea o juicio temporal que se acepta para demostrar algunos hechos objetivos. Se hace notar que la hipótesis está situada al inicio de una investigación (hipótesis a priori) en la fase de planificación y naturalmente antes de la obtención y análisis de los datos. Por ende, este informe de investigación tiene como Hipótesis principal que: El análisis estructural influyen significativamente en la optimización del dimensionamiento de zapatas en el hangar 21 en el Callao – 2019.

Por otro lado, se tiene 3 hipótesis específicas en este informe de investigación que son los siguientes:

- La optimización del dimensionamiento de las zapatas influye significativamente en el volumen de concreto, kilos de acero y Costo de la partida en el hangar 21 en el Callao – 2019.
- Influye significativamente los esfuerzos actuantes en la optimización del dimensionamiento de las zapatas, a razón del volumen de concreto, kilos de acero y Costo de la partida en el hangar 21 en el Callao – 2019.
- Es posible Analizar estructuralmente al hangar 21 en el callao y modelar en el SAP 2000, el cual debe considerar las estimaciones de cargas, esfuerzos actuantes, geometría de los elementos y función a los resultados, diseñar las zapatas optimizando su dimensionamiento.

II. MARCO TEÓRICO

Para fundamentar a las variables es óptimo apoyarse en **tesis nacionales** relacionados, al tema del investigador como son el de ORIHUELA, Junior Y DAVILA, Ricardo (2016). En su tesis nombrada **“Calculo y diseño estructural de una estructura metálica aplicando la normativa AISC en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román”**, Universidad Peruana de Ciencias Aplicada, tuvo como objetivo general realizar un modelamiento de una nave industrial en acero que esté aplicada a distintos estados de cargas teniendo en cuenta el diseño de los elementos de toda la edificación y que sus conexiones se lleven a cabo de acuerdo a la normativa del AISC, y a la vez el autor concluye respecto a su investigación que en el análisis se definieron los diferentes estados de combinaciones de pesos según lo que es señalado por procedimiento LRFD aplicada a estructuras de acero. Es por ello que en Juliaca los cambios climatológicos, como la aparición de nieve por temperaturas muy bajas y los vientos generados por las mesetas se tienen que tener en consideración. Cabe de mencionar que también es importante para el diseño de las armaduras metálicas tener en claro las especificaciones de la normativa de diseño, no sobredimensionar a las estructuras ya que el comportamiento estructural no será muy efectivo si se hacen un mal cálculo.

LARICO, José (2015) en su tesis **“Análisis y Diseño en acero de una nave industrial con dos puentes grúa”** obtenida en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, tuvo como objetivo general Realizar un estudio integral aplicada a una nave metálica que tiene 2 puentes grúa de 60 tn de capacidad, destinados al mantenimientos de camiones pesados CAT 797, Asu vez el autor concluye que las estructuras de los hangares consiste en distribuir los elementos que son parte de la armadura metálica de una forma adecuada, que se logre tener una nave industrial los más parejo posible de tal manera que el edificio presente un buen comportamiento afrente a pesos que son permanentes , estos son variables incluyendo el peso del sismo, para lograr eso se deberá reforzar la rigidez de un lado de la estructura de tal modo que los desplazamientos del edificio, sean menores que los máximos permitidos por la normativa. Sin embargo, dentro de las alternativas para determinar las combinaciones generadas por los pesos provenientes del puente grúa, para este análisis de estudio fueron uno de los más complejos ya que las diferentes combinaciones de viento no fueron tomadas en

cuenta para su diseño debido a que el gran peso del puente grúa predomina por ser la más importante del diseño. Nos queda claro que para hacer un modelamiento de una nave de acero es necesario hacer un estudio completo de las posibles cargas que estarán interviniendo en su diseño, un estudio del suelo portante claro y específico.

CAHUANA, Edwin (2018) en su tesis ***“Optimización del modelamiento de una nave industrial tipo pesado desarrollada para la industria del Perú, pequeña y mediana ubicada a menos de 2500 M.S.N.M con luz entre 15M y 25M”*** Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, tuvo como objetivo general optimizar la estructuración de una nave metálica puede reducir los costos y los plazos en la ingeniería, su construcción, fabricación y montaje, además se menciona en su conclusión que simplificar el modelamiento de la nave de acero es mucho más beneficioso que aligerar más las estructuras metálicas a fin de plazos y costos. La investigación concluye en una optimización en el diseño de un hangar o nave industrial ya que se analizará los elementos estructurales involucrados en la armadura metálica con el fin de reducir costo y tiempos en su ejecución además de verificar si el dimensionamiento de zapatas, placas, columnas, vigas metálicas y pedestales son efectivos y comportamiento estructural funcione óptimamente.

AEDO, Eddy (2014) en la tesis titulada ***“Diseño, fabricación y montaje de estructuras metálicas de un hangar múltiple con sistema tubest, para una planta industrial ubicado en zona industrial de Lurín”*** Universidad Nacional de Ingeniería. En este estudio se tuvo como objetivo general diseñar, fabricar y montar los elementos metálicos de una nave de acero mixto para una empresa situada en Lurín, aplicando un sistema de tubets. Para finalizar el autor concluye con su investigación en que es importante considerar para el modelamiento estructural de una nave o hangar de acero múltiple los criterios de diseño establecidos por el reglamento nacional de edificaciones de la E-090 y algunas especificaciones dadas por la norma de AISC 360-10 las normas americanas del acero. Otro aspecto en resaltar es que actualmente diseñar y fabricar estructuras metálicas con normas, códigos y especificaciones es muy importante ya que son publicaciones que tienen un sustento técnico realizado en base a estudios científicos y experimentaciones, complementándose con la experiencia de muchos ingenieros especialistas.

CONDORI, Jorge (2013) ***“Modelamiento de una vivienda multifamiliar de dos pisos empleando acero estructural en el distrito de Cajamarca”***. Realizada en la Universidad Privada del Norte. Cajamarca. 2013. El estudio tiene como principal objetivo el llevar a la practica el diseño de todos los elementos estructurales de una vivienda multifamiliar de 2 pisos utilizando acero estructural, por otro lado, también se busca evaluar la optimización de recursos de los costos con un dimensionamiento adecuado a cada pieza de la estructura. Este estudio llega a la conclusión en que, se ha tomado en cuenta las consideraciones de la norma nacional e internacional de edificaciones metálicas y de acero, se modelado una vivienda multifamiliar primando el acero estructural que logre otorga un funcionamiento óptimo en toda la edificación y que permita una mejorable respuesta frente a los movimientos telúricos.

También, se buscó información en trabajos de **investigación internacionales** como el de CABELLO, Julio (2016) en su tesis ***“Diseño de estructuras de naves de acero”*** de la Universidad Nacional Autónoma de México tuvo como objetivo general el de presentar recursos prácticos para el estudio del modelamiento de naves de acero a estudiantes y profesionales interesados. Para esta investigación se concluyó que el presente trabajo no intenta establecer una regla de pasos a seguir para analizar o diseñar estructuras metálicas. Principalmente se busca que esta tesis sirva como guía de información para el estudiante que vayan a la rama de ingeniería, con especialidad en ingeniería estructural, todas las consideraciones que se debe tener en cuenta antes del diseño y del análisis de una estructura metálica. A pesar de todo la ingeniería estructural es una rama bastante amplia y cada proyecto de obra es muy diferente por esta razón no se puede establecer un criterio general de análisis y diseño, pero que contengas bases y referencias para todos profesional o estudiante que puedan consultar, identificar y hacer los cambios necesarios que lo requiera.

MARTÍNEZ, Bernardo (2015) en su tesis ***“Diseño y cálculo de una nave de acero para uso de fabricación de baldosas cerámicas, con puente grúa y ejecutada con estructuras metálicas en el término municipal de la Vall D’Uixó”***, de la Universidad Jaume I. Castellón de la Plana España. La investigación tiene como objetivo calcular las dimensiones de los elementos estructurales que se necesitaran

en el diseño de la estructura metálica, que tendrá un puente grúa, placas, columnas metálicas, vigas y tijerales y se utilizara para la fabricación de balbosas hechas en cerámicas. Este estudio finaliza en que la nave de acero modulada para la manufactura de baldosas tiene un comportamiento óptimo a razón de tomar en cuenta los requerimientos de pesos y sismos, claro está después de haber realizado un cálculo previo a los requerimientos que se necesitaban para su diseño. Tenemos que entender que no se puede sobre dimensionar una estructura ya que su comportamiento estructural no funcionara y provocaran que las piezas de la edificación fallen por desplazamiento, pandeos o deflexiones.

GONZALES, Javier (2015) en la tesis titulada **“Metodología eficiente para la optimización de pórticos industriales en viga armada según Ec-3”** de la Universidad de Oviedo tuvo como objetivo general crear un instrumento con la que un técnico pueda diseñar, de modo sencillo eficiente y seguro, pórticos industriales en vigas armadas. Para el desarrollo del instrumento se tendrá en cuenta el modelamiento de esos pórticos que seas fácil en su proceso constructivo además de que cumplan con los criterios de seguridad aplicables a la norma de estructuras metálicas, además de tener en cuenta el aprovechamiento de los materiales estén vigentes en el mercado. En este estudio se concluye que los procedimientos empleados en la herramienta informática desarrollada; resultado que si se puede llevar acabo su modelamiento y la solución tiene una completa repetitividad. De esta manera, se trata de tener en claro que para el modelamiento no se necesita tanto la destreza del diseñador ni de otros factores subjetivos como ánimo o la fatiga mental. Ya que el estudio brinda la información de los pasos a seguir para realizar un replanteo en un diseño estructural con el fin de optimizar costos y recurso.

CONTRERAS, David (2016) en su tesis **“Tipificación de naves de estructura de acero utilizadas para la industria”** de la Universidad de Cuenca tuvo como objetivo general diseñar dos modelos de naves de acero no tradicionales utilizadas para la manufactura, en esta investigación se enfatizó en las conclusiones que se escogieron dos tipos de naves industriales para su posterior modelamiento teniendo en cuenta los mismos materiales que se usaron en la estructura, las secciones de los elementos estructurales, la ubicación de cargas, sus diferentes tipos de apoyo, para poder evaluar el comportamiento estructural ante las solicitaciones. Cabe

considerar, por otra parte, se reiterará que si es importante hacer una previa evaluación al diseño de una estructura metálica ya que nos ayudara a ver cómo se comporta cada elemento estructural que forma parte de la armadura metálica.

RIVAS, Cesar (2014) **“Estudio estructural y cálculo de una nave industrial metálica”** de la Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba. Tuvo como objetivo esta investigación la de elaborar modelos numéricos necesarios mediante el uso de softwares en computadoras para obtener todas las dimensiones finales y detalles de los elementos estructurales que se calcularán y analizarán de una nave de acero. El estudio concluye resaltando el diseño de las diferentes solicitaciones asimétricas, teniendo en cuenta la carga del viento sobre la cubierta, que logra ser factor importante en el proceso del cálculo. Para el estudio y cálculo de la nave a través de un programa se debe tener en cuenta todas las consideraciones del proyecto ya que los resultados nos arrojaran de manera estandarizada. Además, se hace hincapié al tensor colocado en los arranques del arco, por lo que este genera y da mucha estabilidad frente a la acción de cargas gravitatorias que se le aplicarán para eso la condición de los arcos o pórticos empleados en este diseño distribuirán sus esfuerzos actuantes hacia las columnas metálicas para brindar estabilidad.

SILVA, Rui (2014) **“Avaliação Acústica de Edifícios Habitacionais Análise dos Coeficientes de Ponderação Associados aos Índices de Desempenho Acústico de Habitações”** de la Universidad Nova de Lisboa. Esta investigación tiene como objetivo estimar y analizar los coeficientes de ponderación de los índices asociados con el rendimiento acústico de las viviendas y que se incluyen en el método LNEC para la evaluación y clasificación de la calidad acústica de los edificios residenciales. Al comparar los valores estimados con los valores tabulados, se concluyó que los índices de aislamiento acústico asociados con el ruido de los incendios vecinos y las áreas comerciales adyacentes tienen una mayor influencia en el confort acústico generado dentro de la casa. En un nivel de influencia más bajo, que incluye los índices asociados con el ruido del exterior, las áreas comunes y los equipos, hubo algunas discrepancias entre los valores obtenidos y los definidos en el método LNEC. En comparación directa con los

valores estimados, los coeficientes α_1 y α_3 están infravalorados, mientras que el coeficiente α_7 está sobrevalorado.

FLOR, Mariane (2015) **“Otimização de Coberturas em Aço de Edifícios Industriais”** de la Universidad Federal de Santa Catarina – UFSC. Esta investigación como objetivo optimizar los techos de acero utilizados en edificios industriales para reducir su masa y, en consecuencia, el consumo de acero, cumpliendo con los criterios de ABNT NBR6123 (1988) - Fuerzas debidas al viento en los edificios y ABNT NBR8800 (2008) - Proyecto de estructuras de acero y estructuras mixtas de acero y hormigón de edificios. La investigación concluyó que las optimizaciones de estructura de techo propuestas para edificios industriales se llevaron a cabo en dos problemas propuestos: optimización dimensional; optimización dimensional en conjunción con la geométrica; optimización dimensional junto con geométrica considerando el número de cuadros como variable. La formulación se base en la determinación de tejas, correas, contrahuellas, arriostamiento de la cuerda inferior y las barras que se utilizaran en el diseño, así como las coordenadas nodales y el espacio entre los marcos para minimizar la masa del techo y, por lo tanto, disminuir el consumo de acero.

FREITAS, Mariana (2018) **“Controlo da qualidade em obra análise de sistema informático”** de la Universidad do Porto. El objetivo es la aplicación de un sistema informático in situ y su evaluación, se trabajó para reducir sus brechas, presentando así una nueva versión La investigación concluyó que el tiempo en el sitio practicado por el autor no se esperaba desde el principio, pero aún era posible superar la mayoría de las expectativas con respecto al potencial del programa y demostrar que este es el camino. El software asociado con el monitoreo de cumplimiento es un activo y es necesario trabajar las mentes de todos los trabajadores de la construcción. Este software solo tiene sentido si todos los jugadores lo usan. Hoy en día, el correo electrónico es un medio esencial de comunicación y estos solo lo reemplazarán si el software realmente permite descartar el correo electrónico, porque la adherencia al software no será posible si aún tiene que usar el correo electrónico. correo para otras materias.

ANÁLISIS ESTRUCTURAL: Para definir que es el análisis estructural nos basamos en la teoría que propone NAVARRO, C y PEREZ, J (2010) que “El análisis estructural es un procedimiento sistemático y metódico que tienen como fin determinar el comportamiento físico y mecánico de cualquier elemento estructural que son aplicadas a combinaciones de cargas según las solicitudes” (p.3). Evidentemente el análisis estructural implica desglosar cada elemento, para esta investigación será de un Hangar 21 el cual se comenzará a evaluar que comportamiento y función que tiene cada pieza de esta estructura metálica.

Por otro lado, para VILLAREAL, G (2008) “El análisis estructural se puede inferir como una sabiduría que estudia las conductas de cada parte de una estructura y ayuda a determinar la estabilidad, durabilidad, resistencia, seguridad y rigidez en las edificaciones” (p.2). En resumidas cuentas, el análisis estructural en un Hangar nos ayudará a entender como se está comportando parte de sus elementos estructurales para llegar a obtener una rigidez, durabilidad y estabilidad soportando una carga la cual fue diseñada. Para seguir definiendo lo nos apoyamos en la teoría que plantea “El análisis tiene como función definir la respuesta de los elementos estructurales cuando estos sean sometidos a diferentes combinaciones de cargas” (CERVERA, M y BLANCO, E 2002, p.6). En resumidas cuentas, lo que se busca en el análisis de un hangar es explicar y estudiar a los componentes de la edificación, con el fin de entender su comportamiento cuando son aplicados a una variedad de cargas combinadas por diferentes factores que se generan. Otra teoría que nos ayuda a entender la definición del análisis estructural es la que plantea ESTRADA, M (2017) “En la ingeniería civil, el análisis estructural se refiere a la determinación de esfuerzos, deformaciones, acciones internas y desplazamientos en los elementos de una estructura, por medio de las teorías de la mecánica de sólidos y la resistencia de materiales” (p.7).

Un buen análisis estructural en los hangares nos permitirá establecer el comportamiento estructural que tienen cada uno de los elementos, determinar las posibles deformaciones, desplazamientos y esfuerzos que ejercen sobre la estructura que se ha diseñado. Con el análisis estructural se busca también definir las distribuciones en la estructura para no sobrecargarlas y no sobredimensionarlas.

DISEÑO ESTRUCTURAL: Para especificar lo que es un diseño estructural nos basamos en la teoría de RIDDEL, R (2000) que plantea que “El objetivo del diseño estructural es crear estructuras seguras y económicas para cubrir una necesidad específica” (p.16). Precisamos, antes que nada, que el diseño estructural nos ayudara a modelar un hangar 21 que cumpla necesidades o requerimientos que se solicitan, pero optimizando recursos.

Asimismo, RIDDEL, R (2000) también sugiere que “En cualquier proyecto debemos de distinguí las siguientes etapas que se tienen que considerar, Determinar la necesidad del proyecto que se requiere, En esta fase se hace el modelamiento y estructuración por parte de ingeniería y Proceso constructivo de la ejecución” (p.17).

Para estos casos se tendrá que considerar tener en cuenta un pre proyecto que logre la identificación de todos los elementos necesario y sus características fundamentales y en la etapa de modelamiento para realizar una estimación preliminar de los costos y todos los elementos que se incluirán con el objetivo de evaluar la justificación económica del proyecto y poder verificar si se logra optimizar algunos recursos. Dicho de otro modo, el diseño estructural es un área donde podemos evaluar desde el tipo de material que se empleara en un proyecto, formas de la edificación y también de sus propiedades mecánicas.

Finalmente, una estructura se diseña para que no falle durante su vida útil. Es por ello que el diseño estructuras nos ayuda a seleccionar la geometría que tendrá, dimensiones de los elementos que la conforman y la resistencia de estos ante diferentes sollicitaciones de cargas combinadas. Se reconoce que una estructura falla cuando deja de cumplir su función de manera adecuada. Por consiguiente, es recomendable que para el diseño estructural de un hangar debemos tener en claro una identificación de necesidades en esta fase, como necesidades o saber el uso que le daremos a la edificación y especificarlo. Luego se pasará al anteproyecto a diseño de ingeniería para realizar los planos y verificar las resistencias que se puedan mejorar, el modelamiento el objetivo es que se logre una estabilidad y rigidez en la estructura.

En la etapa del diseño para un proyecto se desarrollan consideraciones como planos de detalles (estructurales y de arquitectura); poniendo en claro las especificaciones técnicas que se solicitan en el proyecto.

Los procedimientos del diseño estructural, se expresarán a continuación:

- Estructuración
- Análisis
- Dimensionamiento

La fase de la estructuración abarca en la selección de las formas o tipo de materias que se empleara en el diseño estructural.

En el caso de un hangar o una nave industrial la estructuración comprendía al pre dimensionamiento de la altura que tendrá desde el suelo hasta la cobertura, la longitud de la viga de luz, cantidades de pedestales y columnas metálicas que servirán como apoyo fijo, dicho de otra manera, la estructuración que se empleara en el hangar tendrá que cumplir con las condiciones de seguridad, estabilidad de la edificación, funcionalidad y que no sea tan costoso.

TIPOS DE MARCOS PARA NAVES INDUSTRIALES O HANGARES

Para definir los tipos de naves industriales nos basamos en la teoría de MCCORMAC, J. (2012 p.65) que plantea que “El marco rígido, se puede usar como un soporte de la estructura principal para hangares o naves industriales como son los auditorios, gimnasios, iglesias y otras estructuras que requieren áreas sin obstrucción de ningún elemento estructural atrapado en él medio. Por consiguiente, los marcos rígidos son estructuras de pórticos cuyos elementos tiene uniones y conexiones fijas”

La estructura en sí, es de fácil montaje y de apariencia agradable. Con respecto al diseño de cada nave o hangar, dependiendo de sus necesidades puede variar el uso de los marcos rígido según sea su especificación de uso podemos clasificarlas como: Para más detalles se muestran en las figuras 1, 2 y 3 modelos de marcos rígidos de hangares o naves industriales.

a. Rectas.

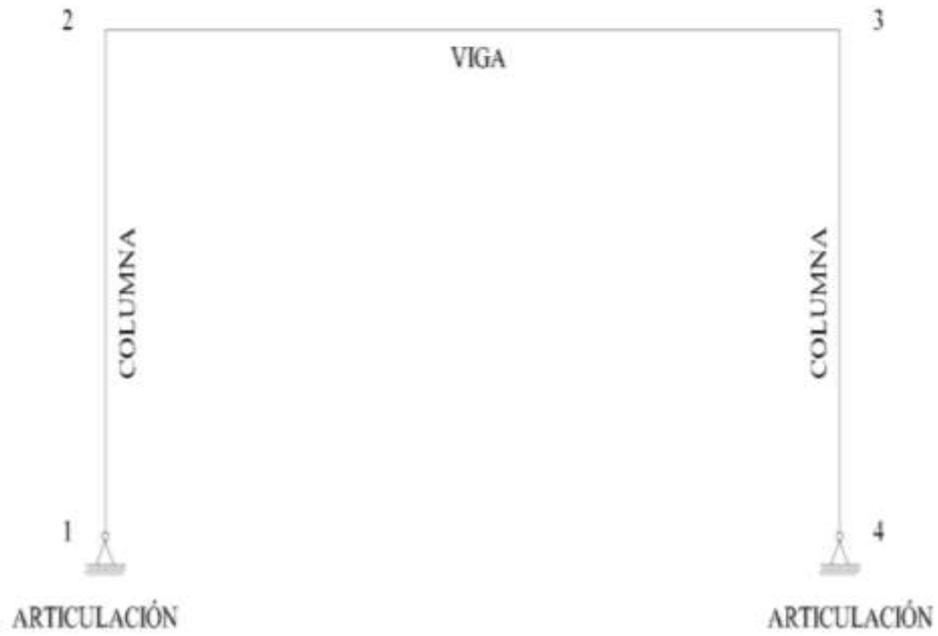


Figura 1. Marco Rígido en naves industriales (Rectas o de cubierta plana)

b. Inclínadas.

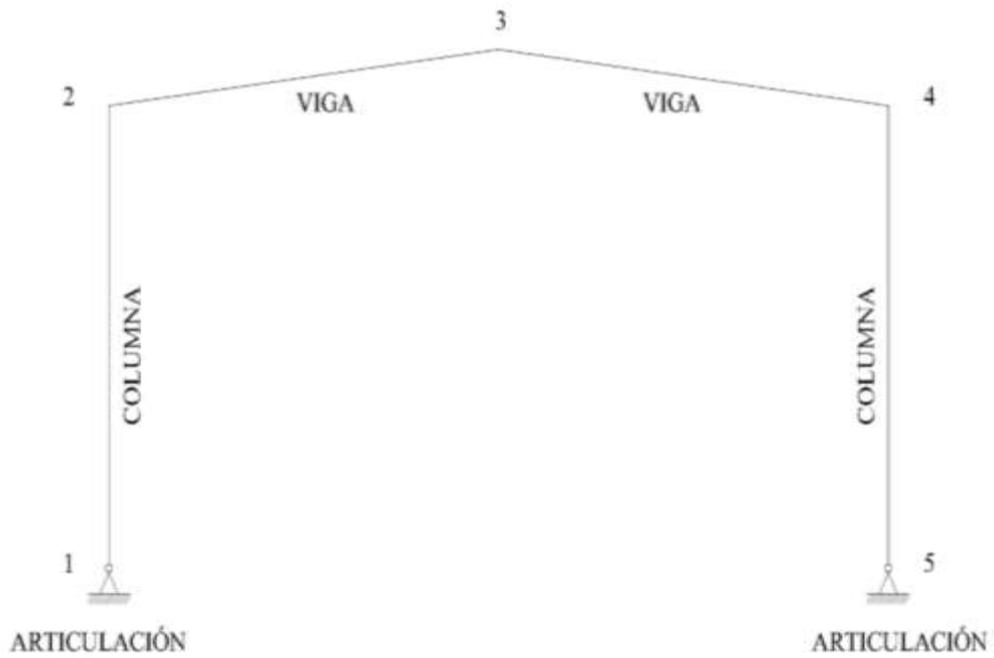


Figura 2. Marco rígido a dos aguas en naves industriales (Inclinada)

c. Curvas.

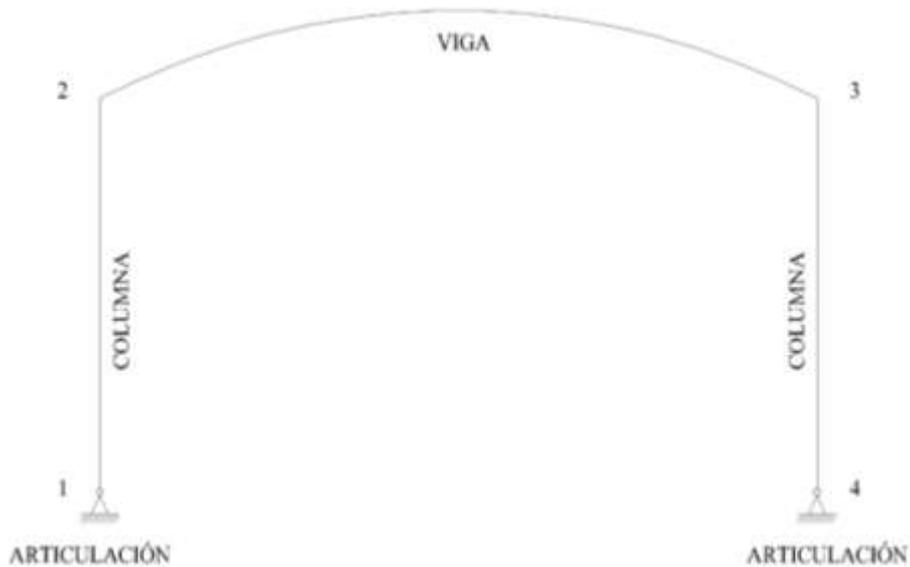


Figura 3. Marco tipo arco en naves industriales (Curvo)

A pesar de todo lo planeado anteriormente sobre los marcos rígidos que se usan en los hangares para clasificarlos se debe añadir que existe una variedad de materiales las cuales también se podría clasificar como por ejemplo son las más usadas las naves de acero, que son las más comunes y fáciles de construir tienen la ventaja de que permite tener espacios más iluminados, por otro lado también están las naves de hormigón prefabricado que a la vez son fáciles de armar y conectar sus piezas pero tienen la desventaja de no ser muy altas. Por otro lado, tenemos las naves mixtas que son de acero y hormigón para realizar formas geométricas especiales este tipo de naves tiende a tener un ahorro de costos, mejor calidad y resistencia.

GEOMETRÍA DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES: La geometría depende de las formas que se usaran en el diseño del hangar, ya que esta función tiene que depender de que las cargas sean repartidas en los diferentes elementos estructurales adecuadamente. Para esto usaremos los planos de la edificación ya construida como de estructura y arquitectura. Apoyándonos en las normas de construcción como la E-060, E-020.

PEDESTALES: Para definir que son los pedestales nos apoyamos en la teoría FERNANDEZ, R. (2000) que plantea que “La característica principal de los pedestales es la de servir de soporte a otro elemento, generalmente una estatua. De tal forma que se trata de un monumento que la mayor parte de las veces, cumplió una función henifica y por lo tanto se situó en el fórum de las ciudades” (p.17).

Las estructuras básicas de un pedestal constan de un basamento, un dado y un cimacio; es decir una base y un zócalo, un elemento central, de forma cubica, donde se sitúa la inscripción, y un coronamiento.

Los pedestales se calculan como un soporte ya que es un elemento sometido a compresión simple, realizados por concreto armado. Además, como consecuencia de la acción localizada del soporte sobre el pedestal, en este se producen unas tensiones transversales, para esta investigación los pedestales son usados como apoyo fijo a las columnas de metal que son parte de la cobertura metálica, son ancladas en ellas.

El pedestal es un elemento en hormigón armado que, como un elemento en acero, debe cumplir con los diseños de capacidad de carga axial, de flexión y de corte.

➤ **Diseño por capacidad de carga axial**

Para realizar una verificación de la carga axial del pedestal a partir de las cargas aplicadas, se utilizarán las ecuaciones que se describirán:

$$P_n = 0.85f_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st} \quad (1)$$

$$\phi P_n \geq P_u$$

Además, el Reglamento sismo resistente - 0.30 establece factores de reducción de resistencia en el siguiente caso: $\phi = 0.70$ (columnas con estribos)

Donde:

Resistencia a la compresión de la columna = P_n

Resistencia a la compresión del concreto = f_c'

Área total del pedestal = A_g

Área total de la sección transversal del refuerzo longitudinal = A_{st}

Fluencia del acero = f_y

Carga axial última = P_u

➤ **Determinar el comportamiento del pedestal**

Las columnas se pueden diseñar por flexión como vigas. Antes de estructurar por flexión, debe cumplir con:

$$\alpha F_c > P_u$$

Donde:

Resistencia bruta a la compresión $F_c = f_c' * a * b$

Factor de reducción para determinar el comportamiento del pedestal $\alpha = 0.1$

ZAPATAS: Para justificar la definición de una zapata como elemento estructural nos apoyamos en la teoría que plantea ORTEGA, R (2015) “El principio básico es el de que toda zapata deberá apoyarse sobre un terreno virgen y no sobre un relleno, siendo el callo el que da la anchura teórica de las zapatas de carga o soportantes” (p.52). Por otro lado, podemos decir que las zapatas son cimentaciones superficiales que sirven de base de elementos estructurales como son pilates, placas y columnas. Por consiguiente, las zapatas nos brindan la estabilidad y nos sirven de apoyo hasta lograr que el suelo soporte sin problemas la carga que le transmite.

Consideraciones para diseño de zapatas aisladas

P zapata tentativo= 10% x P_t

Por otro lado, debemos saber si en la zapata existe Excentricidad.

$$e = \frac{M}{P+P_z} > \frac{a}{6} \quad L_{v1} = L_{v2} \quad \text{CUMPLE EXCENTRICIDAD}$$

$$q_{neto} = q_u - (\gamma_{relleno} \times D_f) - \text{sobrecarga}$$

DETERMINAR EL ÁREA TENTATIVA

$$\sigma = \frac{P}{A} \leq \sigma_{adm} \quad A = \frac{P}{\sigma}$$

Donde:

σ_{adm} = Capacidad admisible de terreno

q_{neto} = Capacidad neta del terreno

A = Área tentativa de la zapata

$\gamma_{relleno}$ = peso específico del terreno

S/C = Sobre carga el NPT

Para hallar el esfuerzo cortante por punzonamiento

La condición de poder determinar un peralte efectivo se una zapata aislada, se base en que la sección debe resistir el cortante por penetración (punzonamiento).

Condición de Diseño: $V_u / \phi = V_c$

$$W_{nu} = A = \frac{q_u}{A_{zap}}$$

Según RNE $q_u = \frac{1.4 PM + 1.7 PL}{(A \times B)}$

$$V_u / \phi = (q_u - W_{nu} (m) \times (n)) \dots\dots\dots(1)$$

$$B_c = D_{mayor} / D_{menor} = B_c < 2$$

$$B_o = 2 (m) + 2 (n)$$

$$V_c = 1.06 \sqrt{f_c} (b_o \times d) \dots\dots\dots(2)$$

Luego se reemplazará para hallar "d"

Donde:

V_u = cortante por punzonamiento actuante

V_c = Resistencia al cortante por punzonamiento en el concreto

B_o = Perímetros de los planos de Falla

d = Peralte de zapata (el peralte mínimo por encima del esfuerzo en flexión será mayo de 15 cm)

$\Phi = 0.85$ Factor de reducción por cortante

Verificación de la cortante

$$Vu / \Phi < Vc \quad \text{OK}$$

Diseño por Flexión

Para esta condición, las zapatas rectangulares de dos maneras, el esfuerzo en cuestión, se transmitirán igualmente.

$$Mu = (Wu \times S) \times Lv^2 / 2$$

$$Ru = \frac{Mu}{b \times d^2}$$

$$Ru = \Phi \times \rho \times fy \left(1 - 0.59 \times \frac{\rho \times fy}{f'c} \right)$$

ρ = cuantía de acero

$$a = \frac{As \times fy}{0.85 \times f'c \times b}$$

$$As = \frac{Mu}{\Phi \times f'y \times \left(d - \frac{a}{2} \right)}$$

$$As = \rho \text{ mín} \times B \times d$$

Donde:

ρ = cuantía de acero

As = Area de acero

$$As > As \text{ min}$$

$$\# v: \frac{As}{\Phi} = \text{ varillas}$$

$$S = \frac{(A - db - 2 \times \text{recubrimiento})}{(\# \text{ varillas} - 1)}$$

ACERO: El acero estructural se usa para especificar un grupo de acero diseñado a la fabricación y construcción de edificios o algunos componentes para maquinas. Los principales componentes de aceros son hierro y carbono, cuando exista más de este último se añade una aleación, mayor resistencia y disminuye la ductilidad de producto terminado. (ver figura 4 para mayores referencias).

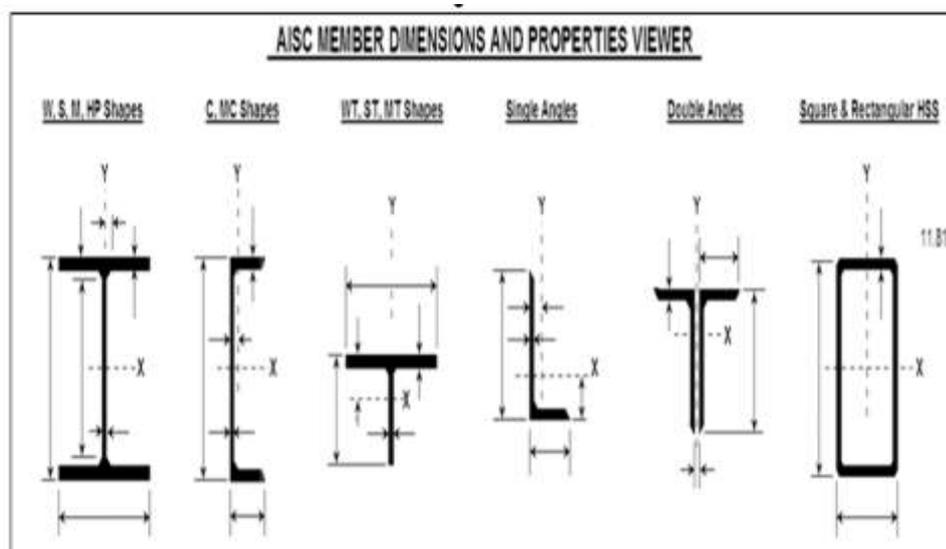


Figura 4. Modelos de los elementos de acero
(Fuente: Catalogo ASTM A36)

MODELAMIENTO ESTRUCTURAL: Un modelamiento estructural se caracteriza resumiendo una estructuración con la finalidad de analizar su comportamiento mecánico y físico que posee cada elemento. También se puede definir que es un esquema simplificado para el cálculo. Por otro lado, el modelo estructural nos ayuda a organizar los modos en que vana interactuar cada elemento estructural del hangar. La representación de la estructura es demasiado compleja y difícil durante su análisis ya que se tiene que considerar muchas especificaciones de la necesidad. Por lo tanto, debe tener modelos básicos cuya conducta sea progresivamente sensible para analizarla frente a la estructura real. Además, sirve para ver una recreación de la estructura real y tener un pensamiento razonable.

Para explicar lo que es un modelo estructural nos apoyamos en la teoría de DE JUSTO, E (2016.p3) que define que:

Para tener que lograr las siguientes dos condiciones, para cumplir un modelo estructural:

- 1) Similitud a la estructura real. Es necesario que cuando se haga un modelamiento de un hangar o nave industrial se tome como base de datos los planos de la edificación. Cuanta más semejanzas se tenga entre los dos, el modelo será de mayor utilidad.
- 2) Manejo rápido del análisis. En esta perspectiva se necesita simplificarlo todo para que sea más entendible el análisis.

ESTIMACIÓN DE CARGAS: Para reflexionar, las estimaciones de cargas son considerada como "el poder o las diferentes actividades creadas por la pesadez de los materiales de cualquier estructura, los inquilinos y sus efectos, los cambios de la atmósfera, los desarrollos terrenales y los cambios dimensionales confinados" (RNE - E020, 2006). Por otro lado, durante la estimación de pesos que tiene que soportar esa estructura se tiene que cuantificar las cargas que van a ejercer en una estructura no será de localización exacta ni tendrá una dimensión, pero nos dará una idea de cuanto puedo soportar la estructura. Es normal tener la pregunta de cómo será la exacta distribución de pesos que están considerando en cada elemento estructural. (ZAPATA, L 1997, p.4).

CARGAS MUERTAS: Para definir lo que son cargas muertas se empleara la teoría que plantearon (MCCORMAC, J y RUDOLF, E 1994, p.41) "Son pesos constantes que se mantienen en un mismo sitio; consta del peso propio de la edificación sumando todos los elementos de los cuales lo conforman". Siendo las cosas así resulta claro que para esta investigación las cargas muertas a considerar ya están establecidas por el expediente técnico del proyecto.

Para los cálculos del peso muerto se utilizará la norma peruana RNE E.020.

CARGAS VIVAS: Así mismo, para expresar lo que son cargas vivas podemos inferir que se trata de pesos los cuales pueden alterar su ubicación y dimensión. Para MACCORMAC, J y CSERNAK, S. (2012, p.42) ". Las cargas pueden cambiar su

ubicación ya que no son constantes en el terreno, como el mobiliario, equipos que se incluirán y los materiales en un almacén”. Por lo tanto, se crean cuando una estructura está involucrada, utilizada y en actividad. Cargas que se mueven bajo su propia actividad, por ejemplo, vehículos, individuos y grúas a estas las nombramos cargas móviles. Visto de esta forma para esta investigación, las cargas vivas a considerar serán los pesos de los aviones, equipamiento y las personas que transiten en el hangar o la nave industrial.

Para los cálculos del peso vivas se utilizará la norma peruana RNE E.020.

CARGAS DE VIENTO: Para definir lo que son cargas de viento se empleara la teoría que expreso HIBBELER, R.C. (2012. p.38) “son aquellas cargas que se generar cuando se obstaculiza la progresión de la brisa, lo que hace que la vitalidad dinámica (por la actividad del aire) se transforme en vitalidad de peso potencial, lo que produce una carga de brisa”. Evidentemente las cargas de viento son aquellas fuerzas generadas por la masa de aire que está en movimiento constante, que provoca una cierta presión en diferentes partes de la estructura.

Para los cálculos del peso generado por acción del aire se utilizará la norma peruana RNE E.020 – Cargas.

CARGAS DE SISMO: Para ZAPATA, L (1997, p.15) “Las mejoras naturales producen olas planas, verticales e inclinadas. Las ondas niveladas e inclinadas son aquellas que producen efectos de importancia más notable para las estructuras ”. Este examen es difícil para las estructuras, realizado por la inseguridad de las especulaciones para ejecutar un modelo lógico. Se adiciona que las cargas de sismos se definen como acciones generadas por un movimiento telúrico que es provocado en una estructura de un edificio. De otra manera dicha las cargas horizontales solo son seleccionadas por varios reglamentos.

Para los cálculos del peso sísmico utilizara la norma peruana RNE E.030 – Diseño Sismorresistente.

ESPECTRO SÍSMICO o DISEÑO DE RESPUESTA DE CONSTRUCCIÓN: Para definir el concepto de que es el espectro sísmico según lo que define BARBAT, A (2005. p.34) “es la representación gráfica según se detalla en la figura 5, de una

progresión de curvas, ya que cada una de ellas demuestra la estimación de reacción más extrema de las maravillas de aceleración, desalojo y velocidad, que pueden ser alcanzadas por varios osciladores con amortiguación”.

Por lo tanto, el espectro de respuesta es un valor que se utiliza en los cálculos de ingeniería, principalmente mide la reacción de una estructura ante la vibración del suelo generado por un movimiento telúrico. (ver figura 5 para mayores referencias).

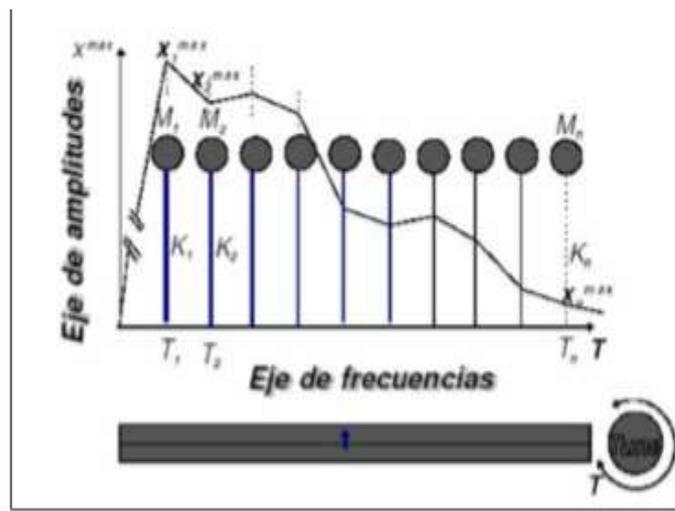


Figura 5. Demostración esquemática de un espectro de respuesta de desplazamientos
(Fuente: Barbat, Alex)

CORTANTE DE BASAL: Según BARBAT, A. (2005. p.140) definió como cortante de basal al “Figura que considera la estructura de rango versátil aumentando la velocidad controlada por técnicas únicas conocidas. Esta velocidad creciente afecta la carga sísmica, que en su mayor parte se relaciona con el 100% de las cargas muertas además del nivel de las cargas vivas”. En cualquier caso, se puede deducir muy bien que el cálculo que se puede resolver a partir de la cizalladura basal de un cobertizo o almacén mecánico permite decidir las potencias paralelas por completo como resultado de las potencias inerciales que se instigan a una disposición de N grados de oportunidad, para que más tarde se transmita en las diversas tallas de la estructura a pesar de la forma en que la cizalladura de la base es el poder de reacción que aparece en la estructura y se sitúa en su base, para este examen esto

emerge cuando la sección de acero está asociada con la plataforma sólida y se utiliza para planificar el tipo de lucha que tendrá.

COMBINACIONES DE CARGAS: Para explicar lo que son las combinaciones de cargas nos apoyamos en la teoría que planteo ÁLVAREZ, J (2014, p.45) "Las normas peruanas vigentes deciden una variedad de mezclas que debe utilizar el especialista, dependiendo de si se utiliza la estructura para cargas permitidas (ASD) o la disposición con el factor de carga y bloqueo (LRFD) ". Los diversos tipos de cargas que ayudan una estructura puede ocurrir al mismo tiempo. Las cargas de configuración dependen de la precisión con la que conocemos las diversas cargas, es decir, cuánta seguridad tenemos de carga muerta, carga viva, carga de viento y sísmica. Para el AISC 360-10 norma (Instituto Americano de Construcción de Acero) y según (RNE - E090, 2006), las cargas aparentes que se deben considerar:

- D : Peso muerto que es ocasionado por el peso propio de los elementos y los efectos permanentes sobre la estructura.
- L : Peso viva es generada por el mobiliario, equipamiento y ocupantes.
- Lr : Peso viva en las azoteas.
- W : Peso de viento.
- S : Peso de nieve.
- E : Peso de sismo (Norma E.030 Diseño Sismorresistente - Perú).
- R : Peso por lluvia o granizo

ESFUERZOS ACTUANTES: El determinar de los esfuerzos generados sobre la nave industrial o el hangar es de mucha importancia obtener un diagnóstico general del estado de los elementos estructurales. En este sentido, esta evaluación nos permite reconocer esforzadas por las cargas y/o combinación de cargas (como en las conexiones entre elementos) para establecer los refuerzos, los cuales nos permitirán identificar las zonas a mejorar estructuralmente en todo el sistema en análisis según la necesidad que se requiera. Para decidir las respuestas oscuras, las condiciones de armonía y condición (suponiendo que existan) deben aplicarse a toda la estructura.

Por otro lado, para KASSIMALI, los esfuerzos actuantes se definen de la siguiente manera (2010. p.60-61) “El análisis de estructuras nos permite determinar los esfuerzos actuantes, en tal caso, debe construir los diagramas de cuerpo libre de las partes de la estructura. Estos diagramas deben presentar, cualquier carga aplicada y reacciones de soporte, todas las fuerzas que se ejercen sobre dicha parte”.

Finalmente, los esfuerzos actuantes son fuerzas internas de resistencia que aparecen en las estructuras y que evitan que esta falle.

ESFUERZOS ADMISIBLE: Para definir las ratios de esfuerzos admisibles, Según (E.090 y AISC-360-10, 2011) “Desde la mezcla de cargas crítica en las zonas que tienen mayor sollicitación se procede a la calcular las ratios de esfuerzos (demanda vs capacidad) de los elementos estructurales. La ratio de esfuerzos tiene la misión de evaluar el tamaño de la combinación de poderes dictados por los métodos para la estrategia de componentes limitados con el poder de corte que el material distribuido a la parte básica puede soportar. En el caso de que la estimación de la proporción de presión adecuada sea más notable que 1, se puede suponer que el componente auxiliar ha sido bombardeado según lo permitido por las directrices actuales. La Figura 6 muestra un diagrama de agente de calidad inquebrantable básica a partir de las ratios de esfuerzos admisibles.

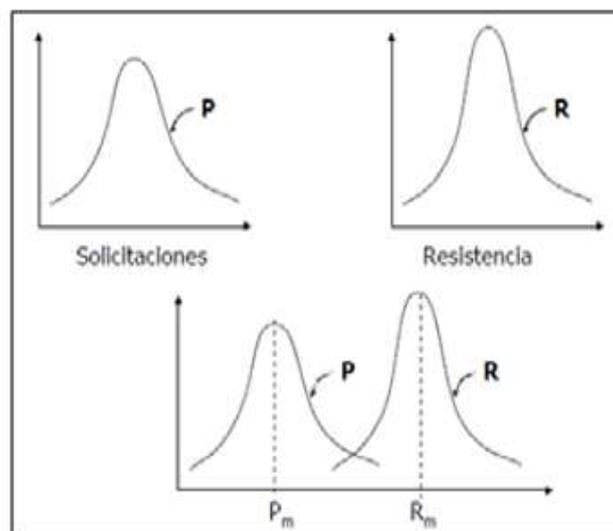


Figura 6. Esquema representativo de confiabilidad estructural

(Fuente: Herrera, Ricardo)

TRACCIÓN: Para la definir el concepto, según NONNAST, R. (1993. p.3) para el cálculo de estructura o una nave industrial se denomina tracción a “un elemento se ejerce en tracción cuando 2 fuerzas iguales y opuestas (hacia el exterior del elemento) operan sobre él”. Donde las caras paralelas tienden a encontrarse y las perpendiculares a separarse”, resulta claro establecer que corresponde a dos fuerzas aplicadas a un elemento y luego tienen a estirarlo. (ver la figura 7 para mayor referencia).

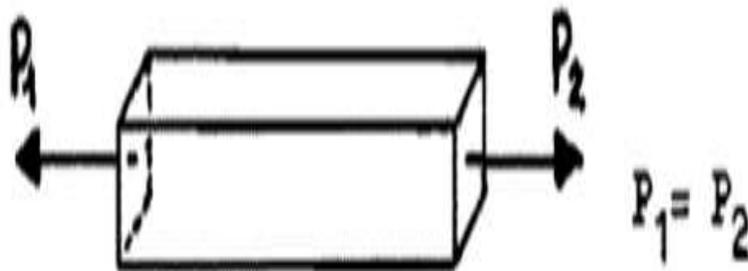


Figura 7. Grafica representativa del esfuerzo a tracción

(Fuente: Nonnast, Robert)

COMPRESIÓN: Para la definir la compresión, según NONNAST, R. (1993. p.3), plantea como “un elemento se ejerce bajo compresión cuando 2 fuerzas iguales operan sobre él en la dirección opuesta (hacia el centroide del elemento)” también inferimos que la compresión es cuando el elemento ejerce presión y es el resultado de tensiones. Donde las caras paralelas tienden a separarse y las perpendiculares a unirse. (ver la figura 8 para mayor referencia).

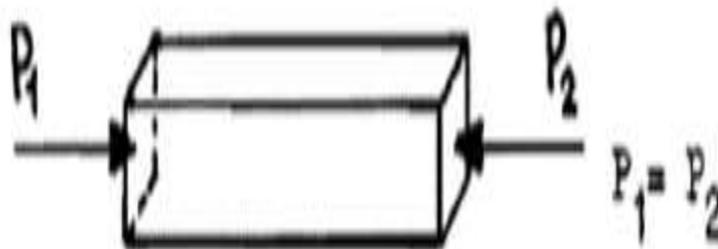


Figura 8. Grafica representativa del esfuerzo a compresión

(Fuente: Nonnast, Robert)

CORTE: Según NONNAST, R. (1993. p.3) se define como “un componente se aplica en cizallamiento cuando 2 potencias equivalentes funcionan en sentido contrario, sin embargo, en planos iguales y con división disminuida. Por otro lado, también se puede aclarar que el elemento estructural tiende a generarse la desunión por desgarramiento. Además, un corte es una separación que se puede dar en uno o más porciones. (ver la figura 9 para mayor referencia).

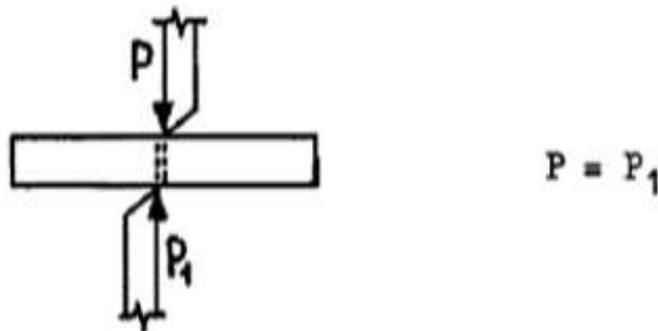


Figura 9. Grafica representativa del esfuerzo a corte

(Fuente: Nonnast, Robert)

FLEXIÓN: Para detallar lo que es flexión, según NONNAST, R. (1993. p.4) “un componente se aplica en flexión cuando 2 potencias equivalentes trabajan con él con una división y otra al revés en el punto focal de las 2, equivalente al agregado de estas”. Por último, es convincente anotar que se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado hacia una dirección perpendicular a su eje. (ver la figura 10 para mayor referencia).

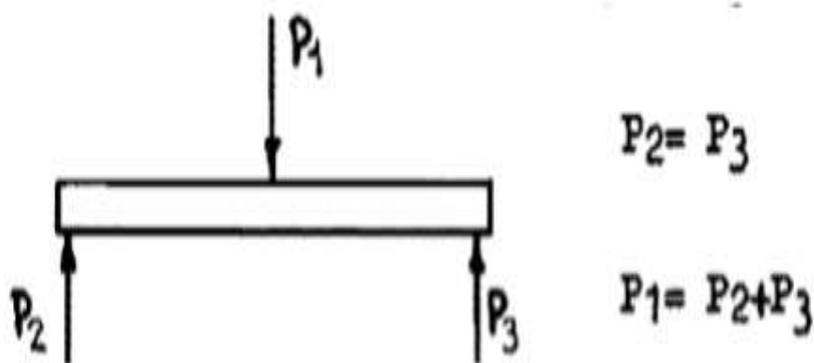


Figura 10. Grafica representativa del esfuerzo a flexion

(Fuente: Nonnast, Robert)

DEFORMACIONES: Las deformaciones en una nave industrial pueden generarse a partir de las combinaciones de cargas y la combinación de cargas básicas en las regiones de mayor necesidad notable, se realiza la evaluación de las distorsiones entre los soportes de los componentes auxiliares. Para caracterizar un poco la idea de desfiguraciones. GERE, J y GOODNO, B. (2009. p.584) "Las deformaciones unitarias en cualquier centro de una estructura en actividad son variables según lo indicado por la dirección de los ejes, estos son fundamentalmente los mismos que los de las cargas ". La mayor distorsión determinada por la investigación computacional no debe superar el giro admisible en general, que cambia según lo indicado por la capacidad realizada por el componente básico.

DEFLEXIONES: Para definir el termino de deflexión se hace referencia a la desviación de una corriente. Según PRZEMIENIECKI, J. (1999. p.254) para "determinar la deflexión de una estructura unida, se aplica una unidad de carga (ya sea poder de pensamiento o segundo) hacia el camino para el cual el desarraigo era esencial, y para acomodarse se aceptará que este montón armonice con una de las cargas externas"

DESPLAZAMIENTOS: Un componente básico tiene varios métodos de reubicación como un cuerpo inflexible, todos con firmeza cero y un modo de distorsión que tiene solidez limitada. (POWELL, G. 2010. p.49). En un centro de distribución o cobertizo, un avance básico en la utilización de la técnica de desarraigo de celosía es la garantía de las cualidades distintivas de firmeza de los componentes auxiliares admirados por el requisito de examen. (ver figura 11 para mayores detalles).

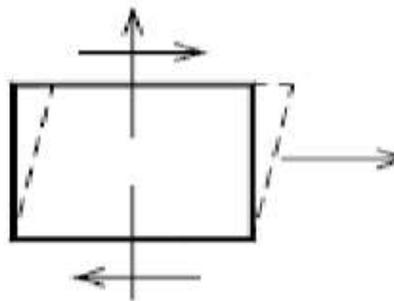


Figura 11. Esquema representativo del desplazamiento

(Fuente: Pique Del Pozo y Scaletti Farina)

Costo de la partida: El costo o coste es el gasto económico que se describe en el expediente técnico para darle un valor monetario a cada actividad de la partida dentro del expediente. Al determinar el costo de producción, materiales incluyendo la mano de obra se puede al final dar un valor monetario para cada actividad. Para (Martos, F., Navarro, J. y Barros, M. 2006 p.336) lo explicaron así “Es el importe total de dicha partida alzada, teniendo en cuenta en su valoración tanto de los precios incluidos en los cuadros de precios como los nuevos precios de aplicación”. En este trabajo de investigación se tomó en cuenta el presupuesto del HANGAR 21 realizado para este proyecto siendo representado en la siguiente figura 12.

15	HANGAR EAN 21				2,175,580.78
15.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				32,076.90
15.01.01	NIVELACIÓN DE TERRENO				692.88
15.01.01.01	NIVELACION EN TERRENO NORMAL	m2	447.02	1.55	692.88
15.01.02	EXCAVACIONES				17,434.54
15.01.02.01	EXCAVACIONES SIMPLES	m3	504.91	34.53	17,434.54
15.01.03	RELLENOS				7,671.50
15.01.03.01	RELLENO COMPACTADO C/ EQUIPO, CON MATERIAL PROPIO 95% MDS	m3	198.82	23.80	4,731.92
15.01.03.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO-AFIRMADO AL 98%	m3	64.62	45.28	2,939.58
15.01.04	NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO				2,096.79
15.01.04.01	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN INTERIOR DE TERRENO CON COMPACTADORA	m2	324.58	6.46	2,096.79
15.01.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE				4,181.19
15.01.05.01	ACARREO Y ELIMINACIÓN DE MATERIAL. CARGADOR 125VOLQUETE 8 M3, D=10 KM	m3	308.09	13.66	4,181.19
15.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				20,853.85
15.02.01	CIMENTOS CORRIDOS				3,809.99
15.02.01.01	CONCRETO CICLOPEO f'c=100 kg/cm2 + 30% PIEDRA GRANDE - CIMENTO CORRIDO	m3	18.47	208.28	3,809.99
15.02.02	SOLIDOS				7,536.91
15.02.02.01	CONCRETO F'c= 100 KG/CM2, E=2" - SOLADOS	m2	423.66	17.79	7,536.91
15.02.03	FALSO PISO				9,506.95
15.02.03.01	CONCRETO F'c = 140 Kg/cm2 E = 4" FALSO PISO	m2	324.58	29.29	9,506.95
15.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				759,875.30
15.03.01	ZAPATAS				153,651.54
15.03.01.01	CONCRETO f'c = 210 kg/cm2 - ZAPATAS	m3	274.81	278.79	76,094.69
15.03.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL - ZAPATAS	m2	384.48	38.46	14,787.10
15.03.01.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2	kg	18,702.07	3.76	82,799.78
15.03.02	VIGA DE CIMENTACIÓN				53,318.35
15.03.02.01	CONCRETO f'c = 210 kg/cm2 - VIGA DE CIMENTACION	m3	39.41	321.60	12,688.08
15.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL - VIGA DE CIMENTACIÓN	m2	264.46	73.93	19,551.53
15.03.02.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2	kg	5,608.58	3.76	21,080.74

Figura 12. Grafica representativa del costo de la partida de zapatas

(Fuente: Elaboración del Expediente técnico y la construcción de la nueva base - Callao)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Según Vergara, Ana y Balluerka, Nekane (2002) definen como “El diseño de investigación tiene una definición muy extensa, que se alarga a varias etapas del proceso de la construcción de una investigación científica, trata de definir aspectos técnicos-metodológicos como estadísticos-analíticos” (p1). Para algunos autores el diseño de investigación lo determinan a través de una investigación experimental (cuando una de las variables se mantiene constante, mientras la otra es manipulada por el investigador) y No experimental (cuando el investigador no manipula las variables solo se limita a observarlas obteniendo datos en su estado natural).

Para concluir bajo las definiciones dadas nuestra investigación tiene un **diseño no experimental** debido a que se desarrollara bajo las condiciones de una edificación ya existente de los cuales se evaluaran su comportamiento estructural de cada elemento, para proceder a una optimización del dimensionamiento de zapatas.

Tipo de Investigación

Por otro lado, para definir el tipo de estudio aplicado Landeau (2007) expreso que “El tipo de estudio aplicado es dirigido a los problemas prácticos para que sean resueltos, con especificaciones limitadas. El conocimiento científico es un aporte secundario. Este tipo de estudio tiene el nombre de dinámico o activo, se lleva a cabo en la de la investigación asimilar, aplicar y puntualizar un problema en situaciones y aspectos específicos” (p.55).

Este tipo de investigación está relacionada con la investigación ciertos partes ambas hacen hallazgos y aportaciones teóricas. Finalmente, el tipo de investigación aplicada se trata cuando el investigador sugiere aplicar el conocimiento para resolver problemas que la solución depende de un beneficio para una persona, sociedad o una comunidad mediante la práctica de alguna técnica particular.

En esta tesis después de definir algunos conceptos, el **tipo de investigación es aplicada** debido a que se tomaran conceptos ya creados sobre análisis y diseño estructural de un hangar. Por lo que se modelara una nave industrial en el programa SAP 2000 y ver el comportamiento estructural que tiene, analizar sus esfuerzos admisibles para determinar una optimización en el dimensionamiento de zapatas tomando en cuenta algunas normas de edificación y principios ya creados.

El nivel de esta investigación es de **Explicativo – Correlacional**; “Un nivel explicativo en una tesis es, cuando se intenta decidir el conductor subyacente de las ocasiones, eventos o fenómenos que se examinan ”(VALDERRAMA, Santiago. 2013. p.173). De esta manera, en este grado de exploración se logra que, a partir de la preparación de la considerable cantidad de información reunida en el campo mediante métodos para tarjetas de surtido y una programación Sap 2000, se obtuvieron resultados que ayudaron a lograr los objetivos expresados y crear la conexión de las variables.

Enfoque de investigación

Para definir el enfoque cuantitativo en una investigación nos respaldamos en lo que expreso Tena, Antonio y Rivas, Rodolfo. (1995) “Aquel que se fundamenta en el estudio de cantidades. Entre los métodos cuantitativos más usados en la investigación contemporánea se encuentra la semántica cuantitativa y el análisis de contenido. Los métodos cuantitativos tienen como finalidad complementar a los cualitativos, pero nunca pretenden suprimirlos” (p.42).

Para concluir el análisis de los métodos cuantitativos podemos encontrar una característica basada en el positivismo como fuente epistemológica, enfoque donde hace énfasis de la cantidad. Para esta investigación se está desarrollando bajo un **enfoque cuantitativo** por lo que a partir de los datos recolectados en los planos de estructurales existentes y haciendo una verificación en campo (planos otorgados por el proyecto) como la geometría de cada pieza que forma la estructura, los pesos que se estimaran y los esfuerzos que están actuando en la estructura. Estas fueron analizadas por medio de un cálculo computacional en que se busca conseguir los objetivos planteados.

Para realizar el diseño estructural optimizando el dimensionamiento de las zapatas se realiza un estudio de suelos para verificar los datos establecidos en el expediente, ya que se infiere que no se ha realizado un estudio óptimo por lo que reflejan ciertas grietas en algunos de los pedestales.

3.2 Variables, operacionalización

VARIABLES

Para definir lo que una variable nos basamos en lo que expreso Sanca, Tinta (2011, 98pp) “Existen diversos tipos de variables, por otro lado, las variables representan una función muy importante dentro de una investigación, ya que nos orientan a tener más claro los objetivos que vamos a determinar”.

Causa o Variable Independiente (X) la razón de una variable independiente es que es una explicación de la causa del fenómeno que se ha estudiado. En el experimento es la variable que puede manipular el investigador y se le suele denominar tratamiento.

- **Variable dependiente:** Optimización del Dimensionamiento de las zapatas.

Efecto o Variable Dependiente (Y) la razón de una variable dependiente es que es un fenómeno que resulta, el que debe explicarse.

- **Variables independientes:** Análisis estructural del hangar 21

Para mayores detalles sobre la matriz operacionalizada, **(ver anexo 2)**

OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE

Para definir el concepto de operacionalización de la variable, en la teoría que planteo Carballo, Barcos y Guelmes, Valdés (2016, 2pp) “El proceso de operacionalización de variables en la investigación educativa es de mucha relevancia ya que es necesario diseñar a partir de la teoría y en dependencia de la naturaleza del objetivo de estudio, los componentes necesarios del diseño básico de la metodología y sus relaciones, realizar la evaluación efectiva de las mismas,

en otras palabras, para la operacionalización de variables es un proceso que trata de descomponer las variables que componen en la investigación, partiendo de lo más general hasta lo más específicos”.

3.3 Población, muestra y muestreo.

POBLACION: Según Lafuente, Carmen y Marín, Ainhoa. (2008, 9pp) “La población objetivo está compuesta por las unidades que reúnen una o varias especificaciones comunes que son las que queremos estudiar. Por otro lado, es el conjunto de sujetos objetos o medidas que llegan a tener una característica en común siendo observadas, comúnmente resulta difícil definir la población según la fuente que ha sido consultada”

Por tanto, se ha determinado que la población de este estudio son todos los hangares del proyecto de la base aeronaval del callao; los cuales han sido construidos por un CONSORCIO AERONAVAL CALLAO. (Ver figura 13) Por lo que en ese proyecto se cuenta con las características de: - Hangares de 3 diferentes longitudes de viga de luz.

- HANGAR ARSENAL = 80 m de viga de luz.
- **HANGARES 21**= 40 m de viga de luz.
- HANGARES 11 = 50 m de viga de luz.

- El uso de acero es muy predominante en el proyecto.
- Tiene elementos como pedestales y zapatas aisladas.
- Por ubicación geográfica se encuentran en una zona sísmica 4.
- Velocidad del viento para los dos casos de 70 km/h.
- Se encuentran sobre los 1000 msnm. (Clima, temperatura y presión)

El uso de la edificación es para el mantenimiento de las aeronaves de la marina de guerra del Perú. La población a analizar estará ubicada en la BASE NAVAL DEL PERU, ubicada en el CALLAO, en la avenida Elmer Faucett a media cuadra de Lima Cargo. (Ver figura 14)

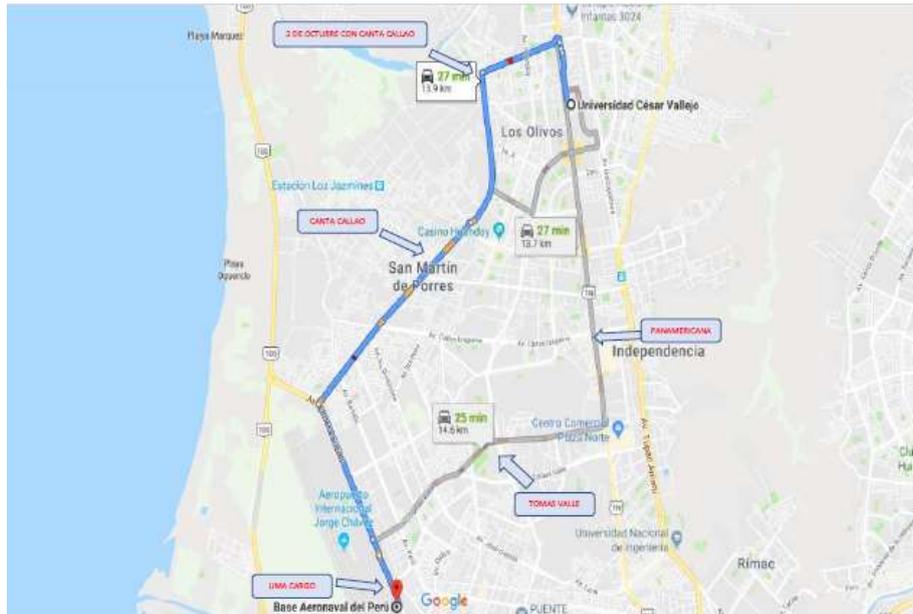


Figura 13. Ubicación del proyecto en donde se ha construido el hangar 21

(fuente propia)

MUESTRA Y MUESTREO

Para definir lo que es el concepto de muestreo, en lo que expreso Otzen, Tamara y Manterola, Carlos. (2017 2pp). “Una muestra puede ser obtenida de dos tipos: probabilística y no probabilística. Este procedimiento del muestreo probabilístico permite seleccionar al azar a cada uno de los individuos que conforme parte del estudio científico”.

Según Tamayo, G (2018 2pp) afirma que muestreo es:

Muestreo probabilístico: Con este procedimiento es obvio descubrir la probabilidad de que cada componente de la población tenga que ser elegido en el ejemplo. En el momento en que los ejemplos son irregulares, se pueden crear articulaciones probabilísticas en la población de investigación.

Por lo tanto, las técnicas probabilísticas dependen de la regla de que todos pueden ser una parte del ejemplo, ya que todas las personas tienen una probabilidad similar de ser elegidas.

Muestreo no probabilístico: Utilizando esta estrategia a lo largo de estas líneas, la probabilidad de que una población participe en el ejemplo no se puede decidir con precisión. No obstante, tiene su aplicación en exámenes exploratorios. Con respecto a los ejemplos, se eligen de forma NO arbitraria, ya que esta es la mejor manera de ofrecer expresiones aclaratorias. Los sujetos se eligen comúnmente como agentes dependientes de ciertos estándares que deben seguirse.

En esta investigación se consideró el tipo de muestreo como **NO PROBABILÍSTICO DE TIPO INTENCIONAL** a criterio del investigador. Siendo la muestra, un HANGAR 21 correspondiente a uno de los “Edificio ubicado en la BASE NAVAL”; por las siguientes consideraciones de criticidad.

- Se cuenta con los planos Estructurales y Arquitectónicos del proyecto.
- De todos los hangares (solo el hangar 21) presenta fallas de agrietamientos en algunos pedestales.
- El Hangar 21 tiene los mismos planos que otros hangares (11) de mayor viga de luz 10 m aproximadamente, pero tienen el mismo número de elementos estructurales (en pedestales P1 y zapatas Z1) tanto en cantidad, en dimensión de acero y concreto.
- Aún no se ha realizado la construcción de un HANGAR 24 que pertenece a su grupo y el cual se comenzara a la ejecución de la obra en el 2023.
- Ubicado en la “BASE NAVAL DE PERU” que tienen más de 7 hangares, es una obra en termino de ejecución más importante que lo están realizando las empresas (GMO y PIZZAROTTI) con un área para construir de 44000 m2.
- Zona sísmica 4.
- Velocidad del viento 75 km/h.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS

Para la investigación, el procedimiento de recolección de información y datos ha sido el procedimiento más significativo de la mejora de la exploración. En este sentido, era fundamental contar con datos directos y un nivel elevado de aprobación y fiabilidad. Por consiguiente, es necesario que la fuente primaria de la información

del trabajo de investigación sea hecha en “in situ” (observaciones de los hechos reales en campo) y las secundarias fueron el material impreso y digital proporcionado por el CONSORCIO AERONAVAL (informes técnicos, expedientes y planos).

INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Para este estudio de investigación se empleó una FICHA DE REGISTRO DE DATOS como recurso fundamental de la obtención de la data. En este registro se trasladó los datos recogidos en campo con la utilización de la técnica de observación y análisis de documentos de los planos estructurales y arquitectónicos.

La herramienta de recolección de data, es donde se registra la información observada en campo que corresponde a las variables que el investigador utiliza frecuentemente en el tema de investigación. (VALDERRAMA, Santiago. 2013. p.194). Este instrumento de recolección de datos debe de llevar acabo tres requisitos fundamentales como son la validez, confiabilidad y objetividad. (VALDERRAMA, Santiago. 2013. p.195).

FICHA DE REGISTRO DE DATOS N°1

- Variable : Análisis Estructural
- Autor : Any Gabriela Vasquez Carrillo
- Ubicación : Lima
- Año : 2019
- Dimensión de la variable : Geometría de los elementos
- Indicadores : Zapatas, pedestales y perfiles de acero
- Instrumentos : Planos del Proyecto.

Por otro lado, nos respaldan las normas técnicas peruanas.

- Norma técnica peruana E030 (Diseño sismo resistente)
- Norma técnica peruana E050 (Suelos y cimentaciones)
- Norma técnica peruana E020 (Cargas)
- Norma técnica peruana E060 (Concreto armado)
- Norma técnica peruana E090(Estructuras metálicas)

- ACI 318-2014 (American Concrete Institute)

VALIDEZ

Para definir la validez nos basamos en la teoría de VALDERRAMA, Santiago. (2013. p.198) que explica que “La validez de personas juiciosas y expertos (juicio de expertos o face validity), da alusión al uso del instrumento de medición cuando es sometido a un juicio objetivo de “voces calificadas” de acuerdo a expertos en el tema”. Por otro lado, la validez es una prueba que es concebida, elaborada y aplicada para medir la variable con un instrumento apropiado.

CONFIABILIDAD

Para VALDERRAMA, Santiago. (2013. p.205) la confiabilidad es “La confiabilidad es el grado el que un instrumento donde los datos recolectados producen respuestas sólidas y coherentes”; por otro lado, para esta investigación la validez y confiabilidad se da por medio de 3 expertos quienes van a revisar la ficha de recolección de datos, de los cuales los expertos seleccionados son:

- JAIME SAUL LOPEZ PRIETO – Reg. CIP: 220328
- JHON RICHARD FLORES PEREZ – Reg. CIP: 238574
- ERNESTO SALAS GARCIA – Reg. CIP: 060192

Por otro lado, también la confiabilidad se dará a través de la licencia del programa del SAP 2000, que se obtendrá cuando se comience a desarrollar la investigación.

3.5 Procedimientos

1. Los procedimientos para este informe de investigación son, inicialmente se realizó un levantamiento arquitectónico y se corrobora las medidas dadas por los planos del proyecto posterior a ello se hizo un metrado nuevamente de la edificación.
2. Por consiguiente, se realizó un análisis estructural en el software SAP 2000, con la información del expediente técnico y con las data recogida en campo. Geometría de elementos, estimaciones de cargas y esfuerzos actuantes del hangar 21.

3. Para realizar una optimización del dimensionamiento de zapatas se tendrá que realizar nuevamente un estudio de suelo y corroborar así su capacidad portante.
4. En el presente trabajo de investigación, asumió los datos del Estudio de mecánica realizado por la empresa "Consortio aeronaval" en el proyecto de la Ampliación de los servicios ocupacionales y administrativos de la base aeronaval. (ver anexos 3 y 4)

3.6 Método Análisis de Datos

Para esta investigación el método de análisis es deductivo, ya que infiere conclusiones de una manera global para llegar a obtener cómo se relacionan las variables. Por lo general el método comienza analizando las hipótesis, normas que se utilizaran y teorías, que sean aplicadas y verdaderas para que se brinde la confiabilidad. Cuando son aplicadas nos ayudan a resolver el conflicto y nos dan una solución. Se ha considerado aplicar el **MÉTODO DEDUCTIVO**, ya que se adecua al diseño de investigación planteado y se busca llegara a concretar los objetivos.

- Recolección de datos en campo, sobre medidas (incluye un levantamiento arquitectónico y metrado de la edificación)
- El análisis se hará con el software SAP2000 - Computers and Structures Inc. (CSI) - V18, el cual tiene herramientas importantes para ejecutar un correcto análisis estructural.
- Realizar un ensayo de suelo para corroborar datos del expediente.

3.7 Aspectos Éticos

Para el desarrollo del estudio de investigación trabajará con una total claridad, honestidad y transparencia de la estudiante, ya que lo que se quiere llegar a tener como resultado final una investigación que tenga datos reales, sea muy entendible y correcto lenguaje.

Responsabilidad Económica: El estudio de investigación fue desempeñado con la meta de estimar el estado actual del HANGAR 21 y con respecto a los resultar realizar un diseño estructural de ese hangar optimizando el dimensionamiento de

zapatas y pedestales para llegar a reducir costos y no sobre cargas una estructura; ya que el comportamiento de una estructura sobredimensionado no cumple su función en sí y tiende a fallar. **Responsabilidad Estudiantil:** Este trabajo de investigación fue desempeñado con el objetivo de proporcionar más información sobre hangares y naves industriales de acero que tienen como fin de optimizar el dimensionamiento de acero muy aparte de que sirvan como base de datos para próximas investigaciones.

IV. RESULTADOS

En este informe de investigación la zona que se va a estudiar se encuentra geográficamente en la región de la costa, departamento de Lima, provincia de Callao, distrito del Callao en la Av. Elmer Faucett S/N. Esta edificación (HANGAR

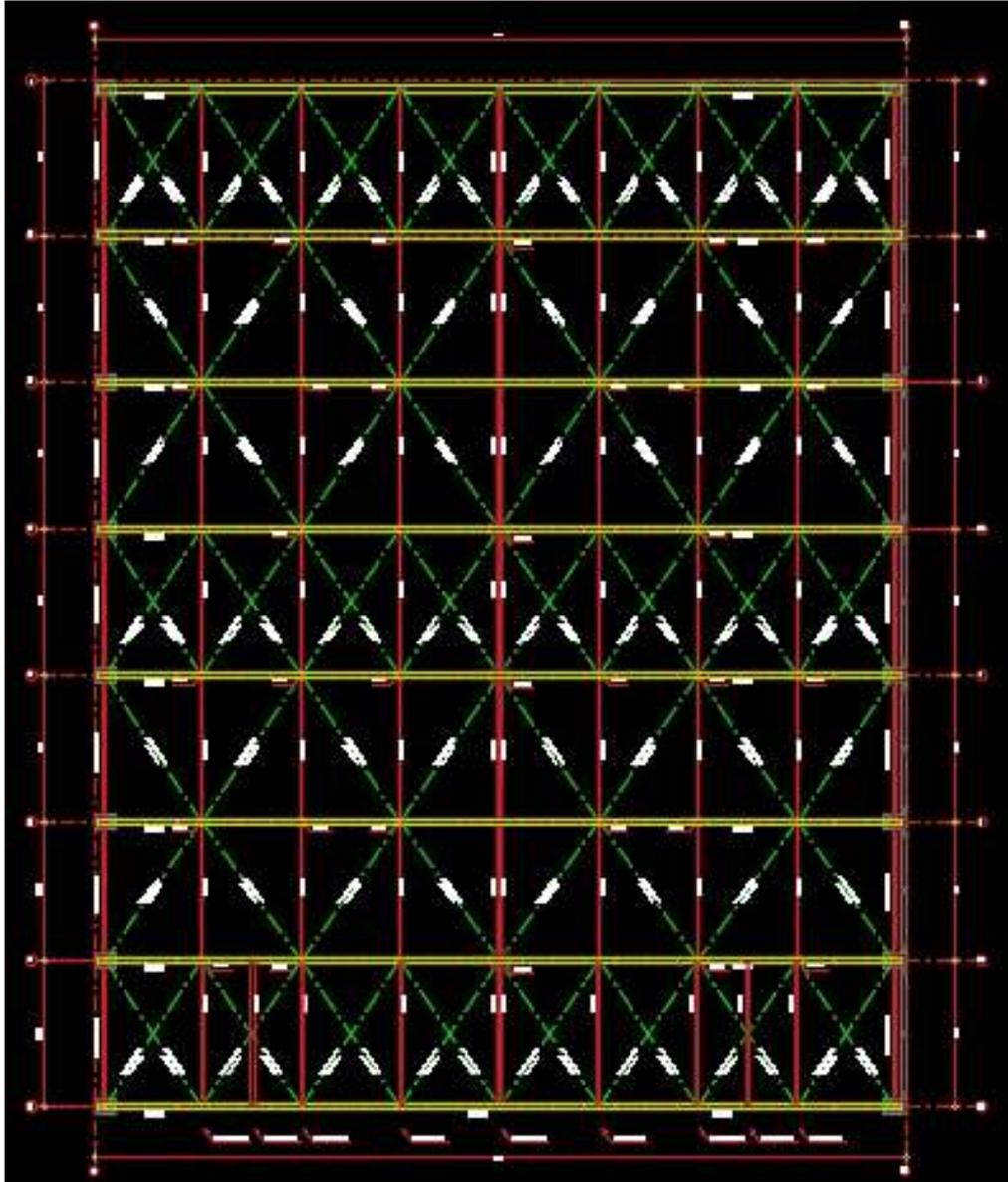


FIGURA 15: VISTA EN PLANTA DEL HANGAR 21

Fuente (Plano cobertura metálica - Elaboración de expediente técnico y construcción de la nueva base aeronaval del callao)

El Hangar presenta un marco rígido inclinado de dos aguas, con una viga de luz de 38m en el sentido de X; y de 50 m en el sentido de Y.

Para que se diseñe una nave industrial en lo que comprende a concreto armado se consideró zapatas superficiales aisladas que las une una viga de cimentación y cimientos corridos para los muros no portantes en ambos sentidos X e Y. Por otro lado, para la cobertura metálica que corresponde al acero se diseñó con barras de acero corrugado y/o barras de acero liso, se utilizó secciones de acero tipo I para

columnas como para vigas. Con respecto a los materiales se utilizará una resistencia de concreto armado a la compresión simple a 28 días de 210 kg/cm² y acero de refuerzo con esfuerzo a la fluencia de 4200kg/cm².

Normas Empleadas:

En este estudio para el análisis estructural y el nuevo diseño de las zapatas se tomarán en cuenta las siguientes Normas nacionales e internacionales mencionadas de esta manera:

- N T E E020 (Cargas)
- N T E E030 (Diseño sismo resistente)
- N T E E050 (Suelos y cimentaciones)
- N T E E060 (Concreto armado)
- N T E E090 (Estructuras Metálicas)
- Código ACI 318-2014 (American Concrete Instituto)

Parámetros a considerar para el diseño:

En lo que corresponde referente al ACERO se usó barras de acero corrugado y/o barras de acero liso del tipo grado 60. Las principales propiedades de estas barras son las siguientes:

$$\text{Límite de Fluencia : } f_y = 4,200 \text{ kg /cm}^2$$

$$\text{Módulo de Elasticidad : } E_s = 2' 000,000 \text{ kg /cm}^2$$

Se usó acero A-36 para la conformación de los perfiles metálicos.

$$\text{Límite de Fluencia : } f_y = 2,530 \text{ kg /cm}^2$$

Por otra parte, con respecto al hormigón, acero corrugado de refuerzo, por lo que ambos son un material solitario. Sus propiedades cambian según el tipo de cemento y acero.

$$\text{Resistencia especificada a la compresión: } f'_c = 210 \text{ kg /cm}^2$$

$$\text{Módulo de Poisson: } \nu = 0.15$$

$$\text{Módulo de Elasticidad: } E_c = 15,000 \sqrt{f'_c} = 217370 \text{ kg /cm}^2.$$

Resumen de Cargas a considerar en el Hangar 21

Cargas Muertas:

➤ Peso propio del acero	:	7850 kg /m ³
➤ Peso propio de concreto	:	2400 kg /m ²
➤ Losa solida 0.20	:	500 kg /m ²

Cargas Vivas:

➤ Sobre Carga último Piso	:	30 kg /m ²
➤ Cargas para Almacenes	:	400 kg /m ²

Peso propio: Cargas utilizadas en el diseño. A continuación, se definen los elementos que conforman la nave industrial con su respectivo peso por metro lineal.

- Carga por cobertura: 10 Kg /m²
- Cargas por vigas: 90 Kg /m
- Carga por Columnas: 112 kg /m
- Arriostres: 9.01 kg /m
- Correas: 13.22 kg /m
- Pedestal: 1800 kg /m

Consideraciones para el diseño acero

1.4D	D = carga muerta
1.2D + 1.6L + 0.5RL	L = carga viva
1.2D + 0.5L + 1.6RL	Lr = carga viva azotea
1.2D + 0.8W + 1.6RL	S = carga de sismo
1.2D + 1.3W + 0.5RL + 0.5L	W = carga de viento
1.2D + S + 0.5L	
1.2D - S + 0.5L	
0.9D + 1.3W	
0.9D - 1.3W	
0.9D + S	
0.9D - S	

El Reglamento establece factores de reducción de resistencia en los siguientes casos:

Solicitud	Factor ϕ de Reducción
- Flexión	0.90
- Tracción y Tracción + Flexión	0.90
- Cortante	0.85
- Torsión	0.85
- Cortante y Torsión	0.85
- Compresión y Flexo compresión	0.75
Elementos con espirales	0.75
Elementos con Estribos	0.70

*Figura 16:*Tabla de factores de reducción

Fuente: (Norma E-030- Diseño Sismo resistente)

Resumiendo, para el diseño de los elementos estructurales se debe cumplir que:

$$\text{Resistencia de Diseño} \geq \text{Resistencia Requerida (U)}$$

El metrado se realizó mediante el método de área tributaria o zonas de influencia separando la carga muerta de la carga viva. Los valores de cargas y pesos unitarios que se han mencionado han sido tomados de la NTE E.020 de Cargas del Reglamento Nacional de Edificaciones.

CONSIDERACIONES PARA EL MODELAMIENTO DEL HANGAR: Para modelar en el programa SAP 2000 se ha considerado las medidas del plano estructural de la edificación, para los elementos como columnas acero, vigas de acero, correas, pernos y pedestal.

COLUMNA Acero		und
Altura de perfil d=	80,00	cm
Ancho de perfil bf=	27,50	cm
Espesor del alma tw=	1,60	cm
Espesor del ala tf=	1,20	cm
Acero ASTM A36	Fy=	2530 kg/cm ²
	Fu=	4080 kg/cm ³

TABLA 1. Dimensiones de columna de acero - Fuente: (Propio)

PEDESTAL			und
Longitud de pedestal Nx=	100,00		cm
Ancho de pedestal Bx=	75,00		cm
Resistencia de concreto	Fc=	210	kg/cm ²

TABLA 2. Dimensiones de pedestal

Fuente: (Propio)

Correas			und
Altura de perfil d=	20,30		cm
Ancho de perfil bf=	7,60		cm
Espesor del alma tw=	0,45		cm
Acero ASTM A36	Fy=	2530	kg/cm ²

TABLA 3. Dimensiones de correas

Fuente: (Propio)

VIGA Acero (W27*90)			und
Altura de perfil d=	90,00		cm
Ancho de perfil bf=	27,50		cm
Espesor del alma tw=	1,60		cm
Espesor del ala tf=	1,20		cm
Acero ASTM A36	Fy=	2530	kg/cm ²
	Fu=	4080	kg/cm ³

TABLA 4. Dimensiones de vigas de acero

Fuente: (Propio)

Cargas de viento a considerar para modelar el Hangar 21, se han establecido siguiendo las NTE E.020 de Cargas del Reglamento Nacional de Edificaciones. (ver figura 17)

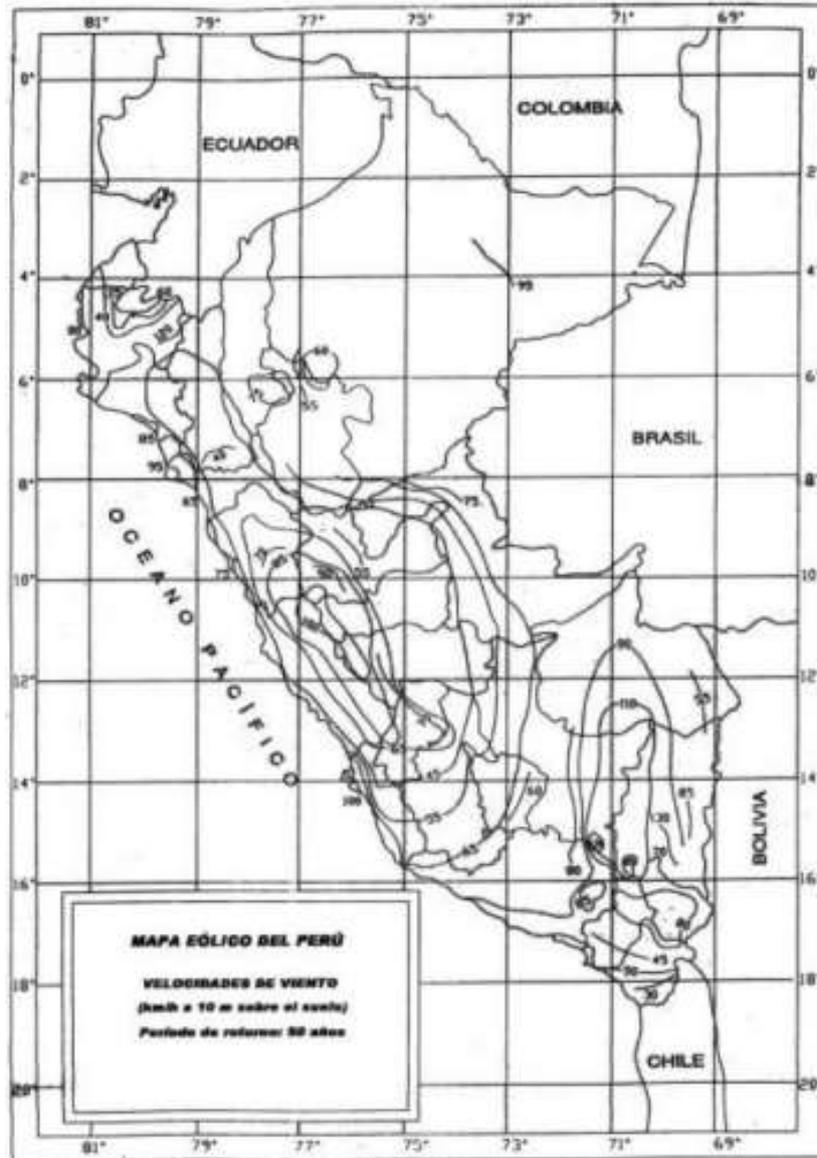


Figura 17. Mapa eológico del Perú

Fuente: (Norma E-020- Cargas)

Datos:

Velocidad del viento	$V = 75 \text{ km/h}$
Altura sobre el terreno en metros	$h = 8.9 \text{ m}$
Angulo de inclinación	$\phi = 8^\circ$
Carga muerta	$CM = 30 \text{ kg/m}^2$
Carga viva	$CV = 30 \text{ kg/m}^2$
Separación de porticos	$S = 7.10 \text{ m}$
Separación de columnas en la fachada	$A = 5.00 \text{ m}$

Si $h < 10$  $V_h = v$

Si $h > 10$  $V_h = v * \left(\frac{h}{10}\right)^{0.22}$

Por lo tanto, para este diseño la Velocidad es

$V_h = 75.00$ km/h

Cargas de presiones de viento se diseña con la siguiente expresión:

$$P_h = 0.005 \times (75)^2 \times C \quad (\text{kg/m}^2)$$

Donde:

COEFICIENTES DE PRESION en "X"

Coeficientes de presión externa

Coeficientes de presión externa

$C_{e1} = 0.8$

$C_{i1} = -0.6$

$C_{e2} = 0.3$

$C_{i2} = -0.6$

$C_{e3} = -0.6$

$C_{i3} = -0.6$

$C_{e4} = -0.6$

$C_{i4} = -0.6$

$C_{e5} = -0.7$

$C_{i5} = -0.6$

Coeficientes de presión resultante $C_{e1} - C_{i1}$

$C_1 = 1.4$

$C_2 = 0.9$

$C_3 = -0.6$

$C_4 = -0.6$

$C_5 = -0.7$

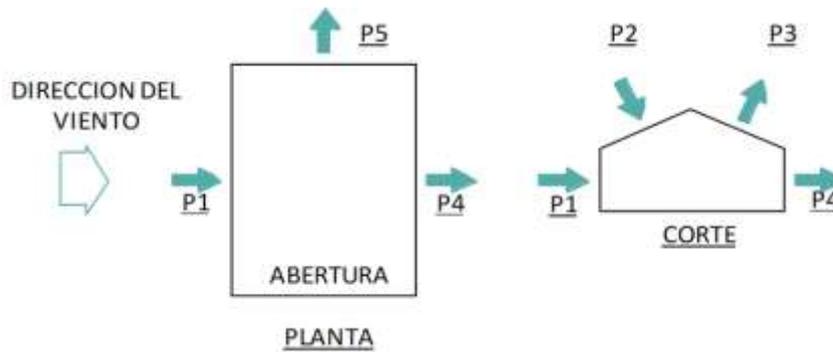


Figura 18. Direcciones de vientos en eje x

Fuente: (Propia)

- CALCULO DE PRESION O SUCCIONES DEL VIENTO

$$P1= 39.38 \text{ Kg/m}^2$$

$$P2= 25.31 \text{ Kg/m}^2$$

$$P3= -16.88 \text{ Kg/m}^2$$

$$P4= -16.88 \text{ Kg/m}^2$$

$$P5= -19.69 \text{ Kg/m}^2$$

- PRESION O SUCCION EN LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA

$$P1= 279.56 \text{ Kg/ml}$$

$$P2= 179.72 \text{ Kg/ml}$$

$$P3= -119.81 \text{ Kg/ml}$$

$$P4= -119.81 \text{ Kg/ml}$$

$$P5= -98.44 \text{ Kg/ml}$$

COEFICIENTES DE PRESION en "Y"

Coeficientes de presión externa

$$Ce1= - 0.6$$

Coeficientes de presión interna

$$Ci1= 0.8$$

$$C_{e2} = -0.7$$

$$C_{i2} = 0.8$$

$$C_{e3} = -0.7$$

$$C_{i3} = 0.8$$

Coefficientes de presión resultante C_{e1} - C_{i1}

$$C_1 = -1.4$$

$$C_2 = -1.5$$

$$C_3 = -1.5$$

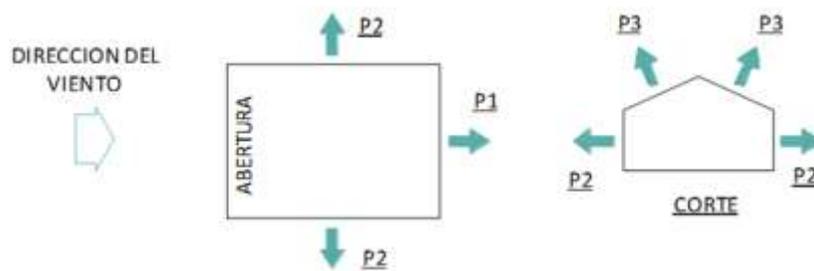


Figura 19. Direcciones de vientos en eje y

Fuente: (Propia)

- CALCULO DE PRESION O SUCCIONES DEL VIENTO

$$P_1 = -39.38 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_2 = -42.19 \text{ Kg/m}^2$$

$$P_3 = -42.19 \text{ Kg/m}^2$$

- PRESION O SUCCION EN LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA

$$P_1 = -279.56 \text{ Kg/ml}$$

$$P_2 = -299.53 \text{ Kg/ml}$$

$$P_3 = -299.53 \text{ Kg/ml}$$

En esta investigación para realizar el análisis sísmico se efectuó las siguientes indicaciones de la Norma Peruana de Diseño Sismo resistente NTE.030.

La reacción sísmica se resolvió utilizando la técnica de superposición de otro mundo teniendo en cuenta la "combinación cuadrática completa" (CQC) de los impactos individuales en todos los modos como modelo. Estos modos se utilizan para decidir cómo es la conducta de dicha estructura, y se toman como la razón para que las disecciones resultantes se completen en otro plan de las zapatas.

Análisis sísmico estático: Tal como lo indica la Norma E.030, y de acuerdo a la ubicación de la estructura y las consideraciones de suelo proporcionadas, los parámetros para definir el espectro de diseño del Hangar 21 fueron:

- **Zonificación:** La zona donde está ubicado la estructura del Hangar 21 según la zonificación de la norma E-030 es la zona 4 y su factor de zona es 0.45. (ver tabla 1)

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Figura 20: Factores de zona

Fuente: (Norma E-030- Diseño Sismo resistente)

- **Condiciones Geotectónicas:** Según el estudio que se realizó de mecánica de suelos se trata de un suelo intermedio GP-GM (Grava mal graduada con presencia de limos, es estado semi compacto con un tamaño promedio de grava sub redondeada 1 ½”). Para efectos de la aplicación de la Norma E-030 de diseño sismo resistente se considera que el perfil de suelo es del tipo intermedio (S2), el parámetro T_p asociado con este tipo de suelo es de 0.60 seg., y el factor de amplificación del suelo asociado se considera $S=1.05$. (ver tabla 2 y 3)

SUELO	S_0	S_1	S_2	S_3
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

FIGURA 21: FACTORES DE SUELO

Fuente: (Norma E-030- Diseño Sismo resistente)

	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _p (s)	0,2	0,4	0,6	1,0
T _L (s)	2,0	2,5	2,0	1,6

FIGURA 22: PERIODOS TP Y TL

Fuente: (Norma E-030- Diseño Sismo resistente)

- **Factor de amplificación sísmica:** De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por la siguiente expresión:

$$C = 2.5x(T_p/T); \quad C < 2.5$$

- **Categoría de las edificaciones:** Para el diseño del Hangar 21 la estructura debe ser clasificada de acuerdo a la categoría de uso de la edificación. Y en este estudio se está considerando un uso de U=1.00.
- **Sistemas estructurales:** Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismo resistente predominante en cada dirección. Según la clasificación que se haga de una edificación se usara un coeficiente de reducción de fuerza sísmica (R). (ver tabla 4)
Eje X-X: Sistema predominante, Pórticos de acero resistente a momento (R_x=8)
Eje Y-Y: Sistema predominante, Pórticos de acero arriostrados (R_y=8)

Para cada una de las direcciones a analizar se ha definido por parámetros que conducen a un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones (S_a) definido por:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} x g$$

Donde:

g: aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

Los demás parámetros han sido determinados anteriormente.

C	T (s)	Sa Dir X	Sa Dir Y
2.50	0	0.1477	0.1477
2.50	0.02	0.1477	0.1477
2.50	0.04	0.1477	0.1477
2.50	0.06	0.1477	0.1477
2.50	0.08	0.1477	0.1477
2.50	0.1	0.1477	0.1477
2.50	0.12	0.1477	0.1477
2.50	0.14	0.1477	0.1477
2.50	0.16	0.1477	0.1477
2.50	0.18	0.1477	0.1477
2.50	0.2	0.1477	0.1477
2.50	0.25	0.1477	0.1477
2.50	0.3	0.1477	0.1477
2.50	0.35	0.1477	0.1477
2.50	0.4	0.1477	0.1477
2.50	0.45	0.1477	0.1477
2.50	0.5	0.1477	0.1477
2.50	0.55	0.1477	0.1477
2.50	0.6	0.1477	0.1477
2.31	0.65	0.1363	0.1363
2.14	0.7	0.1266	0.1266
2.00	0.75	0.1181	0.1181
1.88	0.8	0.1197	0.1197
1.76	0.85	0.1042	0.1042
1.67	0.9	0.0984	0.0984
1.58	0.95	0.0933	0.0933
1.5	1	0.0886	0.0886
1.36	1.1	0.0805	0.0805
1.25	1.2	0.0738	0.0738
1.15	1.3	0.0681	0.0681
1.07	1.4	0.0633	0.0633
1.00	1.5	0.0591	0.0591
0.94	1.6	0.0554	0.0554
0.88	1.7	0.0521	0.0521
0.83	1.8	0.0492	0.0492
0.79	1.9	0.0466	0.0466
0.75	2	0.0443	0.0443
0.62	2.2	0.0366	0.0366
0.52	2.4	0.0308	0.0308
0.44	2.6	0.0262	0.0262
0.38	2.8	0.0226	0.0226
0.33	3	0.0197	0.0197
0.19	4	0.0111	0.0111
0.12	5	0.0071	0.0071
0.08	6	0.0049	0.0049
0.06	7	0.0036	0.0036
0.05	8	0.0028	0.0028
0.04	9	0.0022	0.0022
0.03	10	0.0018	0.0018

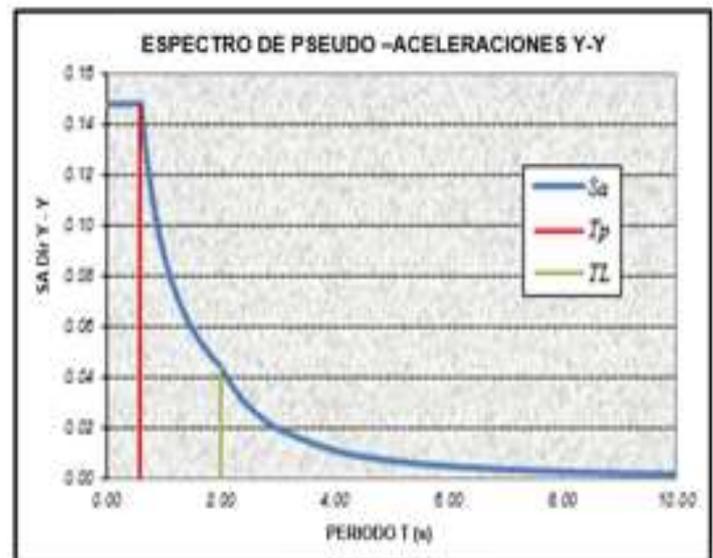
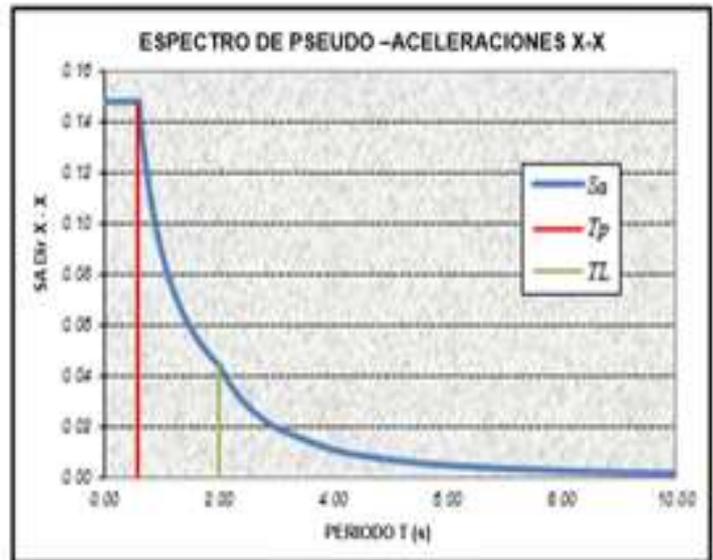


FIGURA 23. CUADRO DE RESULTADOS DEL ESPECTRO SÍSMICO Y CURVAS DE PSEUDO-ACELERACIONES EN X - X Y Y -Y- FUENTE: (PROPIA)

En la figura N°20 se demuestra los periodos de vibración y aceleraciones de acuerdo a la NTP E-030 de diseño sismo resistente en las direcciones de X-X y Y-Y del análisis en el Hangar 21.

Para hallar las cargas por sismo es necesario hallar la fuerza cortante a través de la definición de los siguientes parámetros:

Z =	0,45	zonificación
U=	1,00	Factor de uso
S=	1,05	Factor de Suelo
Tp=	0,60	
C=	2,50	Coeficiente de ampliación sísmica
Rx=	8,00	Factor de Reducción por disipación
Ry=	8,00	Factor de Reducción por disipación
Cx=	0,125	Coeficiente sísmico
Cy=	0,125	Coeficiente sísmico
P=	251,00	Peso de la estructura
Vx=	37.06	Cortante basal en x
Vy=	37.06	Cortante basal en y

TABLA 5. Resumen de parámetros de diseño

Fuente: (Propio)

Las fuerzas del cortante basal se distribuirán para cada pórtico, reduciéndose así la fuerza sísmica en cada dirección.

Análisis dinámico: El comportamiento dinámico de la estructura se determina mediante la generación de los modelos matemáticos que consideran la contribución de los elementos estructurales en la determinación de la rigidez lateral de la estructura, el cual es básicamente pórticos de acero resistente a momento y pórticos de acero arriostrados.

Modelación de la estructura mediante el programa SAP 2000

Para este trabajo de investigación se utilizó SAP2000 es un software de elementos finitos de propósito general para análisis lineal y no lineal, estático y dinámico de estructuras. Estas características y otras hacen que este software sea bastante aplicable para el análisis y diseño de varias estructuras, tanto de acero como de hormigón armado.

Definición de materiales : Para empezar a modelar en el Sap 2000 definimos los materiales y elementos estructurales, por lo que se procede a definir los materiales en el Hangar 21 (nave industrial) el tipo de concreto de acuerdo a la resistencia, el acero corrugado grado 60. (ver figura N 21)



Figura 24. Definición del concreto fc 210 kg/cm²

Fuente: (Propia)

Para definir el acero en este trabajo de investigación se usó acero A-36 para la conformación de los perfiles metálicos. (ver figura N 22)

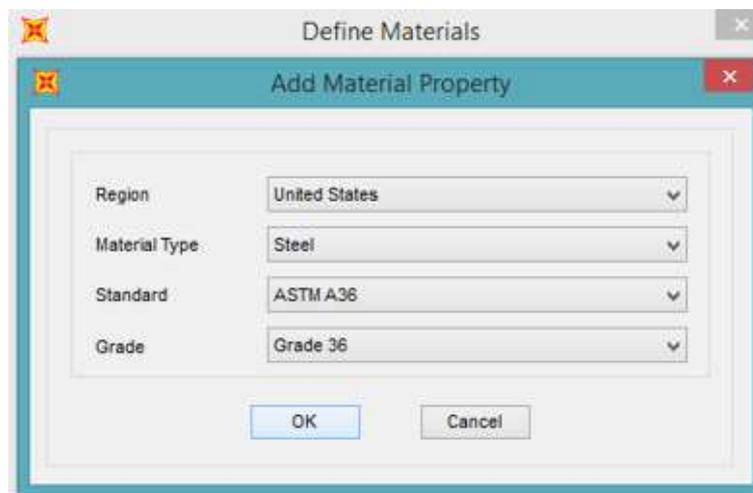


Figura 25. Definición de acero a-36- Fuente: (Propia)

Definición de secciones: Para la modelación se realizara la creación de las diferentes secciones de la estructura como columnas y vigas con las propiedades de cada elemento que se establecieron. (ver figura N 23)

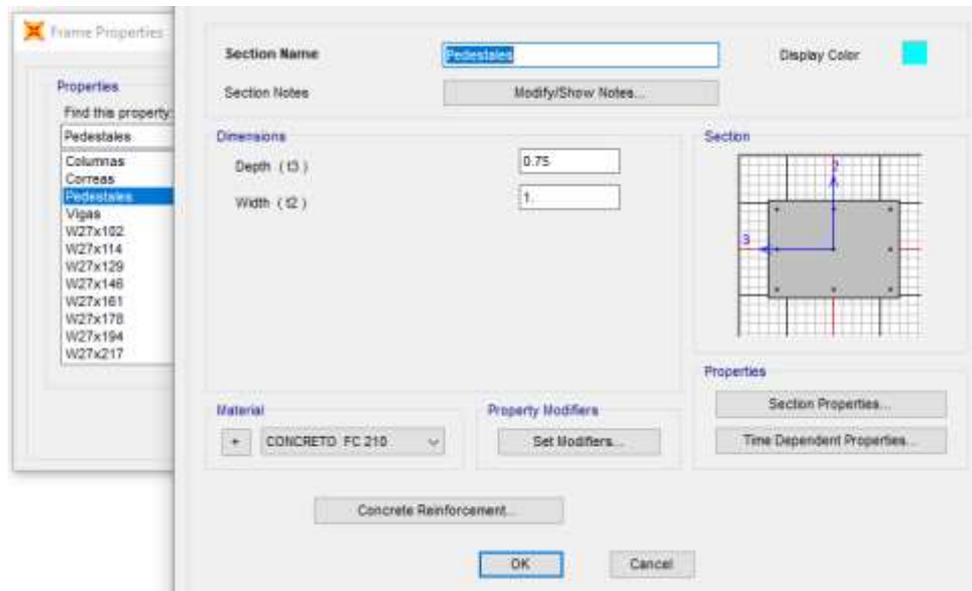


Figura 26. Definición de elementos estructurales

Fuente: (Propia)

Definición de cargas: Para el siguiente paso se realiza la creación de los tipos de carga que actuaran en la edificación que se definen mediante patrones de carga como se asignó la presión de viento en (X), y se asigna una presión de viento en (Y). También la de peso propio, cargas vivas y una combinación de cargas (ver figura 24)

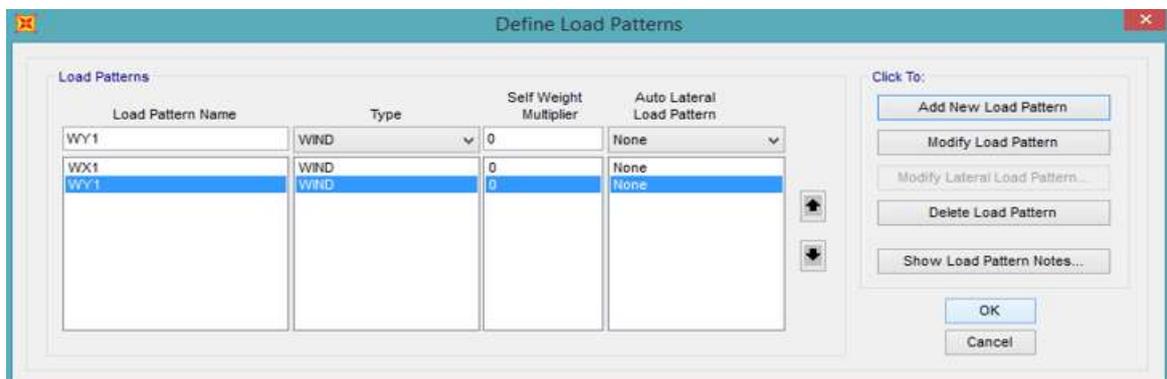


Figura 27. Definiciones de cargas de viento

Fuente: (Propia)

Definición de apoyos empotrados en la base: Posterior a definir todas las cargas en el Hangar 21, se procede a asignar el tipo de apoyo con base rígida se restringe rotación traslación en todas las direcciones del apoyo. (ver figura 25)



Figura 28. Restricciones de la base rígida

Fuente: (Propia)

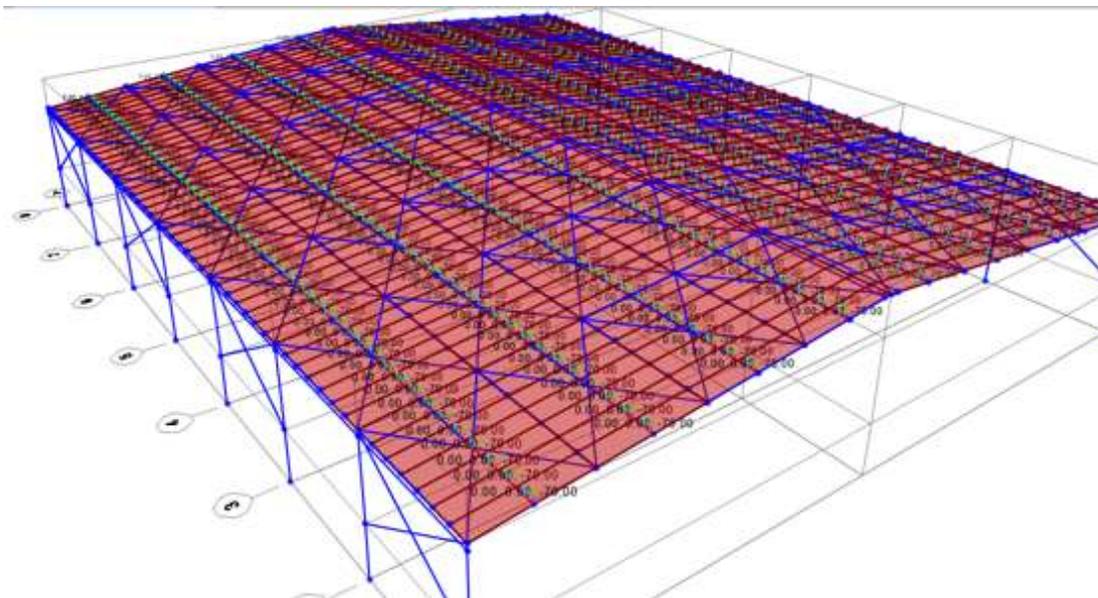


Figura 29. Asignación de cargas a la nave

Fuente: (Propia)

Para este estudio después de ejecutar los pasos anteriores y terminar de modelar la edificación en el programa SAP 2000 se realiza el análisis por lo que se obtiene las siguientes tablas:

Desplazamientos: Por consiguiente, se presentan los desplazamientos mas críticos de la nave industrial en ambas direcciones de X y Y que se le implicó en la edificación.

DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE X

NIVEL (m)	Δ_i (cm)	Rd	$(0.75) \times \text{Rd}$	$\Delta_i R$	$\Delta_i - \Delta_{ii}$	h (cm)	$\Delta_i - \Delta_{ii} / h$	verificación	
6.9	0.691	8	6	4.146	4.0308	420	0.00960	<	0.01
2.7	0.0192	8	6	0.1152	0.1152	270	0.00043	<	0.01

TABLA 6.Desplazamientos máximos en X

Fuente: (Propio)

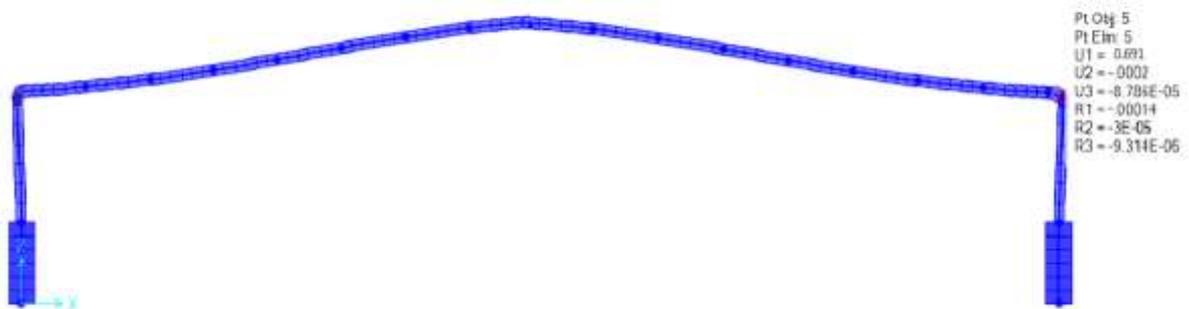


Figura 30. Desplazamientos máximos en la cobertura eje X

Fuente: (Propia)

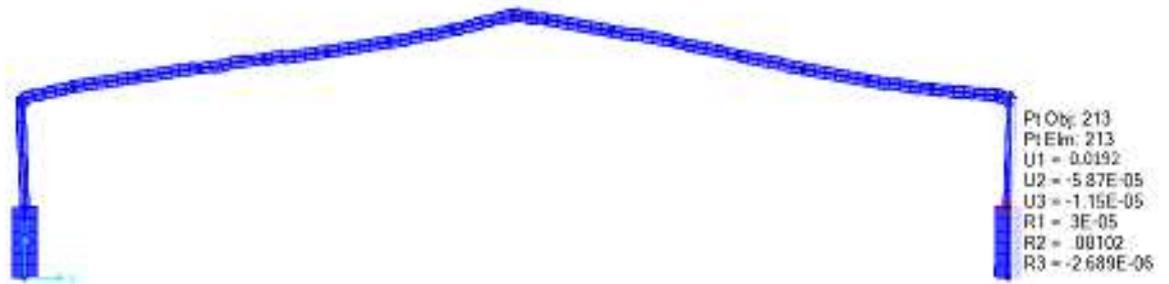


Figura 31. Desplazamientos máximos en los pedestales eje X

Fuente: (Propia)

DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE Y

NIVEL (m)	Δi (cm)	Rd	$(0.75) \times Rd$	$\Delta i R$	$\Delta i - \Delta ii$	h (cm)	$\Delta i - \Delta ii / h$	verificación	
6.9	0.0121	8	6	0.0726	0.009	420	0.00002	<	0.01
2.7	0.0106	8	6	0.0636	0.0636	270	0.00024	<	0.01

TABLA 7. Desplazamientos máximos en Y

Fuente: (Propia)

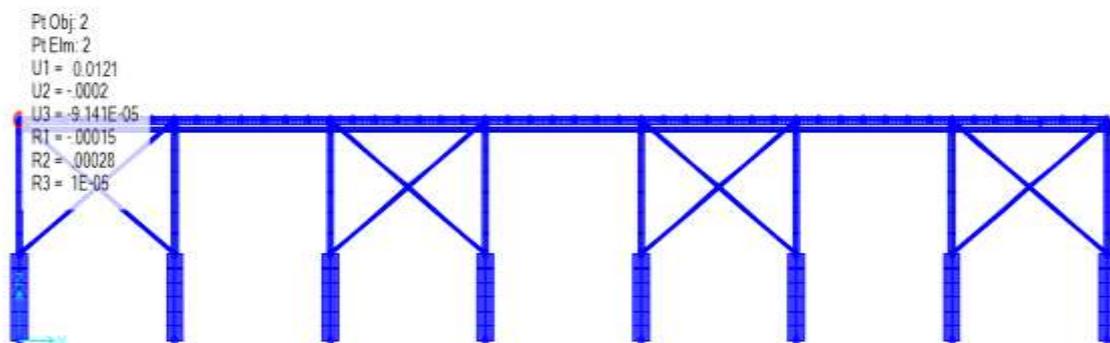


Figura 32. Desplazamientos máximos en la cobertura eje Y

Fuente: (Propia)

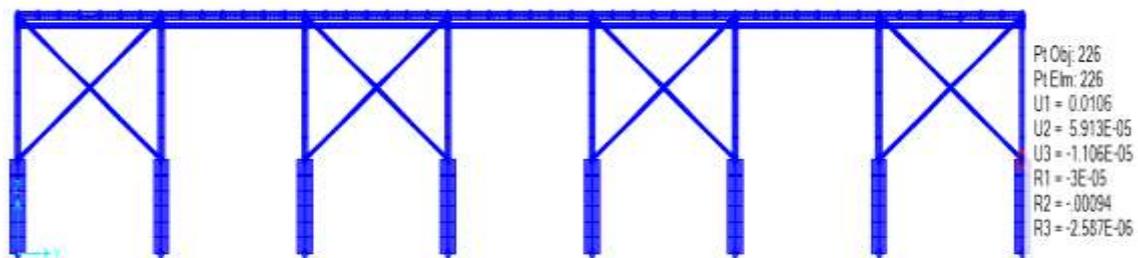


Figura 33. Desplazamientos máximos en los pedestales eje Y

Fuente: (Propia)

Para ambas direcciones del edificio la máxima distorsión de entresuelo es menor a la establecida por la Norma Peruana. < 0.010

Nivel	HI	PI	HIPI	Vix (Tn)	Viy (Tn)
1	8.90	251.00	2233.90	37.06	37.06
	SUMA	251.00	2233.90	37.06	37.06

CORTANTE ESTÁTICO (Tn)	80 % CORTANTE ESTÁTICO (Tn)		CORTANTE Dinámico (Tn)		
vex=	37.06	80%V ex=	29.65	Vdx=	17.00
vex=	37.06	80%V ex=	29.65	Vdy=	21.00

TABLA 8. Resumen del análisis estático y dinámico

Fuente: (Propia)

INCREMENTO EN X : 1.74

INCREMENTO EN Y : 1.41

La conducta dinámica de las estructuras se resuelve a través de la era de los modelos científicos que piensan en el compromiso de los componentes auxiliares al decidir la solidez paralela de la estructura, que es fundamentalmente un segundo perfil de acero seguro y un perfil de acero soportado.

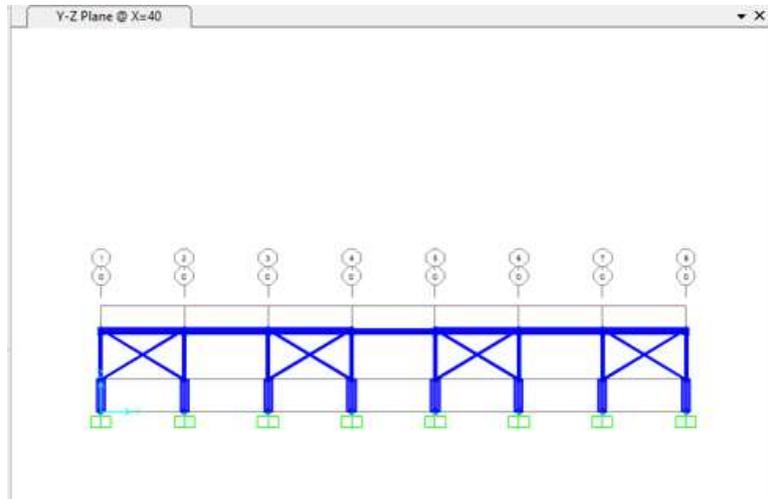


Figura 34. Vista lateral del modelamiento de la nave industrial

Fuente: (Propia)

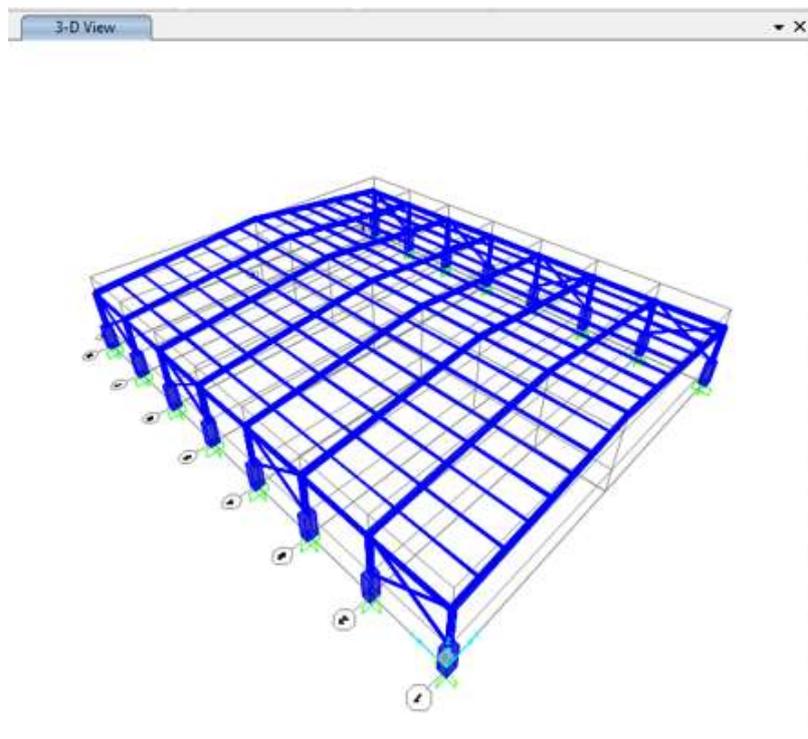


Figura 35. Modelo 3D del hangar 21 - FUENTE: (Propia)

Después de generar la modelación de la estructura (hangar 21) en el programa de cálculo SAP 2000 obtenemos los diferentes esfuerzos de los cuales buscamos los más desfavorables en los elementos constructivos, además de sus correspondientes deformaciones.

Para la comprobación del diseño de los pedestales (se asumirán las medidas planteadas en el proyecto)

Medida del pedestal **100 x 75 cm²**

Datos importantes:

- $F'c = 210.00 \text{ kg/cm}^2$ (resistencia a la compresión del concreto)
- $Fy = 4200.00 \text{ kg/cm}^2$ (fluencia del acero A36)

Según los datos características geométricas

$A = 1 \text{ m}$ medida del pedestal en el eje x

$B = 0.75 \text{ m}$ medida del pedestal en el eje y

$h1 = 2.7 \text{ m}$ altura superficial del pedestal

$h2 = 1.4 \text{ m}$ altura enterrada del pedestal

Peso propio del pedestal

$Fp = 7.38 \text{ tn}$ peso propio del pedestal

Cargas últimas más críticas actuantes sobre el tope del pedestal – SAP 2000

$fx = 0.54 \text{ tn}$

$fy = 0.19 \text{ tn}$

$fz = 37.62 \text{ tn}$ (fuerza de compresión)

$Mx = 22.83 \text{ tn m}$

$My = 0 \text{ tn m}$

El pedestal es un elemento en concreto armado el cual, como un elemento en acero, deberá cumplir con los diseños por capacidad de carga axial y a su vez se determinará su comportamiento.

Revisión de la cuantía de acero

$n = 18.00$	N° de varillas de acero
$d = 3/4''$	diámetro de varilla de acero
$A_g = 7500 \text{ cm}^2$	Área total del pedestal
$A_{st} = 91.26 \text{ cm}^2$	Área total de varillas de acero
$\rho_{\text{mín}} = 75.00 \text{ cm}^2$	cuantía mínima de acero ($\rho_{\text{mín}} = 0.01 \cdot A_g$)
$\rho_{\text{máx}} = 600.00 \text{ cm}^2$	cuantía máxima de acero ($\rho_{\text{máx}} = 0.08 \cdot A_g$)

 $\rho_{\text{mín}} < A_{st} < \rho_{\text{máx}}$ ok

Capacidad de carga axial del pedestal: Para verificar la capacidad de carga axial del pedestal a partir de las cargas aplicadas.

Donde P_n = Resistencia a la compresión del pedestal

$$P_n = 0.85 f_c' (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}$$

Considerar: $\phi = 0.7$ (columnas con estribos)

$P_u = 45180 \text{ kg}$ Carga axial última

$$P_n = 0.85 \times 210 (7500 - 91.26) + 4200 \times 91.26$$

$$P_n = 1326751.35 \text{ kg}$$

$$\phi P_n = 928725.945 \text{ kg}$$

 $\phi P_n \geq P_u$ OK

Determinación del comportamiento del pedestal

$P_u = 45180 \text{ k g}$ Fuerza axial máxima

$F_c = 1575000 \text{ kg}$ Resistencia bruta a la compresión ($F_c = F'_c \cdot a \cdot b$)

$\alpha = 0.1$ Factor para determinar el comportamiento del pedestal

$\alpha \cdot F_c = 157500 \text{ kg}$



$P_u < \alpha \cdot F_c$ **OK**

DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN (ZAPATAS AISLADAS)

Posterior a la verificación del comportamiento estructural del pedestal se proseguirá a rediseñar las zapatas para su optimización. Este diseño debe de cumplir con las siguientes consideraciones: Para dicho cálculo se resumen los esfuerzos en la siguiente manera.

ESFUERZOS APLICADOS EN SERVICIO

$P_m = 45.18 \text{ tn}$

$P_v = 30.32 \text{ tn}$

$M_x = 77.59 \text{ tn}$

$M_y = 0.0 \text{ tn}$

$M_{v_x} = 23.85 \text{ tn}$

$M_{s_x} = 5.4 \text{ tn.m}$

Cabe mencionar que la capacidad portante del terreno se ha obtenido mediante un estudio de suelos generando un valor de:

$$\sigma_{adm} = 5.5 \text{ kg/cm}^2$$

Datos importantes:

- $F'_c = 210.00 \text{ kg/cm}^2$ (resistencia a la compresión del concreto)
- $F_y = 4200.00 \text{ kg/cm}^2$ (fluencia del acero A36)

$\sigma_{adm} = \text{Capacidad portante} = 55 \text{ tonf/m}^2$

S / C=Sobrecarga (pisos industriales según la norma E-020) = 0.5 tonf /m2

Relleno Estructural = 1.86 tonf/m2 x 0.5m =0.93 tonf /m2

Peso de la losa de piso= 2.4 x 0.5=1.2 tonf /m2

→ Por lo tanto, la capacidad portante efectiva del será =

$$55 - (0.5 + 0.91 + 1.2) = \mathbf{52.37 \text{ tonf /m}^2}.$$

Para el nuevo diseño de zapatas calculamos el peso tentativo de la zapata considerando que es un 10% de la fuerza axial.

P zapata tentativo= 10% x 45.18 tn = 4.518 tn

Por otro lado, debemos saber si en la zapata existe Excentricidad.

$$e = \frac{M}{P+Pz} = \frac{77.59}{45.18+30.32+4.518} = 0.96 \text{ m}$$

960 mm > $\frac{a}{6}$ Por lo tanto si existe excentricidad **OK**

DETERMINAR EL ÁREA TENTATIVA

$$\sigma = \frac{P}{A} \leq \sigma \text{ adm} \quad A = \frac{P}{\sigma}$$

Por otro lado, se debe tener en cuenta lo siguiente:

$$\text{Área tentativa} = \left(\frac{(45.18+30.32)*1.2}{52.37} \right) = 1.58 \text{ m}^2$$

B = 1.2

L = 1.5

H = 0.6

Revisamos la fuerza del terreno:

P zap = 1.2 m x 1.5 m x 0.6 m x 2.4 tn/m3 = 2.592 tn

Pt = 1.2* m x 1.5 m * 0.7 m * 1.86 tn /m3 = 2.3436 tn

Para realizar la verificación de las dimensiones se toman en cuenta los siguientes casos de cargas: Combinación de CM+ CV

$$\sigma 1 = \frac{P}{A} + \frac{6 M}{b x a^2} \qquad \sigma 2 = \frac{P}{a x b}$$

$$\sigma 1 = \frac{2.592 \text{ tn} + 2.3436 \text{ tn} + 45.18 \text{ tn} + 30.32 \text{ tn}}{1.2 \text{ m} * 1.5 \text{ m}} + \frac{6 (77.59 \text{ tn m})}{1.2 \text{ m} * 1.5 \text{ m}^2}$$

$$\sigma 1 = 217.04 \text{ tn/m}^2 > 55 \text{ tn/m}^2 \qquad \text{NO CUMPLE}$$

$$\sigma 2 = \frac{2.592 \text{ tn} + 2.3436 \text{ tn} + 45.18 \text{ tn} + 30.32 \text{ tn}}{1.2 \text{ m} x 1.5 \text{ m}}$$

$$\sigma 2 = 44.61.84 \text{ tn/m}^2 < 55 \text{ tn/m}^2 \qquad \text{CUMPLE}$$

Se observa que la sección de zapata escogida no es adecuada ya que se están generando presiones mayores en el suelo que el esfuerzo admisible. Por ello se plantea emplear una zapata con las siguientes dimensiones:

Usar las medidas de 2.75 * 3.00 m²

Nos ayuda a demostrar que $Lv1 = Lv2$ (existe excentricidad)

$$B = 2.75 \qquad = (2.75 - 0.75) / 2 = 1 \text{ m}$$

$$L = 3 \qquad = (3 - 1) / 2 = 1 \text{ m}$$

$$H = 0.8$$

$$P \text{ zap} = 2.75 \text{ m} x 3 \text{ m} x 0.8 \text{ m} x 2.4 \text{ tn/m}^3 = 15.84 \text{ tn}$$

$$Pt = 2.75 \text{ m} x 3 \text{ m} x 0.7 \text{ m} x 1.86 \text{ tn/m}^3 = 10.74 \text{ tn}$$

Reemplazamos:

$$\sigma x1 = \frac{15.84 \text{ tn} + 10.74 \text{ tn} + 45.18 \text{ tn} + 30.32 \text{ tn}}{2.75 \text{ m} x 3 \text{ m}} + \frac{6 (77.59 \text{ tn m})}{2.75 \text{ m} * 3 \text{ m}^2} = 27.5 \text{ Tn/m}^2$$

$$\sigma x1 = 31.18 \text{ tn/m}^2 < 55 \text{ tn/m}^2 \qquad \text{CUMPLE}$$

$$\sigma x0 = \frac{15.84 \text{ tn} + 10.74 \text{ tn} + 45.18 \text{ tn} + 30.32 \text{ tn}}{2.75 \text{ m} x 3 \text{ m}} = 8.689 \text{ tn/m}^2$$

$$\sigma 0 = 12.57 \text{ tn/m}^2 < 55 \text{ tn/m}^2 \qquad \text{CUMPLE}$$

Verificación por cortante por punzonamiento

Condición de Diseño: $V_u / \phi = V_c$

$$w_u = 115.4 \text{ tn}$$

Según RNE $q_u = \frac{1.4 PM + 1.7 PL}{(A \times B)}$

$$q_u = \frac{115.4 \text{ tn}}{2.75 \text{ m} \times 3 \text{ m}} = 13.98 \text{ tn/m}^2$$

$$q_u = 13.98 \text{ tn/m}^2$$

$$V_u / \phi = (115.5 - 13.98 (1 + d) \times (0.75 + d)) \dots\dots\dots(1)$$

$$B_c = 1/0.75 = 1.333 < 2$$

$$B_o = 2 (1 + d) + 2 (0.75 + d)$$

$$V_c = 0.85 \times 1.06 \sqrt{210} \times 10 (3.5 d + 4 d^2) \dots\dots\dots(2)$$

Donde: (1 - 2)

$$(115.5 - 13.98 (1 + d) \times (0.75 + d)) = 0.85 \times 1.06 \sqrt{210} \times 10 (3.5 d + 4 d^2)$$

Resolviendo nos da un $d = 0.25 \text{ m}$

Por lo que para este diseño se usara un $H = 80 \text{ cm}$

$$H = 0.8 \text{ m} \rightarrow d_{\text{prom}} = 80 - (7.5 + \phi) = 80 - (7.5 + 1.91) \phi \frac{3}{4}''$$

$$R = 7.5 \text{ cm} \quad d_{\text{prom}} = 70.59 \text{ cm}$$

Diseño de la cortante

V_{du} = cortante por punzonamiento actuante

V_c = Resistencia al cortante por punzonamiento en el concreto

$$V_{du} = (115.4 \times 2.75) (1 - 0.71)$$

$$V_{du} = 92.03 \text{ tn} / \phi = 0.85$$

$$V_n = 108.27 \text{ tn}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{210} \times 10 (2.75 \times 0.71)$$

$$V_c = 149.96 \text{ tn}$$

$$V_u / \phi < V_c \quad \text{OK}$$

Diseño por Flexión

Se utilizan combinaciones de carga mejoradas para el concreto para realizar la estructuración en zapatas en cemento reforzado. Siendo la mezcla más básica (D + L), la que crea la mejor distribución de presiones

$$M_u = (W_u \times S) \times Lv^2 / 2$$

$$M_u = (115.4 \times 13.98 \times 2.75) \times 1^2 / 2 = 19.22 \text{ tn.m}^2$$

$$R_u = (19.22 \times 100000) / (275 \times 5041) = 1.39 \text{ kg/cm}^2$$

ρ = cuantía de acero

$$1.39 = 0.9 \times \rho \times 4200 \times (1 - (0.59 \times (\frac{\rho \times 4200}{210})))$$

$$P = 0.0004 \rightarrow 0.04 \% \text{ (si se diseña con eso nos saldrá una falla frágil)}$$

$$a = \frac{65.55 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 300} = 5.15 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{1922250}{0.9 \times 4200 \times (71 - (\frac{5.51}{2}))} = 7.44 \text{ cm}^2$$

Por lo que se usará la cuantía mínima según el CODIGO ACI:

Según las tablas para un $\phi 3/4'' = 284 \text{ mm}^2 \rightarrow 2.84 \text{ cm}^2$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{14.1 \times b \times d}{f_y} = 65.55 \text{ cm}^2$$

$A_{s \text{ min}} > A_{st}$ (por lo que se diseñará con el acero mínimo)

$$\# \text{ VARRILLAS: } \frac{65.55}{2.84} = 23.08 \rightarrow 26 \text{ varillas (doble maya)}$$

$$S = \frac{275 - 1.905 - 2 \times 7.5}{12 - 1} = 22 \text{ cm}$$

Con una mecha de 20 cm

26 ϕ $\frac{3}{4}''$ @ 0.22 m

En dirección transversal

$$\# \text{ VARRILLAS: } \frac{71.50}{2.84} = 25.1 \rightarrow 28 \text{ varillas (doble maya)}$$

S= 22 cm

Con una mecha de 20 cm

28 ϕ 3/4" @ 0.22 m

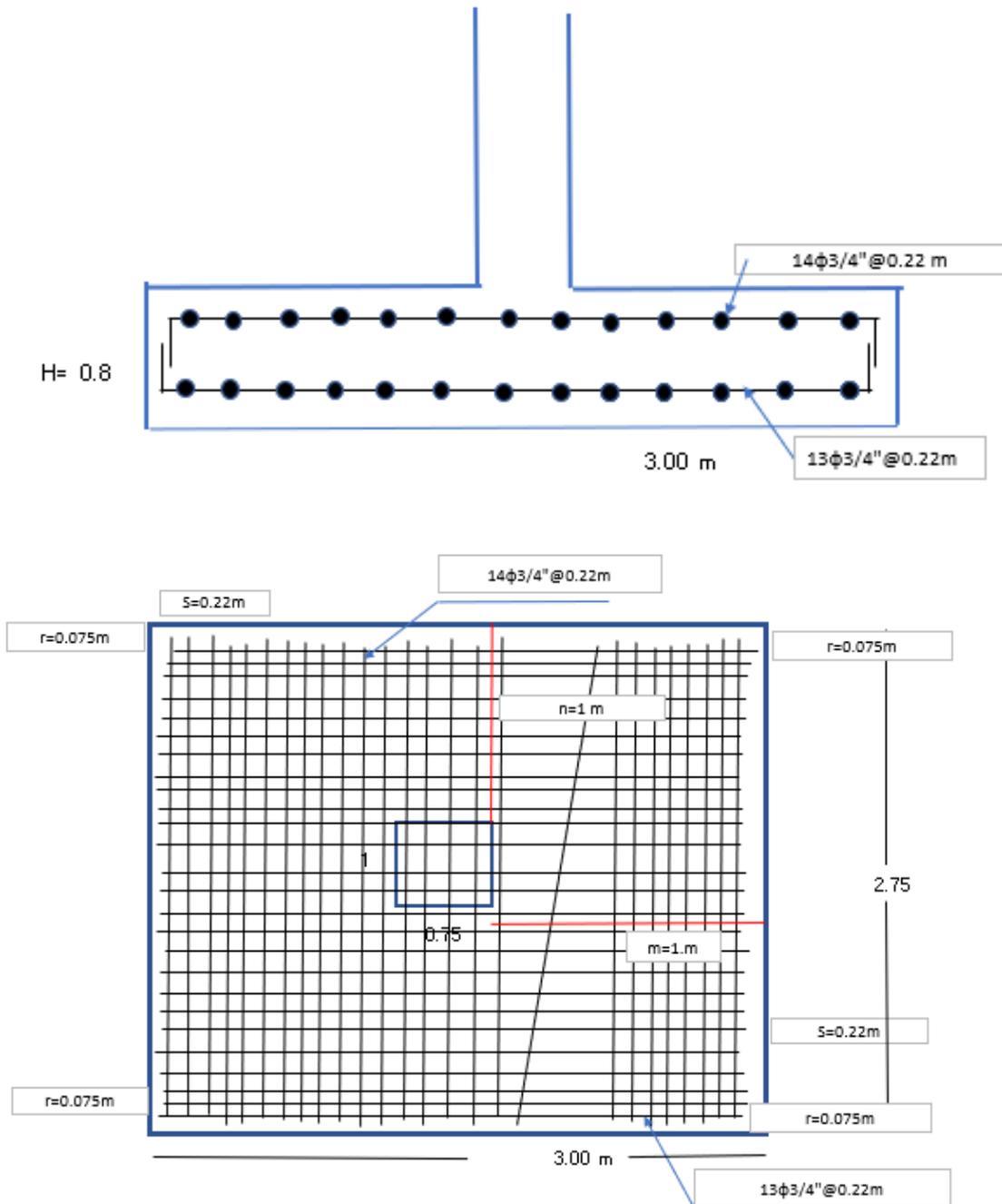


Figura 36. Modelo del diseño de zapata

FUENTE: (Propia)

CALCULOS DE EMPUJE

Datos del suelo:

Peso específico (γ_s) = 1860 kg/m³

Angulo de fricción (Φ) = 36 °

Coefficiente de fricción (u) = 0.4

Capacidad Portante (σ) = 5.5 kg/cm²

Peso específico Fc (γ_{CA}) = 2400 kg/m³

Dimensiones del pedestal y zapata:

Largo de pedestal = 1.00 m

Ancho de pedestal = 0.75 m

Largo de zapata = 3.00 m

Ancho de zapata = 2.75 m

$K_a = \tan^2 (45^\circ - \Phi/2) = 0.26$

$K_p = \tan^2 (45^\circ + \Phi/2) = 3.852$

$E_a = 1/2 * K_a * \gamma_s * h_f^2 * B = 1350.69 \text{ kg} = 1.35 \text{ tn}$

$E_p = 1/2 * K_p * \gamma_s * h_f^2 * B = 20011.06 \text{ kg} = 20.011 \text{ tn}$

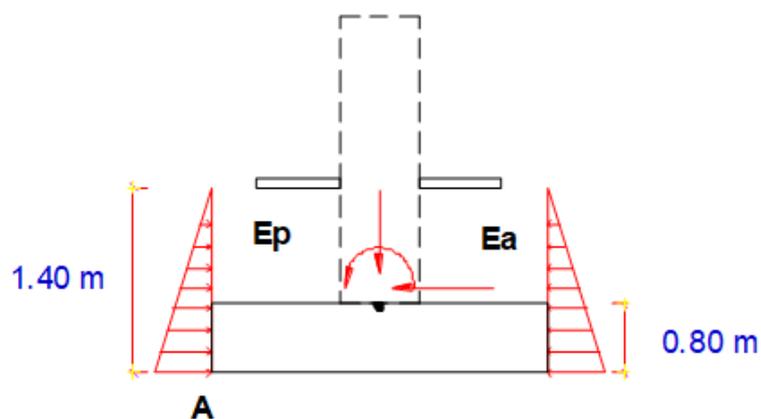


Figura 37. Demostración de empujes aplicados

FUENTE: (Propia)

Calculo del peso total:

$$P. Estructura = 45180 \text{ kg} \rightarrow 45.18 \text{ tn}$$

$$P. Zapata = 15840 \text{ kg} \rightarrow 15.840 \text{ tn}$$

$$P. Relleno = 1674 \text{ kg} \rightarrow 1.674 \text{ tn}$$

$$P. Total = 62694 \text{ kg} \rightarrow 62.694 \text{ tn}$$

Verificación de estabilidad por deslizamiento

FUERZAS RESISTENTE (Fr)

$$Fr = u * P_{total} + E_p$$

$$Fr = 0.4 * 62694 + 20011.06 = 45088.66 \text{ kg} \rightarrow 45.088 \text{ tn}$$

FUERZAS ACTUANTES (Fa)

$$Fr = u * P_{total} + E_p$$

$$Fr = 0.4 * 62694 + 1350.69 = 17651.13 \text{ kg} \rightarrow 17.65 \text{ tn}$$

$$F.S.D = \frac{Fr}{Fa} = \frac{45088.66}{17651.13} = 2.53 > 1.5 \quad \text{ok}$$

Verificación por volteo

Debido que en el hangar se producirán esfuerzos de tensión y compresión en la zapata que pueden ocasionar el volteo de la cimentación es necesario verificar la estabilidad ante este efecto.

Este factor deberá ser mayor 1.5

Según la figura 34 el punto crítico es "A"

Momentos actuantes

$$M_a = \sum(F_i d_i) + E_a \times d_i$$

ELEMENTO	Fi (Kg)	di(m)	Mi (Kg-m)
Estructura	45180	0.8	36144
			25780
Empuje Activo	1350.69	0.47	634.8243
		TOTAL	62558.82

TABLA 9. Resumen de momentos actuantes - FUENTE: (Propia)

→ Por lo tanto, el Ma = 62.5588 tn-m

Momento resistente (Mr)

$$Mr = (45.18 + 15.840 + 1.674) \cdot (a/2) + 20.011 \cdot (hp/3) = 103.379 \text{ tn}$$

$$F.S.V. = \frac{103.379}{62.558} = 1.65 > 1.5 \quad \text{OK}$$

CALCULO DE METRADO Y COSTOS DEL NUEVO DISEÑO DE LA ZAPATA

Con referente al concreto, se realiza un metrado de las del diseño de la zapata aislada.

15.03	OBRAS CONCRETO ARMADO		
15.03.01	ZAPATAS		
15.03.01.01	CONCRETO F'C = 210 Kg/cm ² - ZAPATAS	m ³	216.82
15.03.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL - ZAPATAS	m ²	244.90
15.03.01.03	ACERO CORRUGADO FY = 4200 Kg/cm ²	kg	11,733.21

Figura 38. Metrado de la partida de zapatas según el proyecto

Fuente: (Elaboración de expediente técnico y construcción de la nueva base aeronaval del callao)

DESCRIPCIÓN	NUEVO DISEÑO								
	CONCRETO f'c=210 kg/cm ²					ENCOFRADO Y DESENC. NORMAL			
	CANT.	LARGO	ANCHO	ALTO	TOTAL (M3)	Nª DE VECES	PERIM.	ALTO	TOTAL (M2)
EJE 2/B	1	3.00	2.75	0.80	6.60	1.00	11.50	0.80	9.20
EJE 2/D	1	3.00	2.75	0.80	6.60	1.00	11.50	0.80	9.20
EJE 2/F	1	3.00	2.75	0.80	6.60	1.00	11.50	0.80	9.20
EJE 2/H	1	3.00	2.75	0.80	6.60	1.00	11.50	0.80	9.20
EJE 2/J	1	3.00	2.75	0.80	6.60	1.00	11.50	0.80	9.20
EJE 2/M	1	3.00	2.75	0.80	6.60	1.00	11.50	0.80	9.20
EJE 2/N	1	3.00	2.75	0.80	6.60	1.00	11.50	0.80	9.20
EJE 2/P	1	3.00	2.75	0.80	6.60	1.00	11.50	0.80	9.20
EJE 15/B	1	3.00	2.75	0.80	6.60	1.00	11.50	0.80	9.20
EJE 15/D'	1	3.00	2.75	0.80	6.60	1.00	11.50	0.80	9.20
EJE 15/E'	1	3.00	2.75	0.80	6.60	1.00	11.50	0.80	9.20
EJE 15/H'	1	3.00	2.75	0.80	6.60	1.00	11.50	0.80	9.20
EJE 15/J'	1	3.00	2.75	0.80	6.60	1.00	11.50	0.80	9.20
EJE 15/L'	1	3.00	2.75	0.80	6.60	1.00	11.50	0.80	9.20
EJE 15/N'	1	3.00	2.75	0.80	6.60	1.00	11.50	0.80	9.20
EJE 15/O'	1	3.00	2.75	0.80	6.60	1.00	11.50	0.80	9.20
					TOTAL				105.60
							TOTAL		147.20

TABLA 10. Resumen de metrado de concreto - Fuente: (Propia)

Con referente al Acero, se realiza un metrado de las nuevas medidas de la zapata aislada.

DESCRIPCIÓN	ACERO FY = 4,200 KG/M2									LONGITUD TOTAL
	ELEMENTOS DE ACERO	Nº DE VECES	DIAM.	CANT.					LONG.	3/4"
					a	b	c	d		2.235
EJE 2/B	RL	1	3/4	26	3.00	-0.15	0.4		3.25	188.86
	RT	1	3/4	28	2.75	-0.15	0.4		3.00	187.74
EJE 2/D	RL	1	3/4	26	3.00	-0.15	0.4		3.25	188.86
	RT	1	3/4	28	2.75	-0.15	0.4		3.00	187.74
EJE 2/F	RL	1	3/4	26	3.00	-0.15	0.4		3.25	188.86
	RT	1	3/4	28	2.75	-0.15	0.4		3.00	187.74
EJE 2/H	RL	1	3/4	26	3.00	-0.15	0.4		3.25	188.86
	RT	1	3/4	28	2.75	-0.15	0.4		3.00	187.74
EJE 2/J	RL	1	3/4	26	3.00	-0.15	0.4		3.25	188.86
	RT	1	3/4	28	2.75	-0.15	0.4		3.00	187.74
EJE 2/M	RL	1	3/4	26	3.00	-0.15	0.4		3.25	188.86
	RT	1	3/4	28	2.75	-0.15	0.4		3.00	187.74
EJE 2/N	RL	1	3/4	26	3.00	-0.15	0.4		3.25	188.86
	RT	1	3/4	28	2.75	-0.15	0.4		3.00	187.74
EJE 2/P	RL	1	3/4	26	3.00	-0.15	0.4		3.25	188.86
	RT	1	3/4	28	2.75	-0.15	0.4		3.00	187.74
EJE 15/B	RL	1	3/4	26	3.00	-0.15	0.4		3.25	188.86
	RT	1	3/4	28	2.75	-0.15	0.4		3.00	187.74
EJE 15/D'	RL	1	3/4	26	3.00	-0.15	0.4		3.25	188.86
	RT	1	3/4	28	2.75	-0.15	0.4		3.00	187.74
EJE 15/E'	RL	1	3/4	26	3.00	-0.15	0.4		3.25	188.86
	RT	1	3/4	28	2.75	-0.15	0.4		3.00	187.74
EJE 15/H'	RL	1	3/4	26	3.00	-0.15	0.4		3.25	188.86
	RT	1	3/4	28	2.75	-0.15	0.4		3.00	187.74
EJE 15/J'	RL	1	3/4	26	3.00	-0.15	0.4		3.25	188.86
	RT	1	3/4	28	2.75	-0.15	0.4		3.00	187.74
EJE 15/L'	RL	1	3/4	26	3.00	-0.15	0.4		3.25	188.86
	RT	1	3/4	28	2.75	-0.15	0.4		3.00	187.74
EJE 15/N'	RL	1	3/4	26	3.00	-0.15	0.4		3.25	188.86
	RT	1	3/4	28	2.75	-0.15	0.4		3.00	187.74
EJE 15/O'	RL	1	3/4	26	3.00	-0.15	0.4		3.25	188.86
	RL	1	3/4	28	2.75	-0.15	0.4		3.00	187.74
TOTAL									6025.56	

TABLA 11. Resumen de metrado de Acero

Fuente: (Propia)

COSTOS DE LA PARTIDA: ZAPATAS

		Und	Metrado	Precio	Parcial
15.03	OBRAS CONCRETO ARMADO				
15.03.01	ZAPATAS				S/ 113549.3
15.03.01.01	CONCRETO F'C = 210 Kg/cm2 - ZAPATAS	m3	216.82	276.79	60013.61
15.03.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL - ZAPATAS	m2	244.90	38.46	9418.85
15.03.01.03	ACERO CORRUGADO FY = 4200 Kg/cm2	kg	11,733.21	3.76	44116.87

		Und	Metrado	Precio	Parcial
	NUEVO DISEÑO				
15.03.01	ZAPATAS				s/ 66525.0
ND	CONCRETO F'C = 210 Kg/cm2 - ZAPATAS	m3	120.82	276.79	33441.77
ND	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL - ZAPATAS	m2	187.30	38.46	7203.56
ND	ACERO CORRUGADO FY = 4200 Kg/cm2	kg	6,882.88	3.76	25879.63

Figura 39. Costo de la partida de zapata - Fuente: (Propia)

	PLANO	ND	VARIACION	%
ZAPATAS				
ACERO (KG)	700.00	375.48	324.52	46.36
CONCRETO (M3)	12.60	6.60	6.00	47.62
COSTO DE PARTIDA (s/)	113549.3	66525.0	47,024.38	41.41

TABLA 12. Comparaciones de las dimensiones de la zapata en base al acero, concreto y costo de partida

Fuente: (Propia)

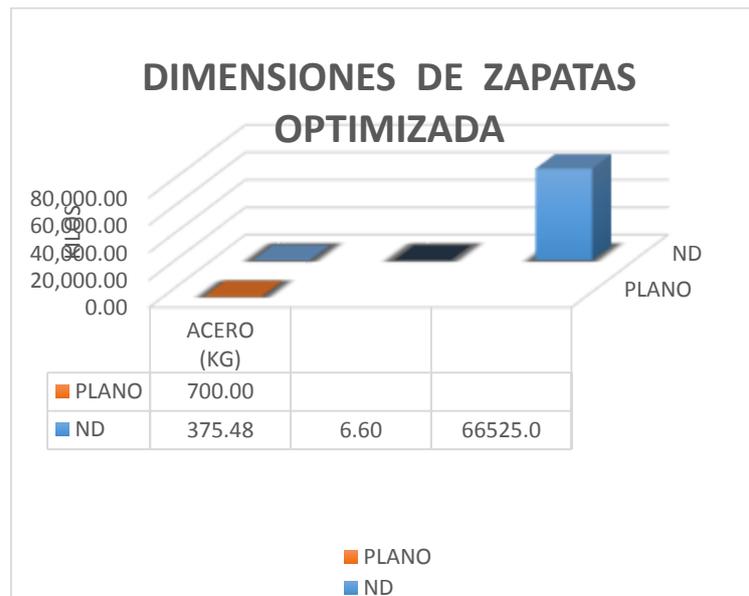


Figura 40. Comparación de zapatas a razón al acero - Fuente: (Propia)

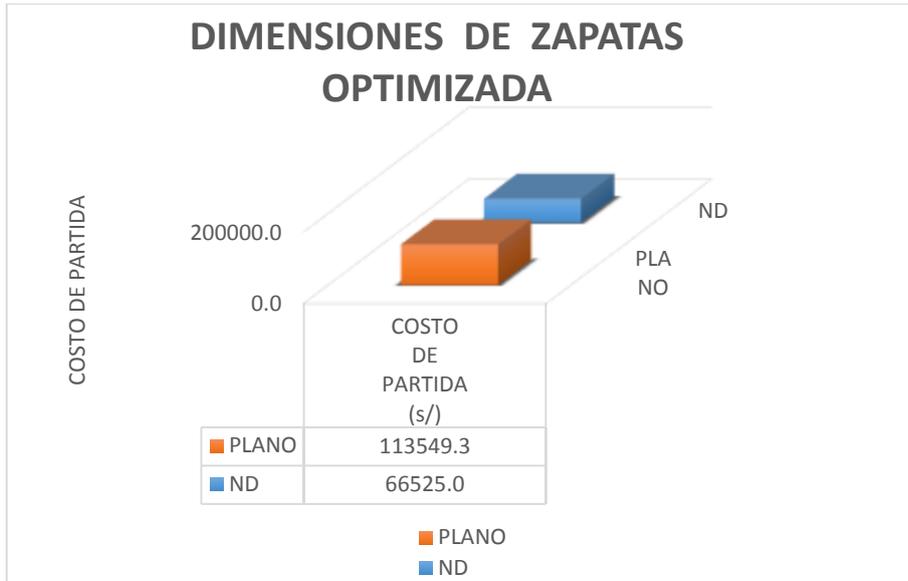


Figura 41. Comparación de zapatas a razón del costo de partida

Fuente: (Propia)

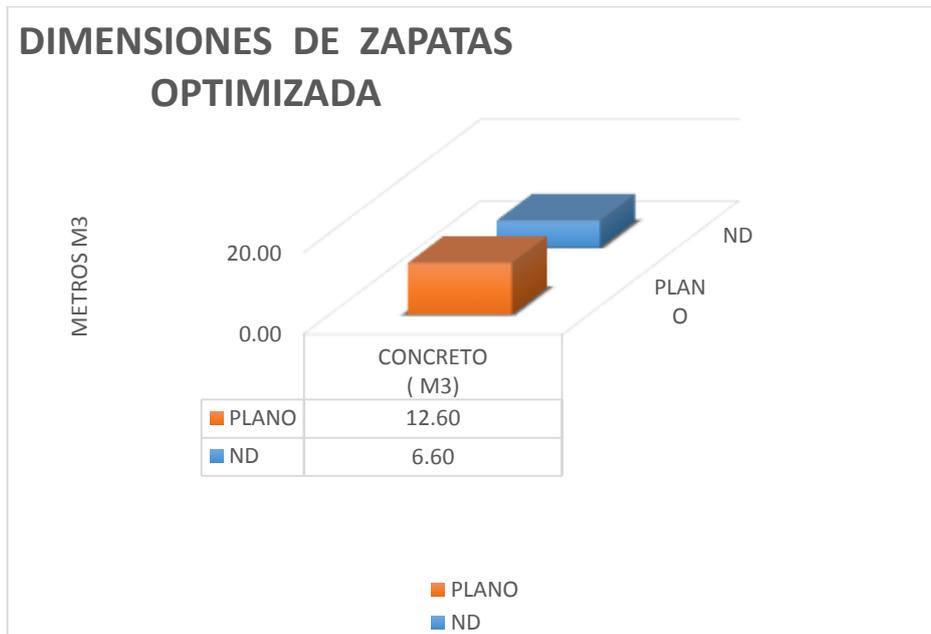


Figura 42. Comparación de zapatas a razón del concreto

Fuente: (Propia)

En este trabajo de investigación para poder determinar la influencia del análisis estructura realizado en el hangar 21, mediante la optimización del dimensionamiento de la zapata se representará de la siguiente manera.

	PLANO	ND	VARIACION	%
ZAPATAS				
A	4.50	3.00	1.50	33.33
B	3.50	2.75	0.75	21.43
H	0.80	0.80	0.00	0.00
AREA TOTAL DE ZAPATA	12.60	6.60	6.00	47.62

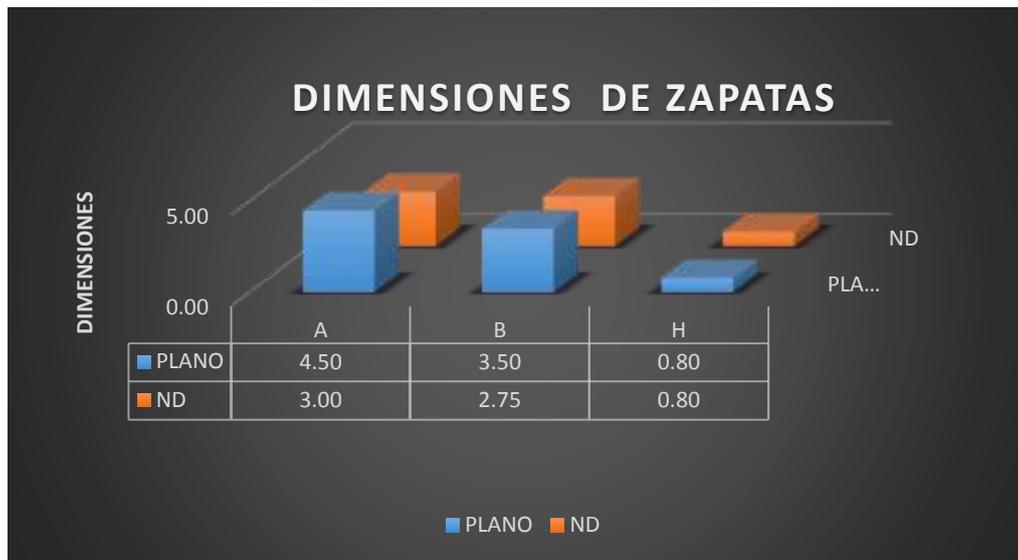


TABLA 13. Comparaciones dimensiones de zapata según plano y zapata optimizada

Fuente: (Propia)

V. DISCUSSION

DISCUSION 1

Según los resultados obtenidos en la tesis de (LARICO, 2015) en su investigación indica que la evaluación estructural que se realizó a la nave industrial, permitió determinar el comportamiento de los elementos estructurales y los esfuerzos actuantes generados sobre la base de las columnas de concreto. Por ende, es de mucha utilidad realizar un diagnóstico general del estado de armadura de acero, también considero proponer una estructura rígida formada por perfiles robustos y asociado a un momento que ejecute un desempeño estructural satisfactorio solo tomando en cuenta ratios de esfuerzos admisibles menores a 1, en base a los datos obtenidos del análisis estructural diseño todos los perfiles de acero que serían los más óptimos también los pedestales y las zapatas todos ellos cumpliendo con la normativa.

Lo cual se asemeja en esta investigación ya que el análisis estructural realizado al hangar 21 nos permite reconocer cuales son las zonas más esforzadas por las diferentes cargas que se aplicaron, se determinaron esfuerzos actuantes sobre el tope y sobre la base de los pedestales. y en base a ellos se realizó el diseño de las zapatas aisladas que cumplan con las consideraciones mínimas que la norma propone para este tipo de elementos estructurales. Por ende que el análisis estructural aplicado en la nave industrial, determino que si influye significativamente en el dimensionamiento de la zapata con un 47.62 % de optimización.

DISCUSION 2

Por otro lado, en la investigación de (CAHUANA, 2018) añade que simplificar el diseño de la nave industrial resulta ser más beneficioso, que aligerar más la armadura metálica a razón de tiempo y costos. Además, demuestra que tipificando los diseños de naves industriales que incorpore a diferentes industriales medianas, se logra hacer una mejora a razón de los plazos, costos y calidad durante el proceso de construcción de estas naves, una de las consideraciones que realizo es de proponer una tabla de características sobre las estas naves industriales ya que es una herramienta muy indispensable como guía para definir un diseño en particular de acuerdo a nuestras necesidades. Su análisis estructural realizado a una

armadura metálica de 20 metros se basa a que el tiempo normal en que ingeniería demora en realizar un diseño es de 20 días y con una construcción de 80 días hábiles ambas en una jornada de 8 horas diarias, pero la posibilidad de que se ejecute con las recomendaciones que plantea en su investigación su tiempo de ingeniería sería de 6 días en un horario de 8 horas y en construcción de 22 días hábiles en tiempo de 24 horas.

Según los resultados obtenidos en la tesis de (RIVAS, 2014) en su investigación se detalla que para los tipos de estructuras metálicas es prominente el dimensionado adecuado de cada elemento estructural ya que, para determinar su geometría final, se deberá tantear “prueba y error”, hasta llegar a una optimización que logre ser factible. También detallo lo relevante que es analizar a estas estructuras metálicas con una mayoría de combinaciones de cargas que estén actuando sobre ella, lo cual podrá contar con un estado envolvente de todas juntas, mejor dicho, la generación matemática de todas ellas y en base a ello buscar una geometría de cada elemento en función a las fuerzas que actúan. Por lo que él indica en sus recomendaciones que no se debe sobredimensionar cualquier elemento estructural por que conlleva a un aumento de tiempo, recursos y materiales durante el proceso o la etapa de ejecución de la obra.

Lo cual se asemeja en esta investigación ya que la optimización del dimensionamiento de la zapata sí influye directamente a razón del volumen del concreto, kilos de acero y costo de la partida. Según. Por otro lado, si lo vemos de forma general también hubiera existido una optimización de recursos y de tiempo durante su ejecución. En los resultados de este informe de investigación se determinó la influencia de la optimización del dimensionamiento de la zapata en relación con el acero en un 46.36%, en relación con el concreto en un 47.62% y por último en relación con el costo de la partida con un 41.41 %. Cabe de mencionar que para tener una geometría óptima de cualquiera de los elementos estructurales, se tendrán que verificar que su capacidad de resistencia de diseño sea mayor que su capacidad de resistencia actuantes. Además, que para el análisis estructural se realizó una distribución correcta en los arriostres en el eje y el cual brinda características de rigidez y nos ayuda a controlar de una manera mejor las deformaciones.

DISCUSION 3

Según los resultados obtenidos en la tesis de (MORALES, 2015) en su investigación indica que, debido a que se ha logrado aminorar los momentos flectores, esfuerzos cortantes y axiales en los 114 dinteles, se puede lograr el descenso del peso de la armadura y permitirá un mejor aprovechamiento del acero, por otro lado, plantea que también es de importancia evitar la concentración de esfuerzos en las almas de los elementos estructurales ya que generarían fallas. Posterior al análisis realizado de los porticos diseño cada uno de los elementos estructurales haciendo que cumplan óptimamente y también determino el diseño de las zapatas.

Según los resultados obtenidos en la tesis de (LARICO, 2015) en su investigación indica que se comprobaron eficientemente los desplazamientos producidos por cargas de sismo, del puente grúa y de viento. Además, se señalaba que las cargas vivas (puente grúa) fueron las más críticas y en menor proporción las de viento. También, menciono que los desplazamientos importantes fueron producidos por las cargas de viento y cargas vivas (puente grúa). Para el diseño de la zapata que propuso lo verifiqué, lo realicé teniendo las siguientes consideraciones verificación de presiones, verificación por volteo teniendo un $FSV = 2.76$ y verificación por deslizamiento con un $FSD = 2.64$.

Lo cual se asemeja en esta investigación ya que las estimaciones de cargas sí influyen directamente en la optimización del dimensionamiento de las zapatas, ya que las estimaciones se dan asumiendo criterios de diseños. En los resultados se obtuvo que no se registraron desplazamientos críticos en los nodos de la estructura. Donde para la verificación se consideraron las cargas de sismo y de viento en ambas direcciones. Por otro lado, para la verificación de la optimización de las dimensiones de la zapata se hicieron teniendo estas consideraciones verificación de presiones, verificación por volteo teniendo un $FSV = 1.65$ y verificación por deslizamiento con un $FSD = 2.53$

DISCUSION 4

Según los resultados obtenidos en la tesis de (MARTÍNEZ, 2015) en su tema de investigación indico que realizo una análisis de una nave industrial destinada a la fabricación de las balbosas cerámicas y en función a los criterios de diseño que se consideraron obtuvieron resultados para el diseño de todos los elementos estructurales tales como perfiles de acero, planchas metálicas, pernos de anclaje y hasta el diseño de la cimentación, por otro lado todos los elementos estructural tienen que cumplir con las exigencias minimas según las normativas de seguridad estructural. Para la modelación de un hangar utilizo un software que le permitió constatar las deformaciones por acciones de combinaciones de cargas.

Lo cual se asemeja en esta investigación ya que, con el uso del software SAP 2000 se analizó estructuralmente al hangar 21 considerando las dimensiones de la estructura, las consideraciones de cargas permanentes y variables que soporta la estructura además de la acción del viento que se ejerce.

También se tuvo en cuenta que la nave debe cumplir con las exigencias minimas de diseño. Por otro lado, al realizar el modelamiento de la nave industrial se obtuvieron como resultados que esta nave no presenta mayores desplazamientos permitidos por la norma vigente, ya que la las distribuciones de los esfuerzos y la geometría que esta nave presenta, la convierten en lo necesariamente rigido. además de que los nudos si cumplen con la tolerancia de Drif max =10 mm.

VI. CONCLUSIONES

CONCLUSION GENERAL

Se estableció por los resultados encontrados, que el análisis estructural influye en la optimización en un 47.62 % del dimensionamiento de las zapatas en el hangar 21. Ya que se realizó el diseño mediante los esfuerzos actuantes más críticos y a su vez que cumplan con las exigencias mínimas según las normativas vigentes.

CONCLUSION ESPECIFICA 1

Se determinó que la optimización del dimensionamiento de la zapata influye directamente con relación al acero en un 46.36, %, con relación al concreto en un 47.62 % y en relación con el costo de la partida en un 41.41 %. Ya que las medidas encontradas en el diseño de las zapatas fueron las siguientes medidas 3 m x 2.75 m x 0.8.

CONCLUSION ESPECIFICA 2

Se determinó por los resultados encontrados, que los esfuerzos actuantes influyen significativamente en la optimización del dimensionamiento de las zapatas, ya que el diseño de la zapata se hace en base a los esfuerzos actuantes aplicados en ella, por lo que cumple con las consideraciones de la normativa vigente, obteniendo un $FSV = 1.65$ y $FSD = 2.53$.

CONCLUSION ESPECIFICA 3

Se analizó estructuralmente al hangar 21 y se modeló en el SAP 2000, el cual considero las estimaciones de cargas, esfuerzos actuantes, geometría de los elementos y en función a los resultados, diseñó las zapatas optimizando su dimensionamiento. Ya que a través del análisis estructural que se demostró que para ambas direcciones del edificio los máximos desplazamientos son menores que 10 mm.

VII. RECOMENDACIONES

RECOMENDACIÓN 1:

Se recomienda al área de mantenimiento de la base aeronaval y a las empresas de servicios técnicos de ingeniería, el uso y el empleo del análisis estructural en hangares y diseñar cada nave industrial independientemente de otras, es por ello que el análisis para cada armadura debe ser realizada bajo las necesidades de los esfuerzos actuantes que se soliciten y solo así podríamos evitar un sobredimensionamiento.

RECOMENDACIÓN 2:

Se recomienda, al área de mantenimiento de la base aeronaval y a las empresas enfocadas en dar servicios técnicos de ingeniería sobre naves industriales, para un correcto diseño de zapatas aisladas es imprescindible contar con un estudio de suelos, que nos ayuden a validar el dato de la capacidad portante del terreno, ya que determinando un óptimo dimensionamiento de zapatas se evitara los sobre costos en esa partida.

RECOMENDACIÓN 3:

Se sugiere, al área de mantenimiento de la base aeronaval y a las empresas enfocadas en dar servicios técnicos de ingeniería sobre naves industriales, diseñar las zapatas según los esfuerzos sean aplicados en ella con un factor de seguridad por deslizamiento, un factor de seguridad por volcamiento.

RECOMENDACIÓN 4:

Se sugiere, al área de mantenimiento de la base aeronaval y a las empresas enfocadas en dar servicios técnicos de ingeniería sobre naves industriales, realizar la determinación de los esfuerzos actuantes más críticos en la base de los pedestales con el software SAP 2000 aplicados a diferentes combinaciones de cargas. Esto nos ayudara a que el diseño de las cimentaciones sea el más óptimo.

REFERENCIAS

AEDO, Eddy. Diseño, fabricación y montaje de estructuras metálicas de una nave múltiple con sistema tubest, para una planta industrial ubicado en zona industrial de Lurín. Tesis (Título profesional de Ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2014. 280pp.

ÁLVAREZ, José. Diseño de Estructuras de Acero con LRFD. Material Docente. Cochabamba: [en línea]. Diciembre 2014. [Fecha de consulta: 14 de diciembre del 2016] Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/135659607/DISENO-DE-ESTRUCTURASDE-ACERO-CON-LRFD-TEORIA>

BARBAT, A.H. Cálculo y Diseño Sismorresistente de Edificios - Aplicación de la norma NCSE-02. Barcelona: Ediciones de la Universidad Politécnica de Catalunya, Campus Norte UPC, 2010. 320pp. ISBN: 849-899-989-7

BUENDIA, Leonor., COLAS, María. y HERNANDEZ, Pina. Métodos de investigación en psicopedagogía. McGraw-Hill, 1998. 343pp. ISBN:8448112547

CABELLO, Julio. Diseño de estructuras de naves de acero. Tesis (Título profesional de Ingeniero civil). México: Universidad Nacional Autónoma, 2016. 175 pp.

CAHUANA, Edwin. Optimización del diseño de una nave industrial tipo pesado aplicable a la pequeña y mediana industria en el Perú ubicada a menos de 2500 M.S.N.M con luz entre 15M y 25M. Tesis (Título profesional de Ingeniero Mecánico). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2018. 220pp.

CARBALLO BARCOS, Miriam y GUELMES VALDES, Esperanza Lucía. Algunas consideraciones acerca de las variables en las investigaciones que se desarrollan en educación. Universidad y Sociedad [online]. 2016, vol.8, n.1 [citado 2019-10-17], pp.140-150.

Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000100021&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2218-3620.

CERVERA, Miguel y BLANCO, Elena. Mecánica de Estructuras - Libro 2 - Métodos de Análisis. Barcelona: Ediciones de la Universidad Politécnica de Catalunya, Campus Norte UPC, 2002. 343pp. ISBN: 848-301-635-4

CONDORI, Jorge. Diseño de una vivienda multifamiliar de dos niveles empleando acero estructural en el distrito de Cajamarca. Tesis (Título profesional de Ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2013. 340pp.

CONTRERAS, David. Tipificación de naves de estructura de acero utilizadas para la industria. Tesis (Título profesional de Ingeniero civil). Ecuador: Universidad Cuenca, 2016. 175 pp.

DE JUSTO, Enrique. Realidad y Modelo Estructural. Material Docente. Sevilla: [en línea]. Febrero 2016. [Fecha de consulta: 16 de diciembre del 2016] Disponible en: <http://personal.us.es/ejem/wpcontent/uploads/2016/02/T06-Realidad-y-modelo-estructural.pdf>

ESTRADA, Martin. Análisis Estructural básico. Universidad Piloto: Colombia, 2017. 256 pp. ISBN: 9588957583

FERNANDEZ, R. Titulum fecit: la producción epigráfica romana en las tierras valencianas. Real academia de la historia: Madrid, 2000. 333pp. ISBN: 8489512736

FLOR, Mariane. Otimização de Coberturas em Aço de Edifícios Industriais. Tesis (Título profesional de Ingeniero civil). Florianópolis: Universidad Federal de Santa Catarina – UFSC, 2015. 86 pp.

FREITAS, Mariana. Controlo da qualidade em obra análise de sistema informático Tesis (Maestría en Ingeniería civil). Janeiro: Universidad do Porto, 2018. 101 pp.

GARCIA, Fernando. La tesis y el trabajo de tesis. Editorial Limusa: México, 2002. 79pp. ISBN:968186235X

GERE, James y BARRY, Goodno. Mecánica de Materiales. 7ª ed. D.F.: Cengage Learning Editores S.A., 2009. 1050pp. ISBN: 053-455-397-4

GONZALES. Javier. Metodología eficiente para la optimización de pórticos industriales en viga armada según Ec-3. Tesis (Doctorado en ingeniería Civil). España: Universidad de Oviedo, 2016. 171 pp.

Guía para la formulación y ejecución de proyectos de investigación por Rossana Barragán (coord.) [et al.]. La Paz: FUNDACION PIEB, 2003. 267 pp. ISBN: 9990568553

HIBBELER R.C. Análisis Estructural. 8ª ed. Pearson Educación de México S.A., 2012. 716pp. ISBN: 978-607-321-063-8

KASSIMALI, A. Structural Analysis, SI Edition. Cengage learning, 2014. 912pp. ISBN: 1305147197

LAFUENTE, Carmen y MARÍN, Ainhoa. Metodologías de la investigación en las ciencias sociales: Fases, fuentes y selección de técnicas. *Revista Escuela de Administración de Negocios*. [en línea] núm. 64, septiembre-diciembre, 2008, pp. 5-18. [fecha de consulta: 12 de octubre del 2019]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/206/20612981002.pdf> ISSN: 0120-8160

LANDEAU, Rebeca. Elaboración de trabajos de investigación. Editorial Alfa: Venezuela, 2007. 189 pp. ISBN: 9803542141

LARICO, José. Análisis y diseño en acero de una nave industrial con dos puentes grúa. Tesis (Título profesional de Ingeniero civil). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2015. 321pp.

MALHOTRA, Naresh. Investigación de mercados: un enfoque aplicado, cuarta edición. Pearson Educación: México, 2004. 816 pp. ISBN: 9702604915

MARTOS, F., NAVARRO, J. y BARROS, M. Gestión de la fundación Administrativa del servicio gallego de salud. Editorial MAD, SL: España, 2006. 360 pp. ISBN: 13:978-84-665-6191-4

MARTINEZ, Bernardo. Diseño y cálculo de una nave industrial destinada a la fabricación de baldosas cerámicas, con puente grúa y ejecutada con estructura metálica en el término municipal de la Vall D'Uixó. Tesis (Título profesional de Ingeniero civil). España: Universidad Jaume I. Castellón de la Plana, 2015. 270pp.

MCCORMAC, Jack y Elling, Rudolf. Análisis de Estructuras Métodos clásico y matricial. 1ª ed. D.F.: Ediciones Alfaomega S.A., 1994. 631pp. ISBN: 006-044-341

MCCORMAC, Jack C. y Csernak, Stephen F. Diseño de Estructuras de Acero. 5ª ed. D.F.: Alfaomega Grupo Editor, S.A., 2012. 736pp. ISBN: 978-607-707-5592

MORALES RODRÍGUEZ, Pablo. Diseño óptimo de pórticos poligonales de acero estudio de la unión del quiebro por el Método de los Elementos Finitos. Tesis. Ciudad Real, España: Universidad de Castilla – La Mancha. 2015. 149pp.

NAVARRO, C. y PEREZ, J. Ingeniería Estructural: Análisis. 3ra.ed. España: SPRINGER, 2010. 618pp. ISBN: 9781441910462

NONNAST, Robert. El proyectista de estructuras metálicas. 18a.ed. Madrid: Paraninfo, 1993. 273pp. ISBN: 842831537X

Norma Técnica Peruana E.020. Cargas. Lima. Martes 23 de mayo del 2006.

Norma Técnica Peruana E.030. Diseño Sismorresistente. Lima. Domingo 24 de enero del 2016.

Norma Técnica Peruana E.050.Suelos y cimentaciones. Lima. Lunes 03 de diciembre del 2018.

Norma Técnica Peruana E.060.Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima. Viernes 08 de mayo del 2009.

Norma Técnica Peruana E.090. Estructuras Metálicas. Lima. Martes 23 de mayo del 2006.

ANSI/AISC 360-10. Especification for Structural Steel Buildings. Chicago. June 22, 2010

ORIHUELA. Junior y DAVILA. Ricardo. Calculo y diseño estructural de una nave industrial aplicando la normativa AISC en la ciudad de Juliaca provincia de San Ramón. Tesis (Título profesional de Ingeniero civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2016. 162pp.

ORTEGA, R. UF0311 - Desarrollo de elementos estructurales de proyectos de edificación. Editorial Elearning, S.L: España, 2015. 324pp. ISBN: 9788416424900

OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Int. J. Morphol. [online]. 2017, vol.35, n.1 [citado 2019-10-18], pp.227-232. Disponible en:

<[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037&lng=es&nrm=iso)

95022017000100037&lng=es&nrm=iso> ISSN 0717-9502

POWELL, Graham. Modeling for structural analysis. 5ta.ed. USA: University of Berkeley, 1997. 387pp. ISBN: 9780923907884

PRZEMIENIECKI, J.S. Theory of matrix structural analysis. 1st.ed. USA: McGraw-Hill, 1968. 481pp. ISBN: 671915150904

RIDELL, Rafael. Diseño estructural – Quinta Edición. Ediciones U: Chile ,2000. 543 pp. ISBN: 9568433333

RIVAS, Cesar. Proyecto y cálculo de una nave industrial metálica. Tesis (Título profesional de Ingeniero civil). Argentina: Universidad Nacional de Córdoba, 2014. 147 pp.

ROJAS, Raúl. El proceso de la investigación científica. Trillas: Universidad de Murcia, 1981. 124 pp. ISBN: 9682409810

SANCA TINTA, Miler Daen. Tipos de investigación científica. Rev. Act. Clin.Med [online]. 2011, vol.12 [citado 2019-10-17], pp. 621-624. Disponible en: <http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-37682011000900011&lng=es&nrm=iso>.ISSN 2304-3768

SILVA, Rui. Avaliação Acústica de Edifícios Habitacionais Análise dos Coeficientes de Ponderação Associados aos Índices de Desempenho Acústico de Habitações. Tesis (Maestría en Ingeniería civil). Portugal: Universidad Nova de Lisboa, 2014. 135 pp.

TAMAYO, G. Diseños muestrales en la investigación, *SEMESTRE ECONÓMICO*. [EN LINEA] Volumen4, ed.7. [fecha de consulta: 16 de octubre: 2019]. Disponible en: <https://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/1410>

DOI: 10.22395/seec

TENA, Antonio y RIVAS, Rodolfo. Manual de investigación documental: elaboración de tesinas. Universidad Iberoamericana: México, 1995. 101pp. ISBN: 9688564168

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta. Lima: Editorial San Marcos. 2013. 495pp. ISBN: 978-612-302-878-

VERGARA, Ana y BALLUERKA, Diseños de investigación experimental en psicología: modelos y análisis de datos mediante el SPSS 10.0. Pearson Educación: Universidad del País Vasco, 2002. 404 pp. ISBN: 8420534471

VILLAREAL, Genner. Análisis Estructural. Lima: Editora & Imprenta Gráfica Norte, 2008. 335pp. ISBN: 978-997-233-657-7

ZAPATA, Luis. Diseño de Estructural en Acero. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 1997. 400pp. ISBN: 972-074-036-342-0

ANEXO 1

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR

Yo, **VASQUEZ CARRILLO, Any Gabriela**, estudiante de la Facultad De Ingeniería de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Filial Lima Norte. Declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación titulado **“Análisis estructural del hangar 21 para optimizar el dimensionamiento de las zapatas, callao – 2019”**.

Son con los siguientes términos:

1. De mi autoría.
2. El presente trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. El trabajo de investigación no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en el presente trabajo de investigación, son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Lima, 10 de julio del 2020



.....
Any Gabriela Vasquez Carrillo

DNI N.º 70306441

ANEXO 2

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, **PINTO BARRANTES, Raúl Antonio** docente de la facultad De Ingeniería de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Lima Norte, identificado con DNI N.º **07732471**. Revisor del trabajo de investigación titulado **“Análisis estructural del hangar 21 para optimizar el dimensionamiento de las zapatas, callao – 2019”**. de la estudiante ANY GABRIELA VASQUEZ CARRILLO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20 % verificable en el reporte de originalidad del programa turnitin, el cual ha sido sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a los dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 10 de julio del 2020

.....

Mag. Ing. Pinto Barrantes Raúl Antonio

DNI N° 07732471

ANEXO 3

Matriz de consistencia							
Título: "Análisis estructural del hangar 21 para optimizar el dimensionamiento de las zapatas, Callao – 2019"							
Autor: Any Gabriela Vasquez Carrillo							
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores				
General: ¿De qué manera, el análisis estructural influye en la optimización del dimensionamiento de las zapatas del hangar 21, Callao – 2019?	General: Establecer de qué manera el análisis estructural influye en la optimización del dimensionamiento de las zapatas en el hangar 21, Callao – 2019.	General: El análisis estructural influyen significativamente en la optimización del dimensionamiento de zapatas en el hangar 21, Callao – 2019.	VARIABLE INDEPENDIENTE (X): Análisis estructural del Hangar 21				
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS		
Específico: ¿En qué medida, la optimización del dimensionamiento de la zapata influye en el volumen de concreto, kilos de acero y costo de la partida en el hangar 21, Callao – 2019?	Específico: Determinar en qué medida la optimización del dimensionamiento de las zapatas influye en el volumen de concreto, kilos de acero y costo de la partida en el hangar 21, Callao – 2019.	Específico: La optimización del dimensionamiento de las zapatas influye significativamente en el volumen de concreto, kilos de acero y Costo de la partida en el hangar 21 en el Callao – 2019.	Geometría de los elementos estructurales	Tipos zapatas, pedestales y cobertura de acero. Distribución de acero en los elementos estructurales.	Planos de estructura, arquitectura		
			Estimaciones de cargas	Cargas muertas, Cargas vivas, Cargas de viento y sismo, Combinaciones de cargas.		Norma E020 Cargas Norma E030 diseño de sismo resistente E-050 de suelos y cimentaciones Norma E060 de concreto armado Norma E090 Estructuras metálicas Software SAP 2000	
¿De qué manera los esfuerzos actuantes influyen en la optimización del dimensionamiento de las zapatas en el hangar 21 en el Callao – 2019?	Determinar en qué manera los esfuerzos actuantes influyen en la optimización del dimensionamiento de las zapatas en el hangar 21 en el Callao – 2019.	Influye significativamente los esfuerzos actuantes en la optimización del dimensionamiento de las zapatas, a razón del volumen de concreto, kilos de acero y Costo de la partida en el hangar 21 en el Callao – 2019.	Esfuerzos actuantes	axial, cortante y momento flector	Norma E020 Cargas Norma E030 diseño de sismo resistente E-050 de suelos y cimentaciones Norma E060 de concreto armado Norma E090 Estructuras metálicas Software SAP 2000		
			VARIABLE DEPENDIENTE (Y): Optimización del dimensionamiento de las zapatas				
DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	Volumen de Concreto	12.06 m3	Presupuesto de obra Norma E020 Cargas Norma E030 diseño de sismo resistente E-050 de suelos y cimentaciones Norma E060 de concreto armado Norma E090 Estructuras metálicas		
¿De qué manera influirá el análisis estructural del hangar 21 modelado en el SAP 2000, el cual debe considerar las estimaciones de cargas, esfuerzos actuantes, geometría de los elementos y en función a los resultados diseñar las zapatas optimizando su dimensionamiento?	Analizar estructuralmente al hangar 21 y modelar en el SAP 2000, el cual debe considerar las estimaciones de cargas, esfuerzos actuantes, geometría de los elementos y en función a los resultados, diseñar las zapatas optimizando su dimensionamiento.	Es posible analizar estructuralmente al hangar 21 y modelar en el SAP 2000, el cual debe considerar las estimaciones de cargas, esfuerzos actuantes, geometría de los elementos y función a los resultados, diseñar las zapatas optimizando su dimensionamiento.				Kilos de Acero	700 kg
						Costo de la partida	s/ 113549.2

ANEXO 4

MATRIZ OPERACIONALIZACION					
Título: "Análisis estructural del hangar 21 para optimizar el dimensionamiento de las zapatas, Callao – 2019"					
VARIABLE DE ESTUDIO	EFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
VARIABLE INDEPENDIENTE (X): Análisis estructural del Hangar 21	NAVARRO, C y PEREZ, J (2010) "El análisis estructural es un procedimiento sistemático y metódico que tienen como fin determinar el comportamiento físico y mecánico de cualquier elemento estructural que son aplicadas a combinaciones de cargas según las solicitudes" (p.3)	Mediante un levantamiento arquitectónico	Geometría de los elementos estructurales	Tipos zapatas, pedestales y cobertura de acero. Distribución de acero en los elementos estructurales.	NOMINAL
		Modelamiento en el programa sap 2000	Estimaciones de cargas	Cargas muertas , Cargas vivas , Cargas de viento y sismo, Combinaciones de cargas.	RAZON
			Esfuerzos actuantes	axial, cortante y momento flector	RAZON
VARIABLE DEPENDIENTE (Y): Optimización del dimensionamiento de las zapatas	ORTEGA, R (2015) "El principio básico es el de que toda zapata deberá apoyarse sobre un terreno virgen y no sobre un relleno, siendo el fallo el que da la anchura teórica de las zapatas de carga o soportantes" (p.52)	Mediante un calculo en el excel	Volumen de Concreto	12.06 m3	RAZON
			Kilos de Acero	700 kg	RAZON
			Costo de la partida	s/ 113543.2	RAZON

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS
GENERALIDADES

PROYECTO DE INVESTIGACION	ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL HANGAR 21 PARA OPTIMIZAR EL DIMENSIONAMIENTO DE LAS ZAPATAS, CALLAO – 2019		
AUTOR	ANY GABRIELA VASQUEZ CARRILLO		
VARIABLE	ANÁLISIS ESTRUCTURAL		
DIMENSIÓN	GEOMETRIA DE LOS ELEMENTOS	INDICADOR	ZAPATAS, PEDESTALES Y PERFILES DE ACERO

INFORMACION GENERAL

UBICACIÓN	DISTRITO: CALLAO	PROVINCIA: LIMA	DEPARTAMENTO: LIMA
EDIFICACION	HANGAR 21		
ZONA DE TRABAJO	BASE AERONAVAVAL DEL CALLAO		

ELES	DIMENSIONES SEGÚN CAMPO				DIMENSIONES SEGÚN PLANO				CONFORMIDAD	
	A	B	C	D	A	B	C	D	SI	NO
NOMBRE DEL EXPERTO	JAIME SAUL				FIRMA Y SELLO		 <small>Ing. Jaime Saul López Prieto INGENIERO CIVIL No. CIP 142008</small>			
APELLIDOS DEL EXPERTO	LÓPEZ PRIETO									

ANEXO 8



6.2 Tipo de Cimentación

Dada la naturaleza del terreno a cimentar y las magnitudes posibles de las cargas transmitidas se recomienda utilizar una cimentación superficial, del tipo zapata, y cimiento corrido, desplantada a la profundidad mínima de 1.40 ms. respecto a la superficie del piso del terreno actual, para el caso de las cisterna y piscina se tonara un $D_f=1.00$ ms con respecto al nivel de su base.

6.3 Calculo de la Capacidad Portante admisible

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para la cimentación.

La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967), con los parámetros de Vesic (1971). De acuerdo a las dimensiones de zapata aislada, cimientos corridos.

Para hallar el valor de los Ángulos de fricción interna, de la calicatas escogidas, como las más desfavorables, se envió las muestras al laboratorio Geotécnico, del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres CISMID, de la Universidad Nacional de Ingeniería, para los ensayos de Compresión Triaxial UU diámetro de 10.0cm (ASTM D2850), donde se obtuvieron los siguientes parámetros:

calicata	Angulo de fricción (ϕ)	Cohesión (kg/cm ²)
C-10	39°	0.00
C-21	40°	0.00
C-47	36°	0.00
C-77	37°	0.00

Según Terzaghi y Peck:

$$q_{ul} = S_c \cdot C \cdot N_c + 1/2 \cdot S_{\tau} \cdot \delta \cdot B \cdot N_{\tau} + S_q \cdot \delta \cdot D_f \cdot N_q \dots (1)$$

$$q_{ad} = q_{ul}/F.S.$$

Donde:



Manuel Emilio Calabrera Nuñez Butron
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 48497

ANEXO 9



ESTUDIO DE MECANICA DE
SUELOS CON FINES DE
CIMENTACION Y
PAVIMENTACION



CALICATA C-47

F = 3.00

$\phi = 36^\circ$

C=	0.0000 Kg/cm ²	Nc	45.15	Sc	1.77
Df	1.40	N _T	31.88	S _T	0.60
B	1.50	Nq	30.57	Sq	1.75
δ	1.86				

Donde se tiene:

qu = 16.60 Kg/cm²

qadm = 5.53 Kg/cm²

CALICATA C-77

F = 3.00

$\phi = 37^\circ$

C=	0.0000 Kg/cm ²	Nc	49.26	Sc	1.80
Df	1.40	N _T	38.08	S _T	0.60
B	1.50	Nq	34.56	Sq	1.78
δ	1.90				

Donde se tiene:

qu = 19.62 Kg/cm²

qadm = 6.54 Kg/cm²

Para el caso de zapatas con una base minima de 1.50 m tendremos una capacidad
Qadm = 5.53kg/cm²



Manuel Emilio Caldeira Nuñez Buston
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 48497

Página | 32

ANEXO 10

I_f = factor de influencia que depende de la forma y la rigidez de la cimentación.

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron asumidas a partir de tablas publicadas con valores para el tipo de suelo existente donde irá desplantada la cimentación, en el libro del ACI de Cimentaciones de Concreto Armado en edificaciones.

Para este tipo de suelo de grava arenosa, donde irá desplantada la cimentación es conveniente considerar un módulo de elasticidad de $E = 800 \text{ Kg/cm}^2$ y un coeficiente de Poisson de $u = 0.15$. Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando cimentación rígida y flexible, se considera además que los esfuerzos transmitidos son iguales a la capacidad admisible de carga.

a) ZAPATAS (1.50x1.50 ms) (Df = 1.40m)

$\Delta q_s(\text{Kg/cm}^2)$	=	5.53
B (cm)	=	150.00
$E_s(\text{Kg/cm}^2)$	=	800.00
I_f (flexible)	=	0.95
I_f (rígido)	=	0.82
u	=	0.15
Se tiene:		
Cimentación Flexible	S =	0.96
Cimentación Rígida	S =	0.83

b) CIMENTO CORRIDO (B=0.80 ms) (Df = 1.40m)

$\Delta q_s(\text{Kg/cm}^2)$	=	3.44
B (cm)	=	80.00
$E_s(\text{Kg/cm}^2)$	=	800.00
I_f (flexible)	=	1.83
I_f (rígido)	=	1.70
u	=	0.15
Se tiene:		
Cimentación Flexible	S =	0.62
Cimentación Rígida	S =	0.57

 *Manuel Ernesto Sánchez Muñoz Salas*
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 43427

Página 130

16. Resumen de las condiciones de cimentación

Tipo de Cimentación	Zapatas, cimientos corridos		
Estrato de apoyo de la Cimentación	En la grava mal graduada GP, o grava mal graduada con presencia de limos GP-GM		
Parámetros de cimentación	Df. (m)	Q_{adm} (kg/cm ²)	Asentamiento
Zapatas de 1.50-1.50	1.40	5.53	0.96
Cimiento corrido	1.40	3.44	0.62
Plata de cimentación	1.00	1.60	2.54
Cimentación	Zapatas B=1.50m. Cimiento corrido B=0.80m. Plata de cimentación B=17.00m.		
Cementó	Tipo I		

 *Manuel Ernesto Sánchez Muñoz Salas*
INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 43427



ENSAYOS DE CARACTERIZACIONES FISICAS

(ASTM - D2216; D422; D4318; D427; D2487; D-3282)

Informe : LG17-101
 Solicitante : ING. MANUEL CATAFORA NUÑEZ BUTRON
 Proyecto : Ampliación de los Servicios Operacionales y Administrativos de la Base Aeronaval
 Ubicación : Av. Elmer Faucett S/N, Callao

Fecha : Julio, 2017

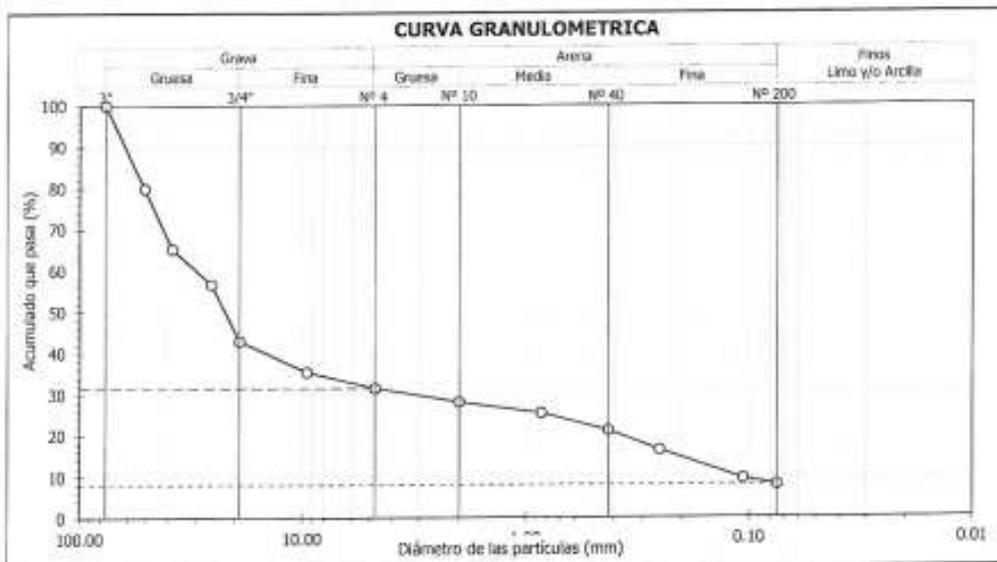
Sondeo : C - 47
 Muestra : —
 Profundidad (m) : 0.50 - 4.00

Hoja : 1 de 1

Tamiz	Abertura (mm)	Acum. q' Pasa (%)
3"	76.200	100.0
2"	50.800	79.9
1 1/2"	38.100	65.2
1"	25.400	56.6
3/4"	19.050	42.9
3/8"	9.525	35.4
Nº 4	4.750	31.5
Nº 10	2.000	28.1
Nº 20	0.850	25.4
Nº 40	0.425	21.1
Nº 60	0.250	16.4
Nº 140	0.106	9.4
Nº 200	0.075	8.0

Contenido de humedad - D2216 (%)		1.5
Límites de consistencia	Límite Líquido (%)	18
	Límite Plástico D4318 (%)	NP
	Índice de Plasticidad (%)	NP
Resultados de granulometría por tamizado	Límite de Contracción - D427 (%)	—
	Coefficiente de Uniformidad (Cu)	260.7
	Coefficiente de Curvatura (Cc)	3.1
	Grava [Nº 4 < φ < 3"] (%)	68.5
	Arena [Nº 200 < φ < Nº 4] (%)	23.4
Finos [φ < Nº 200] (%)	8.0	

Clasificación - D3282 / D2487	
AASHTO	SUCS
A-1a (0)	GP - GM
Grava mal gradada con limo y arena	



Observación : La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante.

Av. Túpac Amaru 1150, Rimac, Lima 25, Código Postal 15333 – Perú
 Teléfonos: (+51) 1 4820777 Anexo 401 / (+51) 1 481 1070 Anexo 421
 (+51) 1 4820804 / Celular: 951694234.
 Correo-e: labgeoc@uni.edu.pe / URL: <http://www.cismid-uni.org>

David Luna Durán
 DAVID LUNA DURÁN
 INGENIERO CIVIL - CIP 43988
 JEFE DEL LAB. GEOTÉCNICO

ANEXO 12

REGISTRO DE EXCAVACIONES

PROYECTO : "AMPLIACION DE LOS SERVICIOS OPERACIONALES Y ADMINISTRATIVOS DE LA BASE AERONAVAL"

UBICACIÓN : AV. ELMER FAUCETT 6N - CALLAO

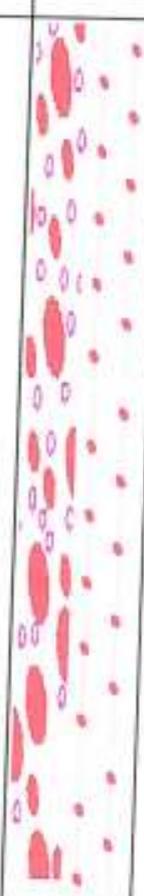
CONSULTOR: Ing. Manuel Catacora Núñez - Butrón

Fecha : Julio - 2017

Calicata : C-47

Profundidad : 4.00 ms.

N. F. No se encontró

PROF. (m)	TIPO DE EXCAVACIÓN	MUESTRA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	CLASIF. (S.U.C.S.)	SÍMBOLO
0.50	P D Z O A C I E L O A B I E R T O	M-1	Material relleno, carpeta asfáltica 2", luego un afirmado, compuesto por una arena con limos, de color beige, húmeda, en estado semi compacto.	R	
4.00		M-2	Grava mal graduada con presencia de limos, de color beige plumizo, en estado semi compacto, húmeda, con un tamaño promedio de grava sub redondeada 1 1/2", el balón mas grande es de 10"x 8", con presencia de áridos.	GP	


 Manuel Emilio Catacora Núñez Butrón
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros N° 43497