

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Diseño estructural utilizando el sistema constructivo Steel Framing en
la I.E.I 062 tablazo Sur en el distrito de la Unión, Piura 2023**

Línea de investigación: Ingeniería de la Construcción, Ingeniería Urbana, Ingeniería

Estructural

Sub línea de investigación: Estructuras y Materiales

Autores:

Echeandia Lynch, Jorge Manuel Tomas

Panta Martínez, Dante Ángel

Jurado Evaluador:

Presidente : Príncipe Reyes, Roger Alberto

Secretario : Chan Heredia, Miguel Ángel

Vocal : Valdiviezo Castillo, Krissia del Fátima

Asesor:

Ramal Montejo, Rodolfo Enrique

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9023-6567>

Piura - Perú

2024

Fecha de Sustentación: 2024/12/06

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Diseño estructural utilizando el sistema constructivo Steel Framing en
la I.E.I 062 tablazo Sur en el distrito de la Unión, Piura 2023**

Línea de investigación: Ingeniería de la Construcción, Ingeniería Urbana, Ingeniería

Estructural

Sub línea de investigación: Estructuras y Materiales

Autores:

Echeandia Lynch, Jorge Manuel Tomas

Panta Martínez, Dante Ángel

Jurado Evaluador:

Presidente : Príncipe Reyes, Roger Alberto

Secretario : Chan Heredia, Miguel Ángel

Vocal : Valdiviezo Castillo, Krissia del Fátima

Asesor:

Ramal Montejo, Rodolfo Enrique

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9023-6567>

Piura - Perú

2024

Fecha de Sustentación: 2024/12/06

Diseño estructural utilizando el sistema constructivo Steel Framing en la I.E.I 062 tablazo Sur en el distrito de la Unión, Piura 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

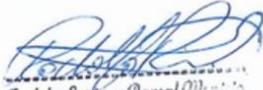


FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	14%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	1%
5	pt.scribd.com Fuente de Internet	1%

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 1%


Rodolfo Enrique Ramal Mejía
INGENIERO CIVIL
CIP 88658

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Rodolfo Enrique Ramal Montejo, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada “ Diseño estructural utilizando el sistema constructivo Steel Framing en la I.E.I 062 Tablazo sur en el distrito de la Union, Piura 2023 ”, del (los) autor (es) Echeandia Lynch Jorge y Panta Martinez Dante, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 18%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 18 de NOV del 2024
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis “ Diseño estructural utilizando el sistema constructivo Steel Framing en la I.E.I 062 Tablazo sur en el distrito de la Union, Piura 2023 ”, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Ciudad y fecha: PIURA, 18/11/2024



.....
Echeandia Lynch Jorge Manuel T.
DNI: 70355116



.....
Panta Martinez Dante Angel
DNI: 71331067



.....
Ramal Montejo Rodolfo Enrique
DNI: 40025063
CODIGO ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9023-6567>



DEDICATORIA

Dedico esta tesis primeramente a mi abuelo que fue la persona que más confió en mí y nunca me dejó solo en ningún momento. A mis padres que con su apoyo y ejemplo me ayudaron a seguir adelante en mi carrera. A mi novia que me apoyó durante toda la carrera y siempre estuvo ahí para mí en los malos y buenos momentos. A mi abuela que me sigue apoyando y dándome ánimos para seguir adelante y por último a mi tío que siempre fue como un hermano para mí y siempre estuvo conmigo apoyándome.

Echeandía Lynch, Jorge Manuel Tomas

DEDICATORIA

En primer lugar agradezco a Dios, por brindarme salud y sabiduría en mi etapa universitaria, ya que gracias a él pude culminar satisfactoriamente mi carrera de Ingeniería Civil, también agradecer a mis padres Dante Panta y Cirila Martínez por esforzarse cada año para poder sacarme adelante y enseñarme todos los valores que tengo y sobre todo siempre dando todo porque sea una buena persona y gran profesional, y así mismo a mi abuelita que me está mirando desde el cielo que también siempre estuvo conmigo guiándome hasta el último día de su vida dándome su confianza y su bendición para que sea una persona de bien, y finalmente agradecer a toda mi familia que de una u otra manera siempre estuvo apoyando con un granito de arena y brindándome todo su apoyo.

Panta Martínez, Dante Ángel

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradecemos a Dios por habernos permitido culminar satisfactoriamente nuestro proyecto de tesis, también a nuestros padres por apoyarnos día a día en nuestra carrera como es la carrera de Ingeniería Civil y sobre todo a nuestra Universidad Privada Antenor Orrego, la cual nos ha formado con unos excelentes profesionales con sus catedráticos.

Echeandía Lynch, Jorge Manuel Tomas

Panta Martínez, Dante Ángel

RESUMEN

La construcción es una de las actividades más importantes del país, ya que generan miles de oportunidades y beneficios a toda la población, siempre y cuando se haga de manera correcta, utilizando un sistema constructivo que se adapte a las necesidades del momento. Es por ello que se realiza la siguiente investigación presentando al Steel Framing como una propuesta al mercado actual. Para realizar esta investigación primeramente se realizó el estudio de mecánica de suelos correspondiente para conocer las características mecánicas y físicas del suelo donde va a ser construida la estructural, luego se procedió a realizar la distribución de ambientes acogiéndose a la norma vigente y buscando la mayor funcionabilidad posible. Teniendo todos estos datos se procedió a hacer el predimensionamiento de cargas de gravedad como cargas laterales para posterior mente realizar el diseño estructural basándose a la norma americana AISI S-100 con ayuda del software sap2000 para modelar dicha estructura y verificar su confiabilidad. Los resultados obtenidos fueron más que satisfactorios teniendo un buen comportamiento sísmico que cumple con los parámetros de diseño, pero con la peculiar característica que tuvo valores de desplazamiento mayores pero que siguen cumpliendo con los requisitos mínimos del RNE. Por último, hicimos una comparación económica entre un presupuesto de una estructura similar de aulas prefabricadas elaborado por la municipalidad distrital de la Unión, dando una diferencia económica de S/. 70,607.57 (setenta mil seiscientos siete con 57/100 soles) equivalente al 14.77%.

Palabras Claves: Construcción, Steel Framing, Diseño, Diferencia económica.

ABSTRACT

Construction is one of the most important activities in the country, since it generates thousands of opportunities and benefits to the entire population, as long as it is done correctly, using a construction system that adapts to the needs of the moment. That is why the following research is conducted presenting the Steel Framing as a proposal to the current market. In order to carry out this research, first the corresponding soil mechanics study was carried out to know the mechanical and physical characteristics of the soil where the structural structure is going to be built, then we proceeded to carry out the distribution of environments according to the current regulations and looking for the best possible functionality. Having all these data, we proceeded to make the pre-dimensioning of gravity loads and lateral loads to later perform the structural design based on the American standard AISI S-100 with the help of the software sap2000 to model the structure and verify its reliability. The results obtained were more than satisfactory, having a good seismic behavior that complies with the design parameters, but with the peculiar characteristic of having higher displacement values but still complying with the minimum requirements of the RNE. Finally, we made an economic comparison between a budget of a similar structure of prefabricated classrooms prepared by the district municipality of La Union, giving an economic difference of S/. 70,607.57 (seventy thousand six hundred and seventy-seven hundred and fifty-seven soles) equivalent to 14.77%.

Keywords: Construction, Steel Framing, Design, Economic difference.

INDICE:

Dedicatoria	I
Agradecimiento	III
Resumen	IV
Abstract	V
I. INTRODUCCION.....	1
1.1 Realidad problemática	1
1.1.1. Problema general.....	3
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo general:	3
1.2.2. Objetivos específicos:	3
1.3 Justificación	4
II. MARCO DE REFERENCIA.....	5
2.1. Antecedentes de Estudio.	5
2.1.1. Internacional:	5
2.1.2. Nacional:	7
2.1.3. Locales:	8
2.2. Marco teórico	9
2.2.1. Conceptos generales	9
2.2.2. Ventajas y desventajas	10
2.2.3. Perfiles utilizar en el Steel Framing	12
2.2.4. Fundaciones.....	13
2.2.5. Losa de concreto armado.....	13
2.2.6. Zapata corrida	13
2.2.7. Anclaje.....	14
2.2.8.Paneles.....	14
2.2.9.Paneles estructurales.....	15

2.2.10.	Estabilización de la estructura.....	16
2.2.11.	Paneles no estructurales.....	16
2.2.12.	Entrepisos.....	17
2.3.	Marco conceptual	18
2.4.	Hipótesis	18
2.4.1.	Variable operacional	19
III.	METODOLOGIA	19
3.1.	Tipo y Nivel de Investigación.....	19
3.1.1.	Tipo de investigación	19
3.2.	Población y muestra de estudio.....	20
3.2.1.	Población:.....	20
3.2.2.	Muestra:.....	20
3.3.	Métodos.....	20
3.3.1.	Diseño de contrastación:.....	20
3.3.2.	Técnicas e instrumentos de investigación	21
IV.	PRESENTACION DE RESULTADOS.....	22
4.1.	Descripción de la estructura.....	22
4.2.	Normas utilizadas.....	23
4.3.	Propiedades del material	23
4.4.	Cargas de diseño.....	23
4.5.	Modelado en Sap 2000:	33
4.6.	Diseño estructural	34
4.6.1	Predimensionamiento	34
4.5.2.	Diseño de viga de entrepiso.....	35
4.5.2.1.	Diseño a flexión.....	37
V.	DISEÑO DE CIMENTACIONES:.....	57
VI.	COMPARACION ECONOMICA:	57

DOCIMASIA DE HIPOTESIS	59
IX DISCUCIONES DE RESULTADOS	60
CONCLUSIONES:.....	61
RECOMENDACIONES:	62
Referencias bibliográficas.....	63

INDICE DE TABLAS:

Tabla 01: Variable operacional	19
Tabla 02 Velocidad de diseño (Vh)	25
Tabla 03: Cargar exteriores “Ph” a barlovento y sotavento	26
Tabla 04: Cargar interiores “Ph” a barlovento y sotavento	26
Tabla 05 : Deriva x-x sismo estático	29
Tabla 06 : Deriva y-y sismo estático.....	29
Tabla 07: Peso de edificación	31
Tabla 08: Cortante basal en eje “X”	32
Tabla 09: Cortante basal en eje “Y”	32
Tabla 10: Carga ultima de viga de entrepiso	34
Tabla 11: Carga ultima de viga de entrepiso	35
Tabla 12: Carga ultima de viga de entrepiso	35
Tabla 13: coeficiente de pandeo “K”	42
Tabla 14: Condiciones para determina los nachos efectivos de los elementos uniformemente comprimidos.....	43
Tabla 15: Condiciones para calcular las sección efectiva del alma a compresión .	45
Tabla 16 : Eje centroidal de la viga de entrepiso.....	48
Tabla 17 : Condiciones para hallar el momento de resistente de pandeo lateral.....	51
Tabla 18 : Coeficientes para hallar el coeficiente de pandeo por cortante.....	53
Tabla 19 : Condiciones para hallar el esfuerzo cortante nominal	54
Tabla 20 : Verificación de parámetros para abolladura	56
Tabla 21: Diseño de cimentaciones	57
Tabla 22: Presupuesto de la I.E.602 Tablazo Sur con el sistema constructivo Steel Framing.....	58
Tabla 23: Presupuesto comparativo de aulas prefabricadas	58

INDICE DE FIGURAS:

Figura 01: Arquitectura	22
Figura 02: Espectro de Pseudo- Aceleraciones Eje X.....	28
Figura 03: Espectro de Pseudo- Aceleraciones Eje Y.....	28
Figura 04 : Deriva x-x sismo estático	29
Figura 05 : Deriva y-y sismo estático.....	30
Figura 06: Modelado de la estructura en Sap2000	33
Figura 07 : Análisis estructural con el método LRFD en Sap 2000	33
Figura 08 : Esfuerzos a compresión de la pestaña	39
Figura 09 : Esfuerzos en los extremos del alma	45
Figura 10 : Orden de secciones efectivas	47
Figura 11 : Fuerza diagonal en pandeo estructural	52
Figura 12 : Verificación de abolladura del alma	55

I. INTRODUCCION

1.1 Realidad problemática

En la actualidad existen numerosos sistemas de constructivos en el mundo, algunos mejores que otros, comparándolos en el aspecto calidad y precio. Uno de los sistemas más valorados en este ámbito es el designado Steel Framing o como su traducción dice “estructura de acero”, debido a que el acero se ha convertido en la opción preferida en el sector construcción por sus innumerables ventajas frente a otros materiales (Moushtakim et al, 2019, p. 59).

El sector construcción es actualmente el responsable a nivel mundial de una gran parte del consumo de energía y emisiones de dióxido de carbono que se origina en el proceso de construcción, operación, rehabilitación y demolición. Al emplear sistemas constructivos modernos se puede aminorar estas emisiones considerablemente como el ya mencionado Steel Framing (Hao et al, 2022, p. 1).

El sistema Steel Framing se caracteriza por su construcción en seco, ya que no depende del uso del concreto para su construcción (a excepción de las bases ya que si dependen de una cimentación donde recaiga la estructura). Las estructuras de paredes enmarcadas de SF ofrecen una cantidad de ventajas; por ejemplo, son ligeras, tienen alta resistencia, alta eficiencia de construcción, forma estructural elegante y un alto grado de industrialización, usan menos energía y son eco amigables (Hao et al, 2021, p. 1). Otra de sus mayores cualidades es su sistema modular, las construcciones modulares han ganado un interés creciente por parte de diseñadores, investigadores e ingenieros en las últimas décadas (Chao et al, 2022, p. 2). Este sistema posee una gran resistencia ante un movimiento sísmico lo cual fue demostrado por múltiples investigaciones alrededor del mundo, un ejemplo es la investigación de (Tingtin et al. (2021); donde comprueban que no presenta daños obvios

o grandes el marco de acero de arriostramiento con restricción de pandeo con acero de bajo punto de rendimiento como placa central durante las pruebas.

El Perú es un país altamente sísmico debido a su ubicación geográfica en el cinturón de fuego, donde la tierra libera más del 80% de su energía acumulada en su interior (Ávalos y Fernández, 2019, p. 19). Por tal motivo, es indispensable que todo tipo de estructura diseñada siga con los parámetros descritos en la norma E-030 del reglamento nacional de edificaciones. En el país, la mayor parte de construcciones utilizan los sistemas constructivos tradicionales ya sea de concreto armado, cuyo diseño se basa principalmente en pórticos, o albañilería confinada, donde sus muros confinan la estructura y reciben las cargas verticales y horizontales de esta misma (Pelaez y Romero, 2020, p. 1).

Sin embargo, en su gran mayoría de las construcciones se emplea el uso de materiales rústicos como las planchas de triplay y las esteras. Esto da como resultado a la “autoconstrucción”, es decir, estructuras que son hechas por el dueño de la obra o por maestros de obras, que no cuentan con un diseño sismo resistente ni con la supervisión respectiva durante la ejecución de esta.

De acuerdo con la Cámara Peruana de Construcción (Capeco) el 80% de las viviendas en el territorio nacional son construcciones informales, de las cuales la mitad son altamente vulnerables a un terremoto de alta intensidad (Gestión, 2021). Esta tendencia mayormente nace por la idea de que se puede adquirir algo de calidad a un precio sumamente bajo. Sin embargo, la realidad es otra y este tipo de ideas pueden generar una pérdida de la inversión de miles de familias además de poner en riesgo la integridad y salud de sus miembros, ya que ese tipo de construcciones son altamente vulnerables ante un evento sísmico.

En la región Piura y sus zonas urbanas se están desarrollando de manera desorganizada y las necesidades constructivas dependen en gran medida del crecimiento poblacional de la región, así como de su economía. En la región el 80% de las viviendas colapsarían ante un sismo de 8° grados en la escala de Richter debido a la autoconstrucción sin supervisión en suelos arenosos (LA HORA, 2021).

Es por eso que se deben abrir las puertas a este tipo de sistemas por sus múltiples ventajas que presenta frente a los sistemas constructivos comunes o los “autoconstructivos”. Hemos considerado realizar nuestra investigación en la I.E.062 ya que cuenta con una estructura en situación precaria y con ello determinar las características con nuestro sistema y a la vez contribuir con el mejoramiento de las instalaciones de dicha institución. Así mismo, las instituciones (municipalidades, gobiernos regionales, etc.) que presenten un bajo margen presupuestal podrían optar por el sistema Steel Framing para realizar sus proyectos con un precio accesible, de este modo ayudaría a promover el uso de dicho sistema y así prevenir deficiencias técnicas y/o perjuicios económicos para la economía del país.

1.1.1. Problema general

¿Cuáles son las características del diseño estructural utilizando el Sistema constructivo Steel Framing en la I.E.I 062 ubicado en el centro poblado Tablazo sur del distrito la Unión, Piura 2022?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general:

Elaborar el diseño estructural utilizando el sistema constructivo Steel Framing en la I.E.I 062 ubicado en el centro poblado Tablazo sur del distrito la Unión, Piura 2022

1.2.2. Objetivos específicos:

- Plantear la distribución de ambientes de la I.E.I 062 Tablazo sur a través de un diseño arquitectónico
- Realizar el predimensionamiento y metrado de cargas de la I.E.I 062 Tablazo sur a través del programa Excel.

- Efectuar un análisis estructural considerando cargas horizontales y verticales a través del programa SAP 2000 y Excel .
- Realizar un análisis sísmico aplicando la norma E-030 considerando las cargas de viento descritas en la norma E-020 mediante el software SAP 2000.
- Realizar un comparativo económico con una estructura de características similares para comprobar que el sistema Steel Framing realmente es más económico que el sistema tradicional.

1.3 Justificación

A) Teórico

Desde el punto de vista teórico, este estudio se justifica debido a que a pesar de haber diferentes investigaciones aplicando el sistema constructivo Steel Framing como una solución a la autoconstrucción, no ha habido ninguno que se hará realizado en nuestra zona de investigación, ni tampoco con nuestra muestra y población.

B) Practico

Desde el punto de vista práctico, este estudio se justifica ya que, al haber reconocido la realidad problemática de la zona que es la autoconstrucción debido al factor económico, y al ser un estudio descriptivo se está dando solución al problema al proponer un sistema constructivo más económico y eficiente que impulsaría a la población a dejar de utilizar el método de la autoconstrucción y realizar una estructura mas formal y segura.

C) Social

Desde el punto de vista social, este estudio se justifica ya que proporcionará una mejora en la seguridad estructural de las futuras edificaciones de la zona, porque al proponer una estructura que cumple con el reglamento nacional de edificaciones la norma AISI S-100 se estará generando un ambiente mas seguro para la comunidad, minimizando los riesgos de perdidas materiales y lesiones personales.

D) Económica

Desde el punto de vista económico, este proyecto impulsara a la gente a construir edificaciones estructuralmente mas eficientes ya que al ser un sistema más económico que los sistemas tradicionales se está tratando de impulsar a que la población como el estado escojan este sistema como preferencia para realizar sus proyectos.

II. MARCO DE REFERENCIA.

2.1. Antecedentes de Estudio.

2.1.1. Internacional:

Xiao et al. (2022), realizaron un metamodelado basado en el proceso de regresión gaussiana adaptativa (GPR) como un método de optimización del diseño basado en confiabilidad (RBDO) que sea eficiente para estructuras ante movimiento sísmicos estocásticos. Para realizarlo se describieron a las incertidumbres de los movimientos del suelo mediante la variación de registro a registro y la aleatoriedad de la medida de intensidad (IM). Una vez realizado esto se construyó el modelo GPR para obtener las aproximaciones del parámetro de la demanda de ingeniería y se presenta una estrategia de aprendizaje activo para adecuar el diseño de experimentos del metamodelo. Con base en la confiabilidad de las variables de diseño calculadas por la simulación de Monte Carlo (MCS), se puede obtener una solución óptima mediante un algoritmo de optimización global eficiente (EGO). Los resultados muestran que este método puede proporcionar información de confiabilidad precisa para el diseño sísmico y puede tratar los problemas de minimizar los costos bajo la restricción probabilística y los problemas de mejorar la confiabilidad sísmica bajo costos limitados. Se concluyo que el método propuesto proporciona una base para futuras investigaciones sobre

problemas de optimización considerando la robustez del desempeño sísmico de estructuras complejas.

Aporte: Este antecedente puede ayudarnos a mejorar en el aspecto estructural como económico al realizar el análisis sísmico.

(Chavez, et al. 2022) Se evaluaron comparativamente doce modelos estructurales con diferentes cubiertas (dos, cuatro y múltiples aguas), con marcos de acero y tabiques de hormigón armado, cumpliendo con los parámetros sísmicos especificados en las normas de edificación ecuatorianas. Ambas estructuras fueron modeladas con sus respectivos sistemas constructivos, se calcularon sus respectivos pesos y se realizaron sus respectivos análisis sísmicos. Estos nos dan resultados evaluados mediante análisis y gráficos comparativos, mostrando que la estructura de acero es significativamente más liviana en relación al hormigón armado, con una reducción del 94.1%; afectando directamente los esfuerzos cortantes dinámicos y estáticos. Se concluyó que ambos sistemas son rígidos, pero la estructura de acero tiene un coeficiente sísmico. Tiene mayor resistencia sísmica, pero es más liviano en comparación, y el hormigón armado tiene un buen desempeño sísmico.

Aporte: Este antecedente puede ayudarnos a conocer las características del sistema Steel Framing y porque reafirmar porque lo estamos utilizando en vez de un sistema constructivo tradicional.

(Vallejos. B.(2021) en su tesis “Comparativa del Sistema Tradicional Steel Framing en la Construcción de Viviendas de hasta 2 pisos con luces hasta 5 metros” donde hacen una comparación de ambos sistemas donde llegaron a la conclusión que Framing es un tanto menor en sus costos y que también el porcentaje de tiempo de construcción es de 50.64% ya que resulta mas eficiente

que el sistema tradicional también se logro determinar que ahorro de cimentación de Framing es de 70% mas que tradicional . Esto confirma una vez mas que el sistema que utilizamos de Framing es bueno y tiene muchas ventajas en términos de costos , tiempo , entre otras cosas. También da a conocer las ventajas y desventajas de ambos sistema ; donde Framing es un método de construcción innovador que brinda la seguridad , calidad , bajo costo , tiempo de construcción reducido y por tal motivo el tradicional requiere de mayor maquinaria , mano de obra , fudisiones de losa y transporte de material.

2.1.2. Nacional:

(Gongora, 2021) En su tesis Análisis comparativo de la construcción de un módulo domiciliario UBS con captación de aguas pluviales mediante el sistema de madera y el sistema Steel Framing en la localidad 13 febrero, Loreto 2021, Su propósito es descubrir y describir las ventajas que ofrece la construcción de un sistema utilizando la nueva infraestructura de captación de agua de lluvia. El método propuesto es un análisis de productividad mediante gráficas de equilibrio de los dos sistemas constructivos, que arroja 0.001627, 0.001625 y 0.0144 para el sistema de estructura de madera, y 0.00064, 0.00073 y 0.00082 para el análisis de distorsión en el sistema de estructura de acero. También se analizó la productividad a través de una gráfica de balance de los dos sistemas constructivos, resultando un sistema de estructura de acero con TP de 1%, TC de 1% y TNC de 2%. sistema de marco madera. Finalmente, se analiza la diferencia de costo entre el sistema de estructura de acero y el sistema de estructura de madera, y se obtiene la diferencia de costo en S/ entre ambos sistemas. 165.42 admite sistemas de estructura de acero. Se concluyó que el sistema constructivo de estructura de acero tiene mejor comportamiento sísmico en base a la deformación obtenida, es un sistema más

productivo según el diagrama de balance, y es menos costoso en comparación con el sistema de madera, por lo que los sistemas de estructura de acero son viables y rentables. casa de construcción modular UBS con captación de aguas pluviales en la localidad 13 febrero, Loreto 2021.

El principal aporte del trabajo es que este sistema tiene mejor comportamiento y a la vez tiene es un sistema Steel Framing muy rentable para la comunidad.

2.1.3. Locales:

(Pelaez,A y Romero,S., 2020) en su tesis “Diseño estructural del sistema Steel Framing de una vivienda de 2 pisos, urbanización Soliluz, Trujillo, La Libertad”, realizaron el diseño estructural del sistema de estructura metálica de la casa de 2 plantas, Urbanización de Soliluz, Trujillo, La Libertad. Para la dirección de las obras de cimentación se gestionó una copia escrita del terreno estudiado con el fin de obtener medidas reales del predio y poder Diseñar el plano correspondiente El estudio de mecánica de suelos se obtuvo de otro levantamiento de capacidad portante y clasificación de suelos El diseño estructural se basó en la Norma Norteamericana AISI-100-2016 y Peruana Norma Técnica E-050 El sistema Framing fue diseñado en una hoja de cálculo elaborada por los autores del estudio, los resultados dan todas las características del diseño estructural de una casa de 2 plantas, la conclusión es que el sistema cumple con todos los parámetros de las normas técnicas peruanas.

Aporte: Esta tesis puede aportar como guía para realizar el diseño de la I.E.I 062 **(Br.Frenadez y Br. Alvaro , 2019)** en su tesis “Diseño estructural y comparación económica de una vivienda unifamiliar en el sistema de albañilería confinada y acero liviano en la ciudad de Trujillo” El objetivo es utilizar el sistema anterior como una alternativa a los métodos tradicionales y manuales. Para lograrlo, nos enfocamos en el uso de sistemas de acero liviano, que afecta el costo y

comportamiento sísmico de las viviendas unifamiliares en comparación con los sistemas de mampostería cerrada, con el fin de brindar a los trujillanos un nuevo tipo de método de construcción de viviendas y poder determinar que el sistema tiene el mejor desempeño sísmico y es 21% más económico que el sistema de mampostería. Se llegó a la conclusión que este sistema tiene mejor comportamiento sísmico y a la vez baja presupuesto económico para la población de la ciudad de Trujillo.

Aporte: Demuestra que el Steel Framing es uno de los sistemas más económico y construido en menos tiempos para facilitar el aspecto económico y tiempo.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Conceptos generales

El sistema constructivo Steel Framing utiliza un conjunto de perfiles de acero galvanizado y con aislamiento interno, cuyo espesor es delgado, con estos es posible crear los entramados de pisos, muros y cubiertas, por simples encajes y uniones entre mencionados perfiles. El uso de perfiles razonablemente diseñados permite diseñar una variedad de combinaciones por la excelente ventaja de contar con piezas modulares e industrializadas, todas estas características provocan una reducción en los costos a la hora de hacer una producción masiva de estos perfiles y por el uso de técnicas estándar de fabricación y construcción. Para lograr dicho objetivo la cantidad de perfiles a utilizar debe ser bajo, para que así con pocos elementos modulares se logren hacer diversas estructuras.

La estructura de Steel Framing consta principalmente por paneles, entresijos y cubiertas, los cuales se ensamblan unos con otros para que así, en conjunto puedan crear un sistema capaz de soportar todas las cargas y sollicitaciones que actúan sobre la propia estructura. (Sarmanho, A., y Moraes, R., 2007, pág. 14) Imagen referencial (Anexo 1)

2.2.2. Ventajas y desventajas

2.2.2.1. Ventajas

Según el manual de Recomendaciones para construir con Steel Framing. (2018, pág.50) este sistema tiene múltiples ventajas, las cuales son:

- **Abierto y flexible:** Este sistema constructivo es abierto ya que se puede implementar distintos materiales (madera, piedra, estructuras metálicas de barras laminadas en caliente, concreto armado, etc.) para crear estructuras mixtas permitiendo ampliar las capacidades del sistema. Este sistema permite obras de reparación, ampliación o remodelación, limpias, fáciles y rápidas. También se puede usar todo tipo de revestimiento exterior (piedra, revestimiento metálico, cerámica, etc.). El tipo de cubierta a utilizarse puede ser plana o inclinada, secas (calamina, madera, etc.) o húmedas (losa aligerada o maciza).
- **Eficacia energética:** La peculiaridad del sistema múltiples capas posibilita elegir el tipo aislador, su posición (entre los montantes y / o exterior) y su grosor dependiendo de los requisitos para soportar los distintos factores bioclimáticos; cumple y supera los requisitos de los climas más extremos.
- **Construcción eco amigable:** El acero galvanizado es 100% reciclable y se puede volver a utilizar múltiples veces sin que esta pierda sus propiedades. Recientemente se han realizado varios estudios para determinar la huella de carbono de la construcción con estructura de acero en comparación con la construcción con sistemas tradicionales (albañilería armada y confinada), muestran de un 25% a un 60% menos de emisiones de carbono hasta la puesta en servicio en edificios de estructura metálica.
- **Racionalización e industrialización:** La formulación del sistema de aplicación evita la creación de residuos en los revestimiento . Nuevamente, estos componentes están estandarizados, fabricados industrialmente con

mayor precisión dimensional y cumplen con estrictos estándares de calidad.

- **Resistencia sismo resistente:** Dado que todos los componentes funcionan de manera interrelacionada, la estructura de acero tiene la mejor respuesta al movimiento sísmico.
- **Aislamiento acústico:** En función de la configuración del sistema (masa/resorte/masa), se puede conseguir un nivel óptimo de aislamiento acústico, incluyendo distanciadores entre unidades funcionales y en el los entresijos, alcanzando hasta valores de 62 dB.
- **Resistencia del acero:** El acero mantiene la integridad estructural ya que es altamente resistente a la putrefacción, el óxido e incluso a las plagas. Revestimiento de zinc Z275 aplicado al perfil (275 g/m² en ambas caras), y barrera de agua, viento (cara externa de los paneles exteriores) y vapor (cara interna de los paneles exteriores), incluso en condiciones climáticas adversas, para lograr una durabilidad acorde con la vida útil del edificio.

2.2.2.2. Desventajas

El sistema es superior a otros, pero también es una realidad que no es del todo perfecto y también cuenta con sus desventajas, las cuales son:

- **Adaptabilidad y costos para ciertos diseños:** Es posible que algunos diseños de estructuras no se logren fácilmente con este sistema. Esto puede llevar a la necesidad de más acero y a un aumento en el costo de construcción. Al no utilizar columnas de concreto armado, se requiere una distribución uniforme del peso, lo que reduce la flexibilidad para algunos diseños.
- **Falta de mano de obra Calificada:** Al ser un sistema constructivo nuevo, la mano de obra calificada para poder realizar este tipo de proyectos es muy escasa.
- **Altura y peso limitado:** En proyectos grandes o donde se puede planificar

una expansión, los perfiles de acero pueden afectar el proyecto. Por el contrario, cuando hay que colocar maquinaria pesada en pisos altos, este tipo de sistema puede tener inconvenientes. En general, se recomienda construir un máximo de 5 pisos.

- **Desconfianza de la población:** Un sistema tan nuevo genera naturalmente desconfianza en el público. Esto limita la demanda. Además, debido al uso común de sistemas secos con placa de yeso como es el drywall, muchos consumidores dudan de la calidad y durabilidad de este sistema.

2.2.3. Perfiles utilizar en el Steel Framing

Los perfiles más utilizados para este sistema constructivo son láminas de acero bañadas en una aleación de zinc-aluminio, a través del proceso de galvanización que consta en la inmersión de la pieza en zinc fundido para protegerlas de diferentes agentes corrosivos ambientales y fortalecer su resistencia mecánica a los golpes y a la abrasión. Esta resistencia varía según la forma, dimensión y módulo de elasticidad de la pieza, pero no debe ser menor a 230 MPa.

Las secciones más utilizadas son los perfiles Pgu (Perfil galvanizado U) y Pgc (perfil galvanizado C), estos mismos constituyen casi en su totalidad la estructura de acero.

El Pgc (perfil galvanizado C) es un elemento estructural que tiene de función distribuir las cargas y convertirse en la base donde recaen las terminaciones. Sean por ejemplo en: montantes, vigas de entepiso, paneles, etc.

El Pgu (perfil galvanizado U) no cuenta con una función estructural, su función principal es la de contener los montantes (Pgc) y así ayudar a formar los paneles estructurales de una forma segura y firme.

En la tabla que se encuentra en el (anexo 2) se muestran otros tipos de perfiles aparte de los ya mencionados, así como sus detalles y uso en el sistema Steel Framing.

2.2.4. Fundaciones

Con el sistema Steel Framing es admisible usar cualquier tipo de fundación o más conocido como losa de cimentación, al ser estructuras de peso liviano transmiten menor carga a los cimientos a comparación de otros sistemas estructurales. El tipo de fundación a escoger dependerá de distintos factores (resistencia del suelo, clima y tipo de diseño estructural). Las más utilizadas son la zapata corrida y la losa de concreto armado.

2.2.5. Losa de concreto armado

Esta losa trabaja transmitiendo las cargas directamente con el suelo, la ventaja principal de utilizar este tipo de cimentación en conjunto con el Steel Framing es que no tiene necesidad de construir un entrepiso de perfiles para el primer nivel. El contrapiso se realiza sobre la losa de concreto armado. Lo que hay que tener en cuenta es la correcta distribución de todo tipo de instalaciones antes del vaciado. Imagen referencial (anexo 2)

2.2.6. Zapata corrida

Hay 2 elementos esenciales en una zapata corrida: la base y el muro de cimentación. A diferencia de la losa de cimentación este si necesitara de un entrepiso de perfiles. Es el indicado para cuando se implementen muros portantes, las cuales distribuirán las cargas de manera uniforme a lo largo de su longitud. Imagen referencial (Anexo 4)

2.2.7. Anclaje

Como en cualquier construcción, la transferencia de cargas a los cimientos del edificio y desde los cimientos al suelo es de suma importancia. El sistema Steel Framing no es una excepción, por lo que se requiere un cuidado especial y una verificación minuciosa de esta conexión entre la estructura metálica y la cimentación. La estructura será instalada para resistir los movimientos provocados por el viento, que producirá movimientos de traslación o volcamientos con rotación. Dependiendo del tipo de cimentación y restricciones estructurales, este será el tipo de anclaje que se utilizará. El tamaño de los anclajes y el espacio entre ellos se determinará mediante cálculos estructurales.

2.2.7.1. Anclaje utilizando fleje de acero

Este modelo de anclaje utiliza un fleje de acero galvanizado perforado que ira empotrado en la cimentación. Se colocará antes del llenado de la cimentación. Su ubicación dependerá del cálculo estructural, sobresaldrá 40 cm y se empotraran 20 cm de esté, e ira atornillada al montante de perfil Pgc doble. Imagen referencial (anexo 5)

2.2.7.2. Anclaje químico

Está instruido por una conexión y una varilla roscada. Cuando están listos los montantes de la estructura, se perfora la cimentación, se coloca una sustancia química epoxi y se coloca la varilla. Su instalación es después del colado de la cimentación. Cabe destacar que este tipo de anclaje es el que mejor resistencia a la tracción tiene. Imagen referencial (anexo 6)

2.2.8. Paneles

Los paneles en este sistema constructivo estarán compuestos por perfiles tipo Pgc verticales (montantes) cuya función será la transmisión de cargas, unidos

transversalmente con perfil Pgu (soleras). La necesidad que haya una simetría entre las almas obliga a que exista una coincidencia entre los montantes de techo, pisos superiores, vigas de entrepiso y la planta baja de modo que todas estas almas estén alineadas correctamente y no exista una excentricidad.

2.2.9. Paneles estructurales

Estos paneles serán los que harán cargo de transmitir las múltiples cargas de la estructura, ya sea la carga muerta de todos los elementos ya mencionados (entrepisos, otro tipo de montantes, etc.) tanto como la carga viva. Además, también deberán resistir lo que son las cargas provocadas por el viento como las sísmicas, convirtiéndolos en los elementos más importantes y se les debe dar un cuidado exhaustivo.

Para la construcción de estos paneles se utilizarán perfiles tipo Pgc (montantes) y Pgu (soleras). Por normatividad los montantes irán separados cada 400 mm hasta los 600 mm, en casos especiales pueden llegar hasta los 200 mm. Dicha separación afectará principalmente la capacidad portante que pueda recibir cada perfil. En otro caso, las soleras se ubicarán en la parte alta y baja de los montantes, anclándolas y compactándolas, para que así las cargas se puedan dispensar de forma uniforme.

A los perfiles Pgc se les hará unas perforaciones porque por ellas pasaran todo tipo de tuberías para distintas instalaciones ya sean eléctricas o sanitarias. Por último, para anclar estos paneles se utilizarán tornillos galvanizados, preferiblemente auto perforantes. Imagen referencial (anexo 7)

En caso de proyectarse alguna abertura como pueden ser puertas y/o ventanas en un panel portante se necesitará el uso de dinteles y jambas para poder redistribuir las cargas que se verán interrumpidas en los montantes. Imagen referencial (anexo 8)

2.2.10. Estabilización de la estructura

Antes se dijo que los montantes deberán resistir todo tipo de cargas verticales (carga muerta y viva) y horizontales (sismo y viento). Pero estos por si solos no son capaces de soportar dichas cargas y puede ocasionar una futura falla estructural. Para que esto no suceda pase existen múltiples y variadas soluciones, las más comunes son: usar un revestimiento con placas que servirán como diafragmas de rigidización y los arriostramientos en los paneles

2.2.10.1. Arriostramiento

El procedimiento más común el arriostramiento en "X" (Cruz de San Andrés) que consta en el uso de cintas de acero galvanizado que serán colocados en la parte de la superficie exterior del panel. Las dimensiones de la sección de la cinta deben ser tal que pueda transmitir el esfuerzo de tracción. Para un mejor comportamiento, la inclinación de las diagonales entre 30° y 60°. Imagen referencial (anexo 9)

2.2.10.2. Diafragmas de rigidización

Son placas estructurales cuya función será proporcionar un aumento de la resistencia del panel, ya que amortiguan las cargas laterales que recaerán sobre la estructura, ya sean las fuerzas del viento, los movimientos sísmicos y estas las transmiten hacia la fundación. (Sarmanho, A., y Moraes, R., 2007, pág. 38) Imagen referencial (anexo 10)

2.2.11. Paneles no estructurales

Son aquellos que no soportan ningún tipo de carga interna o externa, solamente su propio peso, su función principal es la separación de ambientes.

En caso se proyecten aberturas la solución para estos paneles es mucho más sencilla a comparación de los paneles estructurales, ya que no se

necesitarán dinteles ni tampoco jambas, con quitar los pernos y mover el panel a otro lado bastara. La instalación de aberturas a comparación de otros sistemas cuando presentan una abertura es mucho más que es mucho más complicado realizarla. Imagen referencial (anexo 11)

2.2.12. Entrepisos

El entrepiso consiste de perfiles (en este caso serán denominados “vigas”) tipo Pgc en paralelo, y colocados de manera horizontal, separados con una determinada distancia y que coincida con la ubicación de los montantes para poder asegurar una correcta transmisión de cargas. Imagen referencial (anexo 12)

Solo hay 2 tipos de entrepisos:

2.2.12.1. Entrepiso seco:

La característica principal de este tipo de entrepiso, es la implementación de placas rígidas que van atornilladas a las denominadas vigas de entrepiso, su 2da función seria funcionar como contrapiso, desempeñando adicionalmente la función de diafragma horizontal, con la condición de que las placas sean estructurales. Sobre el tipo de placa que se puede utilizar, la OSB de 18 mm de grosor es la más común, con la característica de ser liviana y de una fácil instalación. Imagen referencial (anexo 13)

2.2.12.2. Entrepiso húmedo:

Este tipo de entrepisos está comprendido por una chapa ondulada de acero cuya función será para encofrar el hormigón. Será atornillada a las vigas de entrepiso y se vaciará una capa de hormigón de 4 a 6 cm. La función principal de este tipo de entrepiso será de contrapiso donde se instalarán los acabados. Imagen referencial (anexo 14)

2.3. Marco conceptual

- **Steel Framing:** Sistema de marco de acero galvanizado en el que se utilizan diferentes perfiles para formar la estructura (Sarmanho, A., y Moraes, R., 2007)
- **Alma:** Parte central de una viga que une a las alas perpendiculares y sirve para resistir los diferentes esfuerzos cortantes a la que va a ser sometida.
- **Montante:** Perfiles ligeros de acero galvanizado que componen paneles estructurales y no estructurales. (Danneman, 2006)
- **Solera:** Perfiles ligeros de acero galvanizado utilizados como cimientos y remates de paneles estructurales y no estructurales. (Danneman, 2006)
- **Dintel:** Son elementos estructurales que se ubican sobre los vanos de puertas y ventanas y se apoyan en las jambas. (Danneman, 2006)
- **Jamba:** Son aquellos montantes que limitan un vano de forma lateral. (Danneman, 2006)
- **Rigidizador:** Es un recorte de perfil tipo Pgl que va anclado al alma de la viga de entrepiso y tiene la función de aumentar la resistencia ante cargas de gravedad. (Danneman, 2006)
- **Placas de OSB o revestimiento estructural:** Paneles conformados por trozos de madera encoladas y compactadas instaladas sobre los miembros estructurales cuya función será distribuir cargas, ejercer como arriostramiento y dar un mejor refuerzo estructural. (Danneman, 2006)

2.4. Hipótesis

El diseño estructural utilizando el sistema constructivo Steel Framing en la I.E.I 062 Tablazo sur cumple con todos los parámetros establecidos por el reglamento nacional de edificaciones (RNE) y la American Iron and Steel Institute (AISI – S100 – 2016).

2.4.1. Variable operacional

En la Tabla 1 se observa la operacionalización de las variables en la investigación.

Tabla 01: Variable operacional

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Diseño estructural utilizando el sistema constructivo Steel Framing	El sistema Steel Framing es un sistema constructivo abierto, ampliamente utilizado en todo el mundo, en el cual se busca una estructura rígida a través del uso de perfiles de acero galvanizado formados en frío. Este sistema es un tipo de construcción en seco que ofrece múltiples ventajas por su rápida construcción, bajo peso, menor precio y eficiencia energética. Debido a sus componentes ligeros se pueden manipular de una manera sencilla y se reduce la cantidad de desperdicios de materiales. Además, estos se pueden entregar y ensamblar a pie de obra o pueden armarse industrialmente a medida y suministrarse en longitudes estándar y cortarse in situ	El diseño estructural utilizando el sistema constructivo Steel Framing consiste en el uso de perfiles de acero galvanizado conformando paneles ya sean estructurales o no, vigas secundarias y cualquier otro elemento que se necesite, que abarca el uso de un levantamiento topográfico y un estudio de mecánica de suelos para conocer la forma del terreno y las características mecánicas del suelo a construir. Además, un diseño arquitectónico para conocer la distribución y zonificación de los ambientes a construir. Una vez conseguido estos datos se realiza un dimensionamiento de los elementos estructurales de tal modo que estos cuenten con la suficiente rigidez y resistencia para soportar las distintas cargas a la que va a ser sometida la estructura sin que se provoquen fallas considerables en esta.	Diseño arquitectónico	Zonificación de ambientes Distribución de ambientes	AutoCAD
			Predimensionamiento y metrado de cargas	Ubicación y cantidad de columnas, vigas y losas	Excel
				Tipo de estructura	
				Cantidad de pisos	
			Análisis estructural	Cargas de gravedad	SAP 2000 y Excel
				Cargas laterales	
			Análisis sísmico	Cargas de la edificación	SAP 2000 y Excel
				Peso de la edificación	
				Cortante Basal	
				Desplazamientos laterales	
			Distorsión de entrepiso máximo		

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo y Nivel de Investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Investigación aplicada: Se intenta dar solución a un problema en específico en la sociedad de acuerdo con la naturaleza numérica de los datos recogidos en términos de las variables la investigación fue de enfoque cuantitativo.

3.1.2. Nivel de investigación:

Investigación descriptiva: Dado que se describiría y explicara el proceso para realizar el diseño estructural de la I.E. 602 Tablazo Sur realizando un detallado

estudio de las características estructurales y económica

3.2. Población y muestra de estudio

3.2.1. Población:

Está compuesta por el área de 2.400 m² la Institución Educativa Inicial 062 Tablazo Sur del distrito de la Unión de la ciudad de Piura.

3.2.2. Muestra:

Está compuesta por una parte del área de la I.E.I.062 de 450 m² en donde extraeremos las muestras del suelo en donde se realizará el diseño constructivo. Está ubicada en Distrito Tablazo Sur.

3.3. Métodos

3.3.1. Diseño de contrastación:

- **Tipo de investigación:**

Según enfoque: Cuantitativa

Según finalidad: Aplicada

Según Nivel: Descriptivo

Según temporalidad: Transversal

- **Diseño de investigación:**

No experimental, transversal, descriptivo simple. Su esquema es el siguiente:



G: Pabellón en la institución educativa N° 062 Tablazo sur - La Unión

O: Características del diseño estructural utilizando el sistema estructural Steel Framing

3.3.2. Técnicas e instrumentos de investigación

- **Técnicas:**

Se utilizarán las técnicas de observación no experimental y análisis documental.

- **Instrumentos:**

Los instrumentos que se utilizaran son la guía normalizada para la caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción (NPT 339.162).

El segundo instrumento por utilizar serán los resultados del EMS realizados en laboratorio para conocer las características físicas y mecánicas del suelo a construir.

El tercer instrumento será el levantamiento topográfico para conocer la planimetría del terreno.

El cuarto instrumento a utilizar será toda la bibliografía que existe sobre el sistema constructivo usando diferentes manuales ingenieriles tanto como la norma AISI adaptándolo a los estándares que dicta el reglamento nacional de edificaciones para poder realizar el diseño estructural.

- **Procesamiento de datos.**

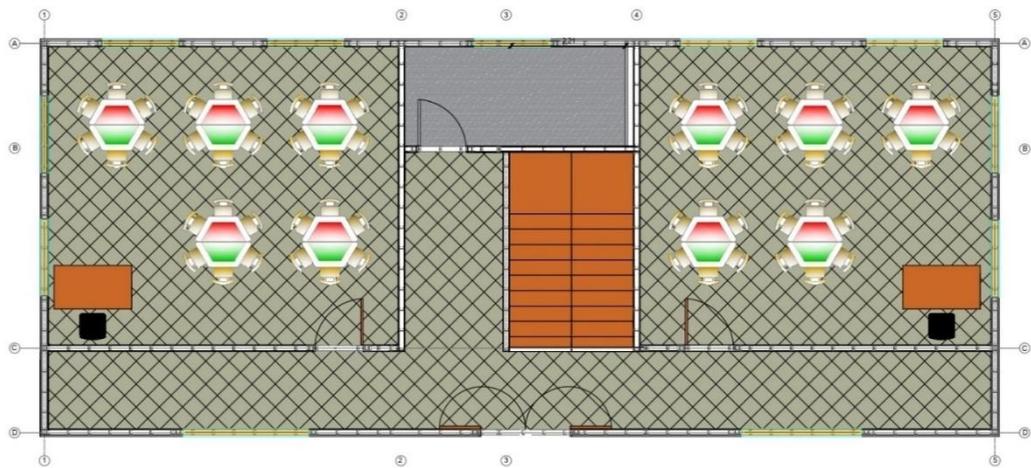
Se tomarán muestras de suelos de 3 puntos perforados estratégicamente y se llevarán al laboratorio para realizarles los ensayos respectivos. Una vez extraídas las muestras se realizará un levantamiento topográfico, los datos obtenidos de estos procesos servirán para conocer la planimetría, características físicas y mecánicas del suelo para poder diseñar la cimentación mediante el uso del software SAP 2000. Con lo investigado en los diferentes manuales ingenieriles y normas se podrá realizar el diseño estructural mediante los softwares SAP 2000, AutoCAD y Excel.

IV. PRESENTACION DE RESULTADOS.

4.1. Descripción de la estructura

La estructura consta de un área de 18.56 m x 7.76 m y será un espacio pensado para la educación, con dimensiones de salones y corredores normadas según la A.040 Educación, cumpliendo con los requerimientos mínimos de altura mínima, iluminación, volumen de aire, etc.

Figura N° 1: Arquitectura



Fuente elaboración propia

Para la iluminación de los ambientes se optó por colocar ventanas de 1.50 y de 2.50 distribuidas estratégicamente para que todos los ambientes se iluminen uniformemente con luz natural.

Todas las puertas tienen un ancho mínimo de 1 metro exceptuando por la puerta principal de que tiene un ancho de 2 metros debido a que será la que mayor flujo de personas transitará por ella.

La norma recomienda para aulas un área mínima de ambiente de 1.5 m² por persona. Las aulas tienen un área de 48.34 m², por eso mismo se está considerando un número máximo de alumnos de 30 estudiantes con 1 profesora, para de esta manera cada persona tenga un área de 1.56 m². Superando el área mínima recomendada por la norma.

Esta estructura estará conformada por muros portantes, muros cortina y tabiques, los cabios se colocarán a una distancia de 0.40 cm al igual que los montantes para ser fiel al diseño "In Line Framing". Para hacer esta estructura lo mas liviana posible hemos escogido utilizar una cubierta liviana. Además, se muestran donde se colocarán las vigas dinteles respectivos para las aberturas de puertas y ventanas. (Anexo 25 y 26)

4.2. Normas utilizadas

- Norma E.020 Cargas
- Norma E. 030 Diseño sismo resistente
- Norma E. 090 Estructuras metálicas
- North American Specification for the Desing of Cold-Formed Steel Structural Members

4.3. Propiedades del material

Acero conformado en frío (Grado 33)

- Peso por unidad de volumen: 7850 Kg/m³
- Módulo de elasticidad: 2000000 kg/cm²
- Módulo de Poisson: 0.3
- Esfuerzo de fluencia: 33 Ksi = 2320 kg/cm²

4.4. Cargas de diseño

Carga muerta

Para realizar el diseño estructural el entrepiso a utilizar es el entrepiso seco ya que lo que se busca en este tipo de estructuras es mantenerlas livianas para que las vigas de entrepiso no sean muy exigidas y fallen por pandeo. La carga muerta

estará compuesta por el peso del entrepiso seco y del panel estructural. Para ello se calcula el peso promedio de cada elemento:

Entrepiso seco: 35.56 kg/m² (Anexo 20)

Panel portante: 19.43 kg/m² (Anexo 21)

Cubierta inclinada: 34.45 kg/m² (Anexo 22)

Se decidió redondear los pesos del entrepiso seco, del panel portante como de la cubierta inclinada a 45 kg/m², 25 kg/m² y 40 kg/m² respectivamente.

Para el segundo piso solo corresponde el peso de la cubierta, pero para el primer piso le corresponde el peso de los paneles portantes y el entrepiso seco. Teniendo este aspecto en consideración se obtiene el peso por entrepiso:

- Primero piso: 45 kg/m² + 25 kg/m² = **70 kg/m²**
- Segundo piso: **40 kg/m²**

Carga viva

La norma E. 020 en la tabla N° 01 "Cargas vivas mínimas repartidas" dicta que, para centros educativos, más específico para aulas correspondería una carga viva de 250 kgf/m², pero para los corredores y escaleras correspondería una carga viva de **400 kgf/m²** y esta carga será la elegida para el primer piso.

Para el segundo piso la norma E. 020 en el artículo 7.1 dice que para coberturas livianas de planchas onduladas con cualquier pendiente será de **30 kgf/m²**.

Carga de viento

Debido a lo liviana que es estructura, se tiene que tener en cuenta la acción del viento frente a esta ya que es la que más va a afectar a este tipo de edificaciones.

Para saber que tanto va a afectar a la estructura necesitamos encontrar la carga de viento tal cual nos indica el artículo N° 12.3 de la norma E. 020:

$$V_h = V \left(\frac{h}{10} \right)^{0.22}$$

Donde:

- V_h = es la velocidad de diseño en la altura h en km/h
- V = es la velocidad de diseño hasta 10 m de altura en km/h
- h = es la altura sobre el terreno en metros

El valor de la velocidad de diseño “V” se encuentra en el mapa eólico del Perú, el cual puede ser encontrado en el anexo 2 de la norma E. 020. Esta velocidad dependerá de distintos factores como las condiciones locales y la zona, pero esta velocidad no podrá ser menos a 75 km/h según el artículo 12.3 de la norma E. 020.

La zona donde está destinado el proyecto es el tablazo sur – La unión y su velocidad de diseño está en un promedio entre 40 km/h y 80 km/h pero debido a que la velocidad no puede ser menos 75 km/h se tomará el máximo el cual es el de **80 km/h**. Anexo 19

Para hallar la velocidad “ V_h ” se aplica la fórmula con cada altura de entrepiso:

Tabla 02 Velocidad de diseño (V_h)

Piso	Altura (m)	Velocidad (km/h)
1	3.35	62.89
2	7.52	75.14

Fuente elaboración propia

Una vez hallado la velocidad “ V_h ” se procede a hallar las cargas exteriores generadas por el viento las cuales irán dirigidas a los montantes exteriores de cada panel exterior, ya sea en el eje “X” como en el eje “Y”. El valor de estas cargas dependerá si el viento se encuentra a sotavento o barlovento. Se calculará con la siguiente expresión según el artículo 12.4:

$$P_h = 0.005 * C * V_h^2$$

Donde:

Ph = presión o succión del viento a una altura h en kg/m²

C = factor de forma adimensional

Vh = velocidad de diseño a la altura h

El valor C se encuentra en la tabla 4 de la norma E.020 indicando los valores ya sea a sotavento y barlovento. En nuestro caso nuestra construcción tiene una superficie vertical entonces el valor de barlovento será +0.8 y el valor de sotavento será de -0.6.

Tabla 03: Cargar exteriores "Ph" a barlovento y sotavento

Piso	Carga "Ph" a sotavento (kgf/m ²)	Carga "Ph" a barlovento (kgf/m ²)
1	11.87	15.82
2	16.94	22.58

Fuente elaboración propia

Halladas las cargas exteriores se procede a encontrar las cargas interiores, las cuales se aplicarán a los montantes interiores de cada panel estructural, ya sea en el eje "X" como en el eje "Y". Para hallar estas cargas hay que añadir una carga "Ph" a la carga exterior en barlovento y sotavento, lo cual se utiliza la tabla N° 5 de la norma E. 020.

Tabla 04: Cargar interiores "Ph" a barlovento y sotavento

Piso	Carga "Ph" a sotavento (kgf/m ²)	Carga "Ph" a barlovento (kgf/m ²)
1	17.8	21.75
2	25.41	31.05

Fuente elaboración propia

Finalmente, para añadir las cargas en el sap 2000 se tiene que multiplicar las cargas "Ph" por el ancho tributario de cada montante, para que así se cree una carga distribuida a lo largo del elemento.

Carga de sismo

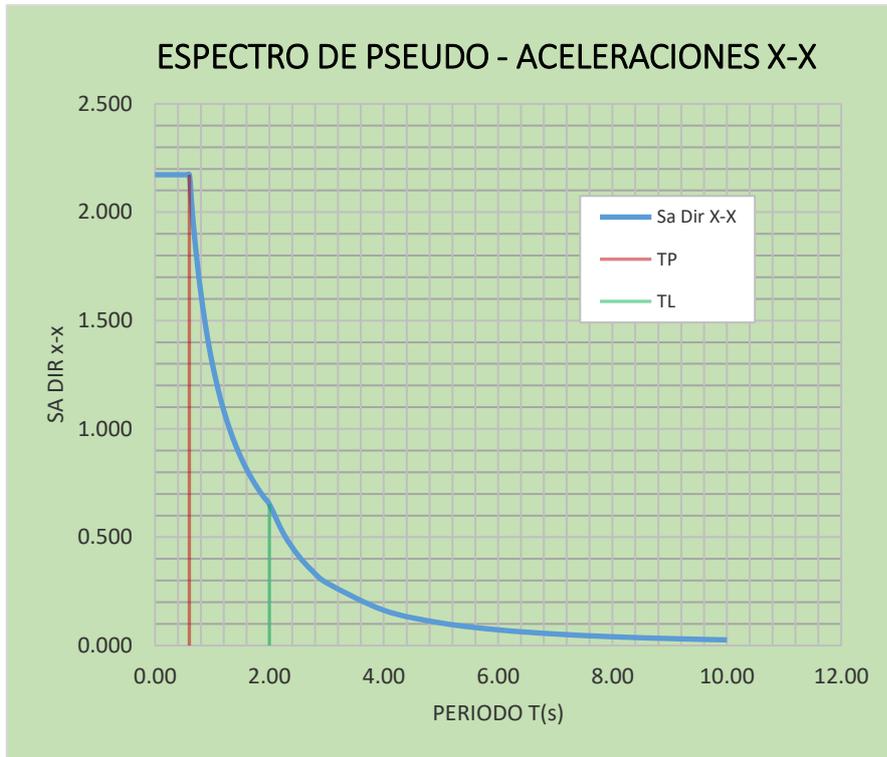
Para calcular las cargas de sismo se utilizaron espectros de diseño en ambos ejes, debido a que la estructura es regular tanto en altura como en planta los valores de la o l_p será igual a 1.

De la norma E. 030 sacaremos los valores necesarios para proseguir con el cálculo:

- $Z = 0.45$
- $U = 1.5$
- $C = 2.5$
- $S = 1.05$
- $R = 8$

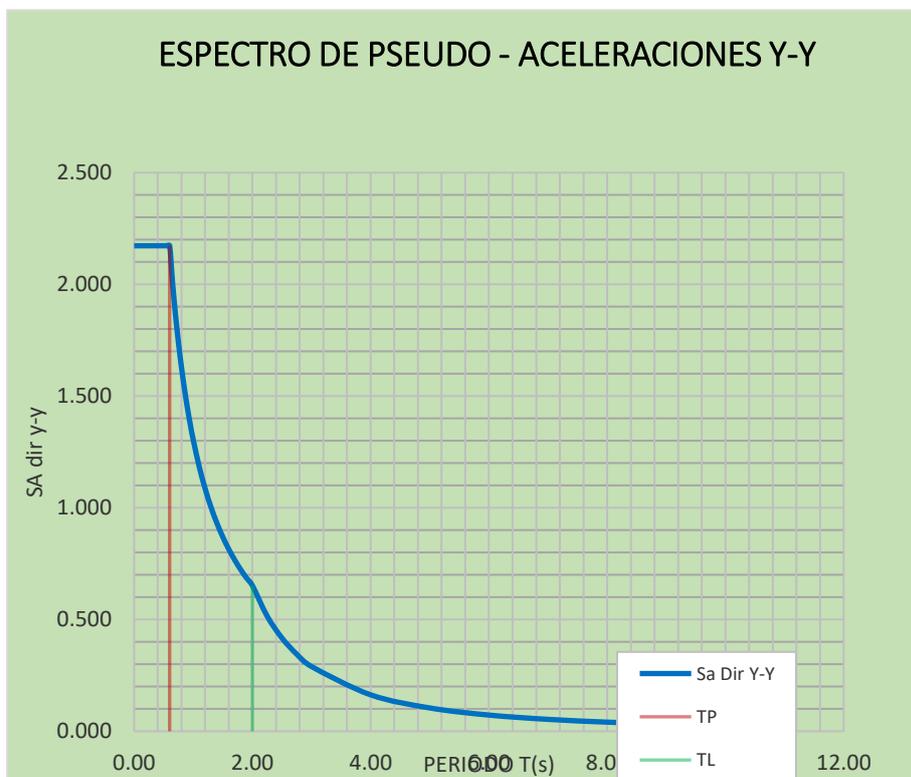
Una vez hallado todos los valores se procede a graficar los espectros de diseño tanto para el eje X como para el Eje y:

Figura 2: Espectro de Pseudo- Aceleraciones Eje X



Fuente elaboración propia

Figura 3: Espectro de Pseudo- Aceleraciones Eje Y



Fuente elaboración propia

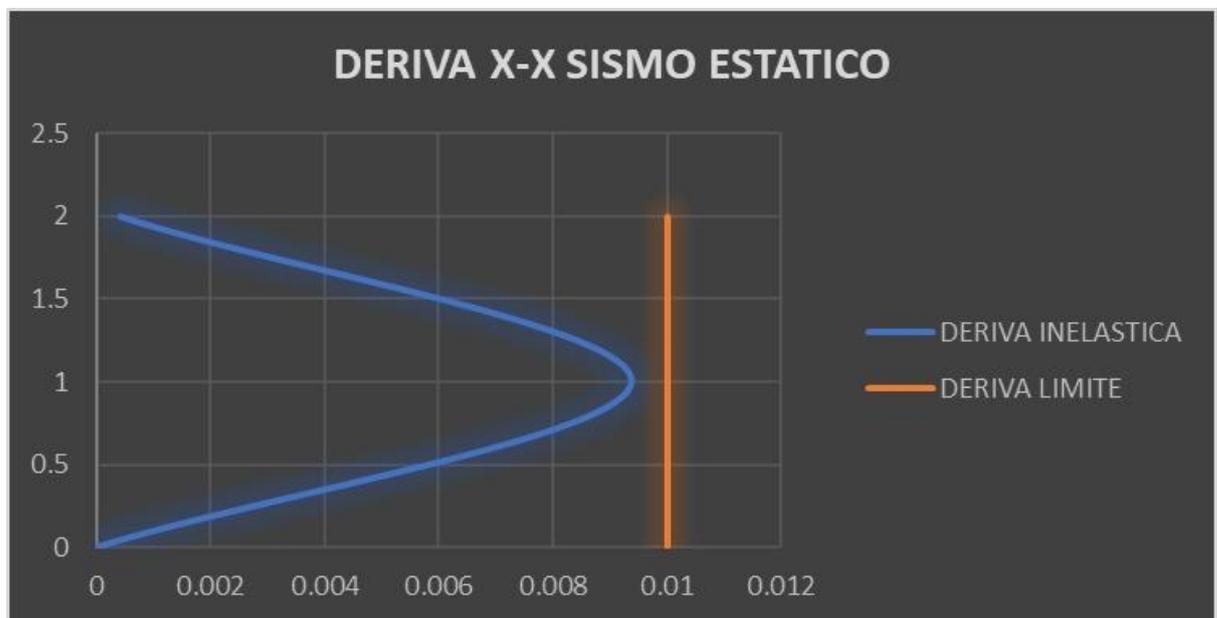
Límite para distorsión de entre piso

Tabla 05 : Deriva x-x sismo estático

N° PISOS	ALTURA (M)	DES. ABS X (CM)	DESP. RELATIVO (X) (CM)	DERIVA ELASTICA	DERIVA INELASTICA	DERIVA LIMITE
2	3.35	0.005462	0.000228	6.80597E-05	0.00040836	0.01
1	3.35	0.005234	0.005234	0.001562388	0.00937433	0.01

Fuente elaboración propia

Figura 04 : Deriva x-x sismo estático



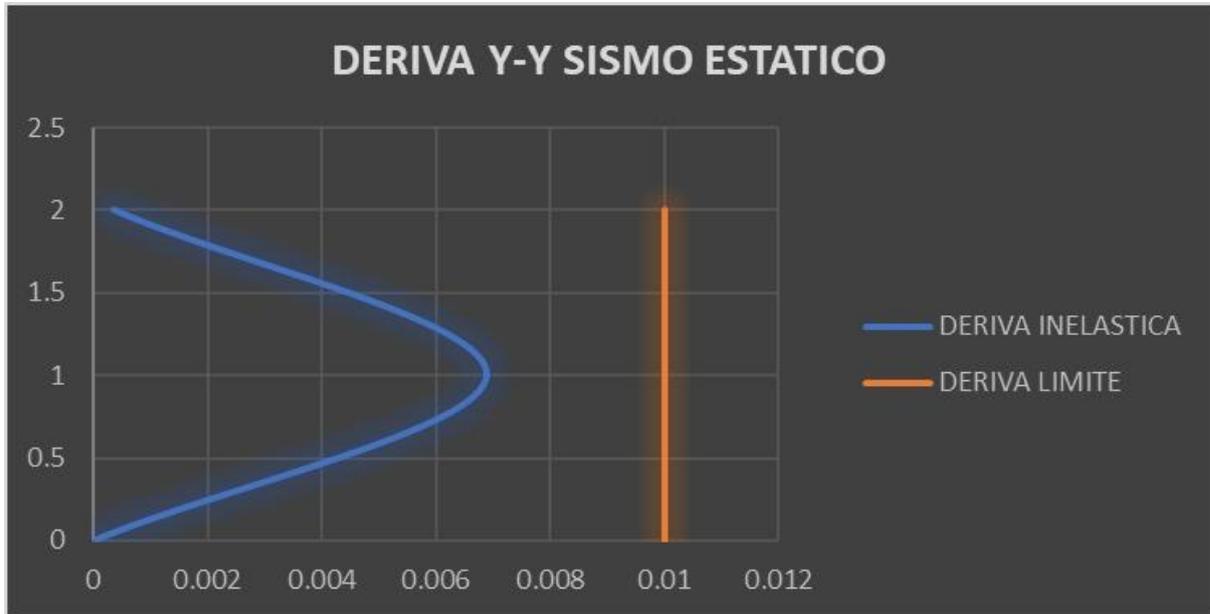
Fuente elaboración propia

Tabla 06 : Deriva y-y sismo estático

N° PISOS	ALTURA (M)	DES. ABS Y (CM)	DESP. RELATIVO (Y) (CM)	DERIVA ELASTICA	DERIVA INELASTICA	DERIVA LIMITE
2	3.35	0.004042	0.000197	5.8806E-05	0.00035284	0.01
1	3.35	0.003845	0.003845	0.001147761	0.00688657	0.01

Fuente elaboración propia

Figura 05 : Deriva y-y sismo estático



Fuente elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 05 a lo que respecta en el eje x-x considerando ambos niveles, se presentó como distorsión de entre piso 0.0004084 m y 0.009374 m, estos valores cumplen con el parámetro máximo de distorsión estipulado en la norma técnica E-030. Por otro lado, la tabla 06 a lo que respecta en el eje y-y considerando ambos niveles, se presentó como distorsión de entre piso 0.0003528 m y 0.006887 m, estos valores cumplen con el parámetro máximo de distorsión estipulado en la norma técnica E-030.

Combinaciones de carga

Para el diseño de los elementos se utilizarán las combinaciones que dicta la norma E. 090 en el artículo 1.4.1:

$$1.4D$$

$$1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ ó } S \text{ ó } R)$$

$$1.2D + 1.6(L_r \text{ ó } S \text{ ó } R) + 0.5(L \text{ ó } 0.8W)$$

$$1.2D + 1.3W + 0.5L + 0.5(L_r \text{ ó } S \text{ ó } R)$$

$$1.2D \pm 1E + 0.5L + 0.2S$$

$$0.9D \pm (1.3W \text{ ó } 1E)$$

En donde:

- D: Carga muerta
- L: Carga viva
- Lr: Carga viva reducida para azotea o techos transitables únicamente para reparación
- S: Carga de nieve
- R: Carga de lluvia o granizo
- W: Carga de viento
- E: Carga sísmica

Combinaciones de carga

Calcularemos el peso de la edificación para hallar la cortante basal en ambos sentidos, para esto solo utilizaremos los valores de la carga muerta por piso. Los valores calculados aquí son aproximados ya que son valores empíricos sacados de características de los paneles y entrepisos.

Tabla 07: Peso de edificación

Piso	Carga muerta (Kg/m2)	Area (m2)	Peso (kg)
1	70	144.02	10081.792
2	40	144.02	5761.024
		∑	15842.816

Fuente elaboración propia

Cortante basal

Se hallará la cortante basal según como lo dice el artículo 4.5.2 de la norma

E.030:

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

Tabla 08: Cortante basal en eje “X”

Z	0.45
U	1.5
C	2.5
S	1.05
P (Kg)	15842.816
R	8
Vx (kg)	3508.94

Fuente elaboración propia

Tabla 09: Cortante basal en eje “Y”

Z	0.45
U	1.5
C	2.5
S	1.05
P (Kg)	15842.816
R	8
Vy (kg)	3508.94

Fuente elaboración propia

Periodo fundamental de vibración:

Se hallará la cortante basal según como lo dice el artículo 4.5.4 de la norma

E.030:

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

Donde:

- Hn: Altura total de la edificación
- Ct_ Factor según el tipo de estructura

Como nuestra estructura son pórticos especiales concéntricamente arriostrados

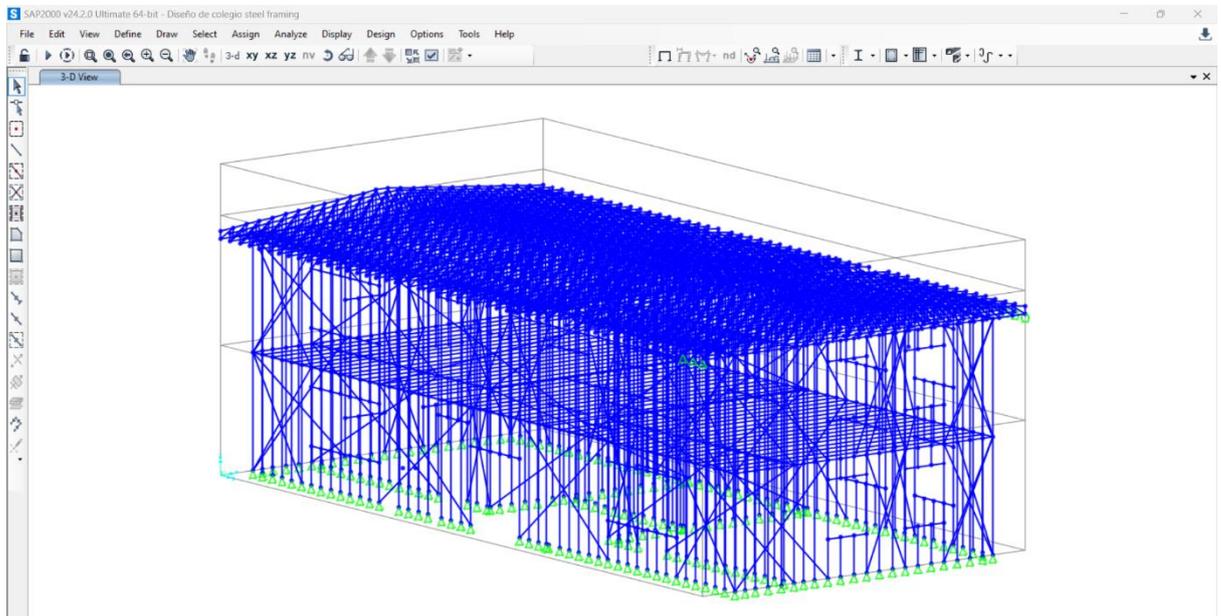
de acero nuestro valor de Ct = 45

Entonces:

$$T = \frac{7.52}{45} = 0.167 \text{ s}$$

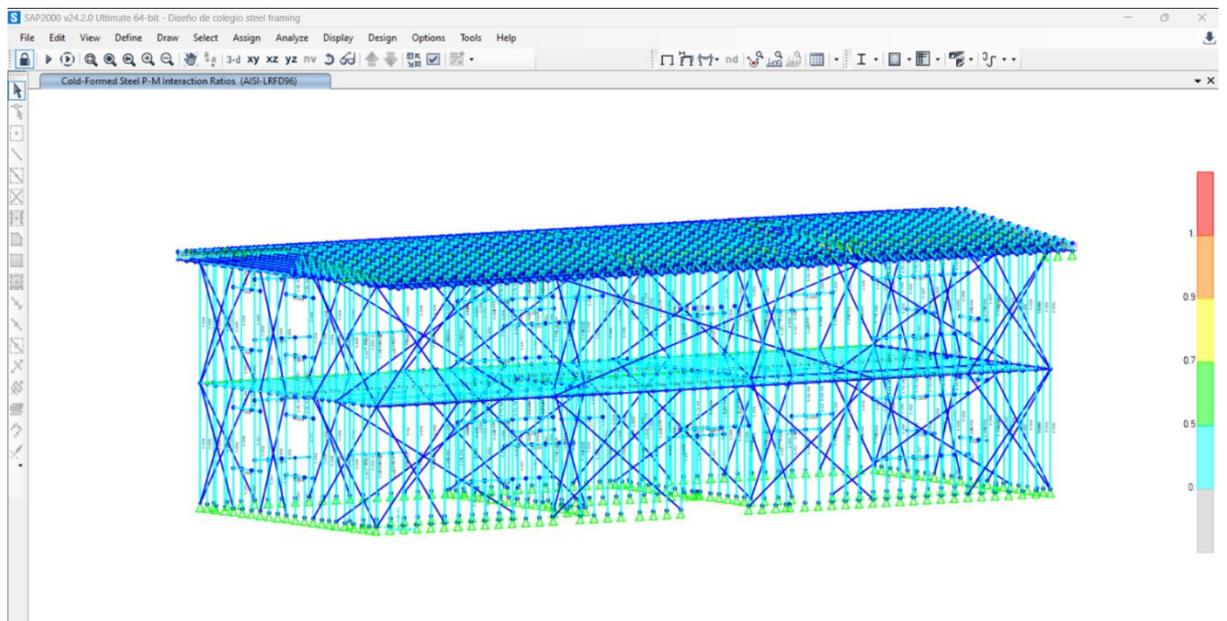
4.5. Modelado en Sap 2000:

Figura 06 : Modelado de la estructura en Sap2000



Fuente elaboración propia

Figura 07: Análisis estructural con el método LRFD en Sap 2000



Fuente elaboración propia

4.6. Diseño estructural

4.6.1 Predimensionamiento

Cuando se realiza un diseño estructural, el primer paso a realizar es el predimensionado de los distintos elementos que formaran parte de la estructura. En el caso de las estructuras a base de Steel Framing el principal elemento a predimensionar es la viga de entrepiso ya que esta será la que resista la carga muerta como la carga viva, además sobre ella recaerán fuerzas de flexión y cortante, por lo cual es de vital importancia seleccionar un perfil lo suficiente mente capaz de resistir estas cargas. Para ello se mostrará el ejemplo de cómo predimensionar con la viga V1:

- Como primer paso será determinar la carga ultima que resistirá la viga, esta dependerá de longitud y el ancho tributario de esta. Esta carga dependerá de la combinación de $U = 1.2D+1.6L$ y su unidad será en kg/m.

Tabla 10: Carga ultima de viga de entrepiso

Viga	Longitud (m)	Ancho tributario (m)	Carga muerta (kg-m)	Carga viva (Kg-m)	Carga ultima (kg – m)
V1	6	0.40	31.5	180	325.8

Fuente elaboración propia

- Para hallar el peralte tentativo se utilizará la siguiente formula:

$$\text{Peralte (m)} = L/25$$

- Para hallar el momento ultimo que resistirá la viga se utilizará la siguiente formula:

$$Mu(kg - m) = \frac{(W_u * L^2)}{8}$$

- Para hallar el módulo de sección mínimo que necesita el perfil se utiliza la siguiente formula:

$$Sx(cm^3) = \frac{(M_u * 100)}{F_y * \phi F}$$

Siendo $\phi F = 0.95$

- Para determinar la deflexión máxima que debería tener la viga existen varios criterios, ya quedaría en manos del proyectista y su experiencia, en este caso para ser conservadores elegiremos el siguiente:

$$Deflexion\ max(cm) = \frac{L}{360} * 100$$

Tabla 11: Carga ultima de viga de entrepiso

Viga	Peralte(m)	Mu calculado (kg – m)	Sx necesario(cm3)	Deflexión max (cm)
V1	0.24	1466.1	66.52	1.667

Fuente elaboración propia

- Finalmente se escoge un perfil cuyo módulo de sección sea igual o mayor al necesario. Los perfiles que utilizaremos en esta tesis están basados en la norma IRA-IAS U-500 205-3 que esta basados en la norma ASTM C955-18, ya sea en las vigas de entrepiso como en los montantes.

Tabla 12: Carga ultima de viga de entrepiso

Viga	Perfil seleccionado	Sx real (cm3)	Verificación Sx
V1	C300x40x15	70.22	cumple

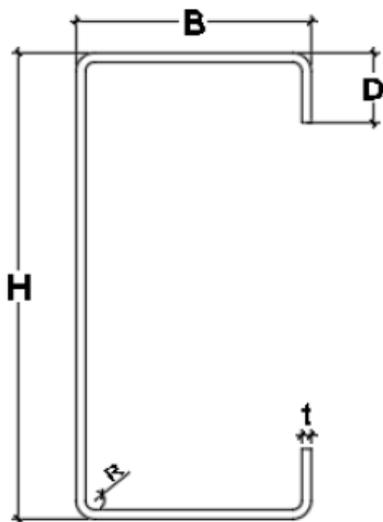
Fuente elaboración propia

- La elección y verificación de los demás perfiles para las vigas de entrepiso se pueden encontrar en el anexo 23

4.5.2. Diseño de viga de entrepiso

Para diseñar la viga de entrepiso tomaremos como ejemplo la viga V1 de sección: C300x40x15. Todo el procedimiento y formulas usadas fueron sacadas de

la norma: "North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members" del AISI (American Iron and Steel Institute), así también como del manual de ingeniería en Steel Framing de Alacero. Para cada formula utilizada se colocará su código de acuerdo a la norma utilizada.



PROPIEDADES DEL PERFIL		
H (Alma)	300 mm	30 cm
B (Ala)	40 mm	4 cm
D (Pestaña)	15 mm	1.5 cm
R (Radio)	3.81 mm	0.38 cm
t (Espesor)	2.5 mm	
I_y	13.60 cm ⁴	
S_x	70.22 cm ³	
L viga		
F_y	2320 kg/cm ²	
E	2000000 Kg/cm ²	
U (Poisson)	0.3	

4.5.2.1. Diseño a flexión

4.5.2.1.1. Calculo de secciones efectivas

A. Pestañas

Ancho efectivo (Flat width)

Para calcular el ancho efectivo (Flat width), de la pestaña del perfil, donneman (pág. 122 y 123) en el manual de ingeniería para Steel Framing nos da la siguiente formula:

$$\text{Pestaña: } W = D - t - R$$

Entonces:

$$W' = 15 - 2.5 - 3.81$$

$$W' = 8.69$$

Relación de esbeltez

Para las 3 secciones del perfil de acero (Alma, ala y pestaña) se usa lo siguiente según la Aisi:

Consideraciones máximas de ancho y grosor efectivos:

Las consideraciones máximas permisibles en general de ancho y grosor efectivo, será con la formula (W/t) , sin tener en cuenta los esfuerzos intermedios y tomando el valor (t) como el espesor real del elemento, se determinarán de la siguiente manera:

1). Elemento de compresión rigidizado que tiene un borde longitudinal conectado a un alma(web) o un ala (flange)

$$\text{Borde simple: } \frac{W'}{t} \leq 60 \text{ mm (ec. 1)}$$

Cualquier otro tipo de rigidizador:

$$\text{Cuando } I_s < I_a \frac{W'}{t} \leq 60 \text{ mm (ec. 2)}$$

$$\text{Cuando } I_s \geq I_a \frac{W'}{t} \leq 90 \text{ mm (ec. 3)}$$

2). Elemento comprimido rigidizado con ambos bordes longitudinales conectados a otros elementos rigidizados

$$\frac{w'}{t} \leq 500 \text{ mm (ec. 4)}$$

Is: Momento de inercia actual de refuerzo completo sobre su eje centroidal paralelo al elemento a rigidizar

Ia: Momento de inercia adecuado de refuerzo, para que cada elemento componente se comporte como un elemento rigidizador

- Para las pestañas se puede considerar **la ecuación 1 y 2** ya que es un borde simple y también su momento de inercia actual es menor al momento de inercia adecuado para rigidizar cada elemento.
- Para las alas se considera **la ecuación 3** ya que su momento de inercia actual es igual al momento de inercia adecuado para que cada elemento sea rigidizado.
- Para las almas se escoge **la ecuación 4** ya que el alma del tipo de perfil cumple con la descripción de ese caso.

$$\frac{W'}{t} \leq 60 \text{ mm}$$

$$\frac{W'}{t} = \frac{8.69}{2.5} = 3.48 \leq 60 \text{ mm AISI, B1.1}$$

Sección efectiva de la pestaña a compresión:

La pestañada es un elemento rigidizador de borde sobre el cual es sometido a distintos esfuerzos, por lo cual se utiliza las normas del apartado 3.2 de la Aisi:

$$\text{Factor de esbeltez: } \lambda = \sqrt{\frac{f}{F_{cr}}}$$

$F = F_y$ ya que la fluencia inicial está en compresión en el elemento considerado

$$\text{Tension critica de pandeo: } F_{cr} = K * \frac{\pi^2 * E}{12 * (1 - \mu^2)} * \left(\frac{t}{w'}\right)^2$$

Donde:

$$\text{Factor de reducción: } \rho = \frac{\left(\frac{1 - 0.22}{\lambda}\right)}{\lambda}$$

Modulo de poisson del acero: $\mu = 0.3$

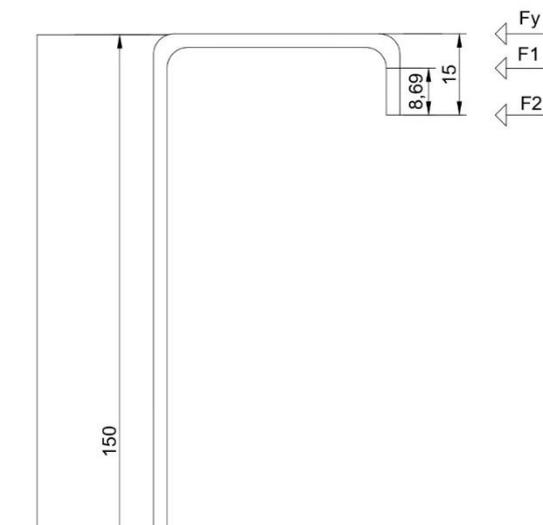
$$\text{Coeficiente de pandeo: } K = \frac{0.578}{(\psi + 0.34)}$$

$$\text{Relación de esfuerzos a compresion: } \psi = \left| \frac{F_2}{F_1} \right|$$

Para hallar el valor de ψ se hace el siguiente procedimiento:

Hallamos los esfuerzos a compresión de la pestaña:

Figura 08: Esfuerzos a compresión de la pestaña:



$$\frac{Fy}{150} = \frac{F1}{(150 - 6.31)} = \frac{F2}{(150 - 15)}$$

$$\frac{Fy}{150} = \frac{F1}{143.69} = \frac{F2}{135}$$

$$F1 = \frac{Fy * 143.69}{150} = 2222.41 \frac{kg}{cm^2}$$

$$F2 = \frac{Fy * 135}{150} = 2088 \frac{kg}{cm^2}$$

Relación de esfuerzos a compresión:

$$\psi = \left| \frac{F_2}{F_1} \right| = \left| \frac{2088}{2222.41} \right| = 0.94$$

Coefficiente de pandeo:

$$K = \frac{0.578}{(\psi + 0.34)} = \frac{0.578}{(0.94 + 0.34)} = 0.45$$

Tensión crítica de pandeo:

$$F_{cr} = K * \frac{\pi^2 * E}{12 * (1 - \mu^2)} * \left(\frac{t}{w'} \right)^2 = 0.45 * \frac{\pi^2 * (2 * 10^6)}{12 * (1 - 0.3^2)} * \left(\frac{2.5}{8.69} \right)^2 = 67254.23$$

Una vez hallado estas fuerzas solo procedemos a reemplazar formulas hasta el factor de esbeltez:

$$\lambda = \sqrt{\frac{f}{F_{cr}}} = \sqrt{\frac{2320}{67254.23}} = 0.19$$

En este punto debemos que considerar un aspecto más:

Si:

$$\lambda \leq 0.673 \approx D = W'$$

$$\lambda > 0.673 \approx D = W' * \rho$$

Entonces como $\lambda = 0.19 \leq 0.673$ entonces $D = w' = 8.69 \text{ mm}$

Sección efectiva de la pestaña a tensión: Toda la sección es efectiva $D = w' = 8.69 \text{ mm}$

B. Alas

Para calcular el ancho efectivo (Flat width), de la pestaña del perfil, donneman (pág. 122 y 123) en el manual de ingeniería para Steel Framing nos da la siguiente formula:

$$\text{Ala: } W' = B - 2 * (R + t)$$

$$W' = 40 - 2 * (3.81 + 2.5) = 27.38 \text{ mm}$$

$$\frac{W'}{t} \leq 90 \text{ mm} \quad (\text{AISI, EC. B1 - 1})$$

$$\frac{W'}{t} = \frac{27.38}{2.5} = 10.95 \leq 90 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

Sección efectiva del ala a compresión:

El ala es un elemento que esta sometido a esfuerzos de compresión acompañado de un rigidizador de borde, donde su ancho efectivo "b" será calculado según lo dicta la sección b4 de la norma AISI.

Factor S

$$S = 1.28 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (\text{AISI, EC. B4 - 7})$$

$$S = 1.28 * \sqrt{\frac{2000000}{2320}} = 37.58$$

Para hallar el coeficiente de pandeo "K" se considerará los valores establecidos en la tabla B4-1 de la norma AISI, que se muestra a continuación:

Tabla 13: coeficiente de pandeo “K”

Refuerzo de labios simple $140^\circ \geq 0^\circ \geq 40^\circ$)	
$\frac{D}{W} \leq 0.25$	$0.25 \leq \frac{D}{W} \leq 0.8$
$K = 3.57 * (Ri)^n + 0.43 \leq 4$	$K = \left(4.82 - \left(5 * \frac{D}{W}\right)\right) * Ri^n + 0.43 \leq 4$

Fuente AISI S100-2007

Siendo:

$$\frac{D}{w} = \frac{0.15}{0.2738} = 0.54$$

$$0.25 \leq 0.54 \leq 0.8$$

Entonces:

$$K = \left(4.82 - \left(5 * \frac{D}{W}\right)\right) * Ri^n + 0.43 \leq 4$$

Donde:

$$n = \left(0.582 - \frac{\frac{w}{t}}{4 * s}\right) \geq \frac{1}{3} \quad \text{(AISII, EC. B4 - 11)}$$

$$n = \left(0.582 - \frac{\frac{27.38}{2.5}}{4 * 37.58}\right) = 0.51 \geq 0.33 \quad \text{OK}$$

Para encontrar el valor Ri:

$$Ri = \frac{I_s}{I_a} \leq 1 \quad \text{(AISII, EC. B4 - 09)}$$

$$I_s = \frac{td^3}{12} \quad \text{(AISII, EC. B4 - 10)}$$

$$I_s = \frac{2.5 * 8.69^3}{12} = 133.90 \text{ mm}^4$$

$$I_a = 399t^4 * \left[\frac{w/t}{s} - 0.328\right]^3 \leq t^4 \left[115 * \frac{w/t}{s} + 5\right] \quad \text{(AISII, EC. B4 - 08)}$$

$$I_a = 399 * 2.5^4 * \left[\frac{27.38/2.5}{37.58} - 0.328\right]^3 \leq 2.5^4 \left[115 * \frac{27.38/2.5}{37.58} + 5\right]$$

$$I_a = -0.76 \leq 1364.210 \quad \text{OK}$$

Entonces:

$$Ri = \frac{I_s}{I_a} = \frac{133.90}{-0.76} = -176.18 < 1 \rightarrow 1$$

$$K = \left(4.82 - \left(5 * \frac{15}{27.38} \right) \right) * 1^{0.51} + 0.43 = 2.51 \leq 4 \text{ OK}$$

$$F_{cr} = k \frac{\pi E}{12(1-\mu^2)} \left(\frac{t}{w} \right)^2 \text{ (AISI, EC. B5 - 1.4)}$$

$$F_{cr} = 2.51 \frac{\pi * (2 * 10^6)}{12(1 - 0.3^2)} \left(\frac{2.5}{27.38} \right)^2 = 41433.166$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{f}{F_{cr}}} \text{ (AISI, EC. B5 - 1.3)}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{2320}{41433.166}} = 0.237 \leq 0.673$$

$$b = w' = 40 \text{ mm}$$

La AISI en la pagina 26 nos indica que para determinar los anchos efectivos de los elementos uniformemente comprimidos con un refuerzo de borde simple deben calcularse de acuerdo con la determinación de la resistencia con las siguientes condiciones:

Tabla 14: Condiciones para determina los nachos efectivos de los elementos uniformemente comprimidos

Primera condición: $\frac{w}{t} \leq 0.328 * S$		Segunda condición: $\frac{w}{t} > 0.328 * S$	
la =	0	b1 =	(b2/2) * (Ri)
b =	w	b2 =	b - b1
b1 = b2	w/2	ds =	d's (Ri)
ds =	d's	Ri =	ls/la
		d's =	8.69

Como:

$$0.328 * S = 12.33$$

$$\frac{W}{t} = \frac{27.38}{2.5} = 10.95 \text{ mm}$$

Entonces:

$$\frac{W}{t} \leq 0.328 * s$$

$$b1 = b2 = \frac{w}{2} = \frac{27.38}{2} = 13.69 \text{ mm}$$

Labio modificado:

$$d = d's = 8.69 \text{ mm}$$

Sección efectiva de la pestaña a tensión: Toda la sección es efectiva $D = w' = 8.69 \text{ mm}$

C. Alma

Para calcular el ancho efectivo (Flat width), del alma del perfil, donneman (pág. 122 y 123) en el manual de ingeniería para Steel Framing nos da la siguiente formula:

$$W1 = H - 2(R + t)$$

$$W1 = 300 - 2(3.81 + 2.5) = 287.38$$

Sección efectiva del alma a compresión:

El alma es un elemento diseñado para que sea rigidizado bajo gradiente de esfuerzos, por lo cual el ancho efecto deberá determinarse según como lo dice la sección B.2.3 de la norma AISI:

$$W = 146.8 \text{ mm}$$

Se toma un valor de “w” de 150 mm ya que solo se trabajará con la mitad del ancho del alma “w1”, debido a que esta aplicada a esfuerzos de compresión.

Tabla 15: Condiciones para calcular las sección efectiva del alma a compresión

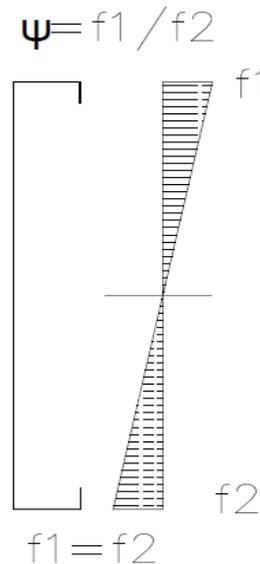
<i>Primera condición: $h_o/b_o \leq 4$</i>		<i>Segunda condición: $h_o/b_o > 4$</i>	
b1 =	$be/(3 + \Psi)$	b1 =	$be/(3 + \Psi)$
b2 =	$\frac{be}{2}$, cuando $\Psi > 0.23$	b2 =	$\frac{be}{((1 + \Psi) - b1)}$
b2 =	$be - b1$, cuando $\Psi \leq 0.236$	$\psi =$	$ f2/f1 = 1$
$\psi =$	$ f2/f1 = 1$		

Como:

$$\frac{H_o}{B_o} \geq 4$$

$$\frac{300}{40} = 7.5 \geq 4$$

Figura 09 : Esfuerzos en los extremos del alma



Fuente elaboración propia

Los esfuerzos en ambos extremos son iguales, por lo tanto, el valor de “ ψ ” es 1

$$\Psi = \frac{f_2}{f_1} = 1 \text{ (AISI, EC. B2 – 3.1)}$$

Para hallar el valor de k utilizaremos la siguiente ecuación:

$$K = 4 + 2(1 + \Psi)^3 + 2(1 + \Psi) \text{ (AISI, EC. B2 – 3.2)}$$

$$K = 4 + 2(1 + 1)^3 + 2(1 + 1) = 24$$

$$F_{cr} = K \frac{\pi^2 * E}{12(1 - \mu^2)} * \left(\frac{t}{w}\right)^2 \text{ (AISI, EC. B2 – 1.5)}$$

$$F_{cr} = 24 * \frac{\pi^2 * E}{12(1 - 0.3^2)} * \left(\frac{t}{w}\right)^2$$

$$F_{cr} = 24 * \frac{\pi^2 * (2 * 10^6)}{12(1 - 0.3^2)} * \left(\frac{2.5}{150}\right)^2 = 12050.8$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{f}{F_{cr}}} = \lambda = \sqrt{\frac{2320}{12050.8}} = 0.439 \leq 0.673 \text{ OK}$$

$$\text{Si } \lambda \leq 0.673, be = w$$

$$be = w = 150 \text{ mm}$$

Ya que $h_o/b_o > 4$, entonces se usa la segunda condición:

$$b1 = \frac{be}{3 + \Psi} \text{ (AISI, EC. B2 – 3.3)}$$

$$b1 = \frac{150 \text{ mm}}{3 + 1} = 37.5 \text{ mm}$$

$$b2 = \frac{be}{1 + \Psi} - b1 \text{ (AISI, EC. B2 – 3.3)}$$

$$b2 = \frac{150 \text{ mm}}{1 + 1} - 37.5$$

$$b2 = 37.5 \text{ mm}$$

$$b1 + b2 \leq W, 37.5 \text{ mm} + 37.5 \text{ mm} = 75 \leq 146.8 \text{ mm OK}$$

D. Elementos circulares:

Wein-Wen y Roger A. en su libro Cold-Formed Steel Design, para el calculo de los elementos circulares se utilizan las siguientes formulas:

Elementos de esquina:

$$r = R + \frac{t}{2} = 3.81 + \frac{2.5}{2} = 5.06 \text{ mm}$$

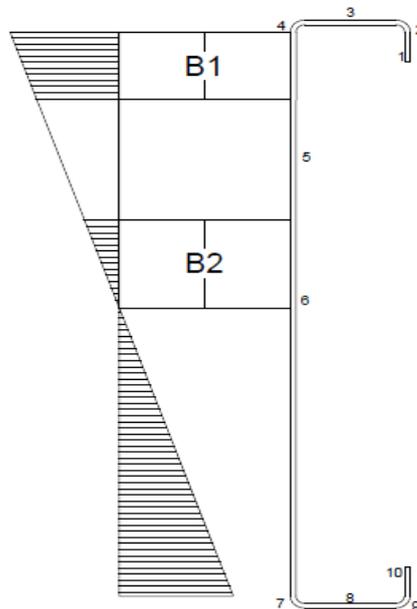
Longitud de arco:

$$L = 1.57 * r = 1.57 * 5.06 = 7.94 \text{ mm}$$

$$c = 0.637 * r = 0.637 * 5.06 = 3.22 \text{ mm}$$

1. Ubicación del eje neutro

Figura 10: Orden de secciones efectivas



Fuente elaboración propia

Se calculan los ejes centroidales en Y con respecto a la fibra extrema superior de las secciones efectivas:

- Elementos circulares superiores (2) y (4):

$$c = 0.637(r) = 0.637 * 5.06 = 3.22 \text{ mm}$$

$$y = (r + c) + \frac{t}{2} = (5.06 + 3.22) + \frac{2.5}{2} = 9.53 \text{ mm}$$

- Elementos circulares inferiores (7) y (9):

$$y = h - 9.53 = 300 - 9.53 = 290.47 \text{ mm}$$

- Labio superior (1):

$$y = \frac{d_s}{2} + (R + t) = \frac{8.69}{2} + (3.81 + 2.5) = 10.66 \text{ mm}$$

- Labio inferior (10):

$$y = h - \left(\frac{D}{2} + (R + t) \right) = 300 - \left(\frac{8.69}{2} + (3.81 + 2.5) \right) = 289.35 \text{ mm}$$

- Ala superior (3):

$$y = \frac{t}{2} = \frac{2.5}{2} = 1.25 \text{ mm}$$

- Ala inferior (8):

$$y = h - \frac{t}{2} = 300 - \frac{2.5}{2} = 298.75 \text{ mm}$$

- Alma (5) (6):

$$y = \frac{b1}{2} + (R + t) = \frac{37.5}{2} + (3.81 + 2.5) = 25.06$$

$$y = h - \frac{b2 + w}{2} - (R + t) = 300 - \frac{37.5 + 146.8}{2} - (3.81 + 2.5) = 201.54 \text{ mm}$$

Tabla 16 : Eje centroidal de la viga de entrepiso

Elementos	Longitud efectiva "L" (mm)	y (mm)	Ly (mm ²)	Ly ² (mm ³)
1	8.69	10.66	92.64	987.493
2	7.94	3.22	25.57	82.325
3	27.38	1.25	34.23	42.781
4	7.94	9.53	75.67	721.118
5	37.5	25.06	939.75	23550.135
6	176.48	201.54	35567.78	7168330.220
7	7.94	290.47	2306.33	669920.198
8	27.38	298.75	8179.78	2443707.781
9	7.94	290.47	2306.33	669920.198
10	8.69	289.35	2514.45	727556.542
Σ	317.88	-	52042.51	11704818.79

Fuente elaboración propia

$$y_{cg} = \frac{\sum Ly}{\sum l} = \frac{52042.51}{317.88} = 163.717 \text{ mm}$$

2. Momento de inercia de la sección lineal:

Se considera que $I_{xx}=0$ para los elementos 2, 4, 9 y 7 ya que sus valores reales son muy pequeños y se pueden despreciar:

$$\text{Elemento 1: } I_{xx} = \frac{8.69^3}{12} = 54.68 \text{ mm}^4$$

$$\text{Elemento 10: } I_{xx} = \frac{8.69^3}{12} = 54.68 \text{ mm}^4$$

$$\text{Elemento 3: } I_{xx} = \frac{27.38 * 1^3}{12} = 2.28 \text{ mm}^4$$

$$\text{Elemento 5: } I_{xx} = \frac{1 * 37.5^3}{12} = 4394.53 \text{ mm}^4$$

$$\text{Elemento 6: } I_{xx} = \frac{1 * 176.48^3}{12} = 458041.93 \text{ mm}^3$$

$$\text{Elemento 8: } I_{xx} = \frac{27.38 * 1^3}{12} = 2.28 \text{ mm}^4$$

$$\sum I_{xx} = 462550.38 \text{ mm}^4$$

$$I'x = \sum I_{xx} + \sum Ly^2 - Ycg^2 * \sum L$$

$$I'x = 462550.38 + 11704818.79 - 163.717^2 * 317.88 = 3647150.12 \text{ mm}^3$$

3. Momento de inercia de la sección total

$$Ix = I'x * t = 3647150.12 * 2.5 = 9117875.31 \text{ mm}^3$$

4. Módulo de sección con respecto a la fibra extrema superior

$$Se = \frac{Ix}{Ycg} = \frac{9117875.31}{163.717} = 55692.90 \text{ mm}^3 \approx 55.693 \text{ cm}^3$$

5. Momento de diseño

La sección C3.1.1 de la norma AISI nos dice como hallar la resistencia a flexión:

$$Mn = Se * Fy$$

$$Mn = 55.963 \text{ cm}^3 * 2320 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 129834.16 \text{ kg} * \text{cm}$$

$$M_n = 1298.34 \text{ kg} - m$$

$$M_u = \phi_b * M_n \text{ (AISI, EC. C3 - 5.2)}$$

Para alas a compresión atiesadas: $\phi_b = 0.95$

$$M_u = 0.95 * 1298.34 = 1233.42 \text{ Kg} - m$$

6. Comprobación de resistencia

Con ayuda del software SAP2000 se calculo el momento actuante de la viga seleccionada utilizando la envolvente

$$M_{actuante} = 918.76 \text{ kg} - m$$

$$M_U \geq M_a$$

$$1233.42 \text{ kg} - m \geq 918.76 \text{ kg} - m \text{ OK} \Rightarrow \text{CUMPLE DISEÑO}$$

7. Momento resistente por pandeo lateral

$$M_{resistente} = \phi_e * S_e * F_c$$

En donde:

Fc: Tensión que provocara el pandeo lateral

ϕ_e : Factor de pandeo lateral ($\phi_e = 0.90$ LRFD)

Se: Modulo de sección con respecto a la fibra extrema

La AISI nos brinda las siguientes formulas:

$$F_c = \frac{10}{9} * F_y * \left(1 - \frac{10F_y}{36F_e}\right)$$

$$F_e = \frac{Cb * \pi^2 * E * d * I_{yc}}{S_f * (K_y * L_y)^2} \text{ AISI, EC. C3 - 1.2.1-14)}$$

Donde:

- Cb: Factor que puede aproximarse a la unidad. (Cb=1)
- d: Profundo de sección (Alma).

- I_y : Momento de inercia de la porción comprimida respecto al eje Y.
- S_f : Modulo elástico de la sección total no reducida con respecto a la fibra extrema comprimida.
- K_y : Factor de longitud efectiva para flexión alrededor del eje y.
- L_y : Longitud no arriostrada del miembro comprimido para flexión en el eje y.

Se tiene que cumplir las siguientes condiciones:

Tabla 17 :Condiciones para hallar el momento de resistente de pandeo lateral

1	Si $F_e \geq 2.78 * F_y$	$F_c = F_y$
2	Si $2.78F_y > F_e > 0.56F_y$	$F_c = (10/9) * F_y * \left(1 - \left(\frac{10F_y}{36F_e}\right)\right)$
3	Si $F_e \leq 0.56 * F_y$	$F_c = F_e$

Fuente elaboración propia

Siendo:

$$F_e = \frac{1 * \pi^2 * 2000000 * 30 * \frac{13.60}{2}}{70.22 * (1 * 550)^2} = 157.98 \text{ kg/cm}^2$$

Como:

$$F_e = 157.98 \leq 2.78 * 2320 = 6380$$

Entonces:

$$F_c = F_e = 157.98 \text{ kg/cm}^2$$

Momento resistente:

$$M_{resistente} = 0.9 * 55.963 * 157.98 = 7956.93 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$\mathbf{M_{resistente} = 79.57 \text{ kg} - \text{m}}$$

Momento actuante según el Sap2000:

$$M_{actuante} = 918.76 \text{ kg} - m$$

Como:

$$M_{actuante} < M_{resistente} = \text{Se necesitan Riostras}$$

8. Verificación de riostras

Se realizará el diseño de riostras para la viga seleccionada dado que así lo requiere el perfil. Para esto se obtiene la F_x (basal del primer piso).

$$L = \sqrt{\frac{1 * \pi^2 * E * H * ly/2}{Sx * 2 * 2.78 * Fy}}$$

$$L = \sqrt{\frac{1 * \pi^2 * 2000000 * 30 * 13.60/2}{70.22 * 2 * 2.78 * 2320}} = 66.68 \text{ cm} \approx 67 \text{ cm}$$

Datos:

Se escogió utilizar un fleje de acero galvanizado de 120 x 1.5 mm, en ambos sentidos, formando un x, por lo cual:

$$B = 120 \text{ mm}$$

$$T = 1.5 \text{ mm}$$

También se utilizará la cortante basal del primer piso en el eje x:

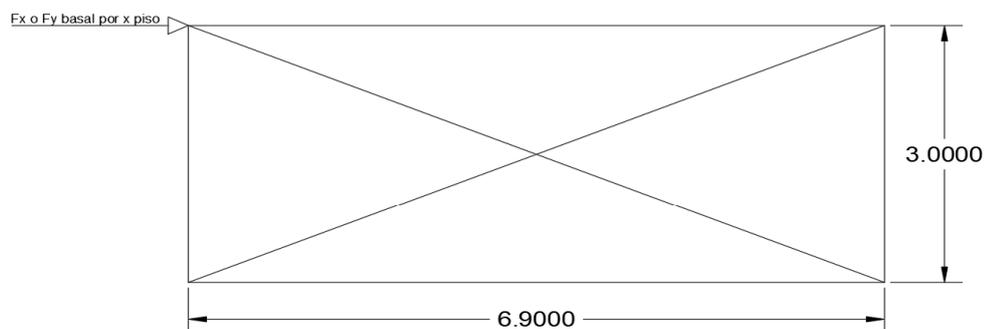
$$F_x = 3508.94 \text{ kg}$$

Calculo de resistencia:

$$A_n = 120 * 1.5 = 180 \text{ mm}^2 = 1.8 \text{ cm}^2$$

$$R_n = A_n * F_y * 2 = 1.8 \text{ cm}^2 * 2320 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 2 = 8352 \text{ kg}$$

Figura 11: Fuerza diagonal en pandeo estructural



Fuente elaboración propia

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{3}{6.90}\right) = 23.50$$

$$F_{diagonal} = \frac{3508.94}{\cos(23.5)} = 3825.97 \text{ kg}$$

Verificación:

$$R_n > F_{diagonal}$$

$$8352 > 3825.97 \implies \text{CUMPLE RIOSTRA}$$

I. Diseño a corte

El diseño a corte se realizará en base a la sección C.3.2.1 del AISI.

$$V_n = A_w * F_v \implies \text{AISI, EQ : C3.2.1.1}$$

Donde:

A_w = área de sección (cm²)

F_v = Para hallar F_v se debe hallar K_v

- Si no hay refuerzos (riostras) entonces $k_v = 5.34$
- Si existen riostras entonces k_v dependerá de las siguientes dos condiciones:

Tabla 18 : Coeficientes para hallar el coeficiente de pandeo por cortante

AISI	Condicion	KV
Eq C3.2.1.6	$a/h \leq 1$	$K_v = 4 + \left(\frac{5.34}{\left(\frac{a}{h}\right)^2}\right)$
Eq C3.2.1.7	$a/h > 1$	$K_v = 5.34 + \left(\frac{4}{\left(\frac{a}{h}\right)^2}\right)$

Fuente elaboración propia

Como:

$$\frac{a}{h} = \frac{670 \text{ mm}}{290 \text{ mm}} = 2.31 > 1$$

Entonces:

$$Kv = 5.34 + \left(\frac{4}{\left(\frac{670}{290}\right)^2} \right) = 6.09$$

Para hallar "Fv" se considerará lo siguiente:

Tabla 19 :Condiciones para hallar el esfuerzo cortante nominal

Condición		
1	$h/t \leq (E \cdot Kv / Fy)^{0.5}$	$Fv = 0.6 \cdot Fy$
2	$(E \cdot Kv / Fy)^{0.5} < h/t \leq 1.51 \cdot (E \cdot Kv / Fy)^{0.5}$	$Fv = 0.6 \cdot Fy \cdot ((E \cdot Kv \cdot Fy)^{0.5}) / (h/t)$
3	Si $h/t > 1.51 \cdot (E \cdot Kv / Fy)^{0.5}$	$Fv = (0.904 \cdot E \cdot Kv) / ((h/t)^2)$

Fuente elaboración propia

$$\sqrt{\frac{E \cdot kv}{Fy}} = \sqrt{\frac{2000000 \cdot 6.09}{2320}} = 72.46$$

$$1.5 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot kv}{Fy}} = 1.5 \cdot \sqrt{\frac{2000000 \cdot 6.09}{2320}} = 108.69$$

$$\frac{h}{t} = \frac{290}{2.5} = 116$$

Como:

116 > 108.69, se usará la condición 3

Por lo tanto:

$$Fv = \frac{0.904 \cdot E \cdot Kv}{\left(\frac{h}{t}\right)^2} = \frac{0.904 \cdot 2000000 \cdot 6.09}{\left(\frac{290}{2.5}\right)^2} = 818.28 \text{ kg/cm}^2$$

$$Aw = w^1(\text{Alma}) \cdot \frac{t}{100} = 290 \text{ mm} \cdot \frac{2.5 \text{ mm}}{100} = 7.25 \text{ cm}^2$$

$$Vn = 818.28 * 6 * 2 = 9819.36 \text{ kg}$$

$$Vu = \phi v * Vn = 0.95 * 9819.36 = 9328.39 \text{ kg}$$

Vu actuante = 919.66 kg

Como:

Vu actuante < Vu = CUMPLE DISEÑO

Verificación de abolladura del alma

La verificación de la abolladura del alma se realiza ya que, al ser un elemento rigidizado uniformemente, comprimido con perforaciones no circulares. Tal como lo dice la sección C.3.4 de la AISI:

Figura 12 : Verificación de abolladura del alma

Table C3.4.1-2 shall apply to single web channel and C-Sections members where $h/t \leq 200$, $N/t \leq 210$, $N/h \leq 2.0$, and $\theta = 90^\circ$. In Table C3.4.1-2, for interior two-flange loading or reaction of members having flanges fastened to the support, the distance from the edge of bearing to the end of the member shall be extended at least 2.5h. For unfastened cases, the distance from the edge of bearing to the end of the member shall be extended at least 1.5h.

TABLE C3.4.1-2
Safety Factors, Resistance Factors, and Coefficients for
Single Web Channel and C-Sections

Support and Flange Conditions		Load Cases	C	C _R	C _N	C _h	USA and Mexico		Canada LSD ϕ_w	Limits	
							ASD Ω_w	LRFD ϕ_w			
Fastened to Support	Stiffened or Partially Stiffened Flanges	One-Flange Loading or Reaction	End	4	0.14	0.35	0.02	1.75	0.85	0.75	R/t ≤ 9
			Interior	13	0.23	0.14	0.01	1.65	0.90	0.80	R/t ≤ 5
	Two-Flange Loading or Reaction	End	7.5	0.08	0.12	0.048	1.75	0.85	0.75	R/t ≤ 12	
		Interior	20	0.10	0.08	0.031	1.75	0.85	0.75	R/t ≤ 12	

Coeficientes de abolladura del alma

$$Ph = c * t^2 * Fy * \sin\theta * \left(1 - cr * \sqrt{\frac{r}{t}}\right) * \left(1 + Cn * \sqrt{\frac{N}{T}}\right) * \left(1 - Ch \sqrt{\frac{h}{t}}\right) \quad \text{Eq. C.3.4.1 - 1}$$

Donde:

Pn = resistencia nominal a la abolladura del alma

T = espesor del alma

Fy = Limite de fluencia

O = angula entre el plano del alma y de la superficie de apoyo de la viga

R = radio interno de plegado (dateo propiedad sección)

N = longitud de apoyo real, 19 mm min. (H del alma del montante)

H = Dimensión plana del alma = Ancho efectivo alma viga

Datos del perfil:

T = 0.25 cm

Fy = 2320 kg/cm²

$\theta = 90^\circ$

R = 0.38 cm

N = 13.50 cm

H = 29 cm

$\sin \theta = 1$

C = 4

Cr = 0.14

Cn = 0.35

Ch = 0.02

Tabla 20 : Verificación de parámetros para abolladura

$\frac{h}{t} \leq 200$	116	<=	200	ok
$\frac{N}{t} \leq 210$	54	<=	210	ok
$\frac{N}{H} \leq 2$	0.47	<=	2	ok
$\frac{R}{t} \leq 9$	1.52	<=	9	ok

fuentes elaboración propia

$$P_h = 4 * 0.25^2 * 2320 * 1 * \left(1 - 0.14 * \sqrt{\frac{0.38}{0.25}}\right) * \left(1 + 0.35 * \sqrt{\frac{13.5}{0.25}}\right) * \left(1 - 0.02 * \sqrt{\frac{29}{0.25}}\right)$$

$$P_n = 1344.91 \text{ kg}$$

$$P_u = 1344.91 * 0.85 * 2 = 2286.35 \text{ kg}$$

P actuante = 920 kg

P actuante = 920 kg < Pu = 2286.35

NO NECESITA RIGIDIZADOR DE ALMA

V. DISEÑO DE CIMENTACIONES:

Para este sistema se optó por utilizar el tipo de cimentación (zapata combinada) por recomendación del estudio de mecánica de suelos. A continuación se detalla las dimensiones y la cantidad de acero a utilizar para dicha estructura (el cálculo completo se encuentra en el Anexo 28 al 36) :

Tabla 21: Diseño de cimentaciones

ITEM	f'c (kg/cm ²)	DIMENSIONES	ESPEJOR DE MURO	ACERO	
Z-1	210	1.00m x 0.30 m	0.20 m	Ø 1/2" @ 0.10 m	Ø 1/2" @ 0.23 m
Z-2	210	1.00m x 0.30 m	0.20 m	Ø 1/2" @ 0.10 m	Ø 1/2" @ 0.23 m
Z-3	210	1.00m x 0.30 m	0.20 m	Ø 1/2" @ 0.10 m	Ø 1/2" @ 0.23 m
Z-4	210	1.00m x 0.30 m	0.20 m	Ø 1/2" @ 0.10 m	Ø 1/2" @ 0.23 m
Z-5	210	1.00m x 0.30 m	0.20 m	Ø 1/2" @ 0.10 m	Ø 1/2" @ 0.23 m
Z-6	210	1.00m x 0.30 m	0.20 m	Ø 1/2" @ 0.10 m	Ø 1/2" @ 0.23 m
Z-7	210	1.00m x 0.30 m	0.20 m	Ø 1/2" @ 0.10 m	Ø 1/2" @ 0.23 m

Fuente elaboración propia

VI. COMPARACION ECONOMICA:

Una vez acabado el diseño y la estructura de la I.E.602 utilizando el sistema Steel Framing, se procedió a realizar el respectivo análisis económico para el pabellón de 144.02 m², a esto se realizaron cotizaciones de precio de materiales y maquinaria a utilizar así mismo para el precio de mano de obra se utilizo la tabla de salarios y benéficos sociales para el régimen de construcción civil aprobada por resolución ministerial N°139-2024- PR. Tomando en cuenta todo lo anterior el presupuesto por especialidad para el diseño a mención es el siguiente (para mayor detalle ver el anexo 37)

Tabla 22: Presupuesto de la I.E.602 Tablazo Sur con el sistema constructivo Steel Framing

ITEM	DESCRIPCION	PRECIO
1	ESTRUCTURAS	S/ 394,987.03
2	ARQUITECTURA	S/ 12,434.48
TOTAL		S/ 407,421.51

Fuente elaboración propia

Como podemos apreciar en la Tabla 22, la especialidad de estructura es la de mayor costo, por el hecho corresponder la base solida de la edificación, y que debe contar con los materiales adecuados para una estructuración optima influyendo en la calidad de la construcción.

De la misma forma a través del aplicativo SEACE se buscó una obra similar para poder comparar las obra escogida fue: "REHABILITACIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 14063 DEL NIVEL INICIAL Y PRIMARIA CON CÓDIGO DE LOCAL 414689 DEL CENTRO POBLADO MONTE REDONDO DISTRITO DE LA UNIÓN -PROVINCIA DE PIURA-REGIÓN PIURA", realizado por la Municipalidad Distrital de la Unión cuyo precio es el siguiente:

Tabla 23: Presupuesto comparativo de aulas prefabricadas

ITEM	DESCRIPCION	PRECIO
1	ESTRUCTURAS	S/ 80,774.36
2	ARQUITECTURA	S/ 397,257.60
TOTAL		S/ 478,031.96

Fuente: elaboración propia, con datos extraídos del buscador publico SEACE.

En Tabla 20 se aprecia que, el precio directo de la estructura es de S/ 478,031.96, mientras en la Tabla 23 el presupuesto utilizando el sistema constructivo Steel Framing es S/ 407,421.51, habiendo una diferencia de S/ 70,607.45, equivalente al 14.77% . Demostrando de esta manera el sistema constructivo Steel Framing es realmente más económico.

DOCIMASIA DE HIPOTESIS

Cumpliendo con la hipótesis planteada en la presente investigación, se pudo comprobar que el sistema constructivo Steel Framing cumple con los parámetros establecidos no solamente con el reglamento nacional de edificaciones, si no de igual manera con los parámetros internacionales (AISI S-100 2007), de igual manera presenta ventajas económicas al presentar un costo más económico (debido a diversos factores como pueden ser: la disminución de mano de obra, disminución de materiales, practicidad constructiva, etc) comparado con el sistema tradicional y/o el sistema de aulas prefabricadas ya utilizado en el país, así también como ventajas constructivas ya que al ser un sistema modular facilito su construcción.

IX DISCUSIONES DE RESULTADOS

La implementación del sistema constructivo Steel Framing para la construcción de múltiples estructuras habitacionales, educativas, medicas, etc., podría significar una ventaja económica frente a otros sistemas constructivos en el país y una ventaja estructural frente a la denominada “autoconstrucción”.

El diseño en Sap 2000 arroja como resultados una distorsión máxima en el eje X-X es en el primero como el segundo piso es de 0.0004084 m y 0.009374 m respectivamente, mientras que en el eje Y-Y es de 0.0003528 m y 0.006857 m respectivamente. Los resultados obtenidos concuerdan con los dichos por Pelaez y Romero (2020), en su trabajo de investigación titulado: ““Diseño estructural del sistema Steel Framing de una vivienda de 2 pisos, urbanización Soliluz, Trujillo, La Libertad”, sus resultados arrojaron una distorsión de entrepiso calculada en el análisis sísmico en el eje X-X de ambos niveles de 0.0028 m y 0.0022 m respectivamente, por otro lado, la mayor distorsión en el eje Y-Y, se determinó en 0.0021 m y 0.0014 m respectivamente. Ya que ambos resultados obtenidos cumplen con el límite de distorsión máximo establecido en la Norma Técnica Peruana E. 030.

Según Vannesa Avalos Rubio y Diego Fernández Loyola (2019), en su trabajo de investigación titulado: “Diseño estructural y comparación económica de una vivienda unifamiliar en el sistema de albañilería confinada y acero liviano en la ciudad de Trujillo”, como parte de sus conclusiones nos dice: “En cuanto al aspecto económico, el sistema de acero liviano resultó un 21 % menos que el sistema de albañilería confinada en cuanto al costo total”. Al realizar la comparación con nuestro proyecto de investigación, cuyo costo total es un 14% más económica contra un proyecto similar, queda demostrado que la construcción en Steel Framing efectivamente es más económico que el sistema tradicional.

CONCLUSIONES:

1. Se concluye que el diseño y la distribución arquitectónica cumple con los estándares establecidos por norma A 040 del reglamento nacional de edificaciones.
2. Se concluye que el predimensionamiento de los perfiles cumplen con los estándares establecidos por la norma ASTM S-100.
3. Se concluye que el diseño estructural cumple con el método LRFD, diseñado y comprobado mediante el software Sap2000
4. En cuanto al aspecto sísmico, lo más resaltante es que la estructura de acero a pesar de tener un peso menor obtiene desplazamientos mayores al del sistema tradicional, principalmente por las cargas de viento. Es por ello que es necesario realizar el diseño de riostras para evitar futuras fallas en el futuro.
5. En cuanto al aspecto económico, se puede verificar que el sistema Steel Framing es considerablemente más económico que el sistema tradicional, pero de igual manera esto va a depender de diversos factores, pero en la mayoría de los casos suele pasar lo mismo, ya que en este sistema al reducir la necesidad de la mano de obra se logra una gran disminución en el costo final.
6. Se concluye que el diseño de Steel Framing resulta más novedoso, por lo cual carece de una normativa propia en el país, es por eso por lo que para realizar esta tesis se optó por utilizar el manual americano AISI S100-2007, el manual de alacero y módulos de ProSteel. En cuanto a este tipo de proyectos, el tiempo de ejecución y la mano de obra se reduce considerablemente.

RECOMENDACIONES:

- 1.** La principal recomendación es fomentar el uso de este sistema en el país, ya que al ser un sistema mas económico ayudaría a ese sector de la población que prefiere optar por la informalidad al “autoconstruir sus viviendas” debido al alto costo de una vivienda con sistema tradicional.
- 2.** Para el sistema de Steel Framing se recomienda que se haga un reglamento especial en el país como nuestros países vecinos como Argentina, Chile, Colombia y Brasil ya los tienen, todos basados en la norma americana AISI S100-2007.
- 3.** Se recomienda la investigación de este tipo de estructuras, en edificaciones de 4 a más niveles en zonas menos sísmicas para verificar su viabilidad.
- 4.** Se recomienda a los proyectistas fomentar el uso de este sistema ya que traería beneficios al sector publico como al sector privado, como al momento de realizar los expedientes técnicos.
- 5.** Se recomienda realizar un análisis de costos unitarios en otros proyectos aplicando el sistema constructivo Steel framing, con el objetivo de determinar el costo de construcción por metro cuadrado de las edificaciones del país, para de esta manera compararlo con los sistemas tradicionales.

Referencias bibliográficas

- Br.Frenadez y Br. Alvaro . (2019). “*DISEÑO ESTRUCTURAL Y COMPARACIÓN ECONÓMICA DE UNA VIVIENDA*”. Tesis pregrado , Trujillo.
- Chavez, L. y. (2022). *Green World Journal*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/358803222_Technical_analysis_between_Steel_Framing_and_Reinforced_Concrete_in_Regular_Structures_Analisis_tecnico_entre_Steel_Framing_y_Hormigon_Armado_en_estructuras_regulares
- Cristhian, C. (2018). *Analisis comparativo tecnico economico de un sistema tradicional aporticado y unsiste,a estructural liviano para construcción de viviendas*. Ecuador , Quito. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14631/Tesis%20corregida.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Danneman. (2006).*Manual de Igenieria de Steel Framing*.Chile :Asosacion Latinoamerica del Acero.
- Hao et al. (2022). Numerical Simulation and Design Recommendations for Web Crippling Strength of Cold-Formed Steel Channels with Web Holes under Interior - One - Frange Loading at Elevated Temperatures.Buildings.
- Fernandez, A. y. (2019). *Diseño estructural y comparación economica de una vivienda unifamiliar en el sistema de albañileriaconfinada y aceroliviano en la ciudad de Trjillo*. Trujillo. Obtenido de <https://1library.co/document/y62w19gz-diseno-estructural-comparacion-economica-unifamiliar-albanileria-confinada-trujillo.html>
- Gongora, J. (2021). *Análisis comparativo de la construcción de un módulo domiciliario UBS con captación de aguas pluviales mediante el sistema de madera y el sistema Steel Framing en la localidad 13 febrero, Loreto 2021*. Tesis pregrado , Loreto.
- Jorge, G. (2021). *Analisis comparativo de la construcción de un modelo domiciliarioUBS con captación de agua pluviales mediante el sistema de madrea y Steel Framing*. Tesis, Loreto.
- LA HORA. (30 de Noviembre de 2021). En Piura hya informalidad de contrucción de casas. *LA HORA*. Obtenido de <https://lahora.pe/hora-local/2021/11/30/en-piura-hay-informalidad-en-la-construccion-de-casas-rv/>
- Moushtakim Billah, M. M. (2018). *World Scientific News*. Obtenido de <http://www.worldscientificnews.com/wp-content/uploads/2018/11/WSN-118-2019-59-73.pdf>
- Pelaez,A y Romero,S. (2020). “*Diseño estructural del sistema Steel Framing de una vivienda de 2 pisos, urbanización Soliluz, Trujillo, La Libertad*”. Trujillo.
- Roberto G.C. Dannemann. (2021). *Manual de Ingeniería de Stee Framing*. Chie: Asociación Latinoamerica de Acero. Obtenido de <https://www.studocu.com/latam/document/centro-de-diseno-arquitectura-y-construccion/steel-framing/manual-ingenieria-steel-framing/10700245>
- Sarmanho, A., y Moraes, R. (2007). *Steel Framing: Arquitectura., Asociación Latinoamericana del Acero.*, p .14.

Reglamento Nacional de Edificaciones (2006). NTE E.020 Cargas.

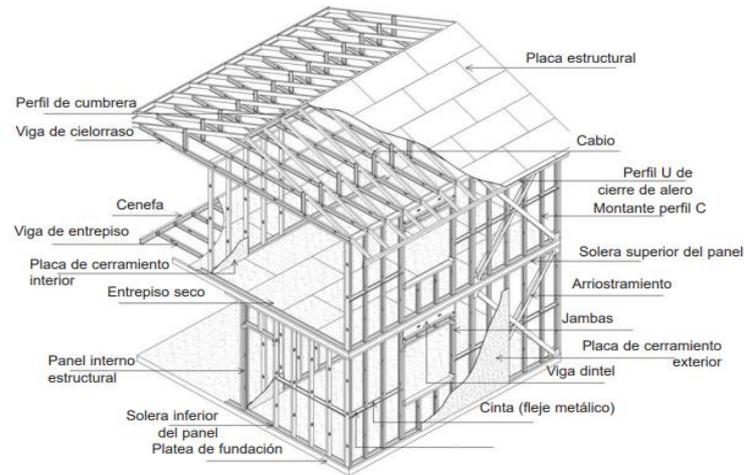
Reglamento Nacional de Edificaciones (2006). NTE E.030 Diseño Sismorresistente.

Reglamento Nacional de Edificaciones (2006). NTE E.050 Suelos y Cimentaciones.

North American Specification for the Design of Cold – Formed Steel Structural Members 2007

Anexos

Anexo 1



(Elevación de una estructura hecha con Steel Framing)

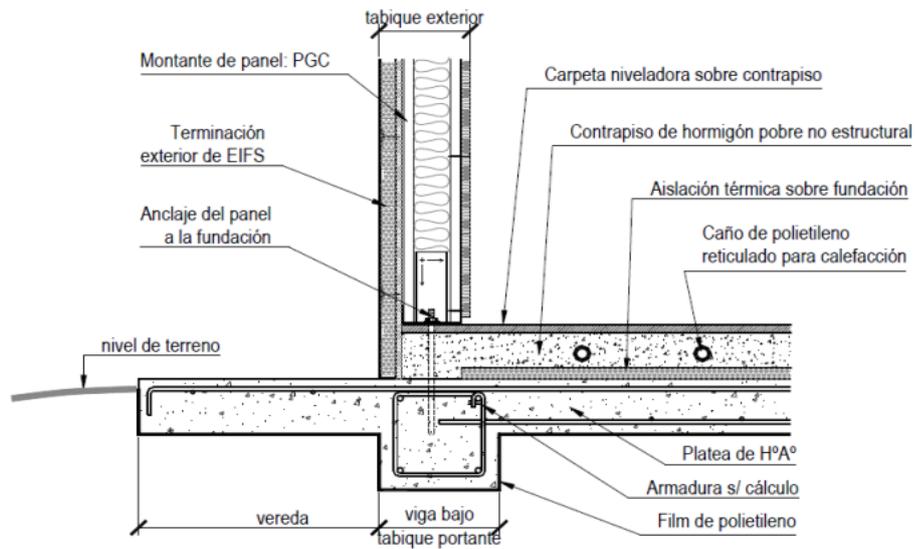
Obtenido de: (Sarmanho y Moraes, 2007, p. 14)

Anexo 2

SECCIÓN TRANSVERSAL	Designación	Utilización
	Perfil U $H \times B \times t$	Solera Puntal Bloqueador Cenefa Atiesador
	Perfil C $H \times B \times D \times t$	Montante Viga Puntal Atiesador Bloqueador Correa Cbio Larguero
	Perfil Galera $H \times B \times D \times t$	Correa Larguero Puntal
	Angulo Conector $B_1 \times B_2 \times t$	Conector Atiesador Puntal
	Cinta Fleje $B \times t$	Riostras Tensores Diagonales

Obtenido de: (Sarmanho y Moraes, 2007, p. 23)

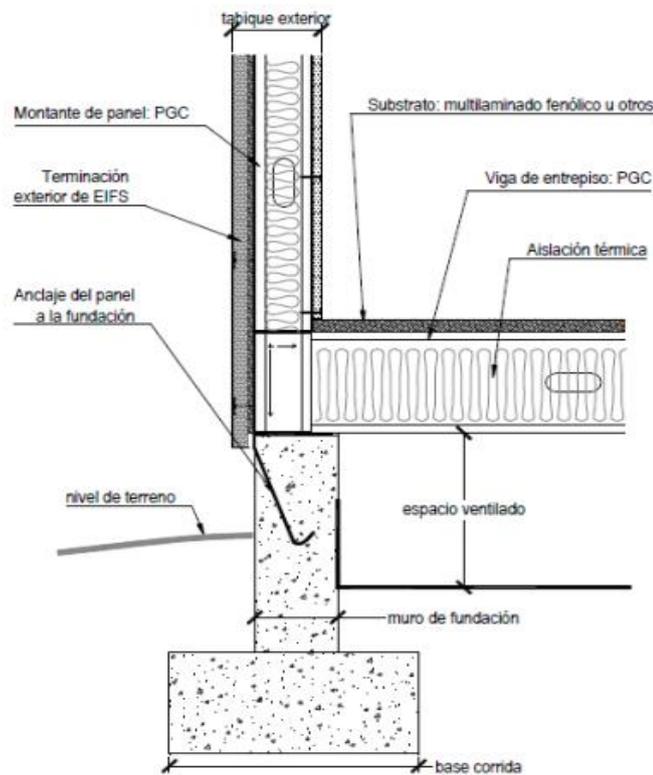
Anexo 3



Detalle de losa de cimentación en conjunto con Steel Framing

Obtenido de: (Jorajuria y Servente, 2015, p. 21)

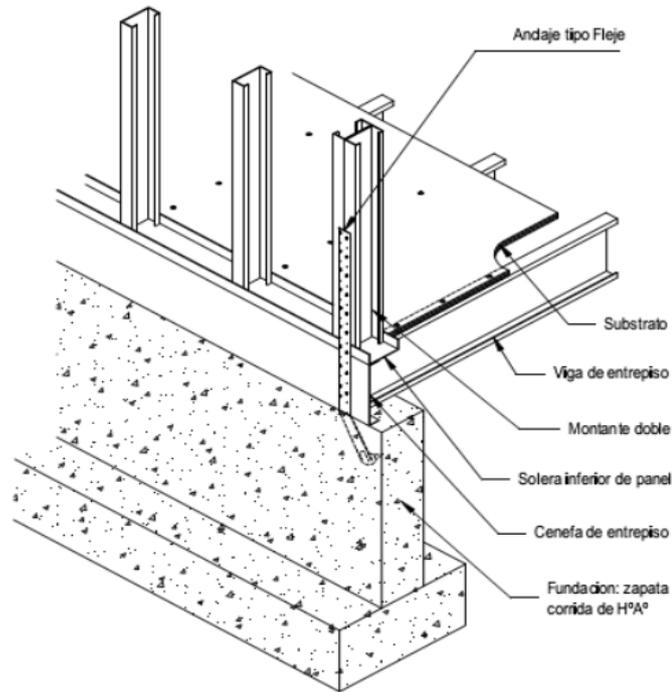
Anexo 4



Elevación de zapata corrida en conjunto con Steel Framing

Obtenido de: (Jorajuria y Servente, 2015, p. 22)

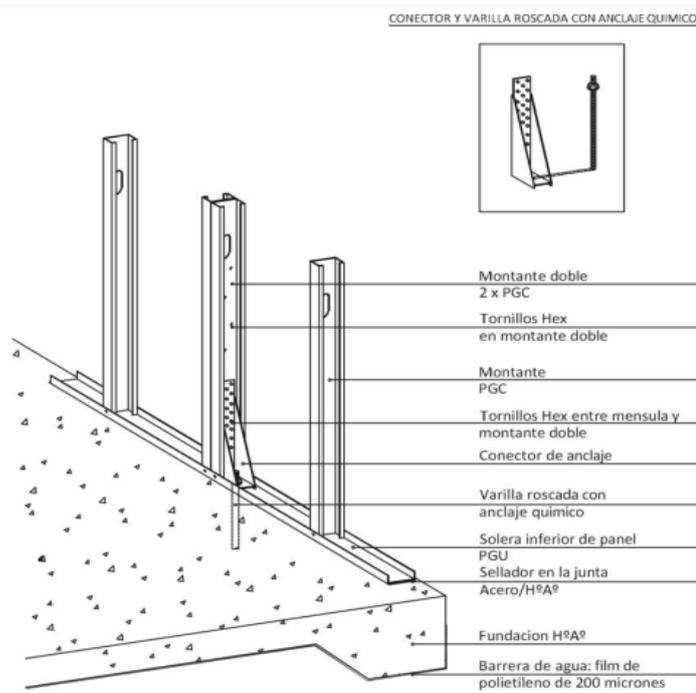
Anexo 5



Detalle de anclaje utilizando fleje de acero

Obtenido de: (Jorajuria y Servente, 2015, p. 23)

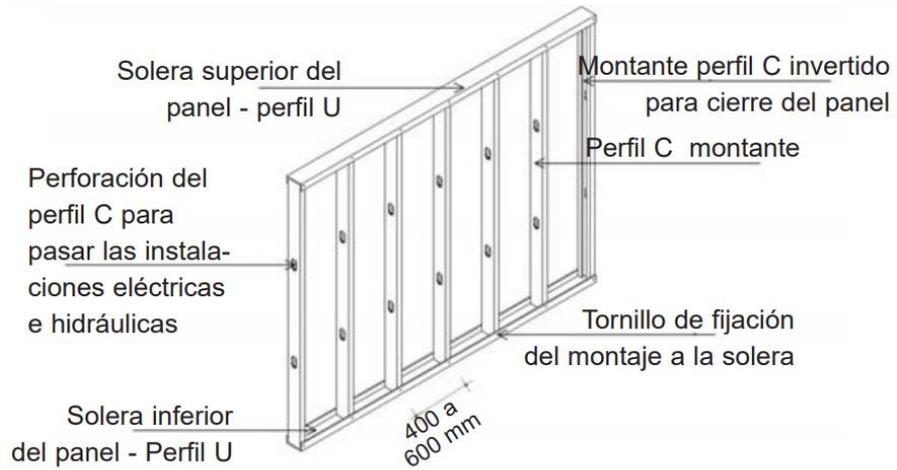
Anexo 6



Detalle de anclaje químico

Obtenido de: (Jorajuria y Servente, 2015, p. 24)

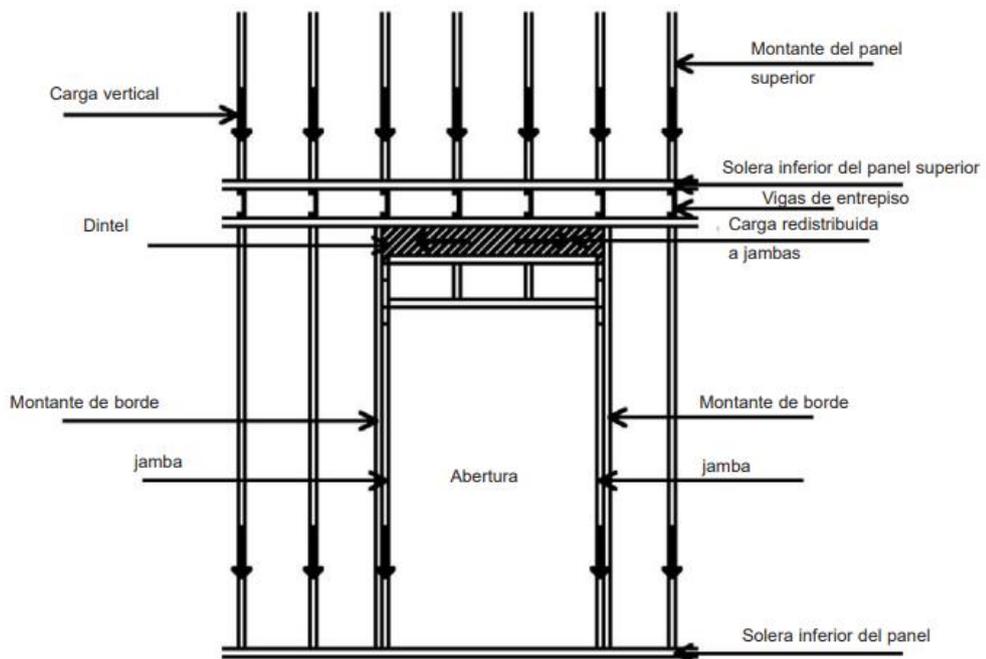
Anexo 7



Elevación de panel estructural

Obtenido de: (Sarmanho y Moraes, 2007, p. 31)

Anexo 8



Elevación de abertura en un panel estructural y la redistribución de cargas

Obtenido de: (Sarmanho y Moraes, 2007, p. 32)

Anexo 9

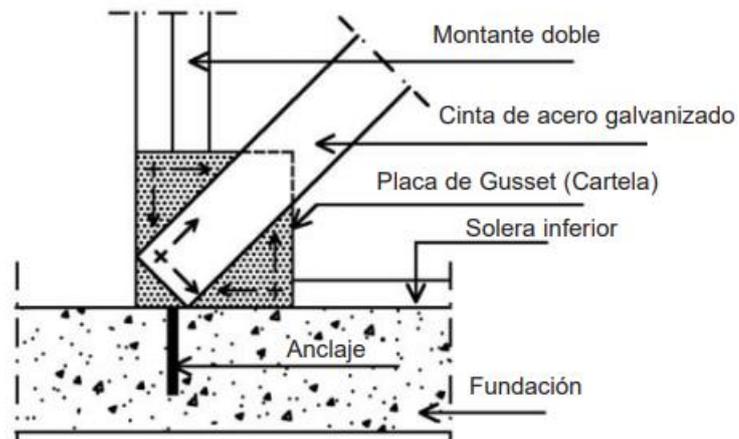
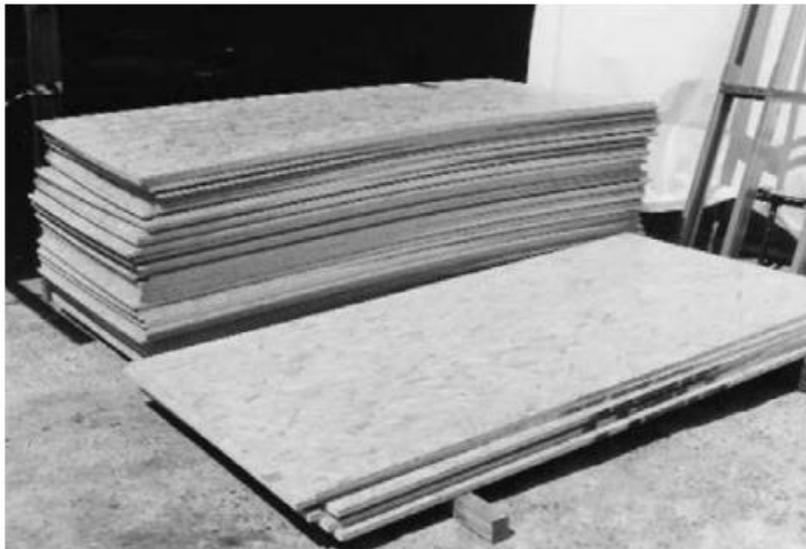


Figura 3.10- Fijación de las diagonales en los paneles con cartela. (Placa Gusset)

Arriostramiento en X

Obtenido de: (Sarmanho y Moraes, 2007, p. 36)

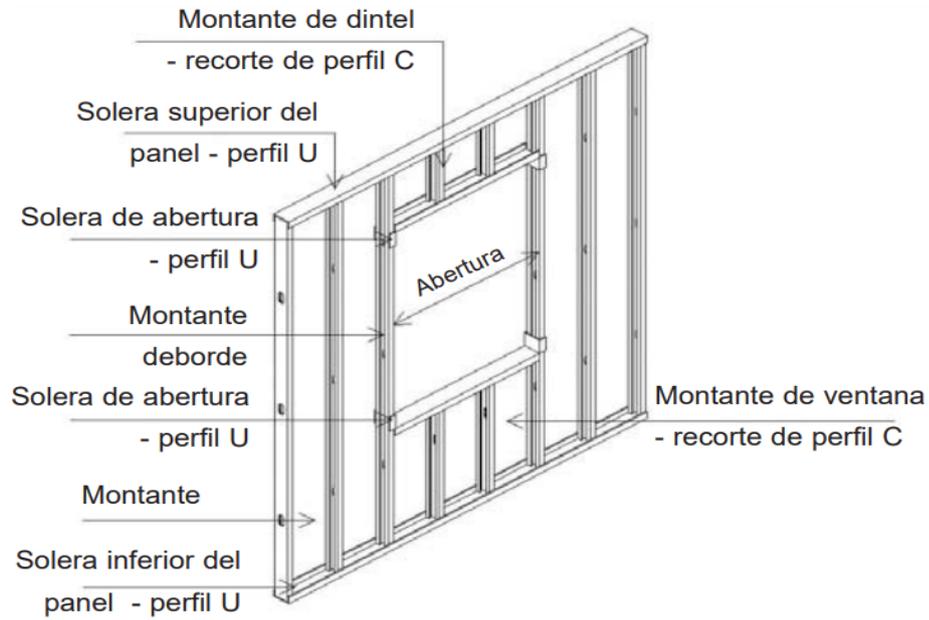
Anexo10



Placas de OSB

Obtenido de: (Sarmanho y Moraes, 2007, p. 38)

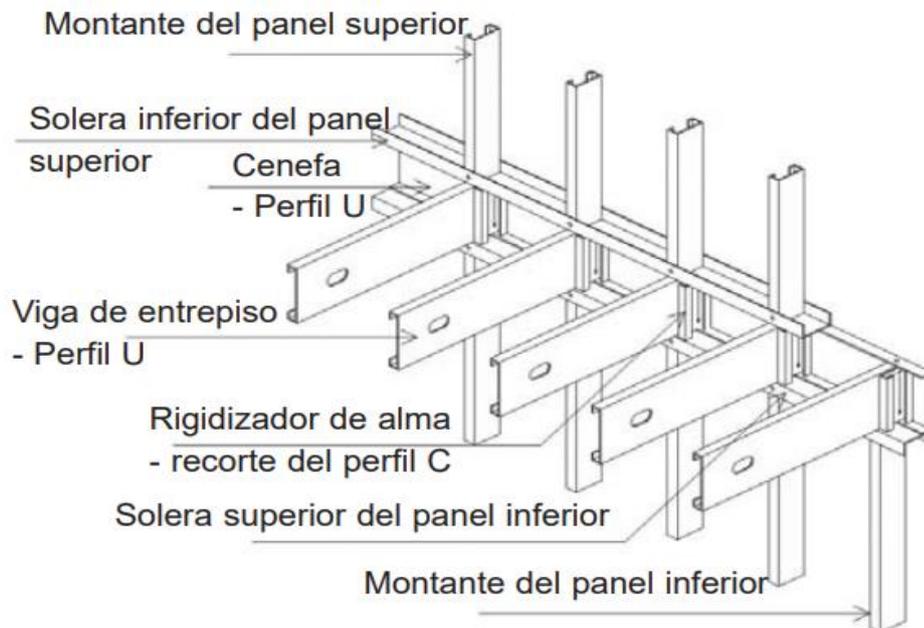
Anexo 11



Detalle de un panel no estructural con abertura

Obtenido de: (Sarmanho y Moraes, 2007, p. 45)

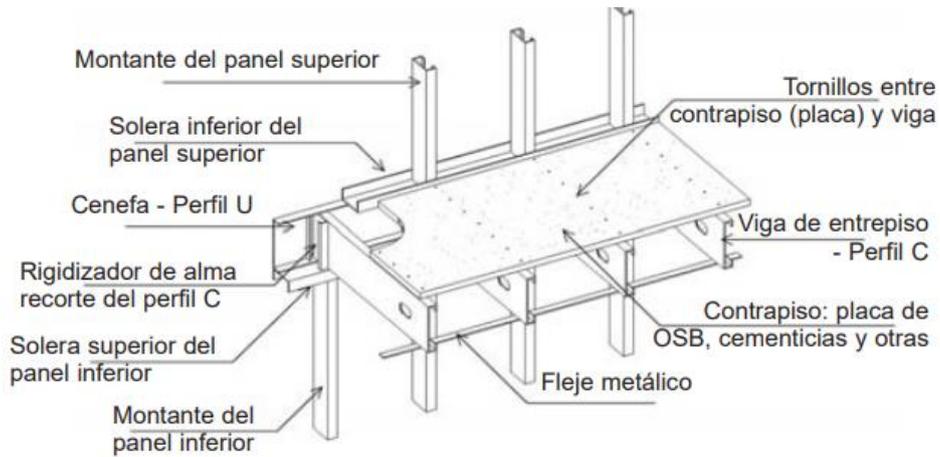
Anexo 12



Detalle de un entrepiso

Obtenido de: (Sarmanho y Moraes, 2007, p. 50)

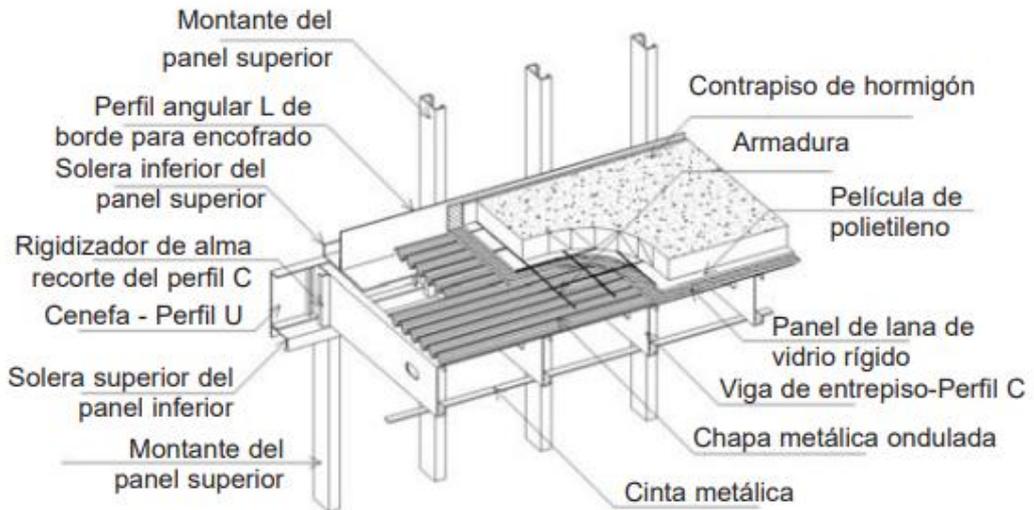
Anexo13



Detalle de entrepiso seco

Obtenido de: (Sarmanho y Moraes, 2007, p. 54)

Anexo 14



Elevación de entrepiso húmedo

Obtenido de: (Sarmanho y Moraes, 2007, p. 53)

Anexo 15



Visita a terreno de colegio

Investigación propia

Anexo 16



Visita a terreno de colegio

Investigación propia

Anexo 17



Visita a terreno de colegio

Investigación propia

Anexo 18



Visita a terreno de colegio

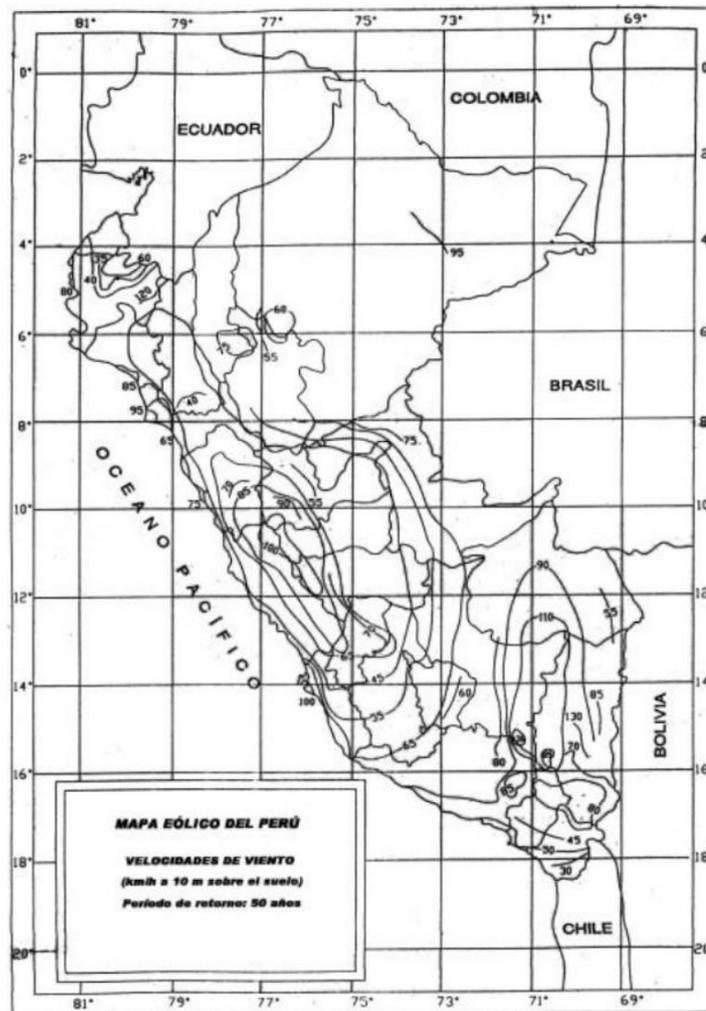
Investigación propia

Anexo 19

ANEXO 2 MAPA EÓLICO DEL PERÚ

Este mapa sirve de guía, para establecer las velocidades básicas del viento en la zona donde se ubica la estructura, se debe tener en cuenta la variabilidad debida a las condiciones locales (topográficas, climáticas).

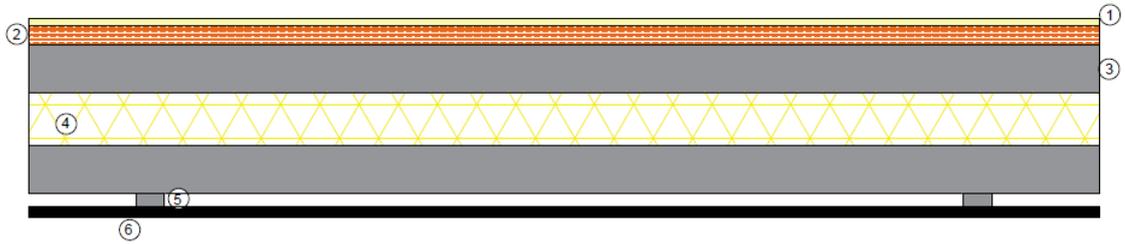
Si hubiera mediciones confiables en la zona en cuestión, podrá adoptarse la velocidad proveniente del estudio.



Mapa eólico del Perú

Obtenido de: Norma e020, anexo 2

Anexo 20

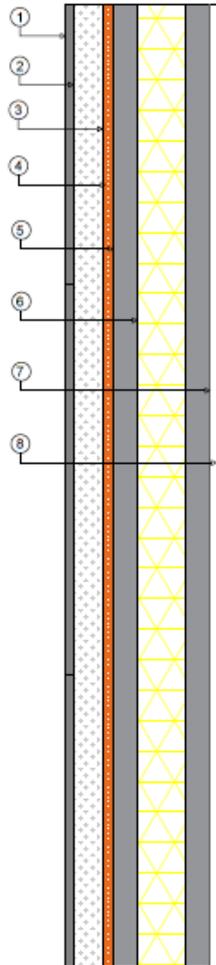


①	Piso florante (piso laminado)	6.28 Kg/m ²
②	Tablero de OSB e = 18 mm	13.29 Kg/m ²
③	Cenefa (e = a escoger)	7.00 Kg/m ²
④	Aislación termoacústica (fibra de vidrio)	1.60 Kg/m ²
⑤	Perfil Omega 12.5 x 0.5	0.60 Kg/m ²
⑥	Plancha de yeso e = 12.7 mm	<u>6.79 Kg/m²</u>
		35.56 Kg/m ²

Detalle constructivo de entrepiso seco

Investigación propia

Anexo 21

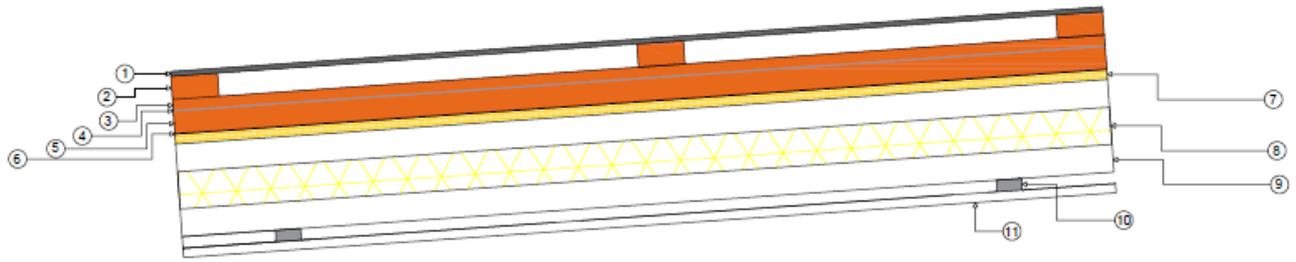


① Base coat (2 capas) + malla de fibra de vidrio + revestimiento final	0.12 Kg/m ²
② Ruptor de puente térmico EPS e = 25 mm	1.21 Kg/m ²
③ Aislación hidrofuga (Barrera de agua y viento)	0.10 Kg/m ²
④ Tablero de OSB e = 11 mm	8.10 Kg/m ²
⑤ Perfil C	1.50 Kg/m ²
⑥ Aislación termoacústica (fibra de vidrio)	1.60 Kg/m ²
⑦ Barrera de vapor (Film de polietileno de 100 micrones)	0.01 Kg/m ²
⑧ Plancha de yeso e = 12.7 mm	6.79 Kg/m ²
	<hr/>
	19.43 Kg/m ²

Detalle constructivo de panel portante

Investigación propia

Anexo 22



①	Revestimiento final (Chapa acanalada e = 0.7 mm)	7.00 Kg/m ²
②	Clavadera de 2 x 2"	—
③	Segunda línea de agua (Liston de madera 1 x 1/2")	—
④	Ruptor de puente termico (Lamina termica aluminio)	3.4 Kg/m ²
⑤	Primera línea de agua (Liston de madera 2 x 1")	—
⑥	Aislación hidrofuga (Barrera de agua y viento)	0.10 Kg/m ²
⑦	Tablero de OSB e = 15 mm	11 Kg/m ²
⑧	Aislación termo acustica (Fibra de vidrio)	1.6 Kg/m ²
⑨	Perfil seleccionado	3.96 Kg/m ²
⑩	Perfil Omega 12.5 x 0.5	0.60 Kg/m ²
⑪	Plancha de yeso e = 12.7 mm	6.79 Kg/m ²
		<u>34.45 Kg/m²</u>

Detalle constructivo de cubierta inclinada

Investigación propia

Anexo 23

Viga	Longitud (m)	Ancho tributario (m)	Carga muerta (kg-m)	Carga viva (kg-m)	Carga ultima (kg-m)
V1	6	0.45	31.5	180	325.8
V2	6	0.4	28	160	289.6
V3	6	0.4	28	160	289.6
V4	6	0.4	28	160	289.6
V5	6	0.4	28	160	289.6
V6	6	0.4	28	160	289.6
V7	6	0.4	28	160	289.6
V8	6	0.4	28	160	289.6
V9	6	0.4	28	160	289.6
V10	6	0.4	28	160	289.6
V11	6	0.4	28	160	289.6

V12	6	0.4	28	160	289.6
V13	6	0.4	28	160	289.6
V14	6	0.4	28	160	289.6
V15	6	0.4	28	160	289.6
V16	6	0.325	22.75	130	235.3
V17	6	0.4	28	160	289.6
V18	2.11	0.475	33.25	190	343.9
V19	2.11	0.4	28	160	289.6
V20	2.11	0.4	28	160	289.6
V21	2.11	0.375	26.25	150	271.5
V22	2.08	0.425	29.75	170	307.7
V23	2.08	0.4	28	160	289.6
V24	2.08	0.4	28	160	289.6
V25	2.08	0.4	28	160	289.6
V26	2.08	0.4	28	160	289.6
V27	2.08	0.4	28	160	289.6
V28	6	0.4	28	160	289.6
V29	6	0.4	28	160	289.6
V30	6	0.4	28	160	289.6
V31	6	0.4	28	160	289.6
V32	6	0.4	28	160	289.6
V33	6	0.4	28	160	289.6
V34	6	0.4	28	160	289.6
V35	6	0.4	28	160	289.6
V36	6	0.4	28	160	289.6
V37	6	0.4	28	160	289.6
V38	6	0.4	28	160	289.6
V39	6	0.4	28	160	289.6
V40	6	0.4	28	160	289.6
V41	6	0.4	28	160	289.6
V42	6	0.4	28	160	289.6
V43	6	0.4	28	160	289.6
V44	1.7	0.45	31.5	180	325.8
V45	1.7	0.4	28	160	289.6
V46	1.7	0.4	28	160	289.6
V47	1.7	0.4	28	160	289.6
V48	1.7	0.4	28	160	289.6
V49	1.7	0.4	28	160	289.6
V50	1.7	0.4	28	160	289.6
V51	1.7	0.4	28	160	289.6
V52	1.7	0.4	28	160	289.6
V53	1.7	0.4	28	160	289.6
V54	1.7	0.4	28	160	289.6
V55	1.7	0.4	28	160	289.6

V56	1.7	0.4	28	160	289.6
V57	1.7	0.4	28	160	289.6
V58	1.7	0.4	28	160	289.6
V59	1.7	0.325	22.75	130	235.3
V60	1.7	0.4	28	160	289.6
V61	5.58	0.475	33.25	190	343.9
V62	5.58	0.4	28	160	289.6
V63	5.58	0.4	28	160	289.6
V64	5.58	0.375	26.25	150	271.5
V65	1.63	0.425	29.75	170	307.7
V66	1.63	0.4	28	160	289.6
V67	1.63	0.4	28	160	289.6
V68	1.63	0.4	28	160	289.6
V69	1.63	0.4	28	160	289.6
V70	1.63	0.4	28	160	289.6
V71	1.7	0.4	28	160	289.6
V72	1.7	0.4	28	160	289.6
V73	1.7	0.4	28	160	289.6
V74	1.7	0.4	28	160	289.6
V75	1.7	0.4	28	160	289.6
V76	1.7	0.4	28	160	289.6
V77	1.7	0.4	28	160	289.6
V78	1.7	0.4	28	160	289.6
V79	1.7	0.4	28	160	289.6
V80	1.7	0.4	28	160	289.6
V81	1.7	0.4	28	160	289.6
V82	1.7	0.4	28	160	289.6
V83	1.7	0.4	28	160	289.6
V84	1.7	0.4	28	160	289.6
V85	1.7	0.4	28	160	289.6
V86	1.7	0.4	28	160	289.6

Cálculo de carga ultima de vigas de entrepiso

Fuente propia

Anexo 24

Viga	Peralte (m)	Mu calculado (kg-m)	Sx necesario (cm3)	Deflexión max (cm)
V1	0.24	1466.1	66.52	1.667
V2	0.24	1303.2	59.129	1.667
V3	0.24	1303.2	59.129	1.667
V4	0.24	1303.2	59.129	1.667
V5	0.24	1303.2	59.129	1.667
V6	0.24	1303.2	59.129	1.667
V7	0.24	1303.2	59.129	1.667
V8	0.24	1303.2	59.129	1.667
V9	0.24	1303.2	59.129	1.667
V10	0.24	1303.2	59.129	1.667
V11	0.24	1303.2	59.129	1.667
V12	0.24	1303.2	59.129	1.667
V13	0.24	1303.2	59.129	1.667
V14	0.24	1303.2	59.129	1.667
V15	0.24	1303.2	59.129	1.667
V16	0.24	1058.85	48.042	1.667
V17	0.24	1303.2	59.129	1.667
V18	0.0844	191.385	8.684	0.586
V19	0.0844	161.166	7.312	0.586
V20	0.0844	161.166	7.312	0.586
V21	0.0844	151.093	6.855	0.586
V22	0.0832	166.404	7.55	0.578
V23	0.0832	156.616	7.106	0.578
V24	0.0832	156.616	7.106	0.578
V25	0.0832	156.616	7.106	0.578
V26	0.0832	156.616	7.106	0.578
V27	0.0832	156.616	7.106	0.578
V28	0.24	1303.2	59.129	1.667
V29	0.24	1303.2	59.129	1.667
V30	0.24	1303.2	59.129	1.667
V31	0.24	1303.2	59.129	1.667
V32	0.24	1303.2	59.129	1.667
V33	0.24	1303.2	59.129	1.667
V34	0.24	1303.2	59.129	1.667
V35	0.24	1303.2	59.129	1.667
V36	0.24	1303.2	59.129	1.667
V37	0.24	1303.2	59.129	1.667
V38	0.24	1303.2	59.129	1.667
V39	0.24	1303.2	59.129	1.667
V40	0.24	1303.2	59.129	1.667
V41	0.24	1303.2	59.129	1.667

V42	0.24	1303.2	59.129	1.667
V43	0.24	1303.2	59.129	1.667
V44	0.068	117.695	5.34	0.472
V45	0.068	104.618	4.747	0.472
V46	0.068	104.618	4.747	0.472
V47	0.068	104.618	4.747	0.472
V48	0.068	104.618	4.747	0.472
V49	0.068	104.618	4.747	0.472
V50	0.068	104.618	4.747	0.472
V51	0.068	104.618	4.747	0.472
V52	0.068	104.618	4.747	0.472
V53	0.068	104.618	4.747	0.472
V54	0.068	104.618	4.747	0.472
V55	0.068	104.618	4.747	0.472
V56	0.068	104.618	4.747	0.472
V57	0.068	104.618	4.747	0.472
V58	0.068	104.618	4.747	0.472
V59	0.068	85.002	3.857	0.472
V60	0.068	104.618	4.747	0.472
V61	0.2232	1338.476	60.729	1.55
V62	0.2232	1127.138	51.141	1.55
V63	0.2232	1127.138	51.141	1.55
V64	0.2232	1056.692	47.944	1.55
V65	0.0652	102.191	4.637	0.453
V66	0.0652	96.18	4.364	0.453
V67	0.0652	96.18	4.364	0.453
V68	0.0652	96.18	4.364	0.453
V69	0.0652	96.18	4.364	0.453
V70	0.0652	96.18	4.364	0.453
V71	0.068	104.618	4.747	0.472
V72	0.068	104.618	4.747	0.472
V73	0.068	104.618	4.747	0.472
V74	0.068	104.618	4.747	0.472
V75	0.068	104.618	4.747	0.472
V76	0.068	104.618	4.747	0.472
V77	0.068	104.618	4.747	0.472
V78	0.068	104.618	4.747	0.472
V79	0.068	104.618	4.747	0.472
V80	0.068	104.618	4.747	0.472
V81	0.068	104.618	4.747	0.472
V82	0.068	104.618	4.747	0.472
V83	0.068	104.618	4.747	0.472
V84	0.068	104.618	4.747	0.472
V85	0.068	104.618	4.747	0.472

V86	0.068	104.618	4.747	0.472
------------	-------	---------	-------	-------

Cálculo de modulo resistente de vigas de entrepiso

Fuente propia

Anexo 20

Viga	Perfil seleccionado	Sx real (cm3)	Verificación Sx
V1	C300x40x15	70.22	cumple
V2	C300x40x15	70.22	cumple
V3	C300x40x15	70.22	cumple
V4	C300x40x15	70.22	cumple
V5	C300x40x15	70.22	cumple
V6	C300x40x15	70.22	cumple
V7	C300x40x15	70.22	cumple
V8	C300x40x15	70.22	cumple
V9	C300x40x15	70.22	cumple
V10	C300x40x15	70.22	cumple
V11	C300x40x15	70.22	cumple
V12	C300x40x15	70.22	cumple
V13	C300x40x15	70.22	cumple
V14	C300x40x15	70.22	cumple
V15	C300x40x15	70.22	cumple
V16	C300x40x15	70.22	cumple
V17	C300x40x15	70.22	cumple
V18	C300x40x15	70.22	cumple
V19	C300x40x15	70.22	cumple
V20	C300x40x15	70.22	cumple
V21	C300x40x15	70.22	cumple
V22	C300x40x15	70.22	cumple
V23	C300x40x15	70.22	cumple
V24	C300x40x15	70.22	cumple
V25	C300x40x15	70.22	cumple
V26	C300x40x15	70.22	cumple
V27	C300x40x15	70.22	cumple
V28	C300x40x15	70.22	cumple
V29	C300x40x15	70.22	cumple
V30	C300x40x15	70.22	cumple
V31	C300x40x15	70.22	cumple
V32	C300x40x15	70.22	cumple
V33	C300x40x15	70.22	cumple

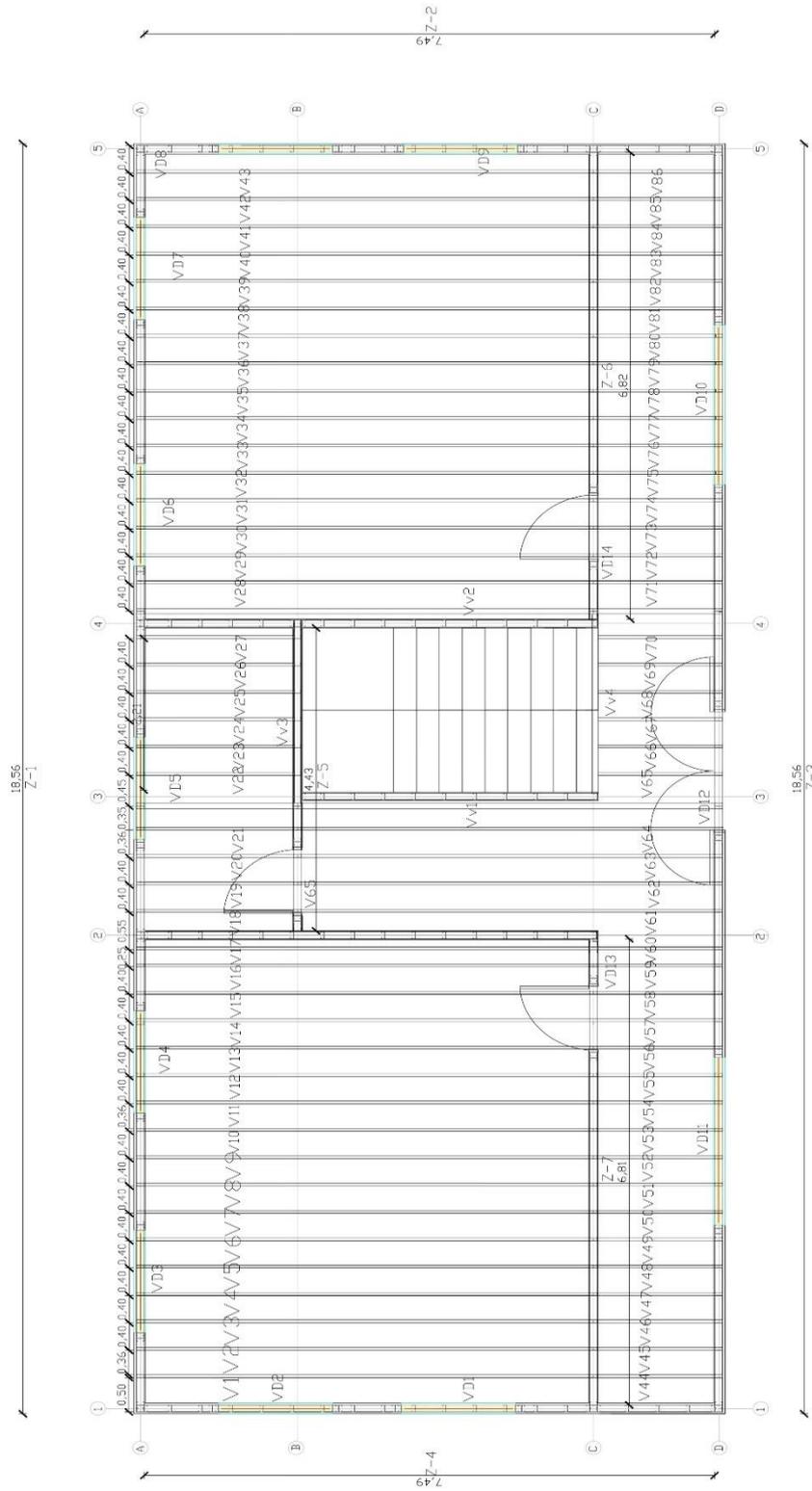
V34	C300x40x15	70.22	cumple
V35	C300x40x15	70.22	cumple
V36	C300x40x15	70.22	cumple
V37	C300x40x15	70.22	cumple
V38	C300x40x15	70.22	cumple
V39	C300x40x15	70.22	cumple
V40	C300x40x15	70.22	cumple
V41	C300x40x15	70.22	cumple
V42	C300x40x15	70.22	cumple
V43	C300x40x15	70.22	cumple
V44	C300x40x15	70.22	cumple
V45	C300x40x15	70.22	cumple
V46	C300x40x15	70.22	cumple
V47	C300x40x15	70.22	cumple
V48	C300x40x15	70.22	cumple
V49	C300x40x15	70.22	cumple
V50	C300x40x15	70.22	cumple
V51	C300x40x15	70.22	cumple
V52	C300x40x15	70.22	cumple
V53	C300x40x15	70.22	cumple
V54	C300x40x15	70.22	cumple
V55	C300x40x15	70.22	cumple
V56	C300x40x15	70.22	cumple
V57	C300x40x15	70.22	cumple
V58	C300x40x15	70.22	cumple
V59	C300x40x15	70.22	cumple
V60	C300x40x15	70.22	cumple
V61	C300x40x15	70.22	cumple
V62	C300x40x15	70.22	cumple
V63	C300x40x15	70.22	cumple
V64	C300x40x15	70.22	cumple
V65	C300x40x15	70.22	cumple
V66	C300x40x15	70.22	cumple
V67	C300x40x15	70.22	cumple
V68	C300x40x15	70.22	cumple
V69	C300x40x15	70.22	cumple
V70	C300x40x15	70.22	cumple
V71	C300x40x15	70.22	cumple
V72	C300x40x15	70.22	cumple
V73	C300x40x15	70.22	cumple
V74	C300x40x15	70.22	cumple
V75	C300x40x15	70.22	cumple
V76	C300x40x15	70.22	cumple
V77	C300x40x15	70.22	cumple

V78	C300x40x15	70.22	cumple
V79	C300x40x15	70.22	cumple
V80	C300x40x15	70.22	cumple
V81	C300x40x15	70.22	cumple
V82	C300x40x15	70.22	cumple
V83	C300x40x15	70.22	cumple
V84	C300x40x15	70.22	cumple
V85	C300x40x15	70.22	cumple
V86	C300x40x15	70.22	cumple

Selección de perfiles para vigas de entrepiso

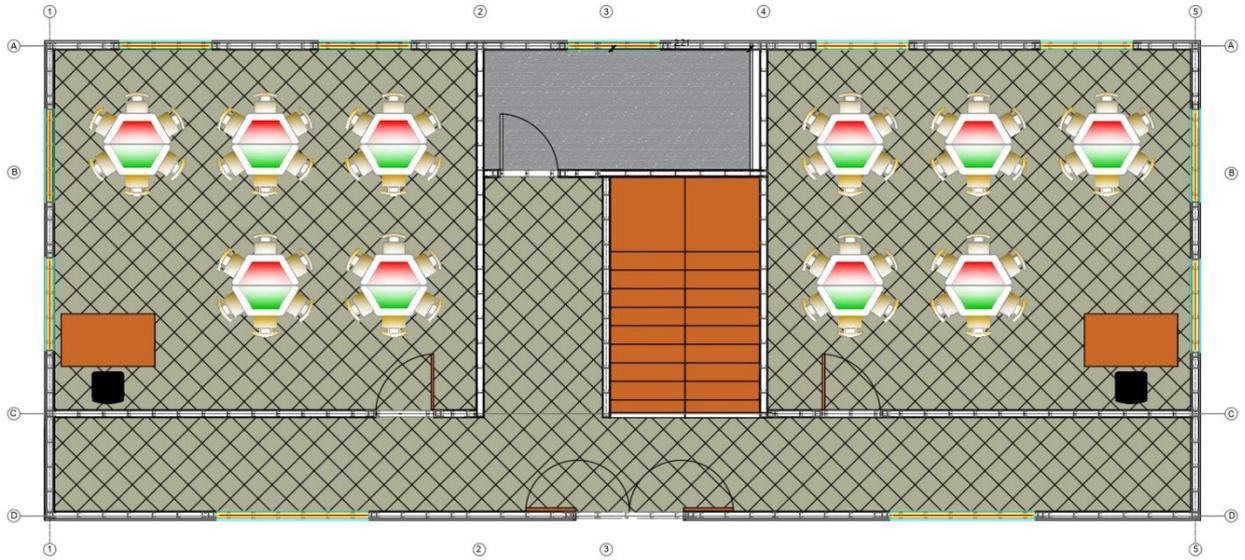
Fuente propia

Anexo 25



Plano estrutural

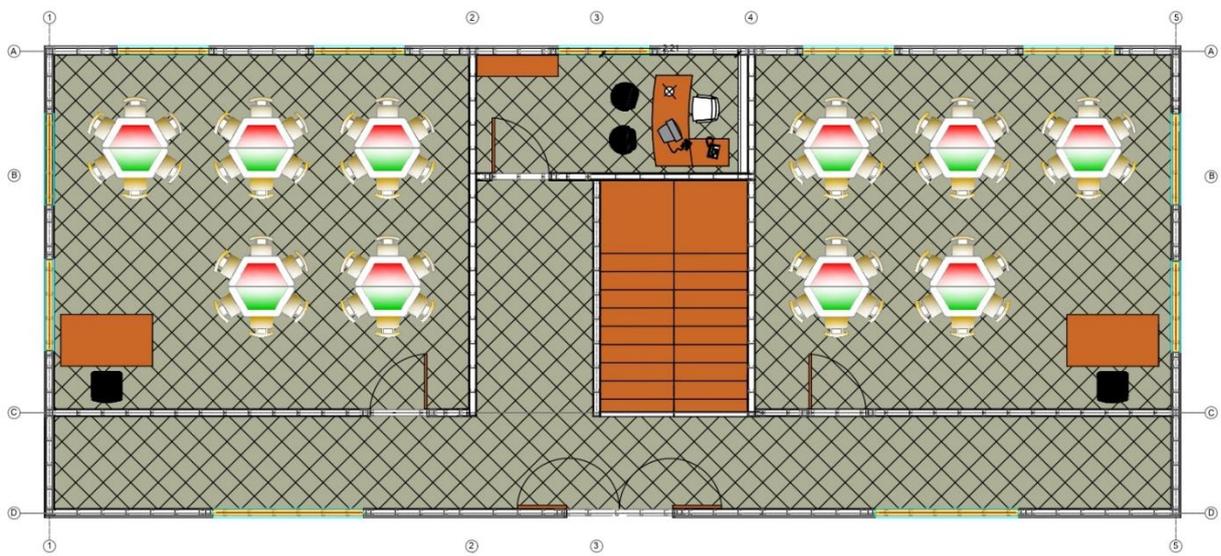
Anexo 26



Planta arquitectónica 1er piso

Investigación propia

Anexo 27



Planta arquitectónica 2do piso

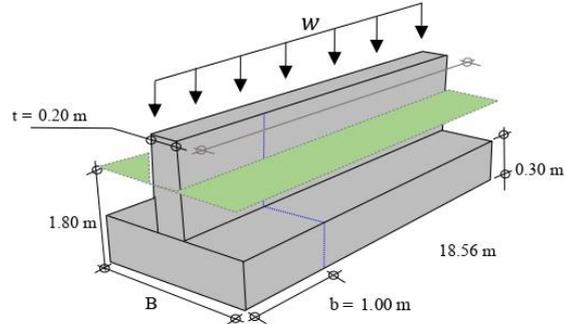
Investigación propia

Anexo 28

DISEÑO DE ZAPATA CORRIDA (Z-1)		
Modificar datos:	Cálculos automáticos	Resultados

I. Datos Iniciales Zapata 1 (Z-1)

Resistencia de concreto	$f'c =$	210	kg/cm ²
Fluencia de Acero	$f_y =$	4200	kg/cm ²
Peso específico del concreto	$\gamma_c =$	2400	kg/m ³
Espesor Muro	$t =$	0.20	m
Longitud Muro	$L =$	18.56	m
Longitud a analizar	$b =$	1.00	m
Altura zapata azumido	$H =$	0.30	m
Nivel de fundación	$h_f =$	1.80	m
Densidad promedio del suelo	$\gamma_m =$	1470	kg/m ³
Capacidad portante terreno	$\sigma_t =$	1.02	kg/cm ²
Carga muerta	$P_D =$	14.5	ton/m
Carga viva	$P_L =$	8	ton/m



II. Dimensionamiento

2.1. peralte efectivo

Usando varillas de:	$\varnothing 1/2"$	Usando un recubrimiento de:	7.50	cm
Cálculo de peralte efectivo (d):	$H - \text{rec} - 0.5 * \varnothing =$	30 - 7.5 - 0.5 * 1.27	$d =$	21.87
Peralte efectivo mínimo según	ACI 318-14 Item 13.3.1.2.	$d =$	15 cm	< 21.9 cm Conforme

2.2. cálculo capacidad de carga neta

$$\sigma_n = 10.2 - 1.47 \times 1.5 - 2.4 \times 0.3$$

$$\sigma_n = 7.275 \text{ ton/m}^2$$

2.1. Dimensionamiento en planta

Cálculo peso de servicio	$P_s = P_D + P_L$	$P_s =$	22.50	ton/m
Cálculo peso último	$P_u = 1.20 P_D + 1.60 P_L$	$P_u =$	30.20	ton/m
Cálculo ancho de la zapata	$B = P_s / \sigma_n =$	3.093	$B =$	3.00
Cálculo presión admisible de la zapata	$q_u = P_u / B$		$q_u =$	10.067

III. Verificación por cortante

Cortante último de diseño donde: $m = 1.40$ m

$$V_u = \left(\frac{B-t}{2} - d \right) * b * q_u$$

$$V_u = 11.892 \text{ ton}$$

Resistencia nominal del concreto ACI 318S-14 Item 22.5.5.1

Factor de modificación $\lambda = 1$ Tabla 19.2.4.2

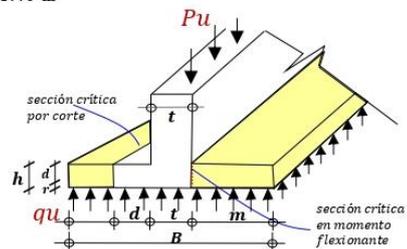
Factor de reducción $\Phi = 0.75$ Tabla 21.2.1

$$V_c = 0.53 \lambda \sqrt{f'c} * b_w * d$$

$$V_c = 16.79 \text{ ton}$$

$$\Phi V_c = 12.595 \text{ ton}$$

Verificación $V_u = 11.89 \text{ ton} < \Phi V_c = 12.59 \text{ ton/m}^2$ **Conforme**



IV. Diseño por flexión

Cálculo de momento último $M_u = \frac{1}{2} * q_u * b * m^2$ $M_u = 9.8653 \text{ ton-m}$

4.2.1. Refuerzo Longitudinal

Cuantía mínimo $\rho_{\min} = \frac{0.70 \sqrt{f_c}}{f_y} \quad \rho_{\min} = 0.0024$

$0.59 * w^2 - w + \frac{Mu}{0.90 f'c * b * d^2}$ $w1 = 1.577615$ $\rho = w * f'c / f_y$
 $w2 = 0.1173$ $As = \rho * b * d$

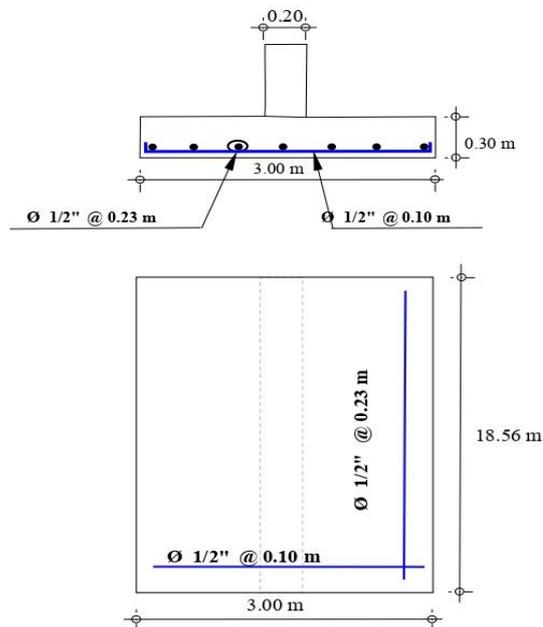
M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	ρ	As dis (cm ²)	As min	As diseño	ϕ	Disposición
9.865	100	21.87	0.00586	12.82	5.28	12.82	ϕ 1/2"	ϕ 1/2" @ 0.10 m

4.2.2. Refuerzo por contracción y temperatura

$A_s \text{ Temp} = 0.0018 * B * H$ ACT 318S-14 Tabla 24.4.3.2

B (cm)	H (cm)	ρ	As Tem (cm ²)	As diseño	ϕ	Disposición
300	30	0.00180	16.20	16.20	ϕ 1/2"	ϕ 1/2" @ 0.23 m

IV. Detalle final de la zapata



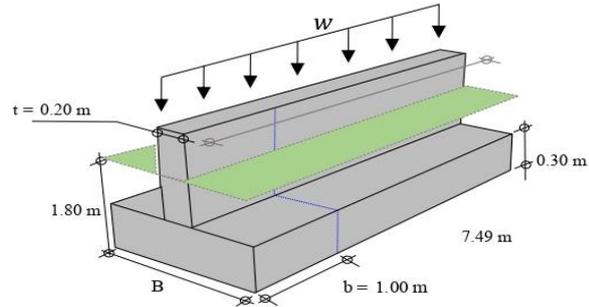
Cálculo de cimentación (Zapata combinada)

Anexo 29

DISEÑO DE ZAPATA CORRIDA (Z-2)		
Modificar datos: 	Cálculos automáticos 	Resultados

I. Datos Iniciales Zapata 2 (Z-2)

Resistencia de concreto	$f'c =$	210	kg/cm ²
Fluencia de Acero	$f_y =$	4200	kg/cm ²
Peso específico del concreto	$\gamma_c =$	2400	kg/m ³
Espesor Muro	$t =$	0.20	m
Longitud Muro	$L =$	7.49	m
Longitud a analizar	$b =$	1.00	m
Altura zapata azumido	$H =$	0.30	m
Nivel de fundación	$h_f =$	1.80	m
Densidad promedio del suelo	$\gamma_m =$	1470	kg/m ³
Capacidad portante terreno	$\sigma_t =$	1.02	kg/cm ²
Carga muerta	$P_D =$	14.5	ton/m
Carga viva	$P_L =$	8	ton/m



II. Dimensionamiento

2.1. peralte efectivo

Usando varillas de:	Ø 1/2"	<i>ACI 318-14 Item 20.6.1.3.4</i>	Usando un recubrimiento de:	7.50 cm
Cálculo de peralte efectivo (d):	$H - \text{rec} - 0.5 * \text{Ø} =$	$30 - 7.5 - 0.5 * 1.27$	$d =$	21.87 cm
Peralte efectivo mínimo según	<i>ACI 318-14 Item 13.3.1.2.</i>	$d =$	15 cm	< 21.9 cm Conforme

2.2. cálculo capacidad de carga neta

$$\sigma_n = 10.2 - 1.47 \times 1.5 - 2.4 \times 0.3 \quad \sigma_n = \text{7.275 ton/m}^2$$

2.1. Dimensionamiento en planta

Cálculo peso de servicio	$P_s = P_D + P_L$	$P_s =$	22.50 ton/m	
Cálculo peso último	$P_u = 1.20 P_D + 1.60 P_L$	$P_u =$	30.20 ton/m	
Cálculo ancho de la zapata	$B = P_s / \sigma_n =$	3.093 m	$B =$	3.00 m
Cálculo presión admisible de la zapata	$q_u = P_u / B$		$q_u =$	10.067 ton/m ²

III. Verificación por cortante

Cortante último de diseño donde: $m = 1.40$ m

$$V_u = \left(\frac{B - t}{2} - d \right) * b * q_u \quad V_u = \text{11.892 ton}$$

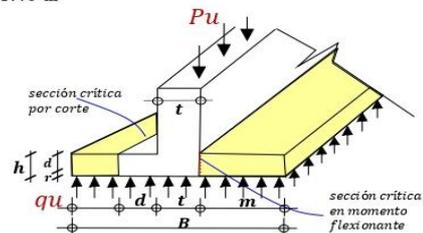
Resistencia nominal del concreto *ACI 318S-14 Item 22.5.5.1*

Factor de modificación $\lambda = 1$ *Tabla 19.2.4.2*
Factor de reducción $\Phi = 0.75$ *Tabla 21.2.1*

$$V_c = 0.53 \lambda \sqrt{f'c} * b_w * d \quad V_c = \text{16.79 ton}$$

Cortante resistente del concreto $\Phi V_c = \text{12.595 ton}$

Verificación $V_u = 11.89$ ton < $\Phi V_c = 12.59$ ton/m² **Conforme**



IV. Diseño por flexión

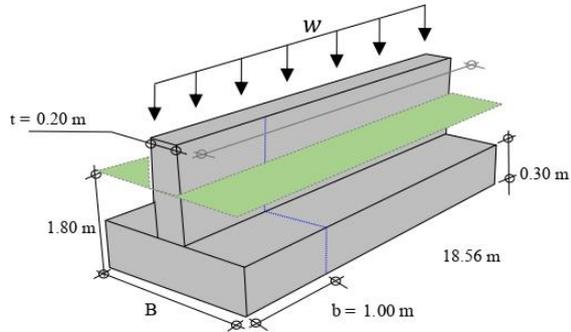
$$\text{Cálculo de momento último} \quad M_u = \frac{1}{2} * q_u * b * m^2 \quad M_u = \text{9.8653 ton-m}$$

Anexo 30

DISEÑO DE ZAPATA CORRIDA(Z-3)		
Modificar datos: 	Cálculos automáticos 	Resultados

I. Datos Iniciales Zapata 3 (Z-3)

Resistencia de concreto	$f'c =$	210	kg/cm ²
Fluencia de Acero	$f_y =$	4200	kg/cm ²
Peso específico del concreto	$\gamma_c =$	2400	kg/m ³
Espesor Muro	$t =$	0.20	m
Longitud Muro	$L =$	18.56	m
Longitud a analizar	$b =$	1.00	m
Altura zapata azumido	$H =$	0.30	m
Nivel de fundación	$h_f =$	1.80	m
Densidad promedio del suelo	$\gamma_m =$	1470	kg/m ³
Capacidad portante terreno	$\sigma_t =$	1.02	kg/cm ²
Carga muerta	$P_D =$	14.5	ton/m
Carga viva	$P_L =$	8	ton/m



II. Dimensionamiento

2.1. peralte efectivo

Usando varillas de:	Ø 1/2"	<i>ACI 318-14 Item 20.6.1.3.4</i>	Usando un recubrimiento de:	7.50 cm
Cálculo de peralte efectivo (d):	$H - rec - 0.5 * \text{Ø} = 30 - 7.5 - 0.5 * 1.27$		d =	21.87 cm
Peralte efectivo mínimo según	<i>ACI 318-14 Item 13.3.1.2.</i>	d = 15 cm	<	21.9 cm Conforme

2.2. cálculo capacidad de carga neta

$$\sigma_n = 10.2 - 1.47 \times 1.5 - 2.4 \times 0.3 \quad \sigma_n = \text{7.275 ton/m}^2$$

2.1. Dimensionamiento en planta

Cálculo peso de servicio	$P_s = P_D + P_L$	$P_s =$ 22.50 ton/m
Cálculo peso último	$P_u = 1.20 P_D + 1.60 P_L$	$P_u =$ 30.20 ton/m
Cálculo ancho de la zapata	$B = P_s / \sigma_n = 3.093$ m	$B =$ 3.00 m
Cálculo presión admisible de la zapata	$q_u = P_u / B$	$q_u =$ 10.067 ton/m ²

III. Verificación por cortante

Cortante último de diseño donde: m = 1.40 m

$$V_u = \left(\frac{B - t}{2} - d \right) * b * q_u \quad V_u = \text{11.892 ton}$$

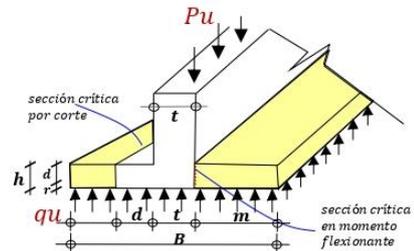
Resistencia nominal del concreto *ACI 318S-14 Item 22.5.5.1*

Factor de modificación $\lambda = 1$ *Tabla 19.2.4.2*
 Factor de reducción $\Phi = 0.75$ *Tabla 21.2.1*

$$V_c = 0.53 \lambda \sqrt{f'c} * b_w * d \quad V_c = \text{16.79 ton}$$

Cortante resistente del concreto $\Phi V_c = \text{12.595 ton}$

Verificación $V_u = 11.89 \text{ ton} < \Phi V_c = 12.59 \text{ ton/m}^2$ **Conforme**



IV. Diseño por flexión

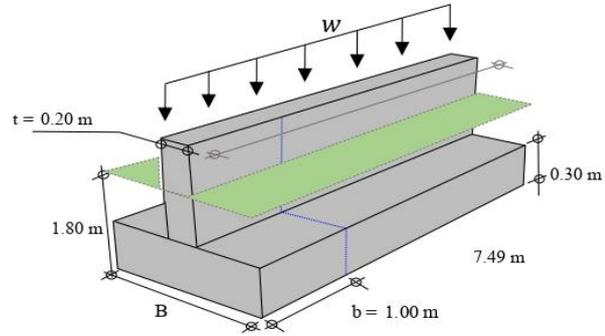
Cálculo de momento último $M_u = \frac{1}{2} * q_u * b * m^2 \quad M_u = \text{9.8653 ton-m}$

Anexo 31

DISEÑO DE ZAPATA CORRIDA (Z-4)		
Modificar datos: 	Cálculos automáticos 	Resultados

I. Datos Iniciales Zapata 4 (Z-4)

Resistencia de concreto	$f'c =$	210	kg/cm ²
Fluencia de Acero	$f_y =$	4200	kg/cm ²
Peso específico del concreto	$\gamma_c =$	2400	kg/m ³
Espesor Muro	$t =$	0.20	m
Longitud Muro	$L =$	7.49	m
Longitud a analizar	$b =$	1.00	m
Altura zapata asumido	$H =$	0.30	m
Nivel de fundación	$h_f =$	1.80	m
Densidad promedio del suelo	$\gamma_m =$	1470	kg/m ³
Capacidad portante terreno	$\sigma_t =$	1.02	kg/cm ²
Carga muerta	$P_D =$	14.5	ton/m
Carga viva	$P_L =$	8	ton/m



II. Dimensionamiento

2.1. peralte efectivo

Usando varillas de:	Ø 1/2"	<i>ACI 318-14 Ítem 20.6.1.3.4</i>	Usando un recubrimiento de:	7.50 cm
Cálculo de peralte efectivo (d):	$H - rec - 0.5 * \phi = 30 - 7.5 - 0.5 * 1.27$		d =	21.87 cm
Peralte efectivo mínimo según	<i>ACI 318-14 Ítem 13.3.1.2.</i>	d = 15 cm	<	21.9 cm Conforme

2.2. cálculo capacidad de carga neta

$$\sigma_n = 10.2 - 1.47 \times 1.5 - 2.4 \times 0.3 \quad \sigma_n = \text{7.275 ton/m}^2$$

2.1. Dimensionamiento en planta

Cálculo peso de servicio	$P_s = P_D + P_L$	22.50	ton/m
Cálculo peso último	$P_u = 1.20 P_D + 1.60 P_L$	30.20	ton/m
Cálculo ancho de la zapata	$B = P_s / \sigma_n = 3.093$ m	3.00	m
Cálculo presión admisible de la zapata	$q_u = P_u / B$	10.067	ton/m ²

III. Verificación por cortante

Cortante último de diseño donde: $m = 1.40$ m

$$V_u = \left(\frac{B - t}{2} - d \right) * b * q_u \quad V_u = \text{11.892 ton}$$

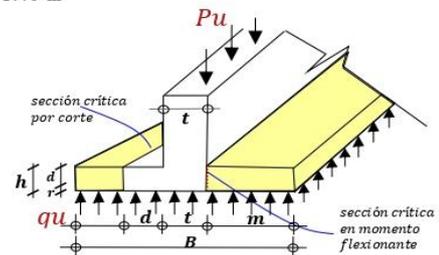
Resistencia nominal del concreto *ACI 318S-14 Ítem 22.5.5.1*

Factor de modificación $\lambda = 1$ *Tabla 19.2.4.2*
 Factor de reducción $\Phi = 0.75$ *Tabla 21.2.1*

$$V_c = 0.53 \lambda v f'c * b_w * d \quad V_c = \text{16.79 ton}$$

Cortante resistente del concreto $\Phi V_c = \text{12.595 ton}$

Verificación $V_u = 11.89$ ton < $\Phi V_c = 12.59$ ton/m² **Conforme**



IV. Diseño por flexión

Cálculo de momento último $M_u = \frac{1}{2} * q_u * b * m^2 \quad M_u = \text{9.8653 ton} \cdot \text{m}$

4.2.1. Refuerzo Longitudinal

$$\text{Cuantía m\u00ednimo } \rho_{\text{m\u00edn}} = \frac{0.70 \sqrt{f_c}}{f_y} \quad \rho_{\text{m\u00edn}} = 0.0024$$

$$0.59 \cdot w^2 - w + \frac{\text{Mu}}{0.90 f'_c \cdot b \cdot d^2} \quad w_1 = 1.577615 \quad \rho = w \cdot f'_c / f_y$$

$$\quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad w_2 = 0.1173 \quad A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

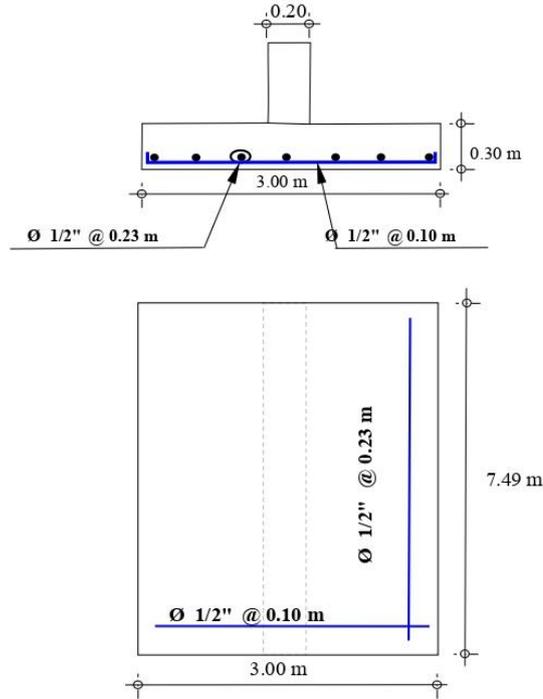
M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	ρ	A_s dis (cm ²)	A_s m\u00edn	A_s dise\u00f1o	ϕ	Disposici\u00f3n
9.865	100	21.87	0.00586	12.82	5.28	12.82	ϕ 1/2"	ϕ 1/2" @ 0.10 m

4.2.2. Refuerzo por contracci\u00f3n y temperatura

$$A_{s \text{ Temp}} = 0.0018 \cdot B \cdot H \quad \text{ACI 318S-14} \quad \text{Tabla 24.4.3.2}$$

B (cm)	H (cm)	ρ	A_s Temp (cm ²)	A_s dise\u00f1o	ϕ	Disposici\u00f3n
300	30	0.00180	16.20	16.20	ϕ 1/2"	ϕ 1/2" @ 0.23 m

IV. Detalle final de la zapata



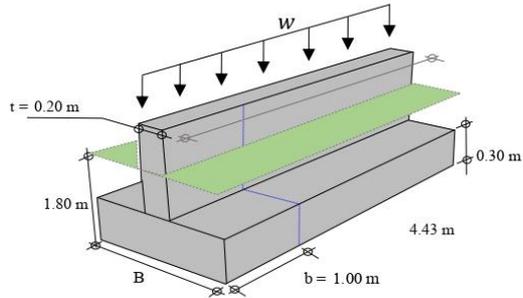
C\u00e1lculo de cimentaci\u00f3n (Zapata combinada)

Anexo 32

DISEÑO DE ZAPATA CORRIDA (Z-5)		
Modificar datos:	Cálculos automáticos	Resultados

I. Datos Iniciales Zapata 5 (Z-5)

Resistencia de concreto	$f'c =$	210	kg/cm ²
Fluencia de Acero	$f_y =$	4200	kg/cm ²
Peso específico del concreto	$\gamma_c =$	2400	kg/m ³
Espeor Muro	$t =$	0.20	m
Longitud Muro	$L =$	4.43	m
Longitud a analizar	$b =$	1.00	m
Altura zapata azumido	$H =$	0.30	m
Nivel de fundación	$h_f =$	1.80	m
Densidad promedio del suelo	$\gamma_m =$	1470	kg/m ³
Capacidad portante terreno	$\sigma_t =$	1.02	kg/cm ²
Carga muerta	$P_D =$	14.5	ton/m
Carga viva	$P_L =$	8	ton/m



II. Dimensionamiento

2.1. peralte efectivo

Usando varillas de:	Ø 1/2"	Usando un recubrimiento de:	7.50 cm
Cálculo de peralte efectivo (d):	$H - \text{rec} - 0.5 * \text{Ø} = 30 - 7.5 - 0.5 * 1.27$		$d =$ 21.87 cm
Peralte efectivo mínimo según	ACI 318-14 Item 13.3.1.2.	$d = 15 \text{ cm} < 21.9 \text{ cm}$	Conforme

2.2. cálculo capacidad de carga neta

$$\sigma_n = 10.2 - 1.47 \times 1.5 - 2.4 \times 0.3 \quad \sigma_n = 7.275 \text{ ton/m}^2$$

2.1. Dimensionamiento en planta

Cálculo peso de servicio	$P_s = P_D + P_L$	$P_s =$ 22.50 ton/m
Cálculo peso último	$P_u = 1.20 P_D + 1.60 P_L$	$P_u =$ 30.20 ton/m
Cálculo ancho de la zapata	$B = P_s / \sigma_n = 3.093 \text{ m}$	$B =$ 3.00 m
Cálculo presión admisible de la zapata	$q_u = P_u / B$	$q_u =$ 10.067 ton/m ²

III. Verificación por cortante

Cortante último de diseño donde: $m = 1.40 \text{ m}$

$$V_u = \left(\frac{B - t}{2} - d \right) * b * q_u \quad V_u = 11.892 \text{ ton}$$

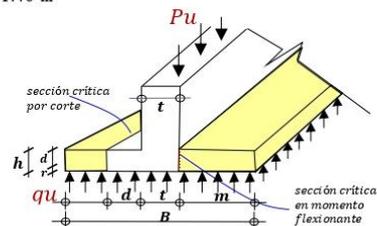
Resistencia nominal del concreto ACI 318S-14 Item 22.5.5.1

Factor de modificación $\lambda = 1$ Tabla 19.2.4.2
Factor de reducción $\Phi = 0.75$ Tabla 21.2.1

$$V_c = 0.53 \lambda \sqrt{f'c} * b_w * d \quad V_c = 16.79 \text{ ton}$$

Cortante resistente del concreto $\Phi V_c = 12.595 \text{ ton}$

Verificación $V_u = 11.89 \text{ ton} < \Phi V_c = 12.59 \text{ ton/m}^2$ Conforme



IV. Diseño por flexión

Cálculo de momento último $M_u = \frac{1}{2} * q_u * b * m^2 \quad M_u = 9.8653 \text{ ton-m}$

4.2.1. Refuerzo Longitudinal

Cuánta mínimo $\rho_{min} = \frac{0.70 \sqrt{f_c}}{f_y}$ $\rho_{min} = 0.0024$

$0.59 * w^2 - w + \frac{M_u}{0.90 f_c * b * d^2}$ $w1 = 1.577615$ $\rho = w * f_c / f_y$
 $w2 = 0.1173$ $A_s = \rho * b * d$

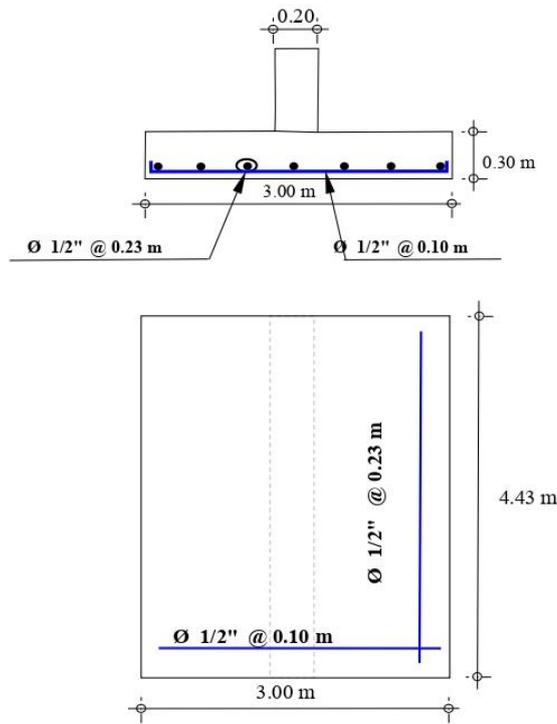
M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	ρ	A_s dis (cm ²)	A_s min	A_s diseño	ϕ	Disposición
9.865	100	21.87	0.00586	12.82	5.28	12.82	ϕ 1/2"	ϕ 1/2" @ 0.10 m

4.2.2. Refuerzo por contracción y temperatura

A_s Temp = $0.0018 * B * H$ *ACI 318S-14* *Tabla 24.4.3.2*

B (cm)	H (cm)	ρ	A_s Temp (cm ²)	A_s diseño	ϕ	Disposición
300	30	0.00180	16.20	16.20	ϕ 1/2"	ϕ 1/2" @ 0.23 m

IV. Detalle final de la zapata

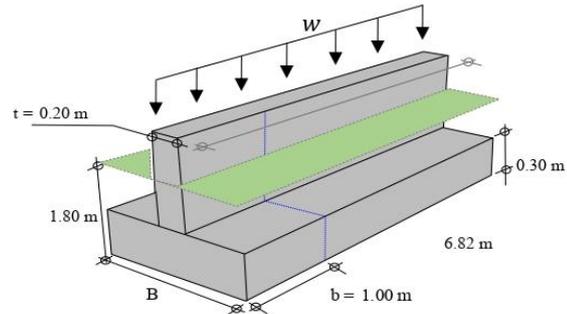


Anexo 33

DISEÑO DE ZAPATA CORRIDA (Z-6)		
Modificar datos:	Cálculos automáticos	Resultados

I. Datos Iniciales Zapata 6 (Z-6)

Resistencia de concreto	$f'c =$	210	kg/cm ²
Fluencia de Acero	$f_y =$	4200	kg/cm ²
Peso específico del concreto	$\gamma_c =$	2400	kg/m ³
Esesor Muro	$t =$	0.20	m
Longitud Muro	$L =$	6.82	m
Longitud a analizar	$b =$	1.00	m
Altura zapata azumido	$H =$	0.30	m
Nivel de fundación	$h_f =$	1.80	m
Densidad promedio del suelo	$\gamma_m =$	1470	kg/m ³
Capacidad portante terreno	$\sigma_t =$	1.02	kg/cm ²
Carga muerta	$P_D =$	14.5	ton/m
Carga viva	$P_L =$	8	ton/m



II. Dimensionamiento

2.1. peralte efectivo

Usando varillas de:	$\varnothing 1/2"$	Usando un recubrimiento de:	7.50	cm
Cálculo de peralte efectivo (d):	$H - \text{rec} - 0.5 * \varnothing = 30 - 7.5 - 0.5 * 1.27$		$d =$	21.87
Peralte efectivo mínimo según	ACI 318-14 Item 13.3.1.2.	$d = 15 \text{ cm} < 21.9 \text{ cm}$	Conforme	

2.2. cálculo capacidad de carga neta

$$\sigma_n = 10.2 - 1.47 \times 1.5 - 2.4 \times 0.3 \quad \sigma_n = 7.275 \text{ ton/m}^2$$

2.1. Dimensionamiento en planta

Cálculo peso de servicio	$P_s = P_D + P_L$	$P_s =$	22.50	ton/m
Cálculo peso último	$P_u = 1.20 P_D + 1.60 P_L$	$P_u =$	30.20	ton/m
Cálculo ancho de la zapata	$B = P_s / \sigma_n = 3.093 \text{ m}$	$B =$	3.00	m
Cálculo presión admisible de la zapata	$q_u = P_u / B$	$q_u =$	10.067	ton/m ²

III. Verificación por cortante

Cortante último de diseño donde: $m = 1.40 \text{ m}$

$$V_u = \left(\frac{B-t}{2} - d \right) * b * q_u \quad V_u = 11.892 \text{ ton}$$

Resistencia nominal del concreto ACI 318S-14 Item 22.5.5.1

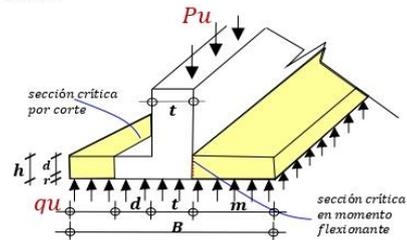
$$\text{Factor de modificación } \lambda = 1 \quad \text{Tabla 19.2.4.2}$$

$$\text{Factor de reducción } \Phi = 0.75 \quad \text{Tabla 21.2.1}$$

$$V_c = 0.53 \lambda \sqrt{f'c} * b_w * d \quad V_c = 16.79 \text{ ton}$$

$$\text{Cortante resistente del concreto } \Phi V_c = 12.595 \text{ ton}$$

Verificación $V_u = 11.89 \text{ ton} < \Phi V_c = 12.59 \text{ ton/m}^2$ Conforme



IV. Diseño por flexión

$$\text{Cálculo de momento último } M_u = \frac{1}{2} * q_u * b * m^2 \quad M_u = 9.8653 \text{ ton-m}$$

4.2.1. Refuerzo Longitudinal

Cuantía mínimo $\rho_{\min} = \frac{0.70 \sqrt{f_c}}{f_y}$ $\rho_{\min} = 0.0024$

$0.59 * w^2 - w + \frac{M_u}{0.90 f_c * b * d^2}$ $w1 = 1.577615$ $\rho = w * f_c / f_y$
 $w2 = 0.1173$ $As = \rho * b * d$

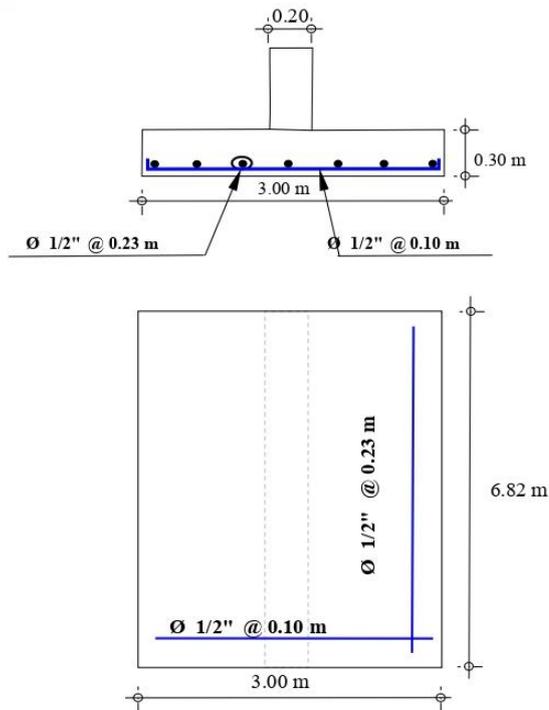
As = 1.27	M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	ρ	As _{dis} (cm ²)	As _{mm}	As _{diseño}	Ø	Disposición
db Ø = 1.27	9.865	100	21.87	0.00586	12.82	5.28	12.82	Ø 1/2"	Ø 1/2" @ 0.10 m

4.2.2. Refuerzo por contracción y temperatura

$A_{s \text{ Temp}} = 0.0018 * B * H$ *ACI 318S-14* *Tabla 24.4.3.2*

As = 1.27	B (cm)	H (cm)	ρ	As _{Temp} (cm ²)	As _{diseño}	Ø	Disposición
db Ø = 1.27	300	30	0.00180	16.20	16.20	Ø 1/2"	Ø 1/2" @ 0.23 m

IV. Detalle final de la zapata



Cálculo de cimentación (Zapata combinada)

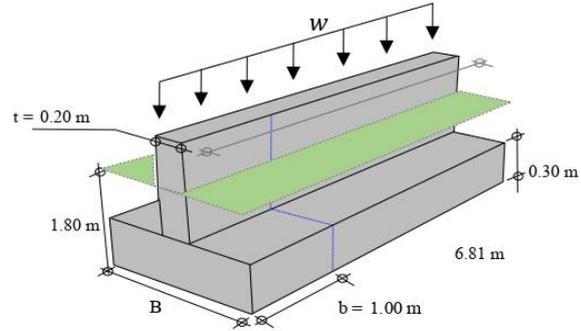
Anexo 36

DISEÑO DE ZAPATA CORRIDA (Z-7)

Modificar datos: Cálculos automáticos Resultados

I. Datos Iniciales Zapata 7 (Z-7)

Resistencia de concreto	$f'c =$	210	kg/cm ²
Fluencia de Acero	$f_y =$	4200	kg/cm ²
Peso específico del concreto	$\gamma_c =$	2400	kg/m ³
Espesor Muro	$t =$	0.20	m
Longitud Muro	$L =$	6.81	m
Longitud a analizar	$b =$	1.00	m
Altura zapata azumido	$H =$	0.30	m
Nivel de fundación	$h_f =$	1.80	m
Densidad promedio del suelo	$\gamma_m =$	1470	kg/m ³
Capacidad portante terreno	$\sigma_t =$	1.02	kg/cm ²
Carga muerta	$P_D =$	14.5	ton/m
Carga viva	$P_L =$	8	ton/m



II. Dimensionamiento

2.1. peralte efectivo

Usando varillas de: Ø 1/2" Usando un recubrimiento de: 7.50 cm

Cálculo de peralte efectivo (d): $H - \text{rec} - 0.5 * \varnothing = 30 - 7.5 - 0.5 * 1.27$ d = 21.87 cm

Peralte efectivo mínimo según *ACI 318-14 Item 13.3.1.2*, $d = 15$ cm < 21.9 cm **Conforme**

2.2. cálculo capacidad de carga neta

$\sigma_n = 10.2 - 1.47 * 1.5 - 2.4 * 0.3$ σ_n = 7.275 ton/m²

2.1. Dimensionamiento en planta

Cálculo peso de servicio $P_s = P_D + P_L$ P_s = 22.50 ton/m

Cálculo peso último $P_u = 1.20 P_D + 1.60 P_L$ P_u = 30.20 ton/m

Cálculo ancho de la zapata $B = P_s / \sigma_n = 3.093$ m B = 3.00 m

Cálculo presión admisible de la zapata $q_u = P_u / B$ q_u = 10.067 ton/m²

III. Verificación por cortante

Cortante último de diseño donde: $m = 1.40$ m

$V_u = \left(\frac{B-t}{2} - d \right) * b * q_u$ V_u = 11.892 ton

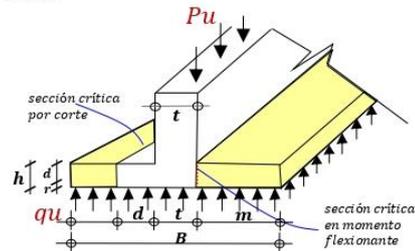
Resistencia nominal del concreto *ACI 318S-14 Item 22.5.5.1*

Factor de modificación $\lambda = 1$ *Tabla 19.2.4.2*
 Factor de reducción $\Phi = 0.75$ *Tabla 21.2.1*

$V_c = 0.53 \lambda \sqrt{f'c} * b_w * d$ V_c = 16.79 ton

Cortante resistente del concreto Φ V_c = 12.595 ton

Verificación $V_u = 11.89$ ton < $\Phi V_c = 12.59$ ton/m² **Conforme**



IV. Diseño por flexión

Cálculo de momento último $M_u = \frac{1}{2} * q_u * b * m^2$ M_u = 9.8653 ton-m

Anexo 37

S10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto **1101001** **Diseño estructural utilizando el sistema constructivo Steel Framing en la I.E.I 062 Tablazo Sur en el distrito de la Unión, Piura 2022**
 Cliente **UNIVERSIDAD ANTENOR ORREGO** Costo al **08/09/2024**
 Lugar **PIURA - PIURA - LA UNION**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				252.09
01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	56.65	4.45	252.09
02	OBRAS PRELIMINARES				639.36
02.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	56.65	6.70	379.56
02.02	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL	glb	1.00	259.80	259.80
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				124.40
03.01	EXCAVACION MANUAL	m3	0.53	38.32	20.31
03.02	RELLENO DE MATERIAL PROPIO	m3	2.63	30.65	80.61
03.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1.16	20.24	23.48
04	CONCRETO SIMPLE				1,538.43
04.01	FALSO PISO MEZCLA 1:8 e=4"	m2	52.65	29.22	1,538.43
05	CONCRETO ARMADO				38,141.65
05.01	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² ZAPATA COMBINADA	m3	70.16	487.70	34,217.03
05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	21.05	55.60	1,170.38
05.03	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ kg/cm ²	kg	511.94	5.38	2,754.24
06	ESTRUCTURA METALICA				354,291.10
06.01	PERFIL DE ACERO GALVANIZADO PGC 300MM * 2.50 MM	und	625.00	529.35	330,843.75
06.02	PERFIL DE ACERO GALVANIZADO PGU 300 MM * 2.50 MM	und	25.00	889.89	22,247.25
06.04	RIGIDIZADOR DE PERFIL GALVANIZADO	glb	1.00	42.50	42.50
06.05	COLOCACION DE RIGIDIZADOR	m2	3.00	36.62	109.86
06.06	COBERTURA CON CALAMINA	m2	52.65	19.90	1,047.74
01	ARQUITECTURA Y ACABADOS				7,851.73
01.01	MURO CON EL SISTEMA DE CONSTRUCCION EN SECO	m2	324.00	6.87	2,225.88
01.02	ENLUCIDO DE YESO	m2	324.00	4.03	1,305.72
01.03	CIELO RASO DE DRAYWALL	m2	113.30	38.13	4,320.13
02	CARPINTERIA DE MADERA				4,582.75
02.01	PUERTA DE MADERA	und	6.00	141.45	848.70
02.02	VENTANA DE MADERA	und	22.00	143.45	3,155.90
02.03	BISAGRAS DE ACERO	und	18.00	17.90	322.20
02.04	CERRADURA PARA PUERTA INGRESO	und	1.00	75.90	75.90
02.05	CERRADURA PARA PUERTA INTERIORES	und	5.00	19.90	99.50
02.06	LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA	m2	52.65	1.53	80.55
	COSTO DIRECTO				407,421.51

Fecha : 22/09/2024 09:56:13p.m.

Presupuesto (Fuente propia)

Anexo 38

S10

Página : 1

Análisis de precios unitarios

Presupuest	110100 Diseño estructural utilizando el sistema constructivo Steel Framing en la I.E.I 062 Tablazo Sur en el distrito de la Unión, Piura 2022						
Subpresupuest	001 ESTRUCTURAS				Fecha presupuesto	08/09/2024	
Partida	01.01 LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m2			4.45
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0200	26.15	0.52	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2000	18.60	3.72	
4.24							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	4.24	0.21	
0.21							
Partida	02.01 TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m2			6.70
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0267	18.60	0.50	
010103000000	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0267	27.37	0.73	
1.23							
Materiales							
021303000100	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.2000	17.50	3.50	
3.50							
Equipos							
030100001100	TEODOLITO	dia	1.0000	0.0033	60.00	0.20	
0301000020	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0000	0.0267	60.00	1.60	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.23	0.04	
030149000100	CORDEL	rl		0.0150	8.90	0.13	
1.97							
Partida	02.02 EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			259.80
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales							
026701000100	CASCO DE SEGURIDAD	und		5.0000	4.90	24.50	
0267020009	LENTES DE SEGURIDAD	und		5.0000	3.76	18.80	
0267050001	GUANTES DE CUERO	par		5.0000	8.40	42.00	
0267070007	BOTAS DE SEGURIDAD	par		5.0000	34.90	174.50	
259.80							
Partida	03.01 EXCAVACION MANUAL						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 4.0000	EQ. 4.0000	Costo unitario directo por : m3			38.32
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.0000	18.60	37.20	
37.20							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	37.20	1.12	
1.12							
Partida	03.02 RELLENO DE MATERIAL PROPIO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3			30.65
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							

Fecha : 22/09/2024 09:54:44p.m.

Análisis de precio unitario (fuente propia)

Análisis de precios unitarios

Presupuest	110100 Diseño estructural utilizando el sistema constructivo Steel Framing en la I.E.I 062 Tablazo Sur en el distrito de la Unión, Piura 2022					Fecha presupuesto	08/09/2024
Subpresupuest	001 ESTRUCTURAS						
0101010005	PEON	hh	2.0000	1.6000	18.60	29.76	29.76
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	29.76	0.89	0.89
<hr/>							
Partida	03.03 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m3		20.24	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0400	18.60	0.74	
0101010006	OPERADOR DE EQUIPO	hh	1.0000	0.0400	26.15	1.05	1.79
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.79	0.05	
0301010043	VOLQUETE 6M3	hm	1.0000	0.0400	230.00	9.20	
030116000100	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0400	230.00	9.20	18.45
<hr/>							
Partida	04.01 FALSO PISO MEZCLA 1:8 e=4"						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2		29.22	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	26.15	1.74	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	20.57	1.37	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2667	18.60	4.96	8.07
Materiales							
0207030001	HORMIGON	m3		0.1210	50.00	6.05	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.5333	25.85	13.79	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.1000	6.50	0.65	20.49
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	8.07	0.24	
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	0.2500	0.0167	25.00	0.42	0.66
<hr/>							
Partida	05.01 CONCRETO f'c=210 kg/cm2 ZAPATA COMBINADA						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m3		487.70	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	26.15	17.43	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	20.57	13.71	
0101010005	PEON	hh	6.0000	4.0000	18.60	74.40	105.54
Materiales							
020701000100	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.7500	105.00	78.75	
020702000100	ARENA GRUESA	m3		0.5500	65.00	35.75	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.2000	25.85	237.82	352.32
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	105.54	3.17	
0301290001	VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	1.0000	0.6667	15.00	10.00	
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.6667	25.00	16.67	

Fecha : 22/09/2024 09:54:44p.m.

Análisis de precio unitario (fuente propia)

Análisis de precios unitarios

Presupuest 110100 Diseño estructural utilizando el sistema constructivo Steel Framing en la I.E.I 062 Tablazo Sur en el distrito de la Unión, Piura 2022
 Subpresupuest 001 ESTRUCTURAS Fecha presupuesto 08/09/2024
 29.84

Partida	05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000			Costo unitario directo por : m2		55.60
Código	Descripción Recurs			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.6667	26.15	17.43
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.6667	18.60	12.40
								29.83
		Materiales						
020412000100	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"			kg		0.1500	5.50	0.83
0231010001	MADERA TORNILLO			p2		3.7000	6.50	24.05
								24.88
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	29.83	0.89
								0.89

Partida	05.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000			Costo unitario directo por : kg		5.38
Código	Descripción Recurs			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.0160	26.15	0.42
0101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.0160	20.57	0.33
								0.75
		Materiales						
020401000100	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16			kg		0.0300	5.50	0.17
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60			kg		1.0300	4.29	4.42
								4.59
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	0.75	0.04
								0.04

Partida	06.01	PERFIL DE ACERO GALVANIZADO PGC 300MM * 2.50 MM						
Rendimiento	und/DI	MO. 100.0000	EQ. 100.0000			Costo unitario directo por : und		529.35
Código	Descripción Recurs			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.0800	26.15	2.09
0101010005	PEON			hh	2.0000	0.1600	18.60	2.98
								5.07
		Materiales						
0204310001	PERFIL DE ACERO GALVANIZADO PGC 300 X 250 MM			und		1.0000	524.13	524.13
								524.13
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	5.07	0.15
								0.15

Partida	06.02	PERFIL DE ACERO GALVANIZADO PGU 300 MM * 2.50 MM						
Rendimiento	und/DI	MO. 50.0000	EQ. 50.0000			Costo unitario directo por : und		889.89
Código	Descripción Recurs			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO			hh	2.0000	0.3200	26.15	8.37
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.1600	18.60	2.98
								11.35

Fecha : 22/09/2024 09:54:44p.m.

Análisis de precio unitario (fuente propia)

Análisis de precios unitarios

Presupuest	110100 Diseño estructural utilizando el sistema constructivo Steel Framing en la I.E.I 062 Tablazo Sur en el distrito de la Unión, Piura 2022						Fecha presupuesto	08/09/2024
Subpresupuest	001 ESTRUCTURAS							
Materiales								
0293010001	PERFIL DE ACERO GALVANIZADO PGU 300 * 2.50	und		1.0000	878.20		878.20	878.20
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	11.35		0.34	0.34
Partida	06.04 RIGIDIZADOR DE PERFIL GALVANIZADO							
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb			42.50	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Materiales								
0272010087	RIDIGIDIZADOR 100mm	und		5.0000	8.50	42.50	42.50	
Partida	06.05 COLOCACION DE RIGIDIZADOR							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2			36.62	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	26.15	10.46		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	20.57	8.23		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.8000	18.60	14.88		
						33.57		
Materiales								
0251030002	TORNILLO WAFERP . BROCA 8X13 MM	ml		0.0380	5.88	0.22		
0251030003	TORNILLO GYPLAC/SPB P. FINA 6X25MM	ml		0.0180	12.45	0.22		
						0.44		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	33.57	1.01		
030134000100	ATORNILLADORA	hm	0.5000	0.2000	8.00	1.60		
						2.61		
Partida	06.06 COBERTURA CON CALAMINA							
Rendimiento	m2/DIA	MO. 40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m2			19.90	
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0101010003	OPERARIO	hh	0.5000	0.1000	26.15	2.62		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2000	18.60	3.72		
						6.34		
Equipos								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	6.34	0.19		
0301330008	CALAMINA	m2		1.1000	12.15	13.37		
						13.56		

Fecha : 22/09/2024 09:54:44p.m.

Análisis de precio unitario (fuente propia)

Análisis de precios unitarios

Presupuest	110100 Diseño estructural utilizando el sistema constructivo Steel Framing en la I.E.I 062 Tablazo Sur en el distrito de la Unión, Piura 2022			Fecha presupuesto	08/09/2024	
Subpresupuest	002 ARQUITECTURA					
Partida	01.01 MURO CON EL SISTEMA DE CONSTRUCCION EN SECO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 128.0000	EQ. 128.0000	Costo unitario directo por : m2		6.87
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0625	26.15	1.63
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0625	20.57	1.29
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1250	18.60	2.33
5.25						
Materiales						
0234070002	LANA DE FIBRA DE VIDRIO 89 MM X 1.20 M X 12 M	m2		0.0386	5.88	0.23
0240010014	PASTA PARA JUNTA WESTPAC (BALDE 4.5 GLN)	gal		0.0059	50.50	0.30
0251030002	TORNILLO WAFERP . BROCA 8X13 MM	mll		0.0380	5.88	0.22
029014000400	CINTA MASKINGTAPE 2 "	rl		0.0225	8.46	0.19
0.94						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.25	0.16
030134000100	ANDAMIO METALICO (1.50 m - 2.00 m)	hm	0.5000	0.0313	8.50	0.27
030134000100	ATORNILLADORA	hm	0.5000	0.0313	8.00	0.25
0.68						
Partida	01.02 ENLUCIDO DE YESO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : m2		4.03
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0533	26.15	1.39
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	20.57	1.10
2.49						
Materiales						
0240010015	PASTA DE YESO	m2		0.0030	491.63	1.47
1.47						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.49	0.07
0.07						
Partida	01.03 CIELO RASO DE DRAYWALL					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 32.0000	EQ. 32.0000	Costo unitario directo por : m2		38.13
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2500	26.15	6.54
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2500	20.57	5.14
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.5000	18.60	9.30
20.98						
Materiales						
0234070002	LANA DE FIBRA DE VIDRIO 89 MM X 1.20 M X 12 M	m2		0.0386	5.88	0.23
0240010014	PASTA PARA JUNTA WESTPAC (BALDE 4.5 GLN)	gal		0.0059	50.50	0.30
0251030002	TORNILLO WAFERP . BROCA 8X13 MM	mll		0.0380	5.88	0.22
026214000100	PLACA DE FIBROCEMENTO DE 2.44M X 1.22M X 6 MM RECTA	pln		0.3359	42.12	14.15
029014000400	CINTA MASKINGTAPE 2 "	rl		0.0225	8.46	0.19
15.09						
Equipos						
030134000100	ANDAMIO METALICO (1.50 m - 2.00 m)	hm	0.5000	0.1250	8.50	1.06
030134000100	ATORNILLADORA	hm	0.5000	0.1250	8.00	1.00
2.06						
Partida	02.01 PUERTA DE MADERA					

Fecha : 22/09/2024 09:55:26p.m.

Análisis de precio unitario (fuente propia)

Análisis de precios unitarios

Presupuest 110100 Diseño estructural utilizando el sistema constructivo Steel Framing en la I.E.I 062 Tablazo Sur en el distrito de la Unión, Piura 2022
 Subpresupuest 002 ARQUITECTURA Fecha presupuesto 08/09/2024

Rendimiento	und/DI	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : und			141.45
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
010101003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	26.15	20.92	20.92
	Materiales						
026215002	PUERTA CONTRAPLACADA PUERTA CONTRAPLACADA	und		1.0000	119.90	119.90	119.90
	Equipos						
030101006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	20.92	0.63	0.63

Rendimiento	und/DI	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : und			143.45
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
010101003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	26.15	20.92	20.92
	Materiales						
0279010048	VENDA BASICA	und		1.0000	121.90	121.90	121.90
	Equipos						
030101006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	20.92	0.63	0.63

Rendimiento	und/DI	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und			17.90
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
023706000400	BISAGRA DE ACERO CROMADA DE 3 1/2" X 3 1/2"	und		1.0000	17.90	17.90	17.90

Rendimiento	und/DI	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und			75.90
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
023703000100	CERRADURA SCHLAGE ORBIT SERIE "A" EXTERIOR	und		1.0000	75.90	75.90	75.90

Rendimiento	und/DI	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : und			19.90
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
023708000100	CERRADURA GEO PUERTA INTERIOR Y DORMITORIO	und		1.0000	19.90	19.90	19.90

Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2			1.53
Código	Descripción Recurs	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	

Fecha : 22/09/2024 09:55:26p.m.

Análisis de precio unitario (fuente propia)

Análisis de precios unitarios

Presupuest	110100 Diseño estructural utilizando el sistema constructivo Steel Framing en la I.E.I 062 Tablazo Sur en el distrito de la Unión, Piura 2022					Fecha presupuesto	08/09/2024
Subpresupuest	002 ARQUITECTURA						
	Mano de Obra						
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0800	18.60	1.49
							1.49
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.49	0.04
							0.04

Fecha : 22/09/2024 09:55:26p.m.

Análisis de precio unitario (fuente propia)

ANEXO 37

Estudio de mecánica de suelos