



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Propuesta de Diseño de sala de máquinas utilizando estructuras mixtas en una Planta Pesquera en Sullana, Piura 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Casanova Gonzalez, Guillermo Paul (orcid.org/0000-0002-2345-0413)

Flores Jimenez, Javier Enrique (orcid.org/0000-0002-9543-2898)

ASESOR:

Ing. Alzamora Román, Hermer Ernesto (orcid.org/0000-0002-2634-7710)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

PIURA - PERÚ

2022

Dedicatoria

A nuestros padres, quienes, desde siempre guían nuestros pasos. A Dios, quien es el motor y fortaleza para seguir adelante, al Ing. Guillermo Agustín Pablo Sevilla Riboty por todo el cariño, comprensión, respaldo y motivación que siempre nos brindó desde el inicio, en este mundo apasionante de la Ingeniería Civil, a Patrizia Consigli y Paolo Raffo Consigli por todas las enseñanzas, consejos y muestras de afecto constante.

Agradecimientos

A la Universidad Cesar Vallejo por la formación brindada y las enseñanzas dejadas, a los docentes y al asesor de tesis por su apoyo incondicional en harás de cumplir los objetivos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE	5
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad Problemática.....	13
1.2. Trabajos previos.	15
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	17
1.4. Formulación del Problema	17
1.5. Justificación del estudio	18
1.7. Objetivos.....	19
II. MARCO TEÓRICO	19
III. MÉTODO	20
3.1. Diseño de Investigación.....	20
3.2. Variables, operacionalización	21
3.3. Población y muestra	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	22
2.4.1. Técnica de Recolección de Datos.	22
2.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos.	23
2.4.3. Validez y Confiabilidad del instrumento.....	23
3.5. Métodos de análisis de datos	23
3.6. Aspectos éticos.....	23
IV. DESARROLLO	24
4.1. Equipos a Montar.....	24
4.2. Análisis Sísmico.....	26
4.3. Diseño de Vigas.....	43
4.4. Diseño de Columnas.....	49
4.5. Diseño de Zapatas.....	55
4.6. Diseño de Losa.....	65
V. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	72
5.1. Recursos y Presupuesto.....	72
5.2. Financiamiento	73

5.3.	Cronograma de Ejecución	73
5.4.	Tiempo Transcurrido.....	74
VI.	CONCLUSIONES	75
VII.	RECOMENDACIONES	75
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Variables, operacionalización</i>	21
Tabla 2 : <i>Valores del Factor Z para las provincias de Piura</i>	28
Tabla 3: <i>Valores del Factor U según el uso de la construcción</i>	29
Tabla 4: <i>Valores del Factor S según el suelo y la zona de ubicación</i>	30
Tabla 5: <i>Valores del Factor TP y TL según el factor S.</i>	30
Tabla 6: <i>Valores de Coeficiente Básico De Reducción R0</i>	32
Tabla 7: <i>Resumen de cortante basal en eje X</i>	35
Tabla 8: <i>Resumen de cortante basal en eje Y</i>	35
Tabla 9: <i>Espectro de Aceleraciones de la Norma E.030-2018</i>	36
Tabla 10: <i>Espectro de Aceleración para las características mencionadas</i>	38
Tabla 11: <i>Gráfica de espectro de Aceleración</i>	39
Tabla 12: <i>Derivas obtenidas por parte del Software Sap2000</i>	41
Tabla 13: <i>Solicitaciones de Vigas en Eje X de nivel 1</i>	44
Tabla 14: <i>Solicitaciones de Vigas en Eje X de nivel 2</i>	44
Tabla 15: <i>Solicitaciones de Vigas en Eje Y de nivel 1</i>	44
Tabla 16: <i>Solicitaciones de Vigas en Eje Y de nivel 2</i>	45
Tabla 17: <i>Catálogo de Vigas W</i>	46
Tabla 18: <i>Catálogo de vigas W</i>	47
Tabla 19: <i>Precio de viga</i>	48
Tabla 20: <i>Viga por su tamaño</i>	48
Tabla 21: <i>Diseño por Fuerza Axial y Momento</i>	49
Tabla 22: <i>Diagrama de interacción</i>	50
Tabla 23: <i>Diseño por Pandeo</i>	52
Tabla 24: <i>Diseño de zapatas</i>	56
Tabla 25: <i>Alturas mínimas para losas</i>	66
Tabla 26: <i>Acero positivo y negativo</i>	66
Tabla 27: Valores obtenidos de la resistencia de concreto $f'c$ 210kgf/cm² por edad	69
Tabla 28: <i>Recursos Humanos</i>	72
Tabla 29: <i>Recursos materiales</i>	72
Tabla 30: <i>Presupuesto</i>	73

Tabla 31: <i>Cronograma de elaboración</i>	74
Tabla 32: <i>Precio de Viga de Acero W8X58</i>	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sala de máquina de una planta industrial - Proanco.....	14
Figura 2: Uso de estructura como sala de Máquinas para una industrial Proanco....	15
Figura 3: Condensador de Amoniaco de tiro forzado a instalarse en la planta de congelados.	24
Figura 4: Base de condensador	25
Figura 5: Ubicación de los condensadores sobre las losas en la sala de máquinas .	25
Figura 6: Vista Isométrica de la sala de máquinas	26
Figura 7: Vista Isométrica de la sala de máquinas	27
Figura 8 : Valores de C, según los parámetros T_P , T_L y T	31
Figura 9: Periodo fundamental de vibración	31
Figura 10: Factores de Irregularidad I_a , I_p	33
Figura 11: Factores de Irregularidad I_a , I_p	34
Figura 12: <i>Introducción de parámetros sísmico al software Sap2000 para obtener la gráfica de espectro de aceleración.....</i>	39
Figura 13: Modelado de los elementos Estructurales de la estructura en Sap2000..	40
Figura 14: <i>Gráficas de solicitaciones luego de ejecutarse el análisis en Sap2000....</i>	40
Figura 15: Ubicación de los equipos de refrigeración a colocar sobre la estructura..	42
Figura 16: Nomenclatura de las vigas para el diseño.....	42
Figura 17: Gráfica de Solicitudes en vigas por medio del Software Sap2000.	43
Figura 18: Concepto inicial del proyecto.....	47
Figura 19: Concepto inicial del proyecto.....	50
Figura 20: Columna típica planteada para la estructura	51
Figura 21 : Columna típica planteada para la estructura.	51
Figura 22: Diseño de Viga Típica	54
Figura 23: Fuerzas de compresión actuantes sobre un par de zapatas en la estructura	55
Figura 24: Nomenclatura de las dimensiones de la base de la zapata	57
Figura 25: Diagrama de Cuerpo Libre para análisis de fuerzas y esfuerzo neto	58
Figura 26: Nomenclatura de dimensiones en planta de la zapata.....	59
Figura 27: Distribución en planta de las variables a calcularse para una zapata.	63
Figura 28: Ala de la zapata fuera de la columna	63

Figura 29: Vista en Planta del diseño de Zapata para la Estructura.....	65
Figura 30: Vista Lateral del diseño de Zapata para la Estructura.....	65
Figura 31: Alturas mínimas para losas	67
Figura 32: Diseño de Losa - Vista en planta.....	68
Figura 33: Diseño de Losa - Vista lateral.....	69
Figura 34: Máquina	78
Figura 35: Análisis de Similitud con Turnitin.....	80

RESUMEN

En la actualidad los nuevos diseños estructurales buscan desarrollar proyectos mucho más eficaces y económicos que en años anteriores, aprovechando la fluidez del concreto y las grandes posibilidades de trabajo que proporciona el acero, buscando encarecidamente una adecuada distribución de carga en la estructura para las zonas de compresión y tracción, a un bajo costo.

El presente trabajo plantea una propuesta de diseño utilizando estructuras mixtas para una sala de máquinas de 3 niveles, en una Planta Pesquera en la localidad de Sullana-Piura, que desea incrementar su capacidad de producción Ampliando la Sala de Proceso que posee y construyendo una Cámara de Congelado nueva, el espacio destinado para dicho proyecto es de 45 m², en el cual se prevé soportar 50 Ton de carga producto de los siguientes equipos de frío: Motor eléctrico de bomba de aceite marca Vilter, Bomba de aceite marca Vilter modelo, separador de aceite modelo, enfriador de aceite, Economizador tipo vertical, compresor de tornillo Vilter VSS-1851E de 700 HP, Tanque separador Vilter, tanque de termosifón, Tanque de surge Drum, Tanques de amoníaco del sistema de -42°C, Congelador continuo de mesa de contacto frigoscandia super contact de capa congelada modelo 400X9, 000mm y de las futuras proyecciones que la empresa requiera a fin de aumentar su oferta, así mismo en el tonelaje establecido está previsto el sistema de tuberías, accesorios, entre otros.

El estudio no prevé detallar referencias técnicas y características del sistema de frío propio de la empresa por no ser parte de la investigación y por ser información de carácter confidencialidad, por lo que se partirá únicamente del peso previsto a soportar para el cálculo, diseño y modelamiento de la estructura.

Palabras Clave: Estructura mixta, estructura de concreto, capacidad portante, acero, etc.

ABSTRACT

Currently, new structural designs seek to develop projects that are much more efficient and economical than in previous years, taking advantage of the fluidity of concrete and the great work possibilities that steel provides, earnestly seeking an adequate load distribution in the structure for the areas of compression and traction, at a low cost.

This work presents a design proposal using mixed structures for a 3-level machine room, in a Fishing Plant in the town of Sullana-Piura, which wants to increase its production capacity by Expanding the Process Room it has and building a Chamber of new Freezing, the space allocated for said project is 45 m², in which it is expected to support 50 Ton of cargo product of the following cold equipment: Vilter brand oil pump electric motor, Vilter brand oil pump model, separator Model Oil Cooler, Vertical Type Economizer, 700 HP VSS-1851E Vilter Screw Compressor, Vilter Separator Tank, Thermosyphon Tank, Surge Drum Tank, -42°C System Ammonia Tanks, Benchtop Continuous Freezer contact frigoscandia super contact of frozen layer model 400X9, 000mm and of the future projections that the company requires in order to increase its offer, also in the tonnage established The system of pipes, accessories, among others, is planned.

The study does not foresee to detail technical references and characteristics of the company's own cold system because it is not part of the investigation and because it is confidential information, so it will only start from the expected weight to support for the calculation, design and modeling of the structure.

Keywords: Mixed structure, concrete structure, bearing capacity, steel, etc.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Ante el aumento anual del total de habitantes a nivel mundial, puntualmente en los países Asiáticos y en Estados Unidos por sobre todo, es que se ve un incremento anual la demanda de productos hidrobiológicos para exportación del Perú, con la finalidad de llegar a satisfacer la demanda creciente es que las empresas exportadores se ven con la necesidad de aumentar la capacidad instalada de sus operaciones o en otras palabras incrementar la producción en su capacidad total, con la finalidad de incrementar su oferta y con ello poder cubrir las expectativas solicitadas por los clientes.

Habiendo que mencionar que la capacidad instalada naturalmente depende intrínsecamente de la infraestructura que posea la unidad productora existente y que las mismas dependen de la capacidad que estas tengan para producir el bien, por lo que resulta necesario construcciones eficientes y económicas que permitan aumentar la capacidad de procesamiento del producto, con motivo de incrementar la producción, es bajo estas consideraciones que nos vamos a situar en una Planta Pesquera en la localidad de Sullana-Piura, que desea incrementar su capacidad de producción Ampliando la Sala de Proceso que posee y construyendo una Cámara de Congelado nueva, para lo cual requiere una Nueva sala de Máquinas que permita suministrar la cadena de frio a las nuevas infraestructuras, para lo cual se necesitara primeramente realizar el cálculo de incremento de la capacidad de procesamiento, lo que seguidamente nos va a permitir calcular la demanda de Amoniaco adicional que se necesita, que en este caso ha sido determinada por **7, 217.56 kg**, lo que nos va a permitir dimensionar y armar nuestro sistema de refrigeración (equipos y tubería) con la finalidad de poder producir la cantidad requerida a suministrar.

El conocimiento de la capacidad de frio requerido, nos permitirá conocer las características técnicas necesarias para dicha finalidad, dándonos por ejemplo características de equipos y con ello poder diseñar una sala de máquinas acorde a lo seleccionado, para lo cual por la ubicación y el espacio limitado que poseíamos se propuso trabajar con una estructura de diseño mixto, es decir, concreto y acero estructural, para optimizar espacios, economizar recursos, etc.

Este trabajo de investigación busca realizar un diseño como propuesta para una sala de Máquinas utilizando Estructuras mixtas en una planta pesquera en Sullana-Piura, para lo cual se cuenta con un área reducida en espacio que debe ser capaz de soportar equipos de gran tamaño en función a su operatividad, dicho ello, cabe mencionar que el Perú no cuenta con ninguna normatividad nacional al respecto, por lo que esta investigación aspira a servir de base y/o como referencia para Ingenieros Civiles peruanos, población en general y autoridades, en la búsqueda de minimizar costos de infraestructura y maximizar la utilización de espacios.

Figura 1: Sala de máquina de una planta industrial - Proanco



Fuente: Planta de Proanco- Sullana

Figura 2: Uso de estructura como sala de Máquinas para una industrial Proanco



Fuente: Planta de Proanco- Sullana

Nota: La optimización de los espacios útiles en la estructura es importante para la instalación de conexiones de tubería.

1.2. Trabajos previos.

Cevallos & Rodríguez, (2016) en su trabajo de investigación titulado “Comparación técnica y económica del diseño de una Estructura Mixta con respecto a una convencional de concreto reforzado” por la Pontificie Universidad Javeriana tuvo como objetivo medir los tiempos de constructibilidad de las estructuras mixtas y compararlo con el concreto reforzado o armado como se conoce en Perú, resultando según su investigación que la estructura mixta posee un menor tiempo constructivo, lo que implica un menor coste de alquiler de equipos, mano de obra, tiempo de programación de obra, entre otros.

Alvear & Rúales, (2014) en su trabajo de investigación titulado “Diseño por desempeño en edificios de hormigón armado, de acero estructural y mixtos” por la Pontificia Universidad Católica de Ecuador tuvo como objetivo comparar los desempeños y

costos económicos de un edificio de hormigón armado, acero estructural, y mixto, llegando como conclusiones relevantes que la estructura de acero solo para una misma carga posee un costo 30% mayor a la de hormigón armado, lo que equivaldría a un incremento de aproximadamente un 10% del presupuesto total de la edificación con las características señaladas, por otro lado también determino que la estructura mixta tiene un costo 34% mayor a la de hormigón armado, lo que equivaldría a un incremento de aproximadamente un 9% del presupuesto total de una edificación estudiada.

Gamón & Bucheli, (2014) en su tesis de grado titulada “Diseño estructural y análisis comparativo entre la construcción con elementos de hormigón armado y estructura mixta para una edificación de cuatro plantas” por la Universidad de Azuay tuvo como objetivo analizar el comportamiento estructural de un sistema de concreto armado versus el de estructuras mixtas, así como ciertas ventajas y desventajas de aplicar uno u otro sistema en términos de funcionalidad, seguridad y costos, llegando a establecer que para una misma carga la estructura mixta resulta ser más económica, segura y de mayor ventaja frente a un evento sísmico.

Claverol & Martínez, (2018) en su tesis de grado titulada “Análisis comparativo entre tipologías de Estructuras Mixtas y Hormigón Armado Convencional en edificios en altura” por la Universidad Nacional de Asunción (FIUNA) tuvo como objetivo encontrar la mejor alternativa de construcción, para lo cual cotejo el sistema mixto y el sistema convencional en términos de consumo de materiales, tiempo de ejecución y costos directos, llegando a concluir que la estructura mixta era la mejor opción.

Gil & Rodríguez, (2015) en su tesis de grado titulada “Metodología practica para el diseño de pórticos de estructura mixta con uniones semirrígidas” por la universidad de Navarra, en este estudio se plantean técnicas de análisis de estructuras mixtas con nudos semirrígidos en los que se toma como punto de partida la rigidez de la unión que va a conducir a una distribución óptima de momentos.

Ortiz, (1997) en su tesis de grado titulada “La seguridad frente al incendio de las estructuras mixtas de edificación” por la universidad Politécnica de Madrid, siendo el principal objetivo la comparación de la estabilidad ante el fuego de vigas mixtas, de diversos diseños de secciones y sometidas a distintas variedades de acciones térmica, midiendo el tiempo hasta donde estas fallan en materia de resistencia al fuego.

Espinoza, (2014) en su tesis de grado titulada “Diseño estructural de una edificación con secciones compuestas” por la Universidad de Cuenca tuvo como objetivo el cálculo y diseño de una estructura mixta, determinándose los beneficios y ventajas de diseñar con este tipo de estructura.

Jacome, (2016) en su tesis de grado titulada “Determinación de las técnicas de Reforzamiento para mejorar el desempeño estructural de un edificio mixto” por la Universidad Técnica de Ambato, tuvo como objetivo determinar los modelos bajo los cuales era posible reforzar la estructura mixta con la finalidad de aumentar su resistencia.

1.3. Teorías relacionadas al tema

Estructuras mixtas:

La construcción de estructuras mixtas es aquella que utiliza la combinación de acero y de concreto armado en su edificación, en términos estructurales, permiten maximizar el trabajo del acero a tracción o compresión, y el concreto a compresión, logrando económicas soluciones tanto para el cálculo como para el diseño. Martinez, (1966).

El concepto de modelo responde a la representación idealizada y simplificada del elemento estructural, cuya realidad es mucho más compleja. López & García, (2013).

Uno de los aportes iniciales de las estructuras mixtas fue la inmersión de las vigas de acero a las losas de concreto, generando la reducción de la altura de las vigas debido a la rigidez que aporta la losa. Aranís, (2006).

Las losas mixtas permiten la eliminación del encofrado, así como la no utilización del pie derecho o sistemas de soporte, lo que permite una mayor maniobrabilidad en la parte inferior de la estructura y economizando en dicho material. Herrera, (2007)

La parte fundamental del diseño u evaluación de un edificio es poder identificar la curva de capacidad donde se ubica el corte de diseño, buscando que este se encuentra por debajo del primer cambio de rigidez para que este dentro del rango elástico (sin involucrar la fluencia de los ángulos ni abertura de conexiones) Beltrán & Herrera, (2010).

1.4. Formulación del Problema

Pregunta General:

¿La construcción del tipo Estructura mixta influye en una estructura porticada en términos de carga y de espacio?

Preguntas Específicas:

- ✓ ¿El tiempo de la construcción de una estructura mixta es mayor que una de concreto armado?
- ✓ ¿La relación Costo/Carga es mayor en una estructura mixta que en una de concreto armado?

- ✓ ¿Cuál es el beneficio tangible de utilizar una estructura mixta?

1.5. Justificación del estudio

La presente investigación está justificada técnicamente, basado en el cálculo y diseño de una estructura del tipo mixto, que permita soportar la carga de los equipos, tuberías y accesorios necesarios para suministrar Amoniaco a una cámara de congelados y una sala de proceso en un espacio reducido.

La justificación práctica de la investigación se sustenta en el alcance de los objetivos de estudio, en poder realizar el cálculo y diseño de una estructura mixta que soporte **50 Ton** en un espacio reducido de **45m²**, dicho alcance supone una posibilidad de propuesta de cambio reglamentario en el Reglamento Nacional de Edificaciones Peruano.

La justificación metodológica está amparada en que al determinar la capacidad portante de la estructura mixta en el presente estudio, este puede ser de utilidad para colegas o investigadores que deseen tomarlo como punto de partida o referencia como nuevo método constructivo, de igual forma puede servir de guía para las entidades veedoras o reguladoras de la construcción en el país, con la finalidad de ampliar el reglamento nacional de edificaciones añadiéndole un ITEM sobre este tipo de metodología.

La relevancia social de la investigación consiste en disminuir los costos asociados a la construcción, la seguridad y la disminución de los costos asociados a la misma.

1.6. Hipótesis

Hipótesis general:

Demostrar la viabilidad de una estructura mixta en una planta pesquera en Sullana, Piura 2021.

Hipótesis Específicas:

- ✓ Determinar si el espacio de construcción utilizado por la estructura mixta en términos de alturas libres internas es menor que el usado por la estructura de concreto armado tradicional.
- ✓ Determinar si el proceso constructivo en términos de tiempo de una estructura mixta es menor que el de una estructura tradicional.

- ✓ Valorar si el costo de la construcción de estructura mixta es menor a una edificación aporticada.

1.7. Objetivos

Objetivo General

Determinar si la estructura mixta aumenta la capacidad portante de esta estructura a un menor costo que el concreto armado.

Objetivos Específicos:

- ✓ Determinar si el espacio usado por la estructura mixta en términos de espacio ocupado es menor que el concreto armado a la misma resistencia.
- ✓ Establecer el tiempo de la construcción de estructura mixta en una edificación porticada
- ✓ Determinar el costo de la construcción de estructura mixta en una edificación porticada.

II. MARCO TEÓRICO

En cuanto a la normativa y legislación utilizada se tiene normativa y reglamentos con que trabajamos y he adquirido conocimiento son:

- ✓ Norma Técnica de Edificación de Cargas E.020
- ✓ Norma Técnica de Diseño Sismorresistente E.030
- ✓ Norma Técnica de Suelos y Cimentación E.050
- ✓ Norma Técnica de Edificación de Concreto Armado E.060
- ✓ Norma Técnica de Albañilería E.070

III. MÉTODO

3.1. Diseño de Investigación

a) Tipo de Investigación:

La presente investigación “PROPUESTA DE DISEÑO DE SALA DE MÁQUINAS UTILIZANDO ESTRUCTURAS MIXTAS EN UNA PLANTA PESQUERA EN SULLANA, PIURA” es de tipo Básica. Según VALDEMAR, (2018) se distingue también como investigación teórica, pura o fundamental, dado que se ampara en un cumulo de conocimientos científicos estructurados y no necesariamente produce conclusiones u resultados prácticos de manera inmediata, más bien le pone énfasis en producir y tomar información de la realidad con la finalidad de engrandecer el conocimiento teórico, direccionado encontrar principios y leyes (p.164).

b) Nivel de Investigación:

Esta posee el tipo Explicativo, pues el eje central es detallar los eventos sociales y físicos propios de la caracterización de la variable independiente (Estructuras Mixtas) en razón de la variable dependiente, tal y como se muestra en el cuadro de operación de variables Carrasco (2016)

c) Diseño de Investigación:

El trabajo realizado es de tipo transversal dado a que únicamente para determinar las conclusiones se utilizan los resultados de la variable emanados en el periodo de investigación, no considerando hechos que ocurran con las variables fuera del tiempo de la investigación (HERNANDEZ, y otros, 1997).

3.2. Variables, operacionalización

Tabla 1: Variables, operacionalización

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
V1: VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTRUCTURA MIXTA	Son denominadas Estructuras Mixtas a las estructuras con capacidad de resistencia que tienen un corte de composición mixtas, o sea secciones resistentes en donde el acero estructural (Estructuras Metálicas) y el Concreto (Estructuras de Concreto Armado) trabajan en forma aportante recíprocamente.	Estructura mixta se operacionaliza mediante D1: Estructura mixta de concreto D2: Estructura mixta de Acero y posee 3 indicadores	D1: Estructura mixta de concreto	*Personal que acceda a trabajar.	V. Cualitativa Discreta
				*Herramientas	
				*Vibraciones	
			D2: Estructura mixta de Acero	*Peso propio de la estructura	V. Cualitativa Discreta
				*Peso de las máquinas instaladas	
				*Diagrama de Momento Flector	
V2: VARIABLE DEPENDIENTE: RESISTENCIA	La resistencia se define como la capacidad para resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas sin romperse, adquirir deformaciones permanentes o deteriorarse de algún modo.	Resistencia se operacionaliza mediante D1: Resistencia de compresión D2: Resistencia de Tracción	D1: Resistencia a la compresión.	*Diagrama de Fuerza Cortante	V. Cualitativa Discreta
				*Flexión	
			D2: Resistencia a la tracción	*Lluvia	V. Cualitativa Discreta
				*Viento	
				*Sismo	

Fuente: Propia

3.3. Población y muestra

Población:

La población, concluye en precisar la población objetiva, en el grupo de finito o infinito de componentes con características frecuentes para los cuales será extensas el cumplimiento de la investigación. Esto queda demarcado en el problema y los objetivos del estudio. (Arias 2012, pág. 82).

La población en el presente trabajo está representada por la edificación erigida en la zona delimitada del proyecto en Sullana, Piura. Teniendo las consideraciones esbozadas en el marco teórico y problemática.

Muestra:

La muestra no es más que unos elementos de un conjunto de datos a analizarse, generalmente se les atribuye exactitud, pues, tiene la capacidad de mostrarnos ciertos fenómenos o singularidades del conjunto del cual fueron tomados.

En el caso puntual del estudio, la muestra constará de los pisos de la edificación que tienen las medidas de 9m de ancho y 5m de largo.

Muestreo:

Según Valderrama (2018, p.176) es una forma de escoger la parte más significativa de la población, por medio de una elección fortuita o mecánica de las unidades de muestreo.

Los procedimientos para obtener los elementos parcialmente pasarán a ser de tipo censal, pues se tomó en calidad de representación indicadora un valor igual de metros entre los pisos, se tomó además un área de la muestra de 45 m². La edificación se conforma con 3 niveles, a 3.35 el primer nivel en altura, 3.35m del 2° a los 3 ° nivel de altura de entrepisos, acompañados con 90 cm de parapeto.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.4.1. Técnica de Recolección de Datos.

En el desarrollo de esta investigación se usará la técnica de observación, por medio del análisis de datos del software SAP2000, los cuales serán sometidos a evaluación con la ayuda del software Excel.

2.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos.

La evaluación se logró mediante el apoyo de los softwares y reglamentos:

- SAP 2000 y Excel (resolución de incógnitas estructurales)
- Norma técnica peruana de la construcción.

2.4.3. Validez y Confiabilidad del instrumento.

Es inaplicable validarla pues las herramientas manejadas son programas de diseño que, establecidos para la evaluación y diseño estructural, formatos ya establecidos por la Norma Técnica Peruana.

3.5. Métodos de análisis de datos

Las variables e incógnitas recolectadas por el programa SAP 2000 producto de la presente investigación, se almacenarán para facilitar el análisis de estos, buscando las bondades y desventajas según las cualidades de la mencionada estructura mixta.

3.6. Aspectos éticos

La desarrollada presente investigación está enmarcada dentro de los lineamientos éticos y buena conducta por parte de los tesisistas, determinados en el reglamento de tesis de la Universidad César Vallejo, así mismo se señala que los datos serán veraces y confiables, para lograr conclusiones más eficientes a fin de arribar a los objetivos planteados.

IV. DESARROLLO

Para conocer las solicitudes de los elementos estructurales (losas, vigas, columnas y zapatas) será necesario conocer los equipos a los cuales albergará la sala de máquinas a diseñar.

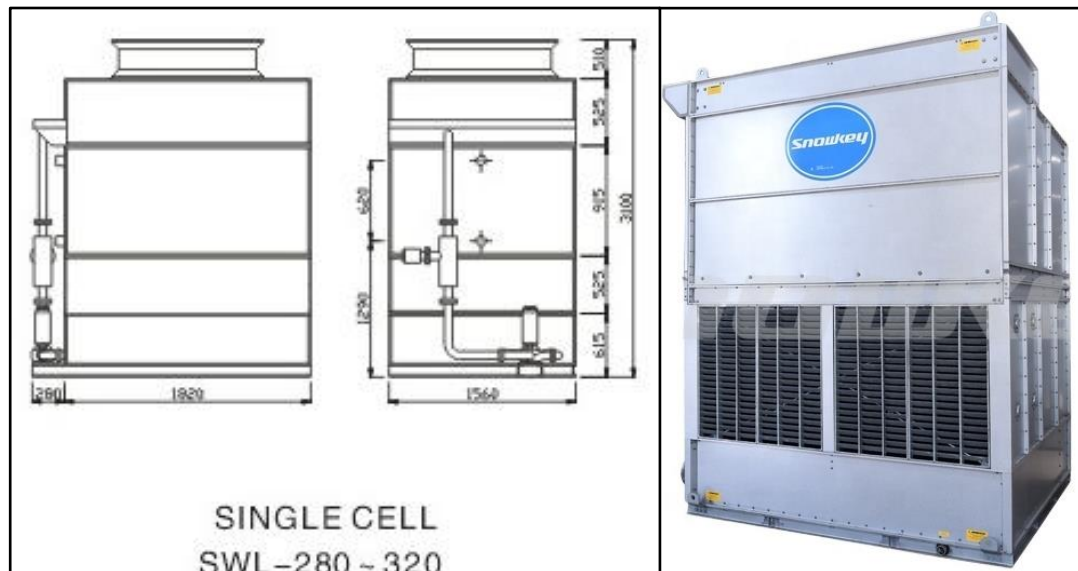
Básicamente, para la planta de congelados a la cual va destinada la estructura mixta en cuestión, se albergarán equipos de refrigeración que en este caso son condensadores de amoníaco de tiro forzado.

Conociendo las características de estos equipos, como el peso de los mismos y las dimensiones que poseen, podemos plantear y modelar un modelo que se adecue a las características que necesitamos.

4.1. Equipos a Montar

Los equipos a instalarse en la planta a los cuales va destinada la estructura a diseñar, son condensadores de refrigerante (amoníaco para este caso) de tiro forzado.

Figura 3: Condensador de Amoníaco de tiro forzado a instalarse en la planta de congelados.



Fuente: Ficha tecnica Condensador de Amoníaco Snowkey

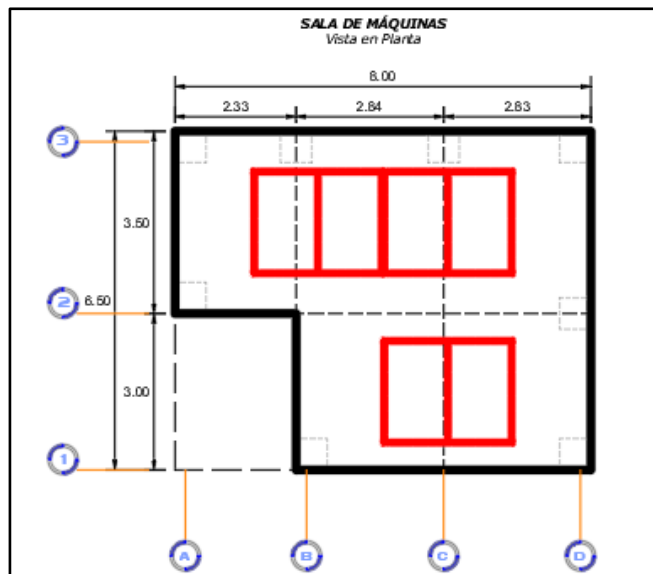
Figura 4: Base de condensador



Fuente: Propia

Nota: La base del condensador nos brinda idea de cómo las cargas de este se distribuyen hacia la losa sobre la que descansará.

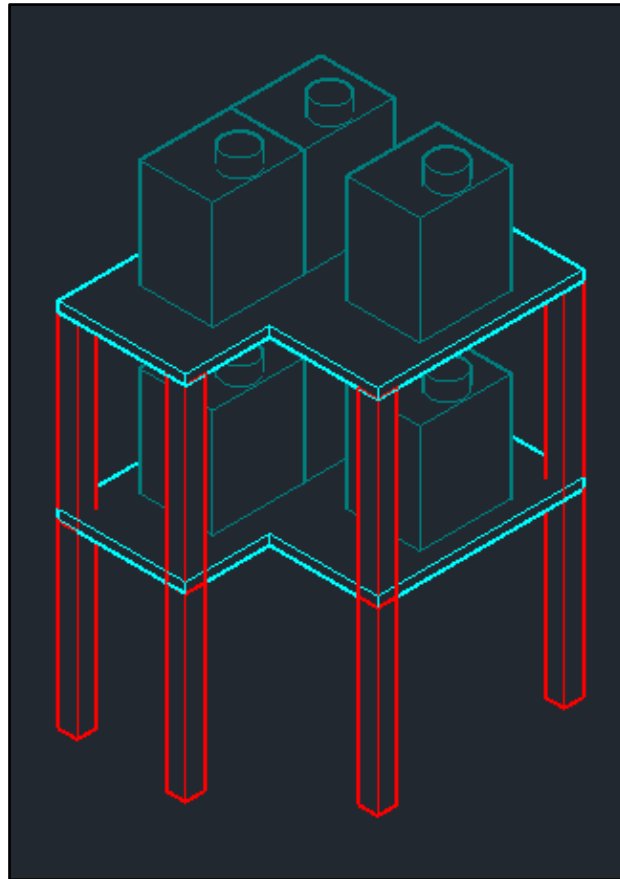
Figura 5: Ubicación de los condensadores sobre las losas en la sala de máquinas



Fuente: Propia

Nota: La distribución de los equipos nos permitirá conocer como de distribuyen las cargas hacia los elementos estructurales.

Figura 6: Vista Isométrica de la sala de máquinas



Fuente: Propia

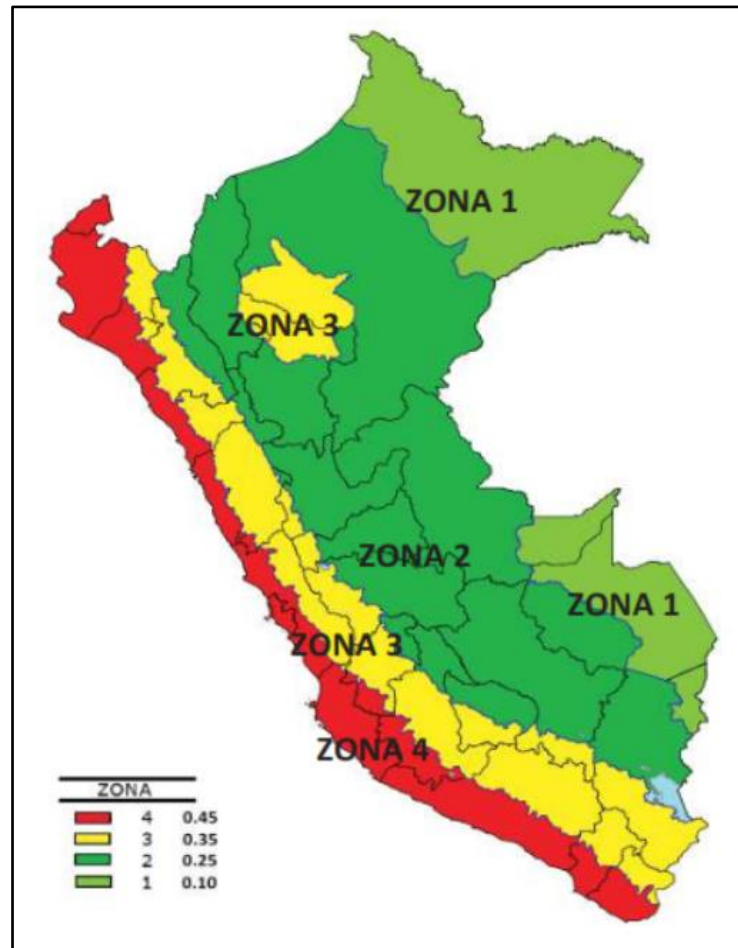
Parámetros de Diseño que se empleará en el cálculo de la sala de máquinas

4.2. Análisis Sísmico

Para realizar el diseño de la estructura mixta, en base a la Norma peruana E.030 Diseño Sismorresistente, se recolectaron todos los parámetros sísmicos para obtener la cortante basal.

FACTOR Z

Figura 7: Vista Isométrica de la sala de máquinas



Fuente: Norma Técnica Peruana E.030

Nota: El mapa muestra la distribución de zonas para el Perú dependiendo de su ubicación.

Tabla 2 : Valores del Factor Z para las provincias de Piura

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
PIURA	PAITA	AMOTAPE	4	TODOS LOS DISTRITOS
		ARENAL		
		COLÁN		
		LA HUACA		
		PAITA		
		TAMARINDO		
		VICHAYAL		
	SECHURA	BELLAVISTA LA UNION	4	TODOS LOS DISTRITOS
		BERNAL		
		CRISTO NOS VALGA		
		RINCONADA LLICUAR		
		SECHURA		
		VICE		
	SULLANA	BELLAVISTA	4	TODOS LOS DISTRITOS
		IGNACIO ESCUDERO		
		LANCONES		
		MARCAVELICA		
		MIGUEL CHECA		
		QUERECOTILLO		
		SALITRAL		
		SULLANA		
	TALARA	EL ALTO	4	TODOS LOS DISTRITOS
		LA BREA		
		LOBITOS		
		LOS ÓRGANOS		
		MÁNCORA		
		PARIÑAS		

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030

Nota: Para Sullana, según las tablas de zonificación brindadas por la Norma Peruana E.030 se considerará:

Z=0.45.FACTOR U

Tabla 3: Valores del Factor U según el uso de la construcción

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
A Edificaciones Esenciales	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030

Nota: Para la Edificación Industrial, según las tablas de categorías de edificación y factor U brindadas por la Norma Peruana E.030 se considerará:

U=1.

FACTOR DE SITIO S, T_P y T_L

Tabla 4: Valores del Factor S según el suelo y la zona de ubicación

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA \ SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00
	Roca Dura	Suelo Rígido	Suelo Intermedio	Suelo Flexible

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030

Tabla 5: Valores del Factor T_P y T_L según el factor S.

Tabla N° 4 PERÍODOS " T_P " Y " T_L "				
	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
T_P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030

Considerándose un Suelo Intermedio y una zona Z4, según las tablas de categorías de factor de suelo S brindadas por la Norma Peruana E.030 se considerará:

$$S=1.05$$

$$T_P(S)=0.6$$

$$T_L(S)=2.0$$

FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SISMICA C

Según la Norma Peruana E.030 el factor C dependerá del Periodo Fundamental de Vibración.

Figura 8 : Valores de C, según los parámetros T_P , T_L y T

$T < T_P$	$C = 2,5$
$T_P < T < T_L$	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$
$T > T_L$	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$

Fuente: Norma Tecnica Peruana E.030

Figura 9: Periodo fundamental de vibración

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

Donde:
 $C_T = 35$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

Fuente: Norma Tecnica Peruana E.030

Evaluaremos el valor T para nuestra edificación

$H_n =$ Altura de Edificación (10m)

$C_T = 35$

$T = 2.286$

Entonces según las consideraciones para el Factor C, se obtiene

$C = 2.5$.

COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE FUERZA SISMICA R_0

Tabla 6: Valores de Coeficiente Básico De Reducción R_0

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_0 (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7(**)

(*) Estos coeficientes se aplican únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.
(**) Para diseño por esfuerzos admisibles.

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030

Con las características de la estructura a diseñar, se considerará:

$$R_0=8$$

IRREGULARIDADES I_a e I_p

Magnitud de la fuerza cortante basal, necesaria para aplicarse al centro de masa de la estructura.

Figura 10: Factores de Irregularidad I_a , I_p

Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I_a	Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_p
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.	0,75	Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (Δ_{max}) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{prom}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.	0,60
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.		Esquinas Entrantes La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta.	0,90
Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.	0,50	Discontinuidad del Diafragma La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25% del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.	0,85
Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.		Sistemas no Paralelos Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10% de la fuerza cortante del piso.	0,90
Irregularidad de Masa o Peso Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el artículo 26, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.	0,90		
Irregularidad Geométrica Vertical La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.	0,90		
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento.	0,80		
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10) Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25% de la fuerza cortante total.	0,60		
Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_p		
Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (Δ_{max}) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{prom}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.	0,75		

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030

Con las características de la estructura a diseñar, se considerará:

$$I_a=1$$

$$I_p=0.9$$

COEFICIENTE DE REDUCCIÓN DE FUERZAS SÍSMICAS R

Figura 11: Factores de Irregularidad I_a , I_p

Artículo 22.- Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R
El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determina como el producto del coeficiente R_0 determinado a partir de la Tabla N° 7 y de los factores I_a , I_p obtenidos de las Tablas N° 8 y N° 9.

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

Fuente: Norma Técnica Peruana E.030

Por tanto, el valor del coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R será:

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

$R_0=8$

$I_a=1$

$I_p=0.9$

Entonces $R=7.2$

Tabla 7: Resumen de cortante basal en eje X

TX=	0.3378	S
Z=	0.45	Zona 4-Sullana
S=	1.05	Suelo S2
TP=	0.6	S2
TL=	2	S2
U=	1	TIPO "C"
C=	2.5	
Ro=	8	Muro Estructural Ro=8
la=	1	
lp=	0.9	
PESO EDIFICIO	215	Tonf
VE=ZUCS/R	0.16406	Coeficiente Sísmico C
VEXX=	35.273	Tonf
C/R>0.11	0.3125	Cumple

Fuente: Propia

Tabla 8: Resumen de cortante basal en eje Y

TX=	0.3587	S
Z=	0.45	Zona 4-Sullana
S=	1.05	Suelo S2
TP=	0.6	S2
TL=	2	S2

U=	1	TIPO "C"
C=	2.5	
Ro=	8	Muro Estructural Ro=8
la=	1	
lp=	0.9	
PESO EDIFICIO	215	Tonf
VE=ZUCS/R	0.16406	Coeficiente Sísmico C
VEXX=	35.273	Tonf
C/R>0.11	0.3125	Cumple

Fuente: Propia

Tabla 9: Espectro de Aceleraciones de la Norma E.030-2018

Datos

Perfil de Suelo	S2	Suelo Intermedio
Zona Sísmica	Z4	Sullana
Categoría	C	Industrial

Fuente: Propia

Z	0.45
T_P (s)	0.6
TL (s)	2
Factor de suelo "S"	1.05
Factor de Uso "U"	1
R_x	7.2
R_y	7.2

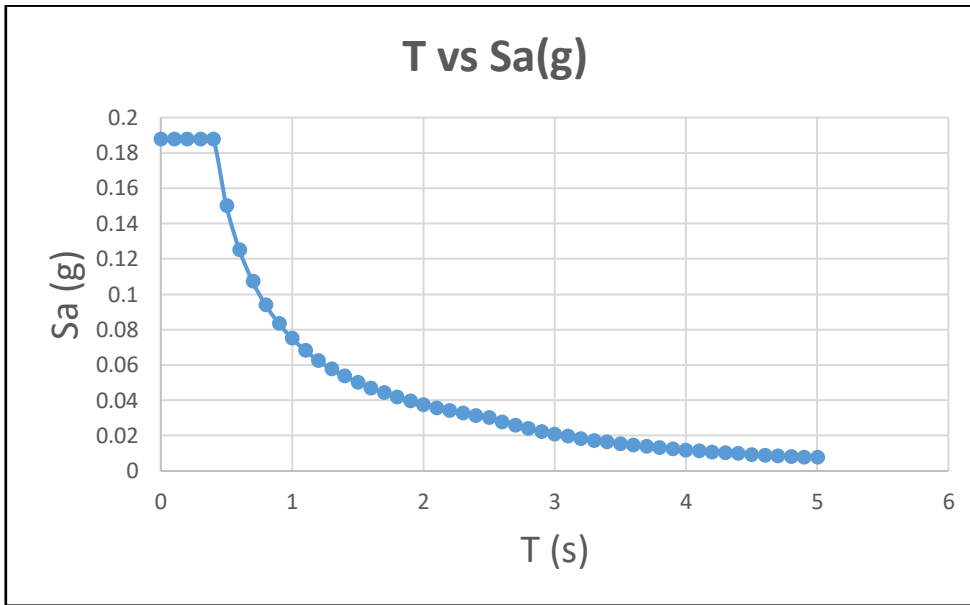
Fuente: Propia

Tabla 10: Espectro de Aceleración para las características mencionadas

	T	C	Sa	Sa(g) [Sa/g]
	0	2.5	1.609453125	0.1640625
	0.1	2.5	1.609453125	0.1640625
	0.2	2.5	1.609453125	0.1640625
	0.3	2.5	1.609453125	0.1640625
	0.4	2.5	1.609453125	0.1640625
	0.5	2.5	1.609453125	0.1640625
TP=	0.6	2.5	1.609453125	0.1640625
	0.7	2.142857143	1.37953125	0.140625
	0.8	1.875	1.207089844	0.12304688
	0.9	1.666666667	1.07296875	0.109375
	1	1.5	0.965671875	0.0984375
	1.1	1.363636364	0.877883523	0.08948864
	1.2	1.25	0.804726563	0.08203125
	1.3	1.153846154	0.742824519	0.07572115
	1.4	1.071428571	0.689765625	0.0703125
	1.5	1	0.64378125	0.065625
	1.6	0.9375	0.603544922	0.06152344
	1.7	0.882352941	0.568042279	0.05790441
	1.8	0.833333333	0.536484375	0.0546875
	1.9	0.789473684	0.508248355	0.05180921
TL=	2	0.75	0.482835938	0.04921875
	2.1	0.680272109	0.437946429	0.04464286
	2.2	0.619834711	0.399037965	0.04067665
	2.3	0.56710775	0.365093336	0.03721645
	2.4	0.520833333	0.335302734	0.03417969
	2.5	0.48	0.309015	0.0315
	2.6	0.443786982	0.285701738	0.02912352
	2.7	0.411522634	0.264930556	0.02700617
	2.8	0.382653061	0.246344866	0.02511161
	2.9	0.356718193	0.229648484	0.02340963
	3	0.333333333	0.21459375	0.021875
	3.1	0.312174818	0.200972294	0.02048647
	3.2	0.29296875	0.188607788	0.01922607
	3.3	0.275482094	0.177350207	0.01807851
	3.4	0.259515571	0.167071259	0.01703071
	3.5	0.244897959	0.157660714	0.01607143
	3.6	0.231481481	0.149023438	0.01519097
	3.7	0.219138057	0.141076972	0.01438093
	3.8	0.207756233	0.133749567	0.013634
	3.9	0.197238659	0.12697855	0.01294379
	4	0.1875	0.120708984	0.01230469
	4.1	0.178465199	0.114892549	0.01171178
	4.2	0.170068027	0.109486607	0.01116071
	4.3	0.162249865	0.104453421	0.01064765
	4.4	0.154958678	0.099759491	0.01016916
	4.5	0.148148148	0.095375	0.00972222
	4.6	0.141776938	0.091273334	0.00930411
	4.7	0.135808058	0.087430681	0.0089124
	4.8	0.130208333	0.083825684	0.00854492
	4.9	0.124947938	0.08043914	0.00819971
	5	0.12	0.07725375	0.007875

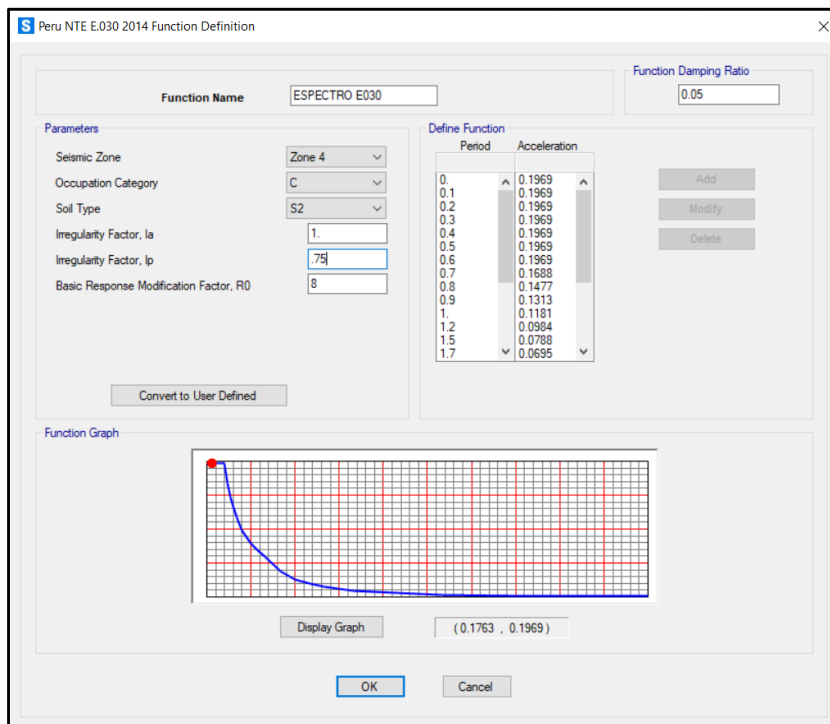
Fuente: Propia

Tabla 11: Gráfica de espectro de Aceleración



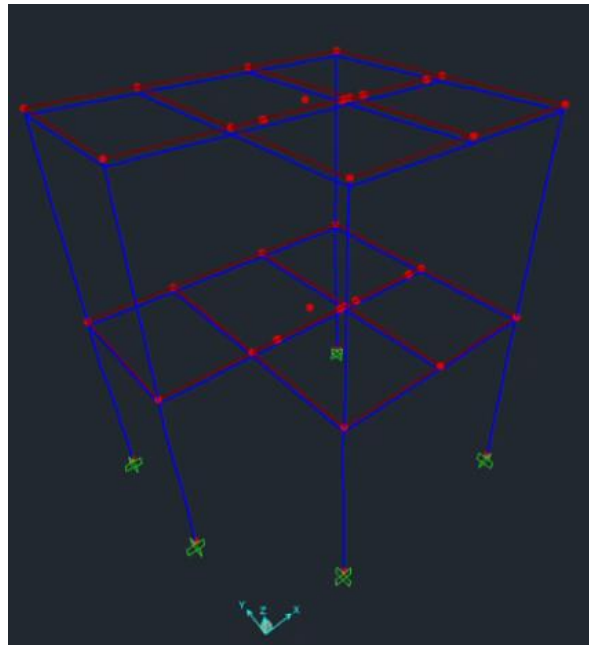
Fuente: Propia

Figura 12: Introducción de parámetros sísmico al software Sap2000 para obtener la gráfica de espectro de aceleración



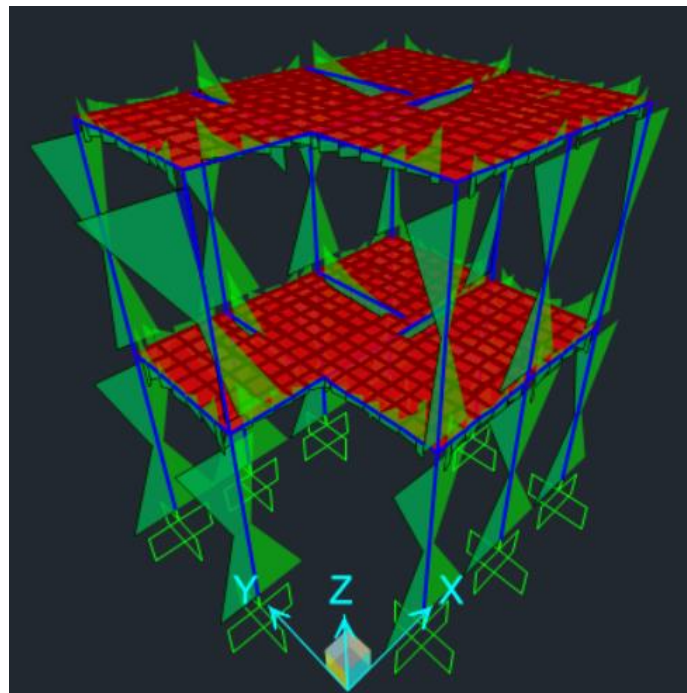
Fuente: Propia

Figura 13: Modelado de los elementos Estructurales de la estructura en Sap2000.



Fuente: Propia

Figura 14: Gráficas de solicitaciones luego de ejecutarse el análisis en Sap2000



Fuente: Propia

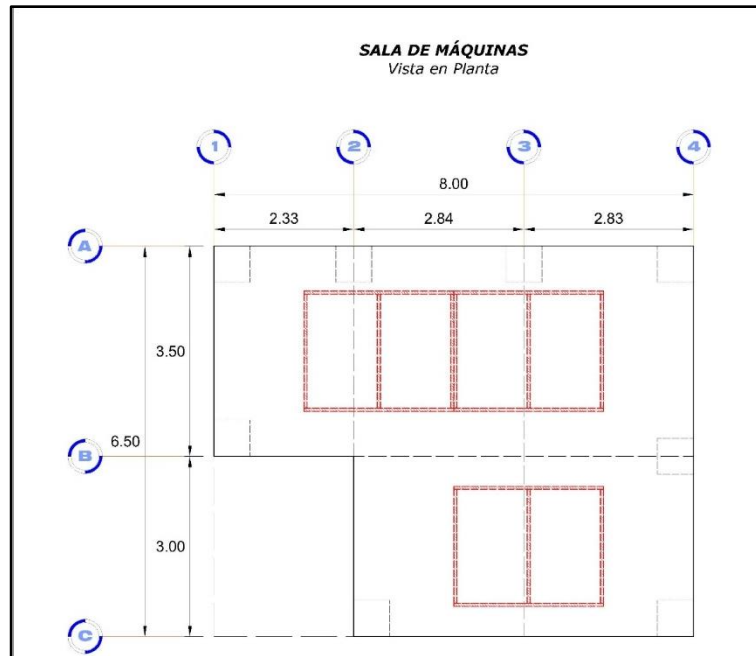
Nota: Diagramas de Fuerzas cortantes para elementos lineales (columnas y vigas)

Tabla 12: Derivas obtenidas por parte del Software Sap2000

TABLE: Joint Displacements								R	7.2
Joint	U1	U2	U3	DESPLAZAMIENTO RELATIVO X [dx]	DESPLAZAMIENTO RELATIVO Y [dy]	DESP. RELAT. INEL X drx=[dx·0.85·R]	DESP. RELAT. INEL Y dry=[dy·0.85·R]	DERIVAS X-X [drix/h]	DERIVAS Y-Y [driy/h]
Text	m	M	m						
1-1	0	0	0			0	0	0	0
1-2	0.003427	0.000073	0.000075	0.000073	0.00365	0.00044676	0.022338	0.000089352	0.0044676
1-3	0.005687	0.000127	0.000096	0.000054	0.002676	0.00033048	0.01637712	0.000066096	0.003275424
1-4	0	0	0			0	0	0	0
1-5	0.003427	0.000042	6.481E-06	0.000042	0.003645	0.00025704	0.0223074	0.000051408	0.00446148
1-6	0.005687	0.000073	7.279E-06	0.000031	0.00265	0.00018972	0.016218	0.000037944	0.0032436
1-7	0	0	0			0	0	0	0
1-8	0.003427	0.000094	0.000089	0.000094	0.00364	0.00057528	0.0222768	0.000115056	0.00445536
1-9	0.005687	0.000169	0.000112	0.000075	0.002623	0.000459	0.01605276	0.0000918	0.003210552
2-1	0	0	0				0	0	0
2-2	0.000041	0.003654	0.000089	0.000127	0.003654	0.00077724	0.02236248	0.000155448	0.004472496
2-3	0.000067	0.006353	0.000114	0.000097	0.002699	0.00059364	0.01651788	0.000118728	0.003303576
2-4	0	0	0			0	0	0	0
2-5	0.000041	0.00364	0.000016	0.000094	0.00364	0.00057528	0.0222768	0.000115056	0.00445536
2-6	0.000067	0.006263	0.000019	0.000075	0.002623	0.000459	0.01605276	0.0000918	0.003210552
3-1	0	0	0			0	0	0	0
3-2	0.00329	0.000127	0.000104	0.000127	0.003654	0.00077724	0.02236248	0.000155448	0.004472496
3-3	0.00543	0.000224	0.000128	0.000097	0.002699	0.00059364	0.01651788	0.000118728	0.003303576
3-4	0	0	0			0	0	0	0
3-5	0.00329	0.000073	0.000031	0.000073	0.00365	0.00044676	0.022338	0.000089352	0.0044676
3-6	0.00543	0.000127	0.000028	0.000054	0.002676	0.00033048	0.01637712	0.000066096	0.003275424
3-7	0	0	0			0	0	0	0
3-8	0.00329	0.000042	0.00001	0.000042	0.003645	0.00025704	0.0223074	0.000051408	0.00446148
3-9	0.00543	0.000073	3.999E-06	0.000031	0.00265	0.00018972	0.016218	0.000037944	0.0032436
3-10	0	0	0			0	0	0	0
3-11	0.00329	0.000094	0.000087	0.000094	0.00364	0.00057528	0.0222768	0.000115056	0.00445536
3-12	0.00543	0.000169	0.000109	0.000075	0.002623	0.000459	0.01605276	0.0000918	0.003210552

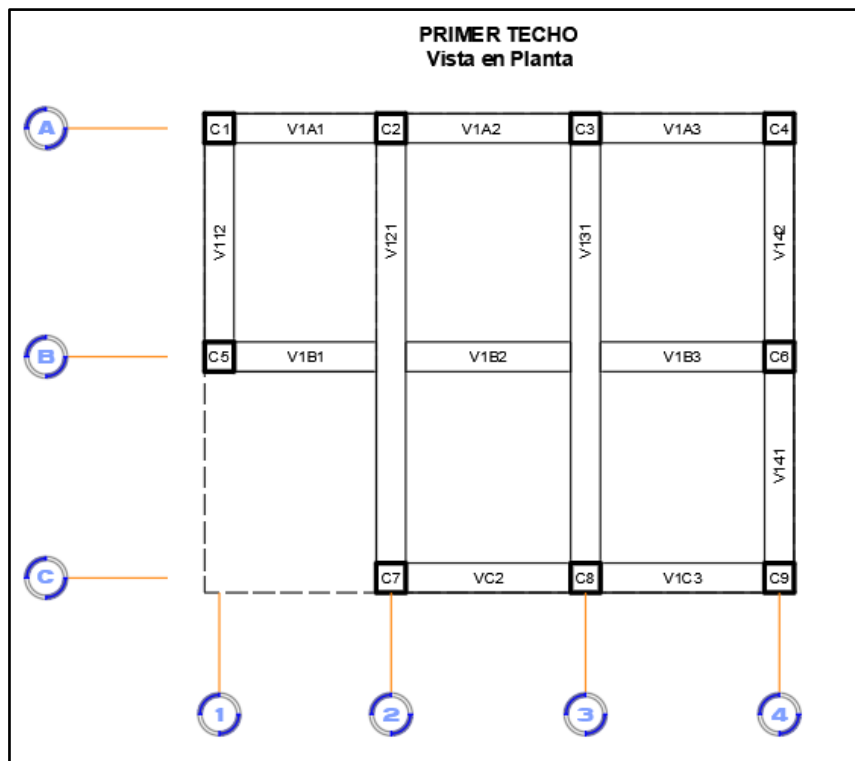
Fuente: Propia (Notamos que las derivas son menores a 0.007 por ende estamos cumpliendo este requerimiento).

Figura 15: Ubicación de los equipos de refrigeración a colocar sobre la estructura



Fuente: Propia

Figura 16: Nomenclatura de las vigas para el diseño

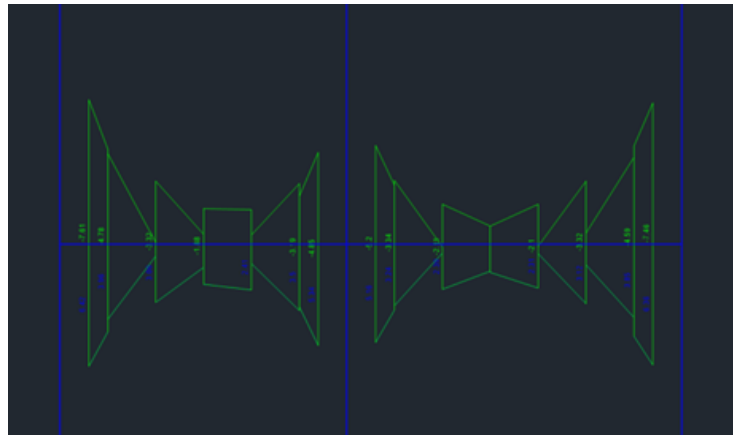


Fuente: Propia

4.3. Diseño de Vigas

Para proceder a diseñar las vigas de Acero estructural, consultaremos al software Sap2000 las solicitaciones para estas y así poder realizar los cálculos necesarios.

Figura 17: Gráfica de Solicitudes en vigas por medio del Software Sap2000.



Fuente: Propia

Ejemplo de solicitaciones de cortante para dos vigas en la estructura, útil para realizar los cálculos posteriores.

Esfuerzo producido por momento.

$$\sigma_{Adm} = \frac{Mu}{S}$$

Despejando:

$$S \geq \frac{Mu}{\sigma_{Adm}}$$

Donde:

Mu: Momento último de viga [Kg·cm]

σ_{Adm} : Esfuerzo admisible ($0.6 \cdot \sigma$) = $0.6 \cdot 2500 \text{Kg/cm}^2 = 1500 \text{Kg/cm}^2$

S: Módulo de sección (I/c) [cm³]

Tabla 13: Solicitaciones de Vigas en Eje X de nivel 1

VIGA	$Mu_{m\acute{a}x}$ [Tonf·m]	$V_{m\acute{a}x}$ [Tonf]	$S=Mn/\sigma_{adm}$	
			[cm ³]	[pulg ³]
V1A1	-10.66453	15.2189	710.96867	43.38597
V1A2	-13.59953	17.7032	906.63533	55.326283
V1A3	-12.01018	-15.6296	800.67867	48.86041
V1B1	-14.84373	17.9415	989.582	60.387999
V1B2	-14.84373	17.9415	989.582	60.387999
V1B3	-14.84373	17.9415	989.582	60.387999
V1C2	-14.16432	18.3383	944.288	57.623989
V1C3	-12.58877	-15.8201	839.25133	51.214259

Fuente:Propia

$S_{m\acute{a}x}$ 989.582

Tabla 14: Solicitaciones de Vigas en Eje X de nivel 2

VIGA	$Mu_{m\acute{a}x}$ [Tonf]	$V_{m\acute{a}x}$ [Tonf]	$S=Mn/\sigma_{adm}$	
			[cm ³]	[pulg ³]
V2A1	-4.76207	7.3858	317.47133	19.373289
V2A2	-8.73398	13.6281	582.26533	35.532011
V2A3	-5.60481	-9.0998	373.654	22.801766
V2B1	-10.61976	15.7091	707.984	43.203834
V2B2	-10.61976	15.7091	707.984	43.203834
V2B3	-10.61976	15.7091	707.984	43.203834
V2C2	-7.74219	-12.4019	516.146	31.497161
V2C3	-6.38878	9.2938	425.91867	25.991152

Fuente:
Propia

$S_{m\acute{a}x}$ 707.984

Tabla 15: Solicitaciones de Vigas en Eje Y de nivel 1

VIGA	$\mathbf{Mu_{m\acute{a}x}}$ [Tonf]	$\mathbf{V_{m\acute{a}x}}$ [Tonf]	$\mathbf{S=Mn/\sigma_{adm}}$	
			[cm ³]	[pulg ³]
V112	-12.77699	-14.9702	851.79933	51.979985
V121	-16.47356	15.107	1098.2373	67.018554
V122	-16.47356	15.107	1098.2373	67.018554
V131	-11.00463	-6.9012	733.642	44.769582
V132	-11.00463	-6.9012	733.642	44.769582
V141	9.08696	14.7366	605.79733	36.968021
V142	-11.66406	-13.0745	777.604	47.452308

Fuente: Propia

$\mathbf{S_{m\acute{a}x}}$ 1098.2373

Tabla 16: Solicitaciones de Vigas en Eje Y de nivel 2

VIGA	$\mathbf{ Mu_{m\acute{a}x} }$ [Tonf]	$\mathbf{V_{m\acute{a}x}}$ [Tonf]	$\mathbf{S=Mn/\sigma_{adm}}$	
			[cm ³]	[pulg ³]
V212	6.67449	8.8718	444.966	27.153491
V221	-12.81675	11.7037	854.45	52.141738
V222	-12.81675	11.7037	854.45	52.141738
V231	-8.28387	6.1715	552.258	33.700851
V232	-8.28387	6.1715	552.258	33.700851
V241	-6.5508	8.6594	436.72	26.65029
V242	-6.34905	-8.1064	423.27	25.82952

Fuente: Propia

$\mathbf{S_{m\acute{a}x}}$ 854.45

Nota: Con el M3dulo de secci3n m3ximo encontrado $S=1098.2\text{cm}^3$, se busca un perfil que supere esta caracter3stica para dise1arlo.

Tabla 17: Catálogo de Vigas W

VII.1 Perfiles W (IR)		DIMENSIONES 6 de 6						
Designación (d x peso)	Designación (d x peso)	d	b _f	t _w	t _f	K _{DIS}	K _{DET}	K ₁
(mm x kg/m)	(in x lb/ft)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
250 x 131	10 x 88	274	262	15.4	25.1	37.8	42.9	23.8
250 x 115	10 x 77	269	259	13.5	22.1	34.8	39.7	22.2
250 x 101	10 x 68	264	257	11.9	19.6	32.3	36.5	22.2
250 x 89	10 x 60	259	257	10.7	17.3	30	34.9	20.6
250 x 80	10 x 54	257	254	9.4	15.6	28.4	33.3	20.6
250 x 73	10 x 49	254	254	8.64	14.2	26.9	31.8	20.6
250 x 67	10 x 45	257	204	8.89	15.7	28.4	33.3	20.6
250 x 58	10 x 39	252	203	8	13.5	26.2	30.2	20.6
250 x 49.1	10 x 33	247	202	7.37	11	23.7	28.6	19.1
250 x 44.8	10 x 30	267	148	7.62	13	20.6	28.6	17.5
250 x 38.5	10 x 26	262	147	6.6	11.2	18.8	27	17.5
250 x 32.7	10 x 22	259	146	6.1	9.14	16.8	23.8	15.9
250 x 28.4	10 x 19	259	102	6.35	10	17.7	23.8	15.9
250 x 25.3	10 x 17	257	102	6.1	8.38	16	22.2	14.3
250 x 22.3	10 x 15	254	102	5.84	6.86	14.5	20.6	14.3
250 x 17.9	10 x 12	251	101	4.83	5.33	13	19.1	14.3
200 x 100	8 x 67	229	210	14.5	23.7	33.8	41.3	23.8
200 x 86	8 x 58	222	209	13	20.6	30.5	38.1	22.2
200 x 71	8 x 48	216	206	10.2	17.4	27.4	34.9	20.6
200 x 59	8 x 40	210	205	9.14	14.2	24.2	31.8	20.6
200 x 52	8 x 35	206	204	7.87	12.6	22.6	30.2	20.6
200 x 46.1	8 x 31	203	203	7.24	11	21.1	28.6	19.1
200 x 41.7	8 x 28	205	166	7.24	11.8	21.8	23.8	15.9
200 x 35.9	8 x 24	201	165	6.22	10.2	20.2	22.2	14.3
200 x 31.3	8 x 21	210	134	6.35	10.2	17.8	22.2	14.3
200 x 26.6	8 x 18	207	133	5.84	8.38	16	20.6	14.3
200 x 22.5	8 x 15	206	102	6.22	8	15.6	20.6	14.3
200 x 19.3	8 x 13	203	102	5.84	6.48	14.1	19.1	14.3
200 x 15	8 x 10	200	100	4.32	5.21	12.8	17.5	12.7
150 x 37.1	6 x 25	162	154	8.13	11.6	17.9	23.8	14.3
150 x 29.8	6 x 20	157	153	6.6	9.27	15.6	22.2	14.3
150 x 22.5	6 x 15	152	152	5.84	6.6	13	19.1	14.3
150 x 24	6 x 16	160	102	6.6	10.3	16.6	22.2	14.3

VII.1 Perfiles W (IR)		PROPIEDADES 6 de 6											
A	I _x	S _x	r _x	I _y	S _y	r _y	Z _x	Z _y	J	C _w	r _{ts}	h _o	
(cm ²)	(cm ⁴)	(cm ³)	(cm)	(cm ⁴)	(cm ³)	(cm)	(cm ³)	(cm ³)	(cm ⁴)	(cm ⁶)	(cm)	(cm)	
167	22 200	1 610	11.5	7 450	570	6.68	1 850	870	313	1 160 000	7.6	24.9	
146	18 900	1 410	11.4	6 410	493	6.6	1 600	752	213	975 000	7.5	24.7	
129	16 400	1 240	11.3	5 580	433	6.58	1 400	657	148	832 000	7.4	24.4	
114	14 200	1 090	11.2	4 830	377	6.53	1 220	574	103	709 000	7.3	24.2	
102	12 600	983	11.1	4 290	338	6.5	1 090	513	76	623 000	7.3	24.1	
92.9	11 300	895	11	3 890	306	6.45	990	464	58	556 000	7.2	24.0	
85.8	10 300	805	11	2 220	218	5.11	900	333	63	322 000	5.8	24.1	
74.2	8 700	690	10.8	1 870	185	5.03	767	282	41	266 000	5.7	23.9	
62.6	7 120	574	10.6	1 520	151	4.93	636	229	24	212 000	5.6	23.6	
57	7 080	531	11.1	695	94	3.48	600	145	26	111 000	4.1	25.4	
49.1	5 990	457	11	587	80	3.45	513	123	17	92 600	4.0	25.1	
41.9	4 910	380	10.8	475	65	3.38	426	100	10	73 800	3.9	25.0	
36.3	4 010	308	10.5	179	35	2.22	354	55	10	27 900	2.7	24.9	
32.2	3 410	265	10.3	148	29	2.15	306	46	6	22 900	2.6	24.9	
28.5	2 870	226	10	120	24	2.06	262	38	4	18 300	2.6	24.7	
22.8	2 240	179	9.91	91	18	1.99	206	29	2	13 700	2.5	24.6	
127	11 300	990	9.45	3 690	351	5.38	1 150	536	210	387 000	6.2	20.5	
110	9 490	852	9.27	3 130	300	5.33	980	457	139	317 000	6.1	20.1	
91	7 660	708	9.17	2 530	246	5.28	803	375	82	250 000	6.0	19.9	
75.5	6 080	582	8.97	2 040	200	5.18	652	303	47	195 000	5.9	19.6	
66.5	5 290	511	8.92	1 770	174	5.16	569	264	32	166 000	5.8	19.3	
58.8	4 580	451	8.81	1 540	152	5.13	498	231	22	142 000	5.7	19.2	
53.2	4 080	398	8.76	903	109	4.11	446	166	22	83 800	4.7	19.3	
45.7	3 440	342	8.69	762	92	4.09	379	140	14	69 600	4.6	19.1	
39.7	3 130	298	8.86	407	61	3.2	334	93	12	40 800	3.7	20.0	
33.9	2 580	249	8.71	332	50	3.12	279	76	7	32 800	3.6	19.9	
28.6	2 000	193	8.36	142	28	2.23	223	44	6	13 900	2.7	19.8	
24.8	1 650	162	8.15	114	23	2.14	187	35	4	11 000	2.6	19.7	
19.1	1 280	128	8.18	87	17	2.14	145	27	2	8 300	2.6	19.5	
47.4	2 220	274	6.86	712	92	3.86	310	140	19	40 300	4.4	15.0	
37.9	1 720	220	6.76	554	72	3.81	246	110	10	30 300	4.3	14.8	
28.6	1 210	159	6.5	388	51	3.68	177	78	4	20 500	4.2	14.5	
30.6	1 340	167	6.6	184	36	2.46	192	56	9	10 300	2.9	15.0	

Fuente: Manual de diseño para la construcción con Acero.

El Catálogo de perfiles Estructurales nos dan alcance de sus propiedades, entre ellas el módulo de sección.

Tabla 18: Catálogo de vigas W

Dentro del catálogo de Vigas W, se encontraron

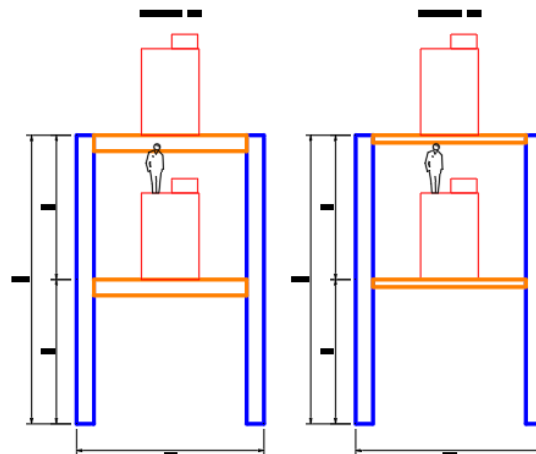
Viga	Módulo de Sección (S) [cm ³]	Peralte (d) mm	Área (A) cm ²	Comparación de Material respecto a la viga de menor d
W10x68	1240	264	129	100%
W12X53	1160	307	101	78%
W14x48	1150	351	91	71%
W16x45	1190	409	85.8	67%

Fuente: Propia

De todas las vigas disponibles por catálogo, la viga de menor peralte es la W10X68 (d=264mm), pero la viga W12x53 posee un peralte ligeramente mayor de 307mm pero con un ahorro de material de 22%, lo que disminuiría su costo en esa cantidad.

Por ende, la viga seleccionada es la W12X53.

Figura 18: Concepto inicial del proyecto



Fuente: Propia

Conceptualización inicial del proyecto, conseguir más espacio para ergonomía en el trabajo y/o mantenimiento de equipos, a la derecha se aprecia el reemplazo de vigas de concreto armado con vigas de acero estructural.

Precio de viga

Para el caso citado se analizó una viga W8x58, la cual posee un precio de S/. 2033.81 (US\$521.49) para un largo de 6m.

Tabla 19: Precio de viga

VIGA	Longitud (m)	Área (m ²)	Volumen (m ³)	Precio S/	Precio/Vol (S./m ³)
W 8X58	6	0.011	0.066	2033.811	30815.32

Fuente: Propia

Extrapolándola a la viga diseñada para este proyecto W12x54, se obtiene

VIGA	Longitud (m)	Área (m ²)	Volumen (m ³)	Precio S/	Precio/m
W12X54	6	0.0101	0.0606	1867.408	311.23

Fuente: Propia

Precio de concreto por m³: S/. 423.4

Tabla 20: Viga por su tamaño

Analizaremos las vigas más costosas por su tamaño:

VIGA	Ancho (m)	Alto (m)	Longitud (m)	Precio/Vol	Precio/m
55cm x 30cm	0.3	0.55	1	423.4	69.861
70cm x 35m	0.35	0.7	1	423.4	103.733

Fuente: Propia

La viga de concreto más cara cuesta S/.103.73

Comparándola con la viga de Acero que cuesta 311.2347, se verifica el costo triple de la misma, por ende no es recomendable.

Precio Viga Acero/Precio Viga Concreto 70cmx35cm = 3.

Se aprecia que la viga de Acero equivale al triple del precio de la viga de concreto.

4.4. Diseño de Columnas

Tabla 21: *Diseño por Fuerza Axial y Momento*

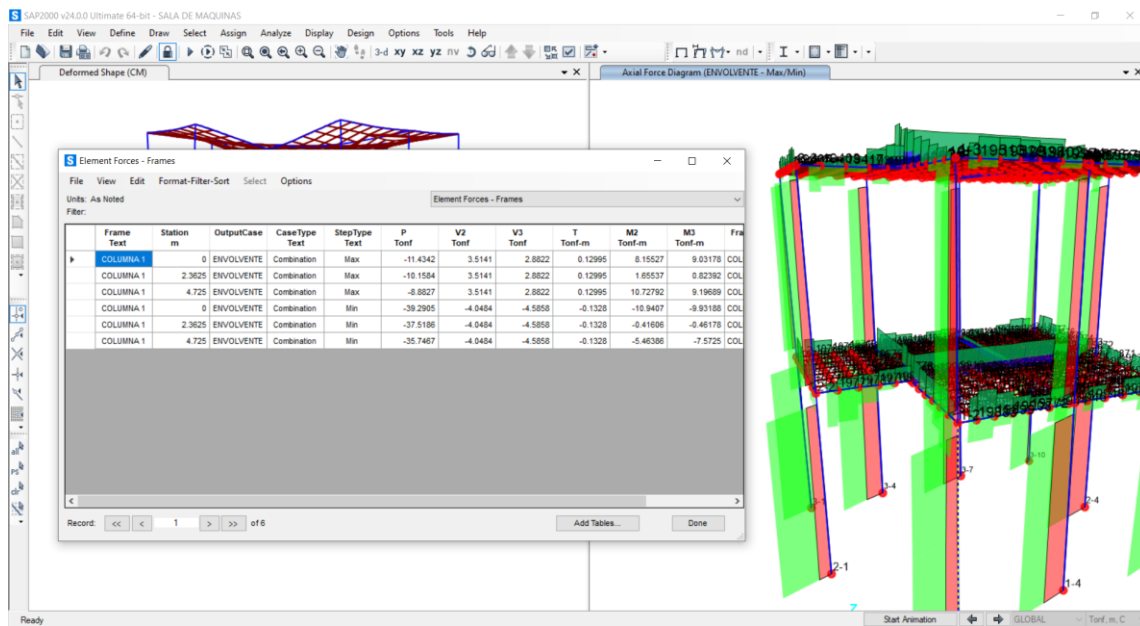
Las solicitaciones de las columnas fueron

COLUMNA	Pu [Tonf]	V [Tonf]	Mu [Tonf·m]
C1	38.95	-4.5858	10.72792
C2	45.8655	-4.2993	10.30758
C3	30.1638	-4.159	-10.33992
C4	43.111	-4.3885	10.46379
C5	52.1064	-4.5385	10.96044
C6	30.1129	4.1972	10.45547
C7	46.6197	4.2346	-10.36335
C8	49.6098	-4.1273	-9.62928
C9	30.0981	4.1081	10.24217

Fuente: Propia

Para el diseño de columnas, diseñaremos una columna y emplearemos el diagrama de interacción de la misma para comprobar si admite todas las solicitaciones presentes.

Figura 19: Concepto inicial del proyecto



Fuente: Propia

Tabla 22: Diagrama de interacción

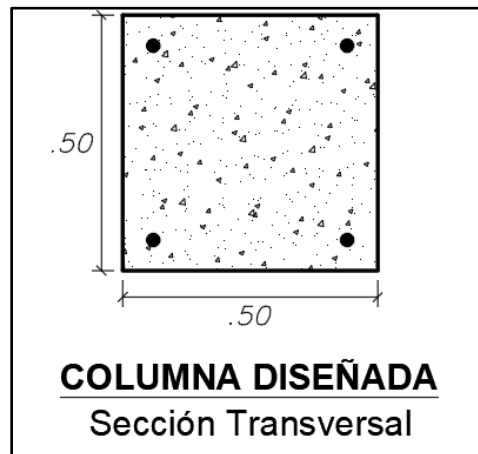
Se creó un Diagrama de interacción para las siguientes características de la columna típica, la cual se propuso para evaluarse.

f'_c	210	[Kgf/cm ²]
F_y	4200	[Kgf/cm ²]
B	0.5	[m]
H	0.5	[m]
A_{s1}	10.134	[cm ²]
A'_{s1}	10.134	[cm ²]
Recub eje	0.06	[m]
E_s	2000000	[Kgf/cm ²]

β_1	0.85	
d'	0.06	m
d	0.34	m
γ	0.85	
\emptyset	0.65	

Fuente: Propia

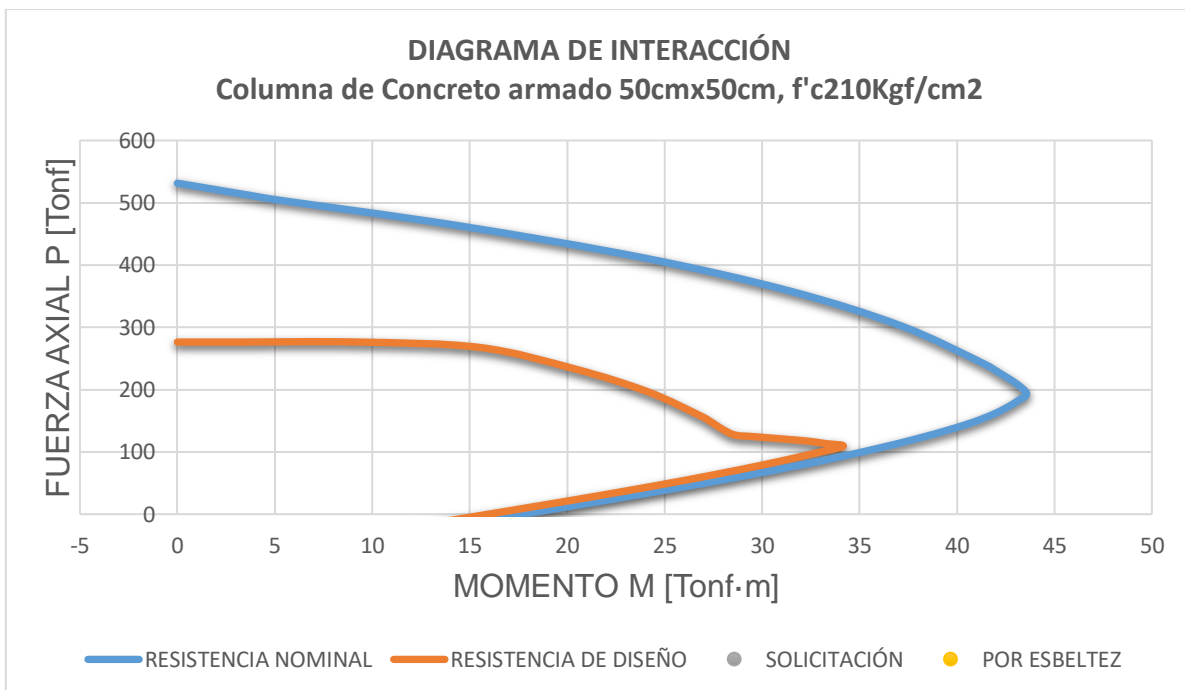
Figura 20: Columna típica planteada para la estructura



Fuente: Propia

Nota: Diseño de columna planteada con dimensiones de sección transversal de 50cm x 50cm con 4 varillas de acero de Refuerzo de Ø1" con recubrimiento de 6cm a los ejes de estas.

Figura 21 : Columna típica planteada para la estructura.



Fuente: Propia

Nota: Se observa que las solicitaciones (puntos grises) se ubican dentro de la gráfica de diseño por lo que se determina un diseño apropiado.

Tabla 23: *Diseño por Pandeo*

Los datos de la columna son:

B	0.5	M
H	0.5	M
Acero	4	Varillas Ø1"
Ø	0.0254	M
Fc	210	Kgf/cm2
Carga Muerta Mayorada	37.9962	Tonf
Carga Axial	52.1064	Tonf
L	5	M

Fuente: Propia

Calcularemos la Inercia de la sección de Concreto

$$I_g = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$I_g = 5.21 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

Calcularemos el Módulo de Elasticidad del concreto

$$E_c = 15000 \cdot \sqrt{f'_c}$$

Calcularemos la Rigidez Efectiva

$$EI_{eff} = \frac{0.4 \cdot E_c \cdot I_g}{1 + \beta_{dns}}$$

$$\beta_{dns} = 0.7292041$$

$$\beta_{dns} = \frac{P_u - \text{Carga Muerta}}{P_u - \text{Carga Axial}}$$

$$E_{\text{eff}} = 2618866.83 \text{ Kg/cm}^2$$

Con esto, se calcula la Carga Crítica

$$P_c = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{(k \cdot l_u)^2}$$

$$P_c = 717.68 \text{ Tonf}$$

Luego de esto, nos hace falta el cálculo del Momento Mínimo por compresión

$$M_{2min} = P_u \cdot (0.015 + 0.03h)$$

$$M_{2min} = 1.5632 \text{ Tonf} \cdot \text{m}$$

$$C_M = 0.6 - 0.4 \cdot \frac{M_1}{M_2}$$

$$C_M = 1$$

Cálculo del Factor de mayoración para el diseño

$$\delta = \frac{C_M}{1 - \frac{P_u}{0.75 \cdot P_c}} \geq 1$$

$$\delta = 1.107$$

Con esto, el Momento Crítico será:

$$M = M_{ns} + \delta_s \cdot M_s$$

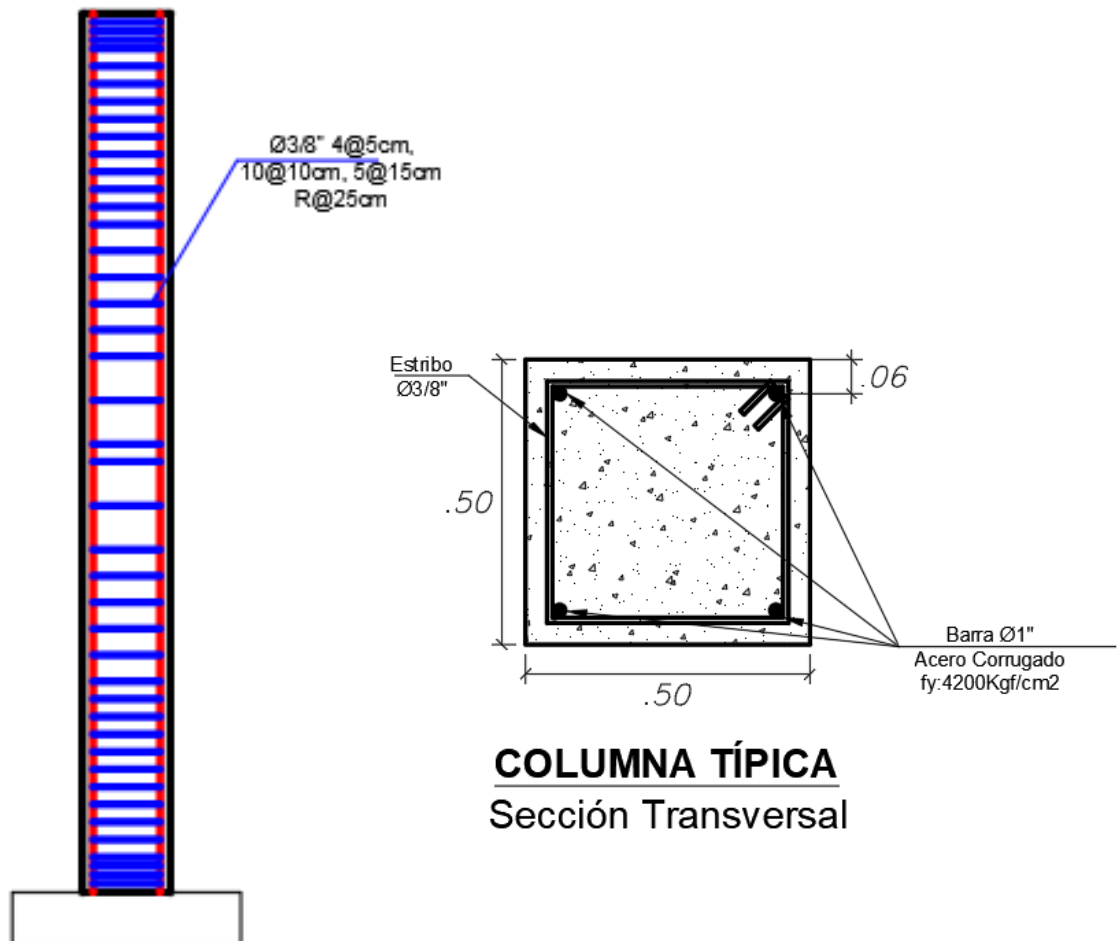
Considerando $M_{ns}=0$

$M_c=1.7306 \text{Tonf}\cdot\text{m}$

Este par ordenado, $P=1.73 \text{Tonf}$ y $M=52.11 \text{Tonf}\cdot\text{m}$, también se encuentra en el diagrama de interacción de la columna diseñada ($50\text{cm} \times 50\text{cm}$ con $f'_c=210 \text{Kg}/\text{cm}^2$) por lo que admite la prueba por pandeo adecuadamente.

Figura 22: Diseño de Viga Típica

COLUMNA Típica Vista Lateral



Fuente: Propia

4.5. Diseño de Zapatas

Las solicitaciones para las zapatas fueron recibidas del Software Sap2000.

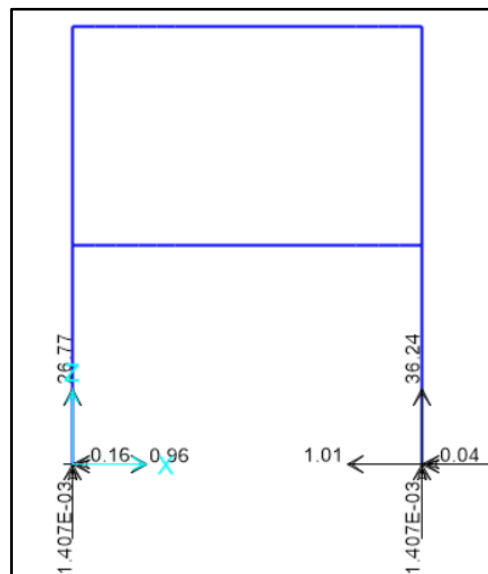
	Pn [Tonf]	Mn[Tonf-m]
Z1	24.655	-1.392
Z2	31.953	-0.958
Z3	15.909	-0.445
Z4	26.77	1.583
Z5	36.238	-1.645
Z6	15.063	0.396
Z7	32.448	1.123
Z8	34.514	1.053
Z9	16.5	0.412

$P_{U_{\max}}$ 36.238 Tonf

Fuente: Propia

Nota: De las solicitaciones que se presentan para las zapatas, tomaremos la más grande, pues esta nos serviría de representación apropiada para la resistencia que debemos alcanzar en todas.

Figura 23: Fuerzas de compresión actuantes sobre un par de zapatas en la estructura



Fuente: Propia

Nota: Solicitaciones en los puntos de ubicación de zapatas de del eje 2, se observa a la derecha la máxima solicitación de fuerza de compresión.

Tabla 24: *Diseño de zapatas*

Los datos para el diseño de la zapata son los siguientes

Datos	Valores	
Pumáx	36.24	Tn
Carga del suelo sobre el concreto	0.4	Tn/m ²
t (columna)	0.5	m
b (columna)	0.5	m
F'c	210	Kg/cm ²
Fy	4200	Kg/cm ²
Capacidad Portante del Terreno	3.6	Kg/cm ²
Densidad del Terreno	1.8	Tn/m ³
Prof. Cimentación	1.5	m

Fuente: Propia

Dimensionamiento en Planta

Se va a considerar las dimensiones de la base de la zapata como L y S, estos lados se calcularán.

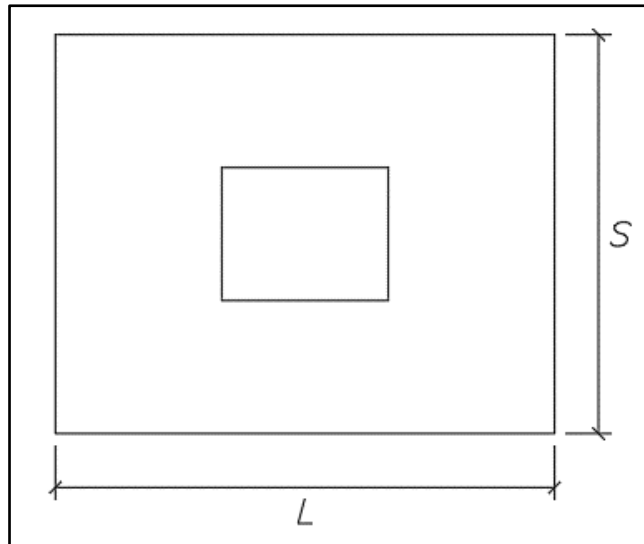
Área de la Zapata

$$A_z = L \cdot S \qquad A_z = \frac{\text{Cargas}}{\delta_n}$$

De donde:

δ_n : Esfuerzo Neto

Figura 24: Nomenclatura de las dimensiones de la base de la zapata



Fuente: Propia

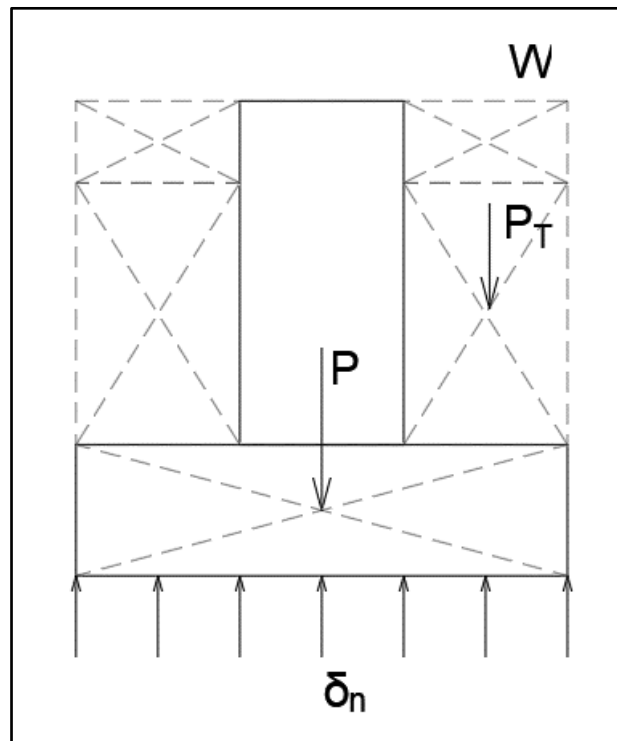
Esfuerzo Neto

$$\delta_n = \delta_{adm} - \sum \text{Cargas adicionales en los vuelos de la zapata}$$

$$\delta_n = \delta_{adm} - (\text{Carga del Suelo sobre el concreto} + D_{\text{Terreno}} \cdot \text{Prof. Cimentación})$$

$$\delta_n = 32.9 \text{ Ton/m}^2$$

Figura 25: Diagrama de Cuerpo Libre para análisis de fuerzas y esfuerzo neto



Fuente: Propia

Las cargas que se aplican a la zapata provienen de una mayoración del 5% al sumatoria de la Carga Viva más la carga Muerta.

La carga muerta es $WD=34.68\text{Tonf.}$

y la carga viva es $WL=4.676\text{Tonf.}$

Con esto obtendremos la carga mayorada, que, al dividirla con el esfuerzo neto, nos proporcionará el área de la base de la zapata.

Carga Mayorada

$$W_z = 1.05(WD + WL)$$

Aplicando la ecuación del área de la base de la zapata, obtendremos

$$A_z = \frac{W_z}{\delta_n}$$

$$Az=1.1565\text{m}^2$$

Se ha considerado diseñar una zapata cuadrada, por lo que los lados, L y S serán iguales, entonces

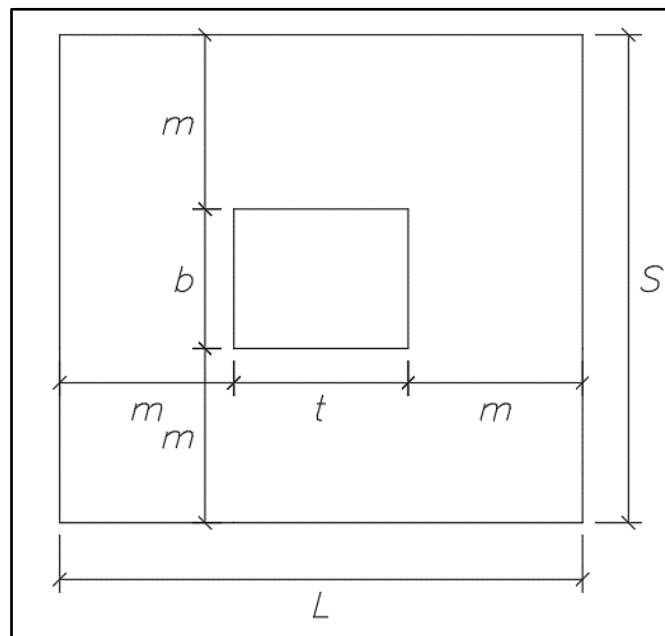
$$L=S= (1.1565\text{m}^2)^{1/2},$$

De donde:

$$L=S= 1.3\text{m}$$

DIMENSIONAMIENTO

Figura 26: Nomenclatura de dimensiones en planta de la zapata



Fuente: Propia

Se obtuvo

$$b=0.5\text{m}$$

$$t=0.5\text{m}$$

$$L=S=1.3\text{m}$$

Por ende

$$m=0.4\text{m}$$

Dimensionamiento del peralte

Se debe cumplir

$$V_{actuante} = V_{concreto}$$

$$V_{actuante} = \frac{W_u \cdot (m - d)}{d} \leq V_{concreto} = \emptyset \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'_c}$$

De donde

$$W_u = \frac{\sum \text{Cargas Amplificadas}}{\text{Área}}$$

Amplificación de cargas

$$1.2WD=38\text{Tonf}$$

$$1.6WL=7.32\text{Tonf}$$

Área en planta de Zapata

$$Az=1.69\text{m}^2$$

Con esto

$$W_u=26.81\text{Tonf/m}^2$$

De la ecuación, se calcula la Cortante del concreto

$$V_{concreto} = \emptyset \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'_c}$$

$$\emptyset=0.85$$

$$V_{concreto}=65.28\text{Tonf/m}^2$$

Con esto, el peralte se hallará empleando

$$\frac{W_u \cdot (m - d)}{d} \leq V_{concreto}$$

$$d \geq 0.16\text{m}$$

Consideramos el peralte

$d=0.20\text{m}$

Comprobación del peralte por Punzonamiento

$$\text{Perímetro de Punzonamiento: } V_{AdmConcreto} = \frac{V_{act}}{P_{Punz} \cdot d}$$

$$P_{Punz} = 2 \cdot (b + t + 2d)$$

Cortante Actuante

$$V_{Act} = W_u \cdot [L \cdot S - (b + d) \cdot (t + d)]$$

Debemos satisfacer

$$V_{Act} \leq V_c$$

Siendo la Cortante del Concreto, el menor de los valores a obtenerse

$$V_c = \emptyset \cdot 0.27 \cdot \left(2 + \frac{4}{\beta_c}\right) \cdot \sqrt{f'_c} \leq \emptyset \cdot 1.1 \cdot \sqrt{f'_c}$$

De donde $\emptyset=0.85$.

El parámetro β_c , está determinado por

$$\beta_c = \frac{\text{Lado Mayor Columna}}{\text{Lado Menor Columna}} \leq 2$$

$V_{c1}=199.55\text{Tonf/m}^2$

$V_{c2}=135.49\text{Tonf/m}^2$

Se considera el menor de ellos, por ende

$$V_c = 135.49 \text{ Tonf/m}^2$$

$$V_{Act} = \frac{W_u \cdot [L \cdot S - (b + d) \cdot (t + d)]}{2 \cdot (b + t + 2 \cdot d) \cdot d}$$

$d > 0.15\text{m}$, al considerar $d = 0.2\text{m}$, cumplimos esta condición.

Comprobación por Cortante

$$V_c > V_u$$

$$V_u = (W_u \cdot S) \cdot (m - d)$$

$$V_u = 12.20 \text{ Tonf}$$

Pero para obtener V_n , usaremos

$$V_n = \frac{V_u}{\phi}$$

en donde $\phi = 0.75$

$$V_n = 16.27 \text{ Tonf}$$

$$V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot S \cdot d$$

$$V_c = 19.97 \text{ Tonf.}$$

Se comprueba que la $V_c > V_u$

Comprobación por Flexión

$$M_{M\acute{a}x} = W_u \cdot m \cdot \frac{m}{2} \cdot S$$

$$M_{m\acute{a}x} = 5.27 \text{ Tonf} \cdot \text{m}$$

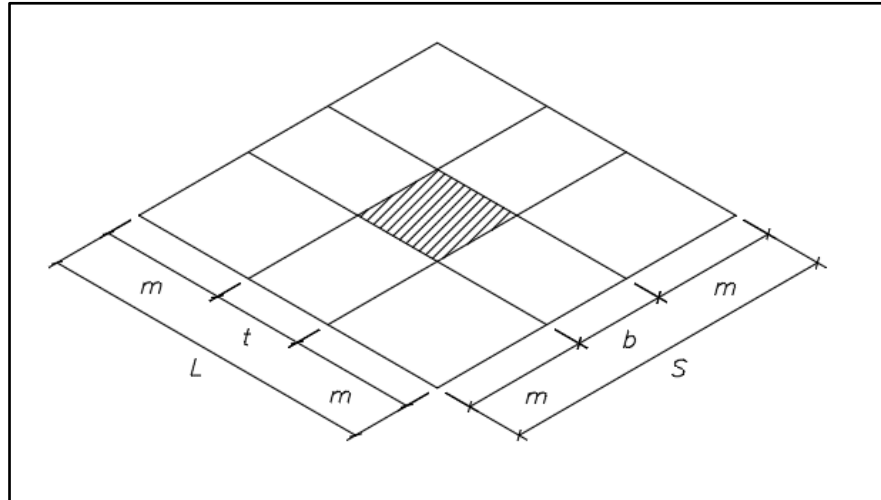
Calcularemos el \u00e1rea de acero

$$A_s = \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \qquad a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot S}$$

$$A_s = 7.20 \text{ cm}^2$$

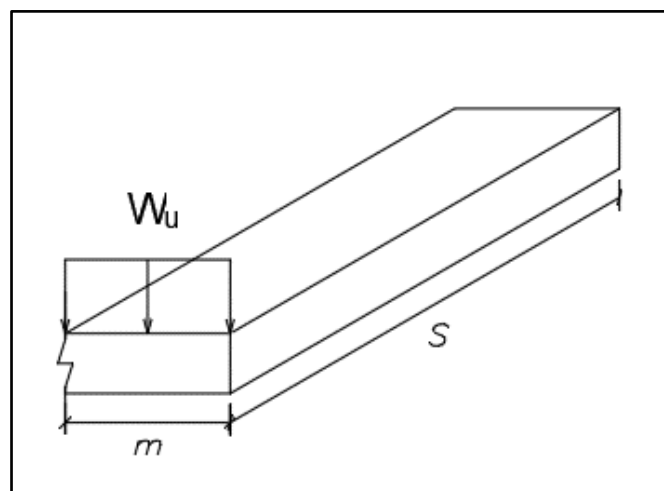
$$a = 1.30 \text{ cm}$$

Figura 27: Distribución en planta de las variables a calcularse para una zapata.



Fuente: Propia

Figura 28: Ala de la zapata fuera de la columna



Fuente: Propia

Nota: El ala fuera de la sección de la columna trabaja como si fuera un volado.

Verificación de Acero Mínimo

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} \cdot S \cdot d$$

$$A_{s_{min}} = 4.68 \text{ cm}^2$$

Pero, $A_s = 7.20 \text{ cm}^2$

$A_s > A_{s_{min}}$, entonces es apropiado.

Emplearemos varilla $\emptyset 1/2"$, cuya área por sección es: 1.27 cm^2

El número de varillas estará dado por:

$$n = \frac{A_s}{A}$$

$n=6$, se emplearán 6 varillas de acero corrugado de $\emptyset 1/2"$.

Espaciamiento de Varillas de acero corrugado

$$s = \frac{L - 2r - \emptyset}{n - 1}$$

Se considerará un recubrimiento $r=0.075 \text{ m}$

$$L=1.3 \text{ m}$$

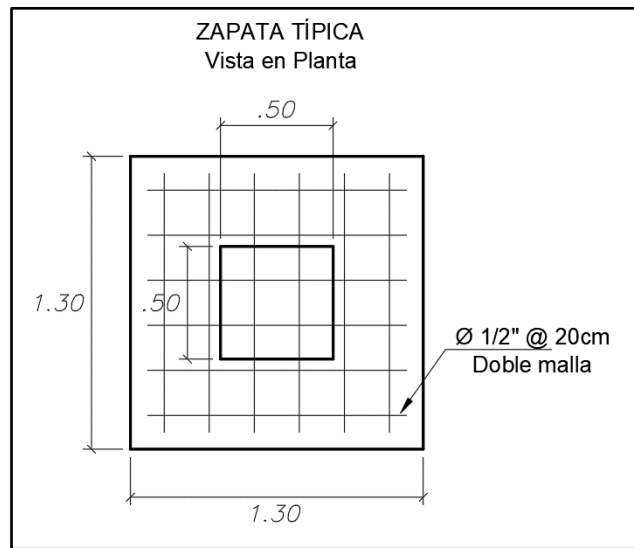
$$\emptyset=0.0127 \text{ m}$$

Se obtiene la separación entre acero de refuerzo.

$$s=0.20 \text{ m}$$

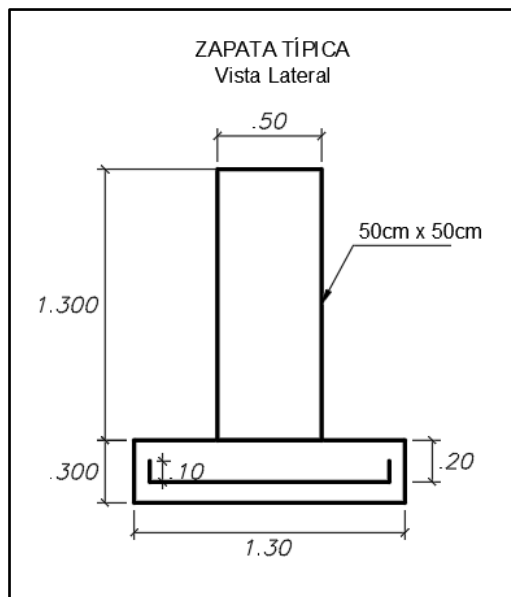
Al ser una zapata simétrica esta configuración de acero se empleará en ambos sentidos.

Figura 29: Vista en Planta del diseño de Zapata para la Estructura



Fuente: Propia

Figura 30: Vista Lateral del diseño de Zapata para la Estructura



Fuente: Propia

4.6. Diseño de Losa

Cálculo de la altura mínima h

Tabla 25: Alturas mínimas para losas

PERALTES O ESPESORES MÍNIMOS DE VIGAS NO PREESFORZADAS O LOSAS REFORZADAS EN UNA DIRECCIÓN A MENOS QUE SE CALCULEN LAS DEFLEXIONES				
	Espesor o peralte mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos no estructurales susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18,5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

Fuente: Propia

l=6.5m

l/24=0.28m

Por tanto, el peralte bruto será:

h=0.28m

y el peralte efectivo será:

d=0.25m

Se analizará un tramo de 1m de losa para evaluarla como una viga y obtener la cantidad de acero para ella.

$$A_s = \frac{\phi \cdot f_y \cdot d - \sqrt{(\phi \cdot f_y \cdot d)^2 - 4 \cdot \left(\frac{\phi \cdot f_y^2}{1.7 \cdot f'_c \cdot b} \right) \cdot M_U}}{2 \cdot \left(\frac{\phi \cdot f_y^2}{1.7 \cdot f'_c \cdot b} \right)}$$

Tabla 26: Acero positivo y negativo

Datos		
B	100	cm
D	25	cm
Ø	0.9	
f'c	210	Kgf/cm ²
Fy	4200	Kgf/cm ²
Mu+	1923000	Kgf·cm
Mu-	1763928	Kgf·cm

Fuente: Propia

Se obtiene el acero positivo y negativo

As+:22.7943cm²

As-:20.6781cm²

Corroborando Acero Mínimo

Figura 31: Alturas mínimas para losas

9.7	REFUERZO POR CAMBIOS VOLUMÉTRICOS	
9.7.1	En losas estructurales donde el refuerzo por flexión se extienda en una dirección, se deberá proporcionar refuerzo perpendicular a éste para resistir los esfuerzos por retracción del concreto y cambios de temperatura.	
9.7.2	La amadura por retracción y temperatura en losas, deberá proporcionar las siguientes relaciones mínimas de área de la amadura a área de la sección total de concreto, según el tipo de acero de refuerzo que se use.	
-	Barras lisas	0,0025
-	Barras corrugadas con $f_y < 420$ Mpa	0,0020
-	Barras corrugadas o malla de alambre (liso o corrugado) de intersecciones soldadas, con $f_y \geq 420$ Mpa	0,0018

Fuente: Norma Técnica Peruana E.060

$$A_{s_{min}} = 0.0018 \cdot b \cdot d$$

$A_{s_{min}}=4.5\text{cm}^2$

Espaciamiento del Refuerzo

$$S = \frac{As_{(varilla)}}{As_{(Calculado)}}$$

Para el Acero positivo

$$As_{calculado}=22.79\text{cm}^2$$

Elegimos varilla $\text{Ø}3/4"$, de donde $As_{(varilla)}=2.85\text{cm}^2$

$$S=0.125\text{cm}$$

Usaremos Varilla $\text{Ø}3/4"$ cada 10cm

Para el Acero Negativo

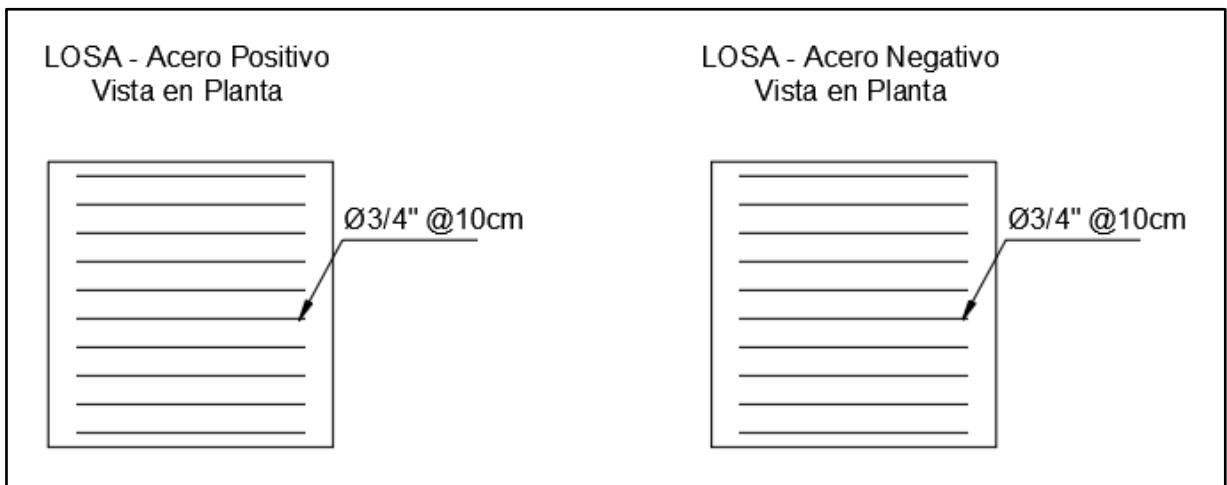
$$As_{calculado}=20.68\text{cm}^2$$

Elegimos varilla $\text{Ø}3/4"$, de donde $As_{(varilla)}=2.85\text{cm}^2$

$$S=0.138\text{cm}$$

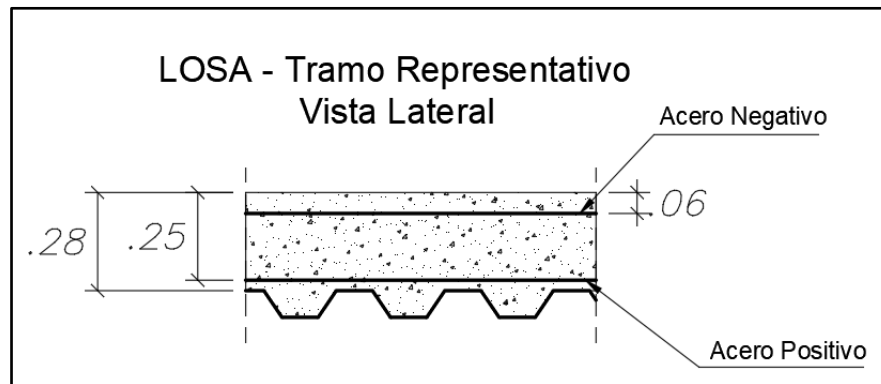
Usaremos Varilla $\text{Ø}3/4"$ cada 10cm

Figura 32: Diseño de Losa - Vista en planta



Fuente: Propia

Figura 33: Diseño de Losa - Vista lateral



Fuente: Propia

INFLUENCIA DEL TIEMPO EN LA OBTENCIÓN DE RESISTENCIA DEL CONCRETO

Ecuación de resistencia de concreto según su edad

$$\frac{f_{ck}(t \text{ días})}{f_{ck}(28 \text{ días})} = e^{s \cdot (1 - \sqrt{\frac{28}{t}})}$$

De donde:

$f_{ck}(t \text{ días})$ = Resistencia del concreto según su edad en días. (Kgf/cm²)

$f_{ck}(28 \text{ días})$ = Resistencia del concreto a los 28 días. (Kgf/cm²)

t = Número de días al cual se desea conocer la resistencia del concreto.

Tabla 27: Valores obtenidos de la resistencia de concreto $f'c$ 210kgf/cm² por edad

RESISTENCIA DEL CONCRETO SEGÚN SU EDAD		
t	% Resistencia	f'c
1	17.88908766	37.56708408
2	31.15264798	65.42056075
3	41.37931034	86.89655172
4	49.5049505	103.960396
5	56.11672278	117.8451178
6	61.60164271	129.3634497

RESISTENCIA DEL CONCRETO SEGÚN SU EDAD		
t	% Resistencia	f'c
7	66.22516556	139.0728477
8	70.1754386	147.3684211
9	73.58953393	154.5380213
10	76.56967841	160.7963247
11	79.19366451	166.3066955
12	81.52173913	171.1956522
13	83.60128617	175.562701
14	85.47008547	179.4871795
15	87.1586287	183.0331203
16	88.69179601	186.2527716
17	90.09009009	189.1891892
18	91.37055838	191.8781726
19	92.54749148	194.3497321
20	93.6329588	196.6292135
21	94.63722397	198.7381703
22	95.56907037	200.6950478
23	96.4360587	202.5157233
24	97.24473258	204.2139384
25	98.00078401	205.8016464
26	98.70918755	207.2892938
27	99.3743099	208.6860508
28	100	210

Fuente: Norma técnica Peruana E.030

RESULTADOS

- Con ayuda del Software Sap2000 se logró obtener el dimensionamiento de las componentes del a porticado siendo:
 - Vigas de Acero estructural W12x53.
 - Columnas de Concreto Armado de 50cm x 50cm con concreto $f'c$ 210 Kg/cm² y 4 varillas de acero corrugado de 1" con recubrimiento de 6cm al eje de los aceros.
 - Losa en una dirección de 28cm de alto.
 - Zapatas de concreto armado de 1.30m x 1.30m x 0.30m doblemente armadas

V. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

5.1. Recursos y Presupuesto

Tabla 28: Recursos Humanos

Cuadro N.º 1: Recursos Humanos

ÍTEMS	GASTOS EN EL PRESUPUESTARIO	SERVICIOS PROFESIONALES Y TÉCNICO	MONTO
2.3.2.7	SERVICIOS PROFESIONALES Y TECNICOS	Asesoría Técnica, Metodología y Ortografía	0
		Asesoría Estructural	500
		Capacitación en modelamiento	100

Fuente: Propia

Tabla 29: Recursos materiales

Cuadro N° 02: Recursos Materiales.

ITEMS	GASTOS PRESUPUESTARIO	2.6.7.1.5.2. GASTOS POR LA COMPRA DE BIENES	Descripción del material	S/. Unidad	Cantidad	S/. Total
2.6.7.1.5	FORMACION Y CAPACITACION	Material de oficina	Cuaderno de apuntes	10	1	10
			Lapiceros	1	6	6
			Tintas para impresora	45	2	90
			Hojas A-4	0.02	1000	20
			Folder manila con faster	0.5	10	5
			Corrector	3	1	3
			Grapadora	20	1	20
			Perforador	6	1	6
		Equipos	Laptop	1,500.00	1	1,500.00
			Impresora	650	1	650
			USB 16 GB	40	1	40
			Calculadora científica	50	1	50
		Servicio de energía eléctrica	Servicio de suministro de energía	50	3	150
		Viajes domésticos	Pasajes y gastos de Transporte	10	30	300

Fuente: Propia

Tabla 30: *Presupuesto*

Cuadro N° 05: Presupuesto.

Descripción	Monto
Recursos humanos	600
Recursos Materiales	2,850.00
Total	S/. 3,450.00

Fuente: Elaboración propia.

5.2. Financiamiento

El presente proyecto será íntegramente financiado con recursos propios.

5.3. Cronograma de Ejecución

5.4. Tiempo Transcurrido

Tabla 31: Cronograma de elaboración

Actividades	Tiempo Transcurrido (Semanas)																																						
	Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	25	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			
Definición de título del proyecto de investigación									X	X																													
Planteamiento de problemas, objetivos y justificación											X	X	X	X																									
Construcción de Marco Teórico														X	X	X																							
Formulación de hipótesis y marco metodológico																	X	X																					
1ra Jornada de sustentación																						X																	
Levantamiento de observaciones																							X	X															
2da Jornada de sustentación																								X															
Entrega de proyecto terminado																									X														
Levantamiento de observaciones																									X	X													
3era Jornada de sustentación																												X											
Análisis de resultados y contrastación de hipo																																			X	X			
Sustentación del Proyecto de Tesis.																																				X	X		

Fuente: Elaboración propia.

VI. CONCLUSIONES

- Los cálculos desarrollados muestran que el diseño de viga de acero, emplea un peralte de 30.7cm y que la viga de concreto armado posee un prediseño con una altura de 66.7cm, lo que nos da como resultado una diferencia de 36cm, lo que evidencia una reducción de peralte, con el cual puede obtenerse mayor espacio para las conexiones de tuberías y accesorios, y un mantenimiento más seguro y/o comfortable.
- Que, el tiempo de adquisición de resistencia al 100% en las estructuras mixtas y tradicionales son las mismas, al ambos tener columnas de concreto.
- El análisis de costos, con la base de datos actualizada a precios de mercado demuestra que el costo de utilizar una viga con acero estructural es más costoso que una estructura tradicional.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda contrastar los resultados obtenidos en el software de análisis estructural con el cálculo manual para su validación.
- Tener disponible y a la mano, guías técnicas que permita conocer cómo se desarrolla el proceso constructivo mixto sobre todo para conocer cómo se unen elementos de concreto y acero estructural, ya que por lo general este es el principal inconveniente en su aplicación.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (ITEA), 2000. Guía de diseño para edificios con acero estructural, Instituto Técnico de la Estructura de Acero, Zaragoza- España
- Ansourian P., (December 1981) “Experiments on Continuous Composite Beams”, Proc.Inst.Civ.Engrs., Part 2, Vol. 71, , pp. 25-51.Londres - England
- Arguelles Álvarez, Ramón (2015) Cálculo de Estructuras, Tomo I (2da. Edición) Madrid - España
- Arguelles Álvarez, Ramón (2015) Cálculo de Estructuras, Tomo II (2da. Edición) Madrid – España
- Boyd, K., & Utley, R. (2002). In-Pit crushing design and layout considerations. En A. Mular, D. Halbe, & D. Barratt, Mineral processing plant design, plant, and control proceedings Vol.1 Society for Mining, Metallurgy, and exploration, Inc. (SME).
- Corrugated Steel Pipe Institute CSPI (2007). Handbook of Steel Drainage and Highway Construction products (2nd Canadian Edition). Cambridge, Ontario: Corrugated Steel Pipe Institute & American Iron and Steel Institute.
- Dowling, P. J., Knowles, P., Owens, G. W.,(1988) Structural Steel Design, London
- Eurocódigo 2: (1992) “Design of Concrete Structures”: ENV 1992-1-1: Part 1.1: General rules and rules for buildings, CEN
- Eurocódigo 3: (1992) “Design of Steel Structures”: ENV 1993-1-1: Part 1.1: General rules and rules for buildings, CEN
- Eurocódigo 4(1994): “Design of Composite Steel and Concrete Structures.” ENV-1-1: Part 1.1: General rules and rules for buildings, CEN
- Essentials of EC4, prepared by the ECCS-TC 11, (1993) “Composite Structures” will be published early by the European Convention for Constructional Steelwork, Brussels.

- Galambos, T.V., Lin F.J., Johnston, B.G. (1996) Diseño de Estructuras de Acero con LRFD Prentice Hall, New York.
- Johnson R.P., (1975) “Composite Structures of Steel and Concrete: Volume 1: Beams, Columns, Frames and Applications in Building”, Granada
- Johnson R.P. and Hope-Gill M.C.,(June 1976) “Tests on Three Three-Span Continuous Composite Beams”, Proc.Inst.Civ.Engrs., Part 2, Vol. 61,pp. 367-381, university of Sheffield – London
- Johnson, R. P., (1986) Composite Structures of Steel and Concrete, Volume 2, 2nd Edition, Constrado Monographs, Canada
- Jurado Cabañes, Carlos (2013) Cálculo de Estructuras, Tomo I (1ra. Edición) Madrid – España
- Jurado Cabañes, Carlos (2013) Cálculo de Estructuras, Tomo II (1ra. Edición) Madrid – España
- Lawson, R.M.,(1989) “Design of Composite Slabs and Beams with Steel Decking”, SCI-Publication 055, EEUU
- Manual del Ingeniero Civil (1992), 3era edición Editorial McGraw-Hill, México
- Narayanan, R. (ed),(July-1987) Composite Steel Structures. Advances in Design and Construction. Proceedings of the International Conference, Cardiff, UK, Elsevier Applied Science, London- England
- Valderrama Mendoza, Santiago (2018) Pasos para elaborar proyectos de investigación científica (8va. Edición) Lima – Perú



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, HERMER ERNESTO ALZAMORA ROMAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis Completa titulada: "Propuesta de diseño de Sala de Máquinas utilizando estructuras mixtas en una planta pesquera en Sullana, Piura 2021", cuyos autores son FLORES JIMENEZ JAVIER ENRIQUE, CASANOVA GONZALEZ GUILLERMO PAUL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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 César Vallejo.

PIURA, 27 de Octubre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
HERMER ERNESTO ALZAMORA ROMAN DNI: 03303253 ORCID: 0000-0002-2634-7710	Firmado electrónicamente por: HALZAMORA el 27- 10-2022 23:45:41

Código documento Trilce: TRI - 0436232