



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Desempeño sísmico del sistema estructural poste-viga versus entramados en una edificación de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Torres Tarrillo, Pedro Elizer (ORCID: [0000-0001-8758-3226](https://orcid.org/0000-0001-8758-3226))

ASESOR:

Mg. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (ORCID: [0000-0002-9575-0182](https://orcid.org/0000-0002-9575-0182))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA:

Esta tesis va dedicada a mis padres, pilares fundamentales en mi vida. Sin ellos jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos.

AGRADECIMIENTO:

En primer lugar, agradezco a dios y a mis padres por el apoyo incondicional en todo momento y todas las personas que contribuyeron con sus valiosas sugerencias, críticas constructivas, apoyo moral e intelectual para cristalizar la presente tesis.

A mi asesor de tesis Mag. Raúl Antonio Pinto Barrantes, por su experiencia científica para la formulación de la Tesis.

A mis padres Pedro Torres y Edita Tarrillo por demostrarme su brillante ejemplo de trabajo y superación, por su ayuda moral y económica, he logrado cumplir satisfactoriamente uno de mis objetivos.

A todos ellos, infinitas gracias.

Índice de contenido

Caratula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de Investigación	15
3.2. Variables y operacionalización.....	16
3.3. Población, muestra y muestreo	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5. Procedimientos.....	20
3.6. Método de análisis de datos.....	20
3.7. Aspectos Éticos.....	20
IV. RESULTADOS	22
V. DISCUSIÓN.....	45
VI. CONCLUSIONES.....	47
VII. RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS.....	50
ANEXOS	55

Índice de tablas

<i>Tabla N° 1: Parámetros sísmicos</i>	29
<i>Tabla N° 2: Modos de vibración – Sistema estructural Poste-Viga</i>	30
<i>Tabla N° 3: Modos de vibración – Sistema estructural de Entramados</i>	32
<i>Tabla N° 4: Modos fundamentales de vibración</i>	33
<i>Tabla N° 5: Fuerzas laterales: Dirección X-X</i>	34
<i>Tabla N° 6: Fuerzas laterales: Dirección Y-Y</i>	34
<i>Tabla N° 7: Fuerzas laterales: Dirección X-X</i>	35
<i>Tabla N° 8: Fuerzas laterales: Dirección Y-Y</i>	35
<i>Tabla N° 9: Fuerzas de entrepiso</i>	38
<i>Tabla N° 10: Verificación del Artículo 29.4</i>	38
<i>Tabla N° 11: Desplazamiento por niveles y en el centro de masa</i>	39
<i>Tabla N° 12: Análisis en Dirección X-X</i>	39
<i>Tabla N° 13: Análisis en Dirección Y-Y</i>	40
<i>Tabla N° 14: Fuerzas de entrepiso</i>	41
<i>Tabla N° 15: Verificación del Artículo 29.4</i>	42
<i>Tabla N° 16: Desplazamiento por niveles y en el centro de masa</i>	42
<i>Tabla N° 17: Análisis en Dirección X-X</i>	43
<i>Tabla N° 18: Análisis en Dirección Y-Y</i>	44
<i>Tabla N° 19: Distorsiones Máximas</i>	45
<i>Tabla N° 20: Distorsiones Máximas de los sistemas evaluados</i>	46

Índice de figuras

<i>Figura N° 1: Ejes principales de madera con respecto a la dirección del grano y los anillos de crecimiento</i>	<i>9</i>
<i>Figura N° 2: Sistema estructural Poste-Viga</i>	<i>11</i>
<i>Figura N° 3: Sistema estructural de Entramados</i>	<i>12</i>
<i>Figura N° 4: Localización del Proyecto.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura N° 5: componentes del sistema de entramado.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura N° 6: Vista en planta del sistema poste-viga</i>	<i>31</i>
<i>Figura N° 7: Modelo 3D del sistema poste-viga</i>	<i>31</i>
<i>Figura N° 8: Vista en planta del sistema de entramados.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura N° 9: Modelo 3D del sistema de entramados</i>	<i>33</i>
<i>Figura N° 10: Espectro inelastico de pseudo - aceleraciones X-X.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura N° 11: Espectro inelastico de pseudo - aceleraciones Y-Y.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura N° 12: Cortante Basal Dinámico "V"</i>	<i>38</i>
<i>Figura N° 13: Desplazamiento Absolutos y Relativos - Dirección X-X</i>	<i>39</i>
<i>Figura N° 14: Distorsiones de Entrepiso - Dirección X-X</i>	<i>40</i>
<i>Figura N° 15: Desplazamiento Absolutos y Relativos - Dirección Y-Y</i>	<i>40</i>
<i>Figura N° 16: Distorsiones de Entrepiso - Dirección Y-Y</i>	<i>41</i>
<i>Figura N° 17: Cortante Basal Dinámico "V"</i>	<i>42</i>
<i>Figura N° 18: Desplazamiento Absolutos y Relativos - Dirección X-X</i>	<i>43</i>
<i>Figura N° 19: Distorsiones de Entrepiso - Dirección X-X</i>	<i>43</i>
<i>Figura N° 20: Desplazamiento Absolutos y Relativos - Dirección Y-Y</i>	<i>44</i>
<i>Figura N° 21: Distorsiones de Entrepiso - Dirección Y-Y</i>	<i>44</i>

RESUMEN

El presente trabajo de investigación nace de la problemática que se viene suscitando actualmente en las edificaciones que en su mayoría se construyen en concreto armado y acero estructural. El uso masivo de estos materiales supone un gran consumo de energía. Teniendo en cuenta que la mayor parte de la carga soportada en los edificios de viviendas es debida a su peso propio, surge la oportunidad para otros materiales más ligeros que, igualmente cumpliendo con las especificaciones normativas actuales, tienen una menor demanda de energía para su incorporación a la obra. La madera estructural es una gran opción frente a los sistemas estructurales convencionales.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo comparar el desempeño sísmico de un sistema estructural poste-viga versus el sistema de entramados en una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021. En base a la normativa vigente, RNE, para que cumpla con la seguridad estructural necesaria para resistir a cualquier evento sísmico que se pueda dar en la zona. Los elementos estructurales serán de madera estructural del grupo B y concreto armado para la cimentación. Se usarán las normas E.010 Madera y E.060 Concreto armado. Las cargas se tomarán de la Norma E.020 Cargas.

El trabajo consta de 7 capítulos. En el primero se muestra la problemática y concepción del proyecto, en el cual se presenta los objetivos y alcances de la investigación. El segundo capítulo se detalla el marco teórico referente al uso de madera estructural. El tercer capítulo se desarrolla la metodología de la investigación. El cuarto capítulo presenta los resultados de la investigación, en el cual se realiza el análisis lineal estático y dinámico a los dos sistemas estructurales en estudio. El capítulo cinco presenta la discusión, que viene a ser el contraste de los resultados obtenidos con los referenciados en los antecedentes. Finalmente, el capítulo 6 y 7 vienen a ser las conclusiones y recomendaciones.

Palabras Clave: Análisis lineal, desempeño sísmico, estructuras de madera, materiales sostenibles.

ABSTRACT

This research work is born from the problem that has arisen in currently having structures in buildings that are mostly built in reinforced concrete and structural steel. The massive use of these materials involves a large consumption of energy. Taking into account that most of the load borne in residential buildings is due to their own weight, the opportunity arises for other lighter materials that, also complying with current regulatory specifications, have a lower energy demand for incorporation into the work. Structural timber is a great option over conventional structural systems.

This research paper aims to compare the seismic performance of a post-beam structural system versus the lattice system in a 3-level wooden building, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021. Based on current regulations, RNE, to comply with the structural safety necessary to resist any seismic event that may occur in the area. The structural elements will be made of group B structural wood and reinforced concrete for the foundation. Standards E. 010 Wood and E. 060 Reinforced Concrete will be used. Loads shall be taken from Standard E. 020 Loads.

The work consists of 7 chapters. The first one shows the problems and conception of the project, in which the objectives and scope of the research are presented. the second chapter details the theoretical framework regarding the use of structural wood. the third chapter develops the research methodology. The fourth chapter presents the results of the research, in which the static and dynamic linear analysis of the two structural systems under study is performed. Chapter five presents the discussion, which is the contrast of the results obtained with those referenced in the antecedents. Finally, chapter 6 and 7 become the conclusions and recommendations.

Keywords: Linear analysis, seismic performance, wood structures, sustainable materials.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los materiales destinados a edificaciones en países desarrollados han ido avanzando hacia la industrialización y sostenibilidad de los materiales de construcción, en ese sentido la construcción con madera ha ganado protagonismo debido al escaso gasto de energía que exige su transformación como material de construcción.

Internacionalmente, en los países desarrollados ya se han originado nuevas tecnologías respecto a la mejora en las propiedades de la madera para su uso estructural, entre ellos tenemos a **Chile** (Santiago) que actualmente tiene el edificio más alto de Sudamérica, con una estructura predominante en madera mediante una construcción modular según los criterios de la casa A-Frame; también tenemos a **España** (Valencia) que usa la madera contralaminada como material alternativo en sistemas de bajo consumo de energía estructural y otro caso, como el de **Malasya** (Sabah) donde se destaca su buen comportamiento sísmico de las estructuras de madera frente a otras edificaciones construidas con materiales convencionales.

Actualmente el Perú carece de calidad de vivienda, a esta carencia se denomina déficit cualitativo, que afecta al 79.1 % de la población (INEI, 2009 pág. 26). Quiere decir que en gran parte de los casos las viviendas carecen de condiciones de habitabilidad. Ante estas consideraciones, en algunos departamentos como **Lima** por ejemplo donde se realizó el diseño de una estructura netamente en madera, la cual cumple satisfactoriamente con los requerimientos estructurales, esto mediante el uso del sistema poste-viga; de la misma manera en **Cusco** se realizó el análisis estructural a una estructura sismo-resistente de dos niveles, donde se demuestra que estas estructuras tienen una favorable respuesta sísmica; también en **Chanchamayo-Junin** se evaluó la madera de roble corriente la cual presenta buenas propiedades resistentes, lo que denota que se pueda usar estructuralmente y además los resultados obtenidos son similares a la madera Capirona que está clasificada estructuralmente en el grupo B según la norma E-010 .

Esta investigación detallará el desempeño sísmico de una estructura de 3 pisos, realizando un análisis y evaluación del mejor sistema (Sistema poste-viga versus el sistema estructural de entramados), Este análisis se hará según la norma

E-030, el cual tendrá un adecuado tratamiento contra: Fuego, insectos, hongos y humedad. Del mismo modo, se diseñará una edificación que cumpla con las exigencias establecidas por la norma vigente en el país.

De esta manera, con base en lo antes descrito la presente investigación plantea el **problema general**; ¿Cómo será el desempeño sísmico de un sistema estructural poste-viga versus el sistema de entramados en una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021?, teniendo así **problemas específicos** que nacen a partir del problema general, los cuales son: ¿Cómo será el análisis lineal del sistema estructural poste-viga de una edificación de madera de 3 niveles, JLO - Lambayeque, 2021?, ¿Cómo será el análisis lineal del sistema estructural de entramados en una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021?, y por último ¿Cuál será el resultado de comparar las respuestas sísmicas del sistema estructural poste-viga versus entramados en una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021?

Este estudio pretende ser el punto de partida para otros investigadores por lo cual “es conveniente fundamentar el estudio a través de la exhibición de sus razones [...]”, (HERNANDEZ, y otros, 2010 pág. 39), es así que se presenta la **justificación práctica**, resaltando la gran facilidad de construcción con madera; debido a que con la mínima cantidad de equipos se obtiene rendimientos considerables y a su vez la reducción de costos en construcción. El uso de edificaciones de madera en nuestro contexto **social**: Según un estudio de FPIInnovations encontró que las personas son más felices, saludables y productivos cuando están conectados con la naturaleza, el uso de elementos naturales en un edificio, incluida la luz, plantas y materiales naturales como la madera es beneficioso para cualquier actividad (FPINNOVATIONS;, 2015). Lo que conlleva a la **justificación teórica**, con esta investigación habrá al menos alguna recomendación técnica científica sobre el comportamiento estructural de madera, este estudio es importante llevar a cabo, ya que la mayoría de construcciones que existe en el país se construyen de manera empírica. Y de esta manera formar parte de la iniciativa en la construcción con madera con el fin de familiarizar a la sociedad científica del sistema estructural en madera y así dejar hincapié en futuras

investigaciones que se puedan hacer frente al uso y aplicación de la madera estructural en el país para contribuir al avance en la ingeniería. Además, es preciso mencionar la **justificación ambiental**, la construcción de madera puede reducir el consumo de energía y el CO2 tanto en la producción del material como en la construcción. En ese sentido esta investigación pretende promover el uso de madera como material preferido en las edificaciones y de esta manera aportar en la disminución del cambio climático que afecta hoy en día al planeta (European Forest Institute, 2017 pág. 3).

Teniendo así en la investigación como **objetivo principal**. Comparar el desempeño sísmico de un sistema estructural poste-viga versus el sistema de entramados en una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021; por ello se plantean como **objetivos específicos**: Realizar el análisis lineal del sistema estructural poste-viga de una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021, realizar el análisis lineal del sistema estructural de entramados en una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021 y comparar las respuestas sísmicas del sistema estructural poste-viga versus entramados en una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021.

Por otro lado, se ha planteado la **hipótesis general**, el sistema estructural poste-viga tiene un mejor desempeño sísmico que el sistema de entramados en una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021. las **hipótesis específicas**, que se infieren a partir de la general son: Se obtuvo un análisis lineal adecuado para el sistema estructural poste-viga de una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021, se obtuvo un análisis lineal adecuado para el sistema estructural de entramados en una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021, la respuesta sísmica más adecuada la presenta el sistema estructural poste-viga frente al sistema de entramados en una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes nacionales: La iniciativa del uso de madera estructural va tomando relevancia con el paso del desarrollo en la construcción.

Romero, (2016). En su investigación el **objetivo** principal fue diseñar una vivienda unifamiliar netamente de madera estructural del grupo B. La investigación fue de nivel descriptiva y experimental porque el autor realizó el diseño y análisis sismo-resistente basándose en las normativas de diseño vigentes en el país, la muestra fue una edificación de madera de 2 niveles, en la cual se **concluye** que es factible construir una estructura netamente en madera que resista a solicitaciones cíclicas y de viento, sin la necesidad de muros de corte y que los desplazamientos por sismo de una estructura de madera estén dentro del parámetros requeridos.

Por su parte, Rumaja, (2016). Fija como **objetivo** realizar un análisis estructural de un método alternativo a raíz de madera reforzada, la investigación fue de tipo cuantitativa, analítica y exploratoria con un diseño experimental, en la cual el autor **concluye** que la estructura estudiada satisface las exigencias de diseño estructural.

Así mismo, *Cordova, y otros, (2019)*. Cuyo **objetivo** fue estimar las propiedades resistentes del roble para uso estructural, El estudio es aplicado con un enfoque cuantitativo y diseño no experimental, presentando como población a la madera de roble corriente y con un total de 42 muestras. En la cual **concluye** que la madera roble corriente posee buenas propiedades resistentes similares a la madera Capirona que está clasificada estructuralmente en el grupo B según la norma E-010.

Antecedentes internacionales: Hoy en día a nivel internacional el interés por el uso de madera para uso estructural se basa principalmente por el bajo consumo energético en su alteración como material para edificaciones. Lo cual es una gran ventaja comparado con materiales convencionales teniendo en cuenta la actual crisis energética y una creciente contaminación ambiental.

Al respecto, Alvarado, (2019). Cuyo **objetivo** fue dar a conocer la madera como material de construcción de edificación sustentable contra el cambio climático, La investigación fue de nivel a nivel descriptiva y exploratoria porque los investigadores realizaron descripción del uso de madera estructural como material sustentable, en la cual se **concluye** que la madera como material de construcción es el mejor material sustentable y que mediante el uso de esta estaremos aportando con nuestro gramo de arena en cuanto a impacto ambiental.

Por su parte, Gonzáles, (2019). Cuyo **objetivo** fue: Diseñar un edificio en mediana altura (6 pisos) con una estructura predominante en madera mediante una construcción modular según los criterios de la casa A-Frame. El tipo de estudio fue netamente experimental con un estudio descriptivo, el estudio comienza con analizar un caso de estudio en Chile construido en madera entre los años 1850 y 1980 con el objetivo de entender sus antecedentes históricos, su estructura, programa, configuraciones de conjuntos y su comportamiento estructural a través del software de cálculo estructural. El autor **concluye** que, tras la metodología de iteraciones en software de cálculo estructural aplicada, los resultados arrojaron que es posible la estructuración de un edificio de mediana altura a partir de un conjunto de prismas triangulares, utilizando en este caso, elementos de madera de ingeniería, como los fueron piezas de madera laminada, debido a la magnitud de cargas y esfuerzos a los que es sometido.

Del mismo modo, Fernandez, (2015). Tuvo como **objetivo** principal la mitigación de la energía estructural embebida y emisiones de CO₂ a la atmósfera en edificación. La investigación fue de tipo experimental con un estudio descriptivo en dicha tesis doctoral se realiza el desarrollo de un modelo de cálculo por elementos finitos que simule el comportamiento estructural ortotrópico y bidimensional de las losas de madera contralaminada, con su posterior contraste con ensayos de laboratorio a flexión simple y compresión, mediante un cálculo para un sistema de respuesta lineal elástico. El autor **concluye** que la eficiencia en un proceso de toma de decisiones, toma un valor preponderante cuando hablamos de sostenibilidad del planeta Tierra. De esa manera el autor ha tratado de fundamentar

bajo dos categorías de impacto, energía primaria y potencial de calentamiento global, cuál de los tres sistemas estructurales es más eficiente, comparando la madera contralaminada con el hormigón armado y el acero estructural.

Pacheco, y otros, (2017). Tuvo como **objetivo** determinar la viabilidad técnica de casas eco sostenibles, para llevar a la implementación en el municipio de Chía. La investigación fue de tipo exploratoria con un estudio descriptivo basada en una investigación hecha en Sao Paulo - Brasil. En la cual se **concluye** que, si es viable la implementación del proyecto planteado por el grupo HABIS de Sao Paulo, dado que cumple con los requerimientos técnicos necesarios para adecuarse en el lugar de estudio propuesto líneas arriba.

Morales, (2019). Este trabalho tem objetivo avaliar o comportamento estrutural de painéis de madeira tipo DCLT (lamelas cruzadas) onde as camadas são feitas com madeira de Pinus Elliottii e Pinus Taeda e as cavilhas com madeira de pau-roxo através do desenvolvimento de um modelo de ensaio específico para as ligações neste tipo de painel, simulação com uso de softwares de elementos finitos no modelo desenvolvido e comparação dos resultados experimentais realizados nos painéis com os métodos analíticos de cálculo existentes para painéis de lamelas cruzadas. La tesis **concluye** que el comportamiento estructural de los paneles en cuanto a sus valores e resistencia y rigidez fue satisfactorio, obteniendo mejores resultados el panel de 3 capas.

C. Alih, and others, (2019). Its **objective** fue realizar un análisis a las estructuras de madera y concreto poco después del terremoto de Sabah de 2015 en Malasia. It was found that the damage to RC buildings was mainly due to non-ductile details of the structural components, weak column condition of strong beam, captive column and short column effects, mechanism of soft and weak floors, irregularity in plane and the elevation, non-confined gable / infill walls, poor workmanship and poor quality of construction materials. It is believed that many wooden structures also had flaws in their design and construction. En **conclusión** este artículo identifica y discute las principales razones del daño observado en los edificios de RC y las fallas de construcción que se observaron en las estructuras de

madera. También se destacan las recomendaciones de los códigos de diseño sísmico para prevenir la ocurrencia de tales daños en el futuro.

Chernykh, and others, (2020). Its **objective** derivar ecuaciones generales para el cálculo de la última vida de las estructuras de madera. Me mediante equations for the subsequent calculation of the residual operating life, up to (option 1), or equations for the immediate calculation of the residual operating life (option 2). Methods: Univariate regression equations are used: linear, logarithmic, second degree polynomial, power, exponential, natural exponential, and hyperbolic. **Finalmente**, los autores derivan ecuaciones generales para el cálculo de la vida útil última de estructuras de madera en la que afirman que mediante estas ecuaciones es posible determinar la vida operativa residual de cualquier estructura de madera bajo cualquier condición operativa.

Tannet, and others (2018), in their scientific article entitled “*seismic design of cross-laminated timber buildings*”, from Society of Wood Science and Technology, Arizona-EEUU, This article reflects the state-of-the-art on seismic design of CLT buildings including both, the global perspective and regional differences comparing the seismic design practice in Europe, Canada, the United States, New Zealand, Japan, China, and Chile. **Finalmente**, los autores concluyen que las reglas de diseño proporcionarán una mejora significativa, incluidas las reglas de diseño basadas en la capacidad, detallando disposiciones y factores de sobrerresistencia para zonas disipativas que actualmente están totalmente falta para la mayoría de los tipos estructurales. Además, el nuevo estándar incluirá una revisión del valores de los factores de comportamiento que y una aclaración del concepto de ductilidad estática y propuesta de valores mínimos necesarios en las diferentes escalas (sujetador, junta y subensamblaje) para lograr un cierto valor del factor de comportamiento y algunos orientación sobre la aplicación de estática no lineal y métodos de análisis dinámico de estructuras de madera.

Teorías relacionadas

LA MADERA

En la actualidad se vive un momento de impacto ambiental devastador, es por ello que se ha hecho hincapié en el desarrollo de materiales respetuosos con el

medio ambiente, estructuras y tecnologías. Incluso en el sector de la construcción realiza esfuerzos que se centran en aminorar al mínimo los impactos ambientales de las estructuras, las instalaciones operativas o utilizando productos con tendencias de eficiencia energética de cada edificio (Mitterpach, y otros, 2019). En ese sentido se busca un material con disponibilidad local, bajo costo, construcción rápida, procesamiento simple y una amplia gama de posibilidades estructurales son los principales beneficios de las estructuras a base de madera.

La caracterización del comportamiento estructural es fundamental para la seguridad de los sistemas de infraestructura civil, es por eso que en la investigación de materiales nuevos y tradicionales se incluye métodos experimentales como computacionales para su diseño estructural, (Departamento of Civil, Construction, 2020).

Ante estas consideraciones se puede denotar que la madera un material que estructuralmente tiene un gran capacidad de disipar energía.

a.) Propiedades físicas de la madera

Contenido de Humedad (CH): La reacción de la madera a la humedad forma parte integral de cualquier tarea relacionada con este material de construcción natural y renovable. Los cambios en el contenido de humedad de la madera provocan cambios en prácticamente todas las propiedades físico-mecánicas (por ejemplo, propiedades de resistencia y rigidez) de la madera. Otro efecto de los cambios en el contenido de humedad de la madera es la contracción o hinchazón asociada del material. La existencia de un alto contenido de humedad puede iniciar la descomposición o el crecimiento de hongos (DIETSCH, y otros, 2015).

$$H = \frac{P_H - P_0}{P_0} \times 100$$

Dónde: P_H : Peso en estado húmedo

P_0 : Peso en estado seco

Densidad básica: La densidad es una de las principales propiedades técnicas de la madera y está directamente correlacionada la rigidez y el rendimiento en uso, el

comportamiento de contracción e hinchazón de la madera también se ve afectado por la densidad, aunque la relación no es tan directa como en el caso de las propiedades de resistencia (BARNETT, y otros, 2013).

b.) Propiedades mecánicas

La madera a diferencia de otros materiales se puede caracterizar como un material ortotrópico; quiere decir que posee propiedades únicas en cada dirección, los tres ejes mutuamente perpendiculares: longitudinal, radial y tangencial. El eje longitudinal L es paralelo a la fibra (grano); el eje radial R es normal al crecimiento de los anillos (perpendiculares al grano en la dirección radial); y el eje tangencial T es perpendicular al grano, pero tangente a los anillos de crecimiento (GREEN, y otros, 1999 pág. Cap 4:1) . Estos ejes se muestran en la Figura N°01.

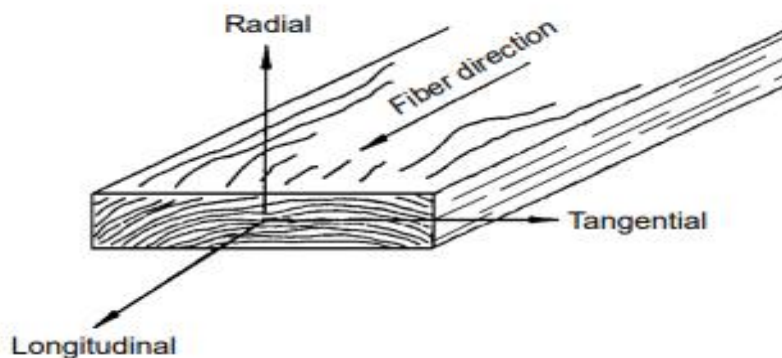


Figura N° 1: Ejes principales de madera con respecto a la dirección del grano y los anillos de crecimiento.

Fuente: Forest Products Laboratory, pag. Cap4:1

- **Resistencia a la compresión paralela:** También conocida como resistencia máxima al aplastamiento, es la tensión máxima sostenida por una muestra de compresión paralela al grano que tiene una relación entre la longitud y la dimensión menor de la sección.
- **Resistencia a la compresión perpendicular:** Tensión máxima sostenida por una compresión perpendicular a la dirección de las fibras. Esto se informa como un valor proporcional. No existe una tensión final claramente definida para esta propiedad. (Instituto de la construcción y gerencia, 2006).

- **Resistencia al corte:** Es la capacidad de resistir el deslizamiento interno de una parte sobre otra a lo largo de la fibra. Los valores presentados en las tablas de diseño son la resistencia promedio en planos de corte radial y tangencial. (Junta del acuerdo de cartagena, 1998).

- **Resistencia a flexión:** Capacidad de absorber golpes con alguna deformación permanente y más o menos daño a una muestra. El trabajo hasta la carga máxima es una medida de la resistencia y la tenacidad combinadas de la madera bajo tensiones de flexión (Construction, 2020).

c.) **Propiedades elásticas**

Las propiedades elásticas de la madera son las producidas en bajos niveles de esfuerzo y son completamente recuperables después que se eliminan las cargas.

Como ya se había mencionado anteriormente existen doce constantes, nueve de ellas son independientes y son necesarios para describir el comportamiento elástico de la madera: tres módulos de elasticidad (E), tres módulos de rigidez (G), y seis coeficientes de Poisson (μ). Los tres módulos de elasticidad son denotados por E, E_T y E_R para los tres ejes ortotrópicos. Estos módulos se utilizan para caracterizar la deformación en las direcciones ortótropas, y se determina a partir de pruebas de compresión.

- **Módulo de elasticidad (E)**

El módulo de elasticidad es la relación entre el esfuerzo por unidad de superficie y la deformación por unidad de longitud que experimenta una probeta sometida a flexión. Los tres módulos de elasticidad son denotados por E, E_T y E_R para los tres ejes ortotrópicos. Estos módulos se utilizan para caracterizar la deformación en las direcciones ortótropas (Junta del acuerdo de cartagena, 1998).

- **Módulo de corte (G)**

Existen tres módulos de corte; G_{LR} , G_{LT} , y G_{RT} , donde los subíndices se refieren al plano sobre el cual se mide la tensión cortante cuando se carga un miembro axialmente, la deformación perpendicular a la dirección de carga es

proporcional a la deformación en dirección de la carga. Las constantes que caracterizan esta proporcionalidad se llama relaciones de Poisión, y son μ_{LR} , μ_{LT} y μ_{RT} (Instituto de la construcción y gerencia, 2006).

Las elasticidades de la madera varían según las especies y el contenido de humedad y la temperatura a la que se miden.

SISTEMAS ESTRUCTURALES

a.) Sistema estructural poste-viga: Sistema estructural compuesto principalmente por elementos verticales y horizontales. Sistema en el que las cargas del piso y el techo son soportadas por vigas principales simplemente unidas y fijadas con herrajes estructurales y estas vigas transfieren las cargas hacia los elementos verticales, (Wood Products, 2020).

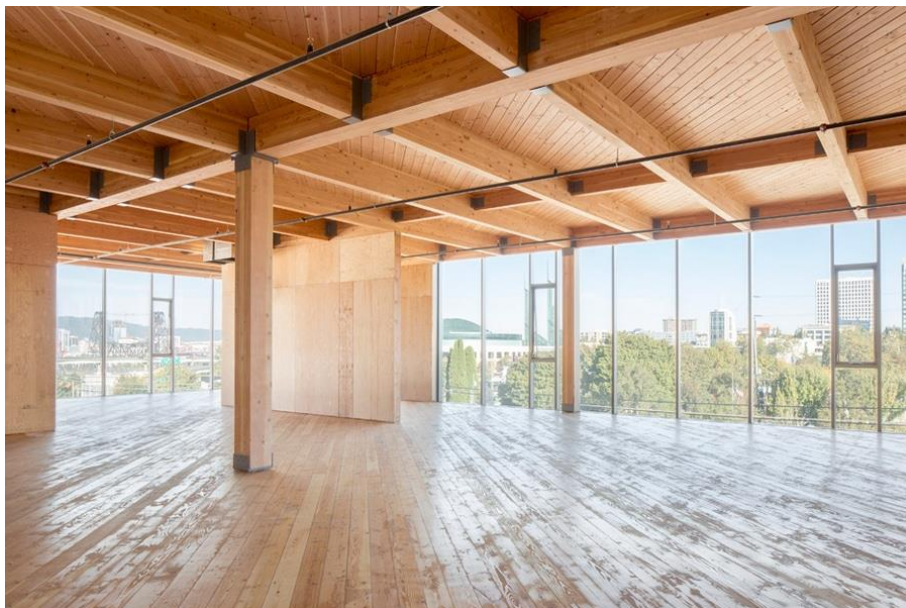


Figura N° 2: Sistema estructural Poste-Viga

Fuente: (<https://projects.archiexpo.es/project-210690.html>)

b.) Sistema estructural de entramados: La estructura de entramado constituye un tipo de estructura mixta resultante de la conjunción de los muros de fábrica y armaduras leñosas de modo que la madera dota de ligereza y resistencia a la

estructura permitiendo elevar mayores alturas y salvar mayores luces que con el empleo único de la fábrica en muros y bóvedas (GARCIA, 2006).



Figura N° 3: Sistema estructural de Entramados

Fuente: <https://casasmaderaamedida.com/entramado-ligero/>

c.) Predimensionamiento de elementos estructurales

Al momento de realizar la estructuración de cualquier edificación se debe tener en cuenta que:

- *Que sea rígida:* es decir que no se deforme, o que por lo menos este dentro de los límites.
- *Que sea estable:* verificar que la estructura no se voltee.
- *Que se resistente:* esto quiere decir que cada elemento estructural debe ser capaz de soportar las cargas a las que está sometido. (cargas de gravedad, de viento y sismo).
- *Que sea ligera:* con esto se puede ahorrar en material y se reduce la carga muerta.

Se tiene conocimiento que la madera es un material que presenta mayores deformaciones que un material de concreto, es por el ello que para su análisis como estructura se verificaran los desplazamientos horizontales y verticales.

Criterios de estructuración

El análisis de desempeño sísmico contempla el sistema de poste y viga versus el sistema de entramados de los cuales para el sistema de entramado se realizará solo el modelado en el cual se hará el chequeo por solicitaciones sísmicas, de estos sistemas se elige el sistema poste viga para verificar por diseño de resistencia sus elementos estructurales, debido a que este sistema puede trabajar a mayores luces, presenta mayor facilidad de análisis estructural y diseño y por último el montaje in-situ de este sistema es mucho más práctico.

Conexiones

Permiten gran versatilidad en el montaje, construcción rápida y sencilla, adaptándose a todo tipo de inclinaciones o situaciones complicadas, facilitan la construcción de estructuras de maderas duras difíciles de clavar, así como la unión a estructuras de hierro y hormigón y un gran Ahorran tiempo y mano de obra permitiendo el pre-armado de estructuras y un minucioso acabado de la madera.

Sistema poste y viga

La estructuración de este sistema se basa en el armado de columnas y vigas, para de esta manera generar pórticos que están espaciado a 1.50 m si están conectados con un entablado, o a 3.5 m si están conectados por viguetas más entablado.

Sistema de entramados

Este sistema está constituido por elementos de sección transversal pequeña y a su vez muy esbeltos, pero dispuestos a corta distancia entre ellos. Con estos paneles se construyen muros, pisos, entrepisos, techos todos ellos arriostrados o cubiertos por un entablado.

ANÁLISIS LINEAL

Análisis lineal estático: “El objetivo principal de este análisis de resistencia estática de las estructuras es la evaluación de un estado de esfuerzo de una estructura sometida a fuerzas constante en el tiempo (estáticos)” (Analysis, 2021).

Análisis lineal dinámico: Un análisis modal proporciona una verificación de los datos estructurales en el sentido de que el diseñador puede verificar que las frecuencias y formas modales son lo que esperaría de una estructura. En algunos casos, un análisis modal es escenario de frecuencia natural de vibración libre y en otros casos las formas de modo se utilizan para generar la matriz de amortiguamiento adecuada para la estructura (CARR, 2007 pág. 133)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de Investigación

Método de investigación: “El método científico fomenta un modo de procedimiento riguroso e impersonal dictado por las demandas de la lógica y el procedimiento objetivo. [...]” (Kothari, 2004 pág. 9). La presente investigación es de método científico, porque nos permite evaluar las hipótesis junto con los instrumentos a utilizar, para llegar a una conclusión y demostrar que las hipótesis que se plantearon generaron un cambio o mejora.

El tipo de investigación de acuerdo al enfoque: La investigación es de enfoque cuantitativo, ya que “[...] implica la generación de datos en forma cuantitativa que puede ser sometida a un análisis riguroso de manera formal y rígida. Este enfoque puede clasificarse en enfoques de investigación inferencial, experimentales y de simulación [...]” (Kothari, 2004 pág. 5). El enfoque de esta investigación es cuantitativo, porque se realizará un análisis lineal según la norma técnica E-030 para analizar desempeño sísmico del sistema estructural poste-viga versus el sistema estructural de entramados.

El tipo de investigación de acuerdo al fin:

Aplicada: Porque consiste en buscar soluciones a los problemas de manera inmediata modificando y contribuyendo con la mejora, por lo cual se basan en los estudios experimentales que serán analizadas sobre la realidad problemática (Kothari, 2004 pág. 3). Por lo tanto, el estudio de esta investigación es aplicada, porque se tomará teorías existentes como sustento, para enfocarse en buscar soluciones a los problemas estructurales con el uso de madera.

El tipo de investigación de acuerdo al nivel:

Descriptiva: Busca precisar singularidad y cualidades a perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos, o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis (HERNANDEZ, y otros, 2010 pág. 92). Este proyecto de investigación estará basado en una investigación descriptiva ya que se centrará en describir cómo se comporta estructuralmente una estructura de tres niveles íntegramente de

madera clase B, mediante un análisis lineal donde se medirán los indicadores: distorsiones, irregularidades, cortante basal, centro de masa, centro rigideces, periodos y modos de vibración de la estructura, en dicho modelado se realizara la comparación de los sistemas estructurales poste-viga y entramados y de los resultados obtenidos se verá cual es el sistema que más satisface las solicitaciones especificadas en la norma E-030.

El tipo de investigación de acuerdo al diseño: Un cuasi-experimento es una investigación con ausencia de aleatorización, quiere decir que el investigador puede manipular las variables de estudio, (PEDHAZUR, y otros, 1991 pág. 277).

De este modo, el proyecto se considera cuasi experimental, debido a que se manipularán intencionalmente las variables: Desempeño sísmico y la repercusión de este en el sistema poste-viga y de entramados, con el objetivo de realizar un análisis lineal y de esta manera determinar cuál sistema estructural presenta una mejor respuesta sísmica; además, se sub-clasifica como cuasi-experimental, puesto a que el comportamiento sísmico para el presente estudio ha sido pre definido (análisis lineal de una estructura de 3 niveles) por el investigador, contando con tres modelos (en X, en Y y en Z) que tienen su propio modo de calcular mediante los indicadores que corresponden a : distorsiones, irregularidades, cortante basal, centro de masa, centro rigideces, periodos y modos de vibración de la estructura; indicadores elegidos tentativamente en base a diferentes estudios previos de diversos autores (tesis de análisis del comportamiento estructural de estructuras de madera) realizados con ondas vibratorias como un sismo para determinar el comportamiento dinámico de la estructura.

3.2. Variables y operacionalización

“La variable y operacionalización representan la parte operativa de las variables, la cual tiene como propósito aportar a la matriz de metodología, contribuyendo con el diseño y la elaboración de todo el instrumento que serán medidos de manera empírica. Por lo tanto, ayuda al investigador a contrastar las hipótesis” (CARRASCO, 2006 pág. 226). La operacionalización de las variables, en la presente investigación nos permitirá manipular las operaciones y características para medir las dimensiones e indicadores observables, las cuales serán objeto de

estudio mediante una medición y control en la investigación, plasmado en una matriz.

Variable independiente (X): Desempeño sísmico

Definición conceptual:

El diseño basado en desempeño sísmico consiste en la selección apropiada de esquemas de evaluación que permitan el dimensionamiento y detallado de los componentes estructurales, no estructurales y del contenido, de manera que para un nivel de movimiento especificado y con diferentes niveles de confiabilidad, la estructura debería ser dañada más allá de ciertos estados límites (SEAOC, 1995).

Definición operacional:

La variable desempeño sísmico será medida en base a sus dimensiones: Análisis lineal y respuesta sísmica.

Variable dependiente (Y1): Sistema estructural poste-viga

Definición conceptual

Sistema estructural compuesto principalmente por elementos verticales y horizontales. Sistema en el que las cargas del piso y el techo son soportadas por vigas principales simplemente unidas y fijadas con herrajes estructurales y estas vigas transfieren las cargas hacia los elementos verticales (Wood Products, 2020).

Definición operacional:

La variable sistema estructural poste viga será medida en base a sus dimensiones: Propiedades físico-mecánicas y elementos estructurales.

Variable dependiente (Y1): Sistema estructural de entramados

Definición conceptual

La estructura de entramado constituye un tipo de estructura mixta resultante de la conjunción de los muros de fábrica y armaduras leñosas de modo que la madera dota de ligereza y resistencia a la estructura permitiendo elevar mayores alturas y salvar mayores luces que con el empleo único de la fábrica en muros y bóvedas (GARCIA, 2006).

Definición operacional:

La variable sistema estructural de entramados será medida en base a sus dimensiones: Propiedades físico-mecánicas y elementos estructurales.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: “Una población es el grupo de individuos del que se extrae una muestra estadística para un estudio” (FIDIA, 2012 pág. 81). De acuerdo a lo definido el tamaño de la población para esta tesis estará compuesta por todas las viviendas de 3 niveles tanto de adobe como de concreto del distrito de José Leonardo Ortiz.

Muestra: “Conjunto de casos o individuos extraídos de una población por algún sistema de muestreo probabilístico o no probabilístico” (SÁNCHEZ, y otros, 2018 pág. 93). Con lo definido, se tomará una sola muestra de los modelamientos a los sistemas sismo-resistentes. La cual se evaluará su desempeño sísmico que será analizado mediante el software Etabs v19.

Muestreo: “La teoría de muestreo es un estudio de las relaciones entre una población y muestras extraídas de la población. [...]” (Kothari, 2004 pág. 158). En el proyecto de investigación el muestreo fue no probabilístico porque se establecerá el uso de madera clase B la cual será utilizada para los elementos estructurales de los sistemas estructurales en estudio y posteriormente analizada en conjunto (como estructura) mediante el software Etabs v19.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas: “La técnica de desarrollar herramientas de medición implica un proceso [...] de desarrollo del concepto, lo que significa que el investigador debe llegar a comprender los conceptos principales relacionados, con su estudio [...]” (Kothari, 2004 pág. 75).

a. Técnica documental:

- Revisión de conceptos teóricos
- Revisión de estudios previos
- Revisión del Reglamento Nacional de edificaciones

b. Pruebas de laboratorio

- Ensayo de suelos (identificar el tipo de suelo)
- Lectura de los resultados

c. Trabajo de gabinete con software

- Geometría de la edificación analizada
- Ingreso de datos para el análisis
- Lectura de resultados

Instrumentos: Están conformado por los materiales empleados en la investigación, con el fin de recoger y recolectar toda la información, por lo tanto, se deberá elegir correctamente los instrumentos, los cuales serán aplicados en las variables independiente o dependiente (VALDERRAMA, 2002 pág. 195). Por lo tanto, en la siguiente investigación tomara como instrumentos:

- Planos arquitectónicos
- Norma técnica E-010, E-020-, E-30 y E-050
- Manual de diseño para maderas del grupo andino.
- Etabs v19

Fichas de observación de datos: Serán empleados con el fin de adjuntar y poder consignar los datos obtenidos, que se obtendrán como resultado de la evaluación estructural de la estructura en mención (CARRASCO, 2006 pág. 313). Se recopilará toda la información de los análisis realizados, posteriormente se analizará todos los datos obtenidos que serán puesto a juicio de expertos.

Validez: “La validez es el criterio más crítico e indica el nivel que mide un instrumento lo que se supone que debe medir [...]. En otras palabras, la validez es

la medida en que las diferencias encontradas con un instrumento de medición reflejan diferencias reales entre los que están siendo probados” (Kothari, 2004 pág. 73) El presente trabajo de investigación realizará el análisis de desempeño sísmico de los sistemas estructurales poste-viga y entramados en una estructura de 3 niveles el usando madera del grupo B. El cual se pondrá a juicio de expertos para garantizar su validez.

Confiabilidad: “La confiabilidad es; [...] un instrumento de medición, es confiable si proporciona resultados consistentes, [...] contribuye a la validez, pero un instrumento confiable no necesita ser un instrumento válido” (Kothari, 2004 pág. 74). Esta investigación abarca los temas necesarios para su desarrollo enmarcado en las tesis de referencias y la norma técnica peruana.

3.5. Procedimientos

Los procedimientos en esta investigación, se efectuará en base a la norma técnica peruana que se utilizaran en su análisis en software ETABS, con lo cual se obtendrán resultados que estén dentro de los parámetros establecidos en dicha norma.

3.6. Método de análisis de datos

Esta investigación se basa en el análisis del “Desempeño sísmico de sistemas estructural poste-viga versus el sistema de entramados en una edificación de 3 niveles”, en su análisis se realizará el estudio de la norma técnica E-010 y el manual de diseño para madera del grupo andino, con el fin de analizar las propiedades que presenta el tipo de madera a usar, con lo cual se realizará el diseño de estructura propicia para para satisfacer las solicitudes técnicas. Logrando de esta manera que la estructura en análisis cumpla con las exigencias de la norma E-030.

3.7. Aspectos Éticos

La presente investigación recaudo información de varias tesis (nacionales, locales e internacionales) y artículos como sustento, que se relacionan a las variables de estudio, además de ello se recaudó información de normas técnicas de diseño y análisis estructural y metodología científica de los cuales obtendremos

conocimientos que serán beneficiosos para poder realizar el desarrollo de la investigación. Asimismo, se investigó el sistema de diseño y evaluación del comportamiento sísmico en estructuras de madera, También, se tomó como material de referencia el estilo de la Norma ISO 690:2010 (E), donde nos indican de qué manera realizar los citados adecuadamente.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

a. Nombre de la tesis

“Desempeño sísmico del sistema estructural poste-viga versus entramados en una edificación de 3 niveles, JLO- Lambayeque, 2021.”

b. Ubicación

Departamento: Lambayeque

Provincia: Chiclayo

Distrito: José Leonardo Ortiz

Localización: Av. Agricultura (Carretera a Ferreñafe)

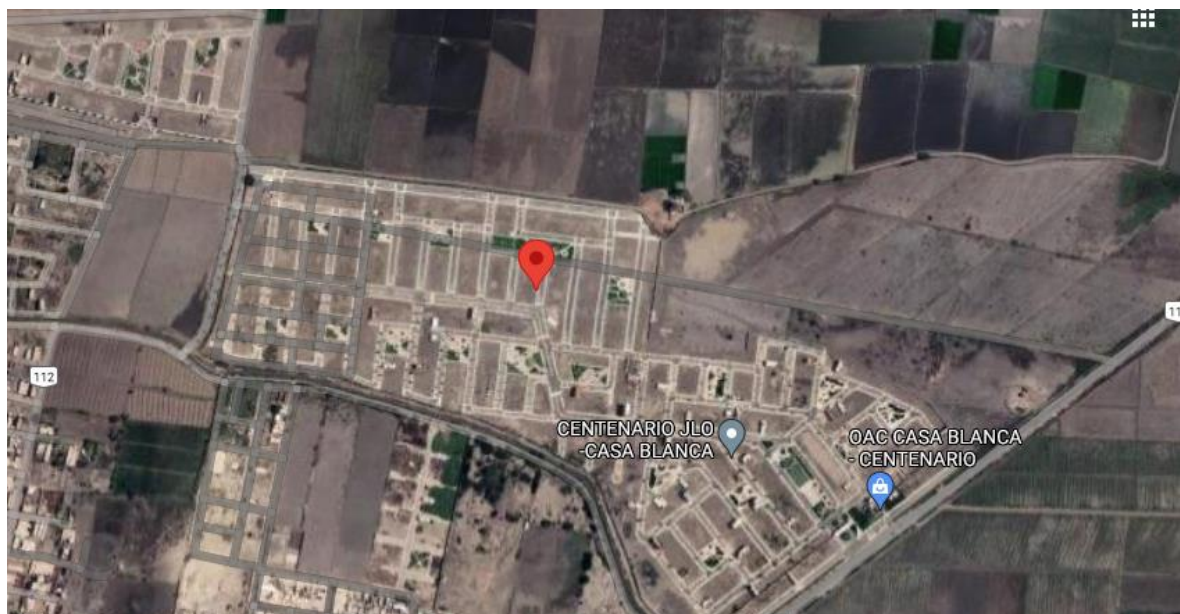


Figura N° 4: Localización del Proyecto

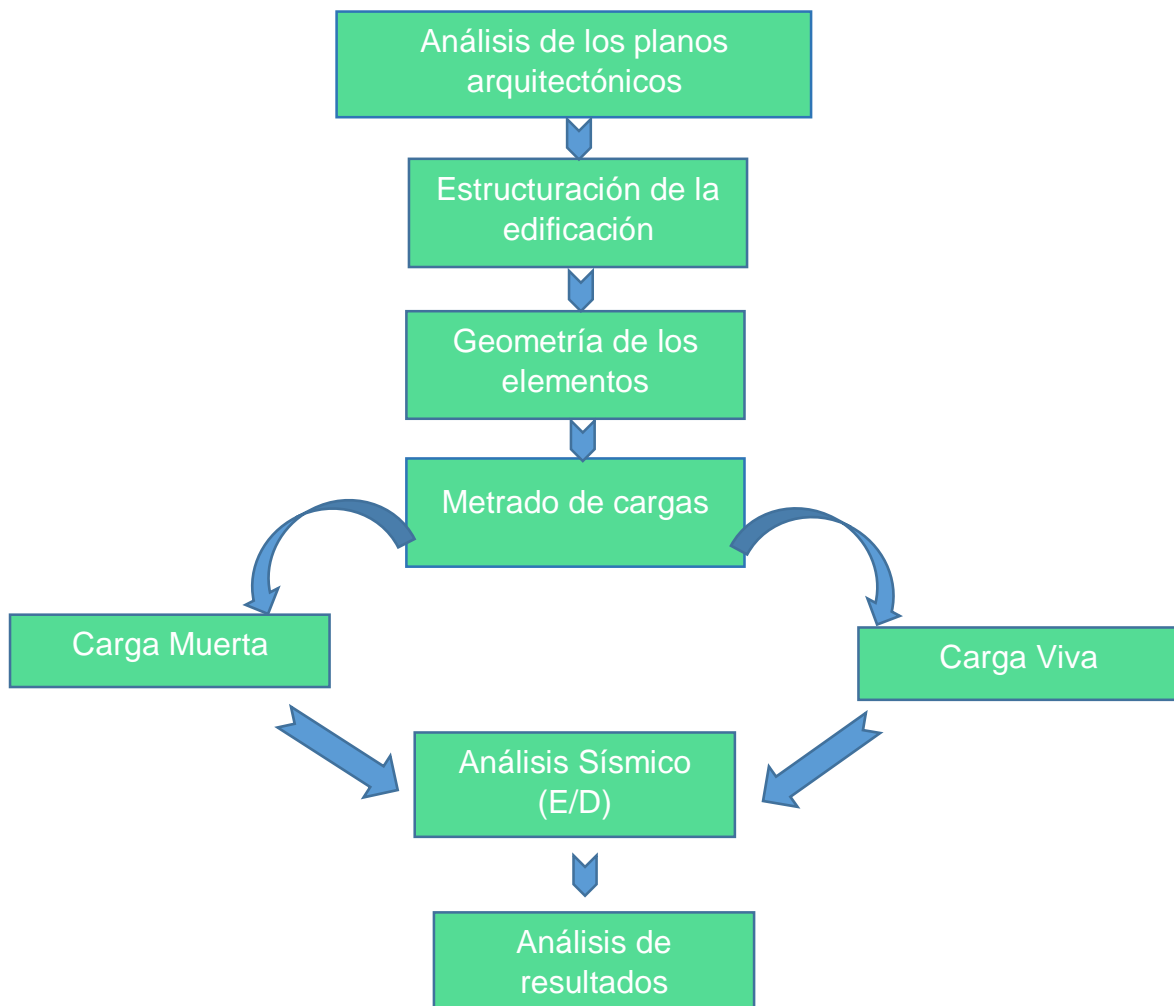
Fuente: Google maps

c. Exploración de campo

Sondajes de estudio

La estructura clasifica como tipo I, para el cual se ha decidido efectuar 01 (SPT) Ensayo de Penetración Estandar, las cuales se realizó en el centro del lote de con la finalidad de obtener materiales y parámetros in situ representativos que sirvan de base para definir la propiedades fisico-mecánicas propias de los materiales del subsuelo.

d. Esquema del procedimiento para el modelado en ETABS V19



Criterios de estructuración

a.) Dimensionamiento de elementos estructurales

Para iniciar el proceso de análisis es necesario realizar un dimensionamiento para partir con medidas iniciales de los elementos estructurales, para luego de realizar el análisis lineal ser reajustados.

- Análisis y diseño

El modelado de los sistemas estructurales en estudio se realizó con el programa ETABS.

Estará constituido por los elementos estructurales tales como: Entrepiso, viga, columnas y muros de corte ó placas.

Lo planos Arquitectónicos se muestran en el ANEXO 03.

- Techo

La cobertura del techo se proyecta con machi-hembrado de 1", con madera de huairuro (Grupo estructural B). Considerando un espaciado de 40cm.

- Viguetas

Se dimensiona el paño más grande entre el eje 3 y 4.

Dimensionado Inicial de Viguetas

Características:

Recubrimiento estándar:	Entablado 1"
Sobrecarga de diseño:	200.00 kg/m ²
Luz libre estándar:	3.75 m
Base estándar de escuadría:	0.05 m
Espaciamiento:	0.60 m

Parámetros:

Grupo de madera:	B
Eprom	100,000.00 kg/cm ²

	B (pulg)	H (pulg)
SECCIÓN:	2	10

- Vigas

Se tiene: $\sigma_m < fm$

Dimensionado Inicial de Vigas

Características:

Luz libre	3.65 m
Sobrecarga de diseño	200.00 kg/m ²
Ancho tributario	3.35 m
Base estándar de escuadría	0.05 m

Parámetros:

Grupo de madera	B
Emin	75,000.00 kg/cm ²

Metrado de cargas

Peso de entablado 3/4"	20 kg/m ²
Peso de viguetas	24 kg/m ²
Peso propio (aprox.)	20 kg/m ²
WD =	<hr/> 167.40 kg/m
WL =	<hr/> 670.00 kg/m
Wu =	<hr/> 837.40 kg/m

Momento actuante $M = \frac{WL^2}{8}$ 1394.70 kg-m

$M/fm < S$ 929.80 OK

Se trabaja inicialmente con una sección de 6 x 12 pulgadas (14 x 29 cm), con "Z" igual a 1960 cm³.

Esfuerzo cortante:

$$\tau = 1.5 \frac{v}{bh}$$

Dónde: $\tau < f_v = 12 \text{ kg/cm}^2$

Se tiene:

$$V = \frac{wl}{2}$$

$$V = \frac{837.40 \times 3.40}{2} = 1423.58 \text{ kg}$$

Entonces:

$$\tau = 1.5 \times \frac{1423.58}{14 \times 29} = 5.45 \text{ kg/cm}^2 < f_v \rightarrow \text{ok}$$

- Columnas

Para este apartado solo se considera cargas de gravedad sin excentricidades.

$$\frac{P}{A} < f_c$$

Columna más cargada

Características

Área tributaria (At)	7.50 m ²
SC Techo 1	200.00 kg/m ²
SC Techo 2	200.00 kg/m ²
SC Techo 3	100.00 kg/m ²

Metrado de cargas

Entrepiso 1	25.00 kg/m ² *At
Entrepiso 2	25.00 kg/m ² *At
Entrepiso 3	20.00 kg/m ² *At
Peso propio	80.00 kg

$$\text{CM} = \frac{605.00 \text{ kg}}$$

$$\text{CV} = 3750.00 \text{ Kg}$$

$$\text{P} = 4355.00 \text{ kg}$$

Luego, verificamos si es una columna corta, intermedia o larga:

- Longitud de la columna = 2.8 metros
- Longitud efectiva "Lef" = 1.5L (de acuerdo a condiciones de apoyo).
- Longitud de sección transversal de la columna "d" = 0.19 m
- Esbeltez "λ" (Lef/d):
Lef = 4.20 m
D = 0.19 m
λ = 22.11

Entonces, debido a que $C_k = 18.34 < \lambda < 50$, debemos considerar una columna larga.

Tenemos:

$$N_{Adm} = 0.329 \times \frac{EA}{\lambda^2} = 18221.61 kg$$

De la ecuación se puede decir que la sección resiste la carga adicionada por lo que la sección se mantendrá de 8x8 pulgadas.

- Elementos que componen el sistema de entramados

El sistema en estudio está compuesto por muros configurados con diferentes elementos y materiales, como son los pies derechos, soleras, placas de OSB, clavos, tornillos y conectores metálicos. Estos elementos se comportan de manera distinta conforme a sus propiedades y al tipo de carga al que están sometidos.

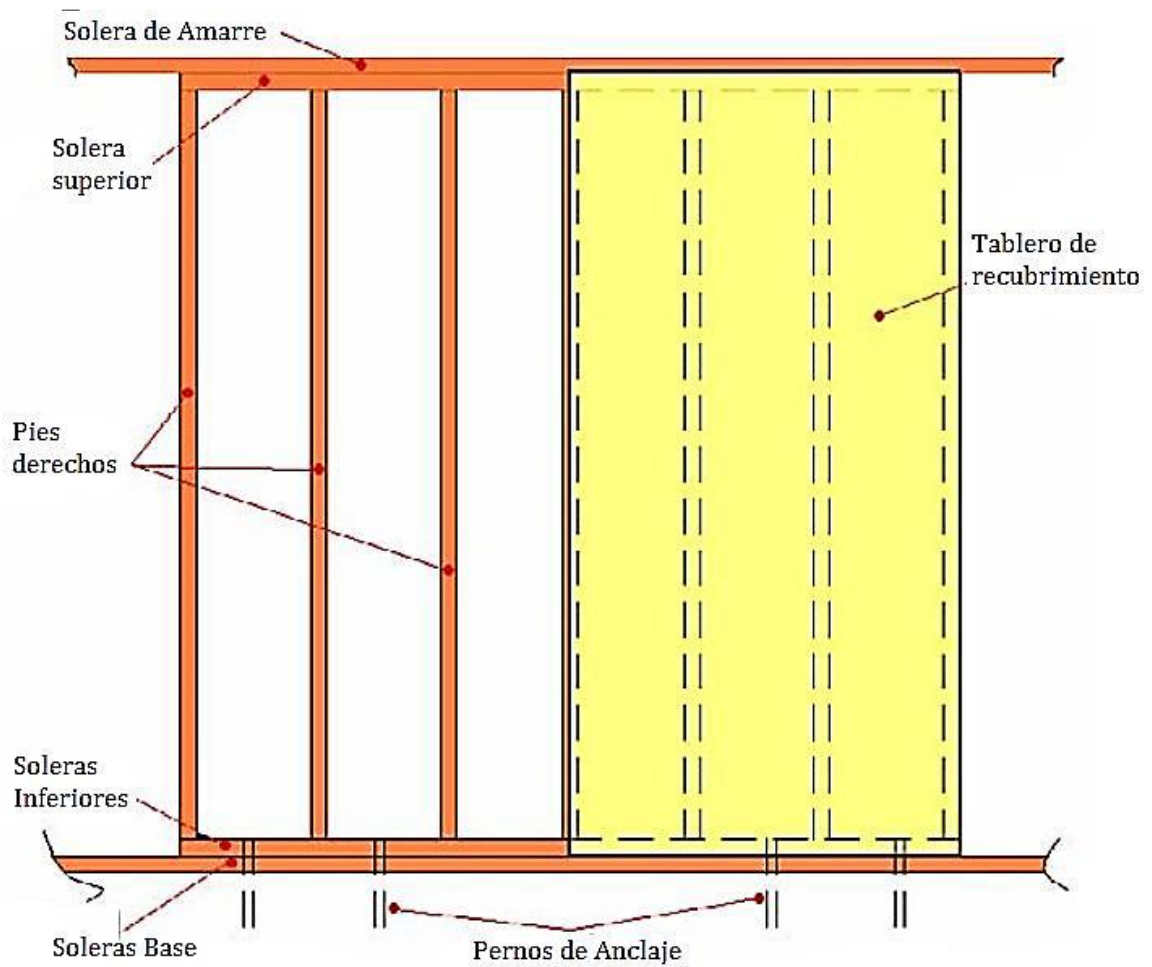


Figura N° 5: Componentes del sistema de entramado

Fuente: Ordoñez y Lugo (2016)

b. Medrado de Cargas.

Carga muerta: Según MMGA

- Tabiquería: 70 kg/m²
- Acabados y muebles: 65 kg/m²

Carga viva: Norma E-020

- Sobrecarga de entepiso: 200 kg/m²
- Sobrecarga de azotea: 100 kg/m²

Análisis preliminar

En la tabla N° 01 se muestra los parámetros sísmicos de la estructura en cuestión, los cuales se tomarán en cuenta para el análisis lineal que se va a realizar para sistema estructural poste-viga y el de entramados.

Tabla N° 1: Parámetros sísmicos

Zonificación	Zona:	4
	Z:	0.45
Parámetros de Sitio	Suelo:	S3
	S:	1.10
	TP (Seg):	1.00
	TL (Seg):	1.60
Uso	Categoría:	C
	U:	1.00
Coeficiente de amplificación sísmica	C:	2.5
Coeficiente de reducción sísmica	MADERA	
	R0:	7.00
	Ia:	0.90
	IP:	0.75
R:	4.725	
$\frac{ZUCS}{R}$ ó C_b	0.2619	

Fuente: Elaboración propia

Análisis estructural de los sistemas

a.) Análisis Modal

Previo a realizar un análisis sísmico de un edificio es importantes conocer los modos de vibración y periodos fundamentales, ya depende de estos factores su comportamiento durante un eventual sismo. Es preciso indicar que este análisis no depende de las cargas que actúan en la estructura, si no que depende de la rigidez, ubicación de elementos estructurales, entre otros.

Modelo para el análisis

Para este estudio se usó el programa de cálculo Etabs 2019. En el cual verifica los sistemas en estudio para análisis modal y análisis lineal (Estático y Dinámico).

Cabe resaltar que se consideró un solo diafragma para cada piso, se tiene 4 modos de vibrar para cada nivel sumando un total de 12 modos. Se restringió el movimiento lateral en la base del primer piso.

En las siguientes tablas se muestran los modos de vibración para cada sistema estructural.

Tabla N° 2: Modos de vibración – Sistema estructural Poste-Viga

Nivel	Caso	Modos	Periodo "T"	Masa Participativa					
			(Seg)	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz
1	Modal	1	0.251	0.7008	0.0000	0.0000	0.0000	0.5104	0.0114
	Modal	2	0.19	0.0112	0.0820	0.0000	0.0577	0.0082	0.6222
	Modal	3	0.186	0.0012	0.6373	0.0000	0.4552	0.0009	0.0811
	Modal	4	0.043	0.2248	0.0000	0.0000	0.0000	0.3400	0.0008
2	Modal	5	0.035	0.0002	0.1932	0.0000	0.3078	0.0003	0.0310
	Modal	6	0.035	0.0010	0.0300	0.0000	0.0478	0.0018	0.1941
	Modal	7	0.027	0.0000	0.0046	0.0000	0.0094	0.0000	0.0002
	Modal	8	0.025	0.0000	0.0032	0.0000	0.0044	0.0000	0.0002
3	Modal	9	0.022	0.0000	0.0003	0.0000	0.0007	0.0000	0.0000
	Modal	10	0.017	0.0544	0.0000	0.0000	0.0000	0.1241	0.0039
	Modal	11	0.015	0.0000	0.0492	0.0000	0.1168	0.0000	0.0000
	Modal	12	0.014	0.0064	0.0000	0.0000	0.0000	0.0140	0.0548

Fuente: Elaboración propia

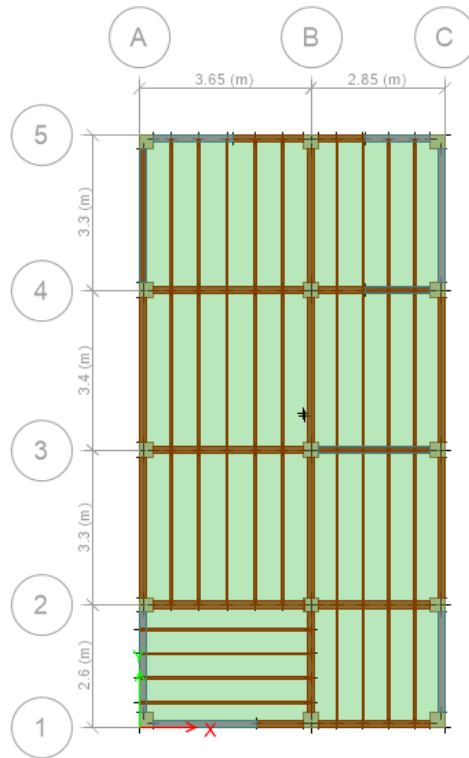


Figura N° 6: Vista en planta del sistema poste-viga

Fuente: Elaboración propia

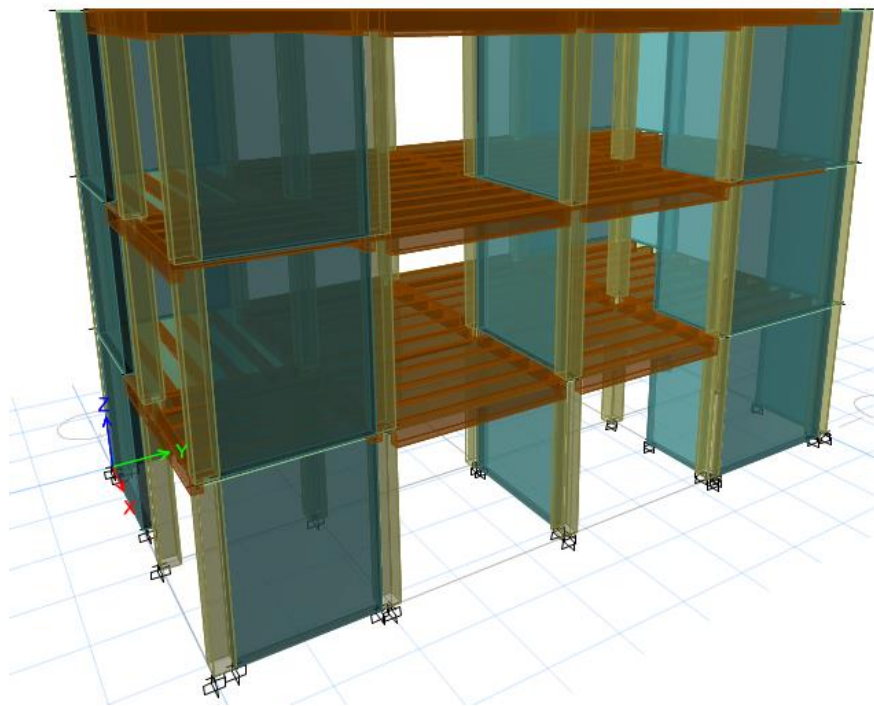


Figura N° 7: Modelo 3D del sistema poste-viga

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 3: Modos de vibración – Sistema estructural de Entramados

Nivel	Caso	Modos	Periodo "T" (Seg)	Masa Participativa					
				Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz
1	Modal	1	0.073	0.7723	0.0009	0.0000	0.0006	0.4113	0.0233
	Modal	2	0.036	0.0271	0.1921	0.0000	0.0868	0.0045	0.6449
	Modal	3	0.033	0.0024	0.6607	0.0000	0.2584	0.0005	0.2067
	Modal	4	0.021	0.1671	0.0004	0.0000	0.0000	0.4957	0.0079
2	Modal	5	0.012	0.0064	0.0059	0.0000	0.0134	0.0328	0.0914
	Modal	6	0.012	0.0241	0.0007	0.0000	0.0053	0.0536	0.0092
	Modal	7	0.012	0.0005	0.1204	0.0000	0.5877	0.0014	0.0010
	Modal	8	0.008	0.0001	0.0006	0.0000	0.0010	0.0002	0.0138
3	Modal	9	0.008	0.0000	0.0146	0.0000	0.0350	0.0000	0.0017
	Modal	10	0.006	0.0000	0.0005	0.0000	0.0013	0.0000	0.0000
	Modal	11	0.006	0.0000	0.0015	0.0000	0.0056	0.0000	0.0001
	Modal	12	0.006	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Fuente: Elaboración propia

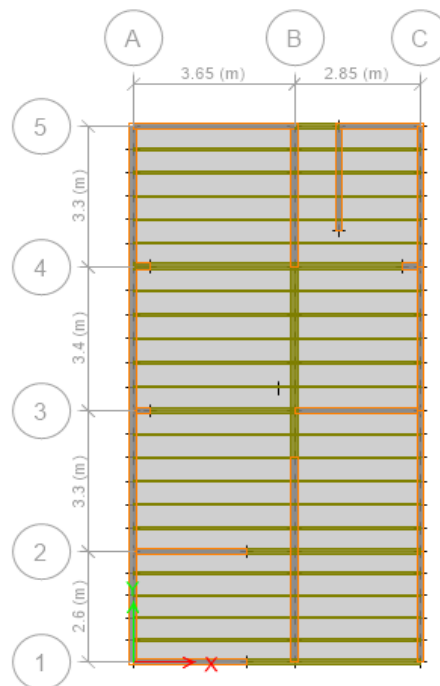


Figura N° 8: Vista en planta del sistema de entramados

Fuente: Elaboración propia

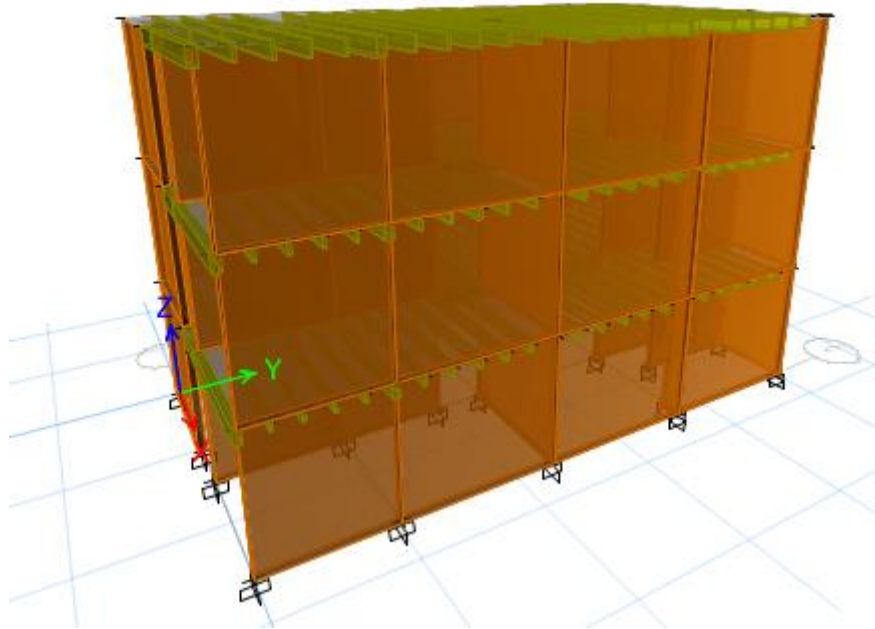


Figura N° 9: Modelo 3D del sistema de entramados

Fuente: Elaboración propia

Los periodos fundamentales son aquellos que presentan mayor porcentaje de masa participativa en cada dirección de la estructura. En la Tabla N°04 se muestra un resumen de los periodos fundamentales recomendados por el artículo 29.1 de la Norma E-030.

Tabla N° 4: Modos fundamentales de vibración

Sistema Estructural Poste-Viga		Sistema Estructural de Entramados	
Dirección X-X		Dirección X-X	
Masa participativa	0.701	Masa participativa	0.772
Modo predominante	1	Modo predominante	1
Tx	0.251 Seg	Tx	0.073 seg
Dirección Y-Y		Dirección Y-Y	
Masa participativa	0.637	Masa participativa	0.661
Modo predominante	3	Modo predominante	3
Ty	0.186 seg	Ty	0.033 Seg

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se puede apreciar que los periodos son coherentes con el modelado ya que se observa mayor presencia de rigidez en el eje Y-Y debido a la presencia de muros y mayor cantidad de columnas en ese sentido.

b.) Análisis Estático

Según el Artículo 17 la Norma E.030, el Análisis Estático es un método que representa las fuerzas sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales actuando en cada nivel de la edificación.

Peso del edificio

Como antes se mencionó, el edificio pertenece a la categoría C, para la cual la Norma E.030 indica tomar el 25% de la carga viva, además de las cargas permanentes.

El cálculo del peso de la estructura se realizó mediante el software Etabs 2019.

SISTEMA ESTRUCTURAL DE ENTRAMADOS

Fuerzas laterales obtenidas del análisis

Tabla N° 5: Fuerzas laterales: Dirección X-X

Piso	Pi (Tn)	hi (m)	(hi) ^k	Pi*(hi) ^k	α _i	V (Tn)	Fi (Tn)
Piso 3	23.721	8.40	8.4	199.254	0.463	21.628	10.011
Piso 2	23.721	5.60	5.6	132.836	0.309	21.628	6.674
Piso 1	35.139	2.80	2.8	98.388	0.229	21.628	4.943
Σ	82.580	.....	.....	430.478	1.000	....	21.628

Fuente: Elaboración propia

Ok!!

Ok!!

Tabla N° 6: Fuerzas laterales: Dirección Y-Y

Piso	Pi (Tn)	hi (m)	(hi) ^k	Pi*(hi) ^k	α _i	V (Tn)	Fi (Tn)
Piso 3	23.721	8.40	8.4	199.254	0.463	21.628	10.011
Piso 2	23.721	5.60	5.6	132.836	0.309	21.628	6.674
Piso 1	35.139	2.80	2.8	98.388	0.229	21.628	4.943
Σ	82.580	.....	.....	430.478	1.000	....	21.628

Fuente: Elaboración propia

Ok!!

Ok!!

Fuerza cortante en la base

$$V_B = \frac{ZUCS}{R} \times P$$

Donde el valor mínimo para C/R debe ser:

$$C/R \geq 0.11$$

$$C/R = 0.5291$$

Verificación: **Cumple..!!**

Peso de la edificación (P) = 82.58 Tn

Cortante en la Base (V) = 21.628 Tn

SISTEMA ESTRUCTURAL POSTE VIGA

Fuerzas laterales obtenidas del análisis

Tabla N° 7: Fuerzas laterales: Dirección X-X

Piso	Pi (Tn)	hi (m)	(hi) ^k	Pi*(hi) ^k	α _i	V (Tn)	Fi (Tn)
Piso 3	19.308	8.40	8.4	162.185	0.409	19.5650	8.044
Piso 2	27.859	5.60	5.6	156.013	0.394	19.5650	7.737
Piso 1	227.859	2.80	2.8	78.006	0.197	19.5650	3.869
Σ	75.027	.....	.....	396.204	1.000	.....	19.650

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 8: Fuerzas laterales: Dirección Y-Y

Piso	Pi (Tn)	hi (m)	(hi) ^k	Pi*(hi) ^k	α _i	V (Tn)	Fi (Tn)
Piso 3	19.308	8.40	8.4	162.185	0.409	19.5650	8.044
Piso 2	27.859	5.60	5.6	156.013	0.394	19.5650	7.737
Piso 1	227.859	2.80	2.8	78.006	0.197	19.5650	3.869
Σ	75.027	.....	.....	396.204	1.000	.....	19.650

Fuente: Elaboración propia

Fuerza cortante en la base

$$V_B = \frac{ZUCS}{R} \times P$$

Donde el valor mínimo para C/R debe ser:

$$C/R \geq 0.11$$

$$C/R = 0.5291$$

Verificación: **Cumple..!!**

$$\text{Peso de la edificación (P)} = 75.027\text{Tn}$$

$$\text{Cortante en la Base (V)} = 19.65 \text{ Tn}$$

c.) Análisis Dinámico

El análisis dinámico es un procedimiento más completo para analizar sísmicamente una estructura. La Norma E.030 en su inciso 14.1, indica que cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados del análisis dinámico.

Al modelo ya definido en el análisis modal se le asigna un caso de carga en cada dirección, definido por el espectro de diseño que estipula la Norma E.030. Además, al definir dichos casos de cargas, se asigna una excentricidad accidental debido a la incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel. La Norma E.030, en su inciso 18.2.e, indica un valor del 5% de la dimensión en la dirección perpendicular al análisis.

Aceleración espectral

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo- aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot g$$

Para el análisis en la dirección vertical podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales, excepto para la zona de periodos muy cortos $T < 0,2.T_p$, $C = 1 + 7,5. \left(\frac{T}{T_p}\right)$.

De modo que para el modelo analizado se utilizó los siguientes espectros:

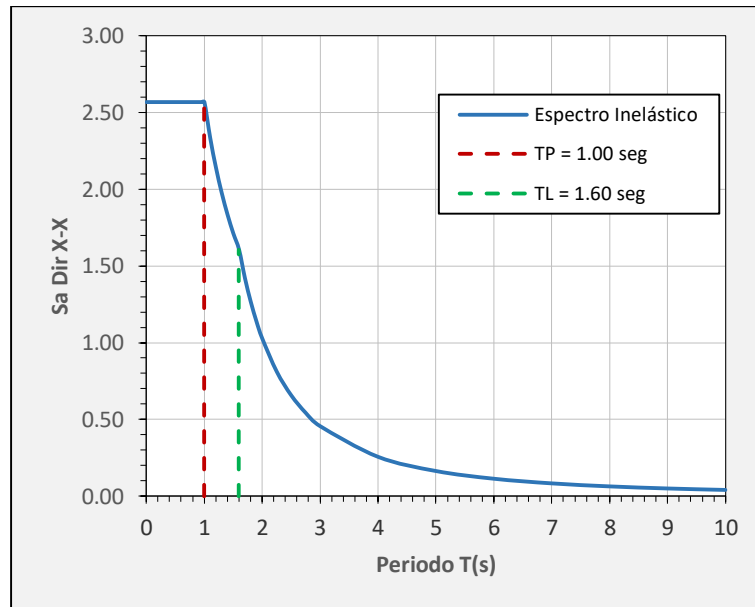


Figura N° 10: Espectro inelástico de pseudo - aceleraciones X-X

Fuente: Elaboración propia

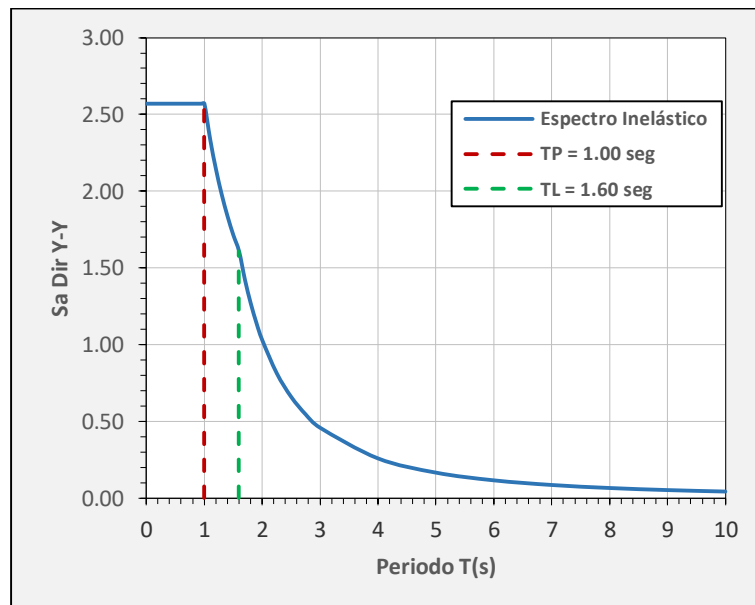


Figura N° 11: Espectro inelástico de pseudo - aceleraciones Y-Y

Fuente: Elaboración propia

SISTEMA ESTRUCTURAL POSTE-VIGA

Fuerza cortante mínima en la base

Tabla N° 9: Fuerzas de entrepiso

N° de PISO	Dirección X-X			Dirección Y-Y		
	Vx (Tn)	Vy (Tn)	Tx (Tn-m)	Vx (Tn)	Vy(Tn)	Ty (Tn-m)
3	7.3306	2.2909	61.6987	2.2747	7.3944	41.3715
2	12.3522	3.8931	104.8682	3.8365	12.5414	70.2778
1	14.5985	4.6063	123.6718	4.5289	14.8562	83.193

Fuente: Elaboración propia

Cortante basal dinámica

$$V_x = 14.5985 \text{ Tn}$$

$$V_y = 14.8562 \text{ Tn}$$

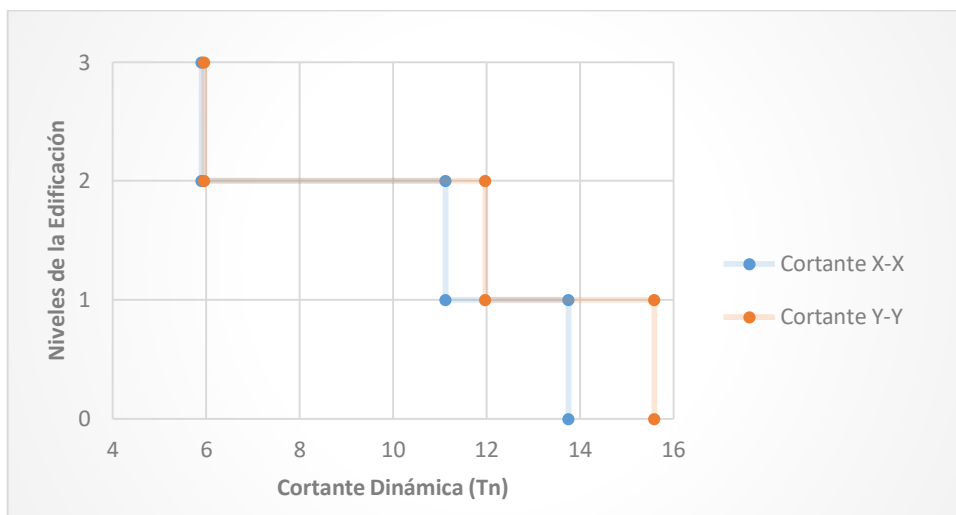


Figura N° 12: Cortante Basal Dinámico "V"

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 10: Verificación del Artículo 29.4

Dirección de Análisis	VE (tn)	VD (tn)	Tipo de Estructura	Cortante Est. Mínima	Verificación	Factor de Escala
Dirección X-X	16.650	14.599	Irregular	0.825	No Cumple	1.21
Dirección Y-Y	19.650	14.856	Irregular	0.840	No Cumple	1.19

Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos de las cortantes en la base tanto para sismo estático y dinámico y en concordancia con el artículo 29.4 de la Norma E-030, la cual menciona que para estructuras irregulares la cortante mínima en la base del sismo dinámico debe ser por lo menos el 90% del sismo estático, es por ello que se escalará el sismo dinámico para cumplir con ese requisito.

Control de desplazamientos laterales

Tabla N° 11: Desplazamiento por niveles y en el centro de masa

Desplazamiento por niveles y en el centro de masa						
N° de PISO	Dirección X-X			Dirección Y-Y		
	$\Delta_{\text{máx}}$	Δ_{prom}	Δ_{CM}	$\Delta_{\text{máx}}$	Δ_{prom}	Δ_{CM}
3	0.007062	0.006154	0.005664	0.00342	0.003289	0.003145
2	0.003793	0.00331	0.003042	0.001857	0.001787	0.001712
1	0.001128	0.000991	0.000909	0.000569	0.000548	0.000526

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 12: Análisis en Dirección X-X

Análisis en Dirección X-X					
N° de PISO	Norma E-030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	Δ_{absoluto}	Δ_{relativo}			
3	0.0071	0.0033	2.80	0.0047	Si Cumple..!!
2	0.0038	0.0027	2.80	0.0038	Si Cumple..!!
1	0.0011	0.0011	2.80	0.0016	Si Cumple..!!

Fuente: Elaboración propia

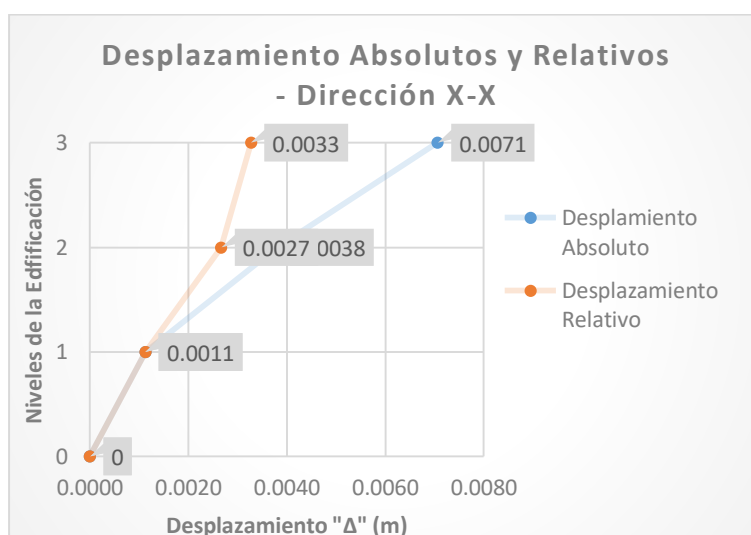


Figura N° 13: Desplazamiento Absolutos y Relativos - Dirección X-X

Fuente: Elaboración propia

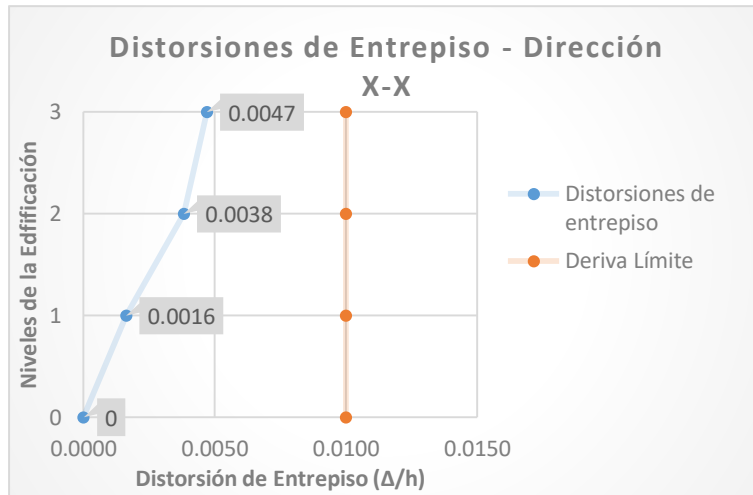


Figura N° 14: Distorsiones de Entrepiso - Dirección X-X

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 13: Análisis en Dirección Y-Y

Análisis en Dirección Y-Y					
N° de PISO	Norma E-030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	Δabsoluto	ΔRelativo			
3	0.0034	0.0016	2.80	0.0022	Si Cumple..!!
2	0.0019	0.0013	2.80	0.0018	Si Cumple..!!
1	0.0006	0.0006	2.80	0.0008	Si Cumple..!!

Fuente: Elaboración propia

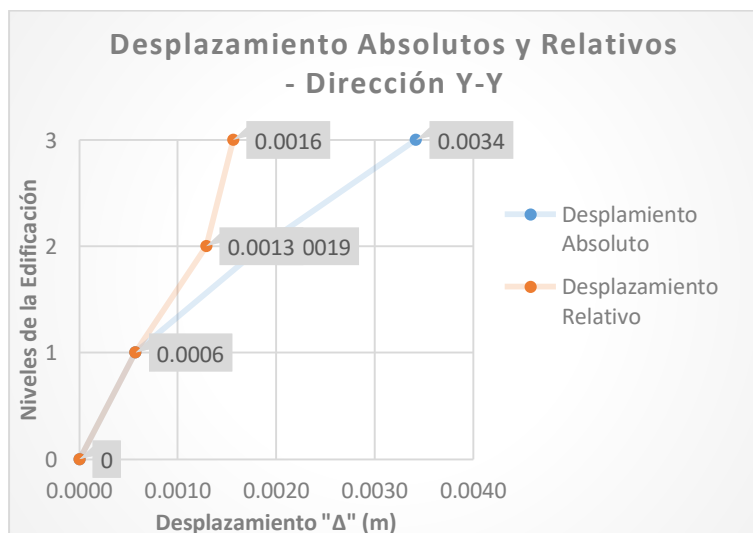


Figura N° 15: Desplazamiento Absolutos y Relativos - Dirección Y-Y

Fuente: Elaboración propia

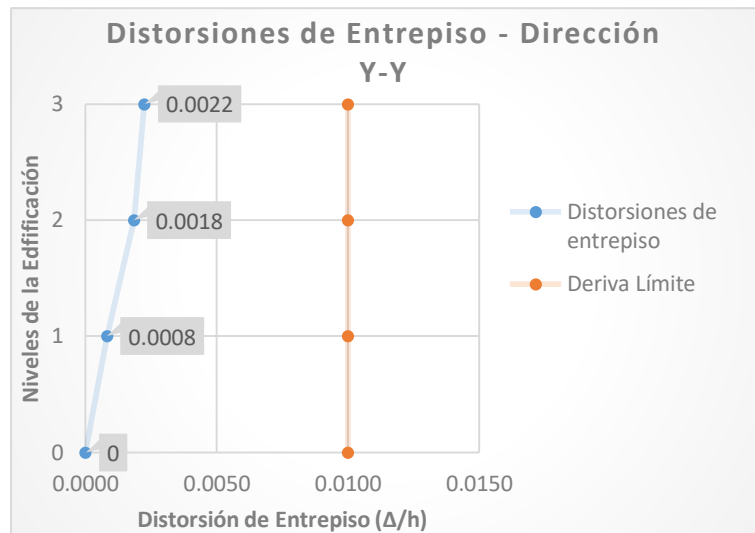


Figura N° 16: Distorsiones de Entrepiso - Dirección Y-Y

Fuente: Elaboración propia

SISTEMA ESTRUCTURAL DE ENTRAMADOS

Fuerza cortante mínima en la base

Tabla N° 14: Fuerzas de entrepiso

N° de PISO	Dirección X-X			Dirección Y-Y		
	Vx (Tn)	Vy (Tn)	Tx (Tn-m)	Vx (Tn)	Vy(Tn)	Tx (Tn-m)
3	8.88	3.08	62.54	0.63	8.73	53.75
2	16.39	6.02	117.16	1.23	16.06	99.84
1	19.97	7.51	143.71	1.49	19.53	121.98

Fuente: Elaboración propia

Cortante basal dinámica

$$V_x = 19.978 \text{ Tn}$$

$$V_y = 19.530 \text{ Tn}$$

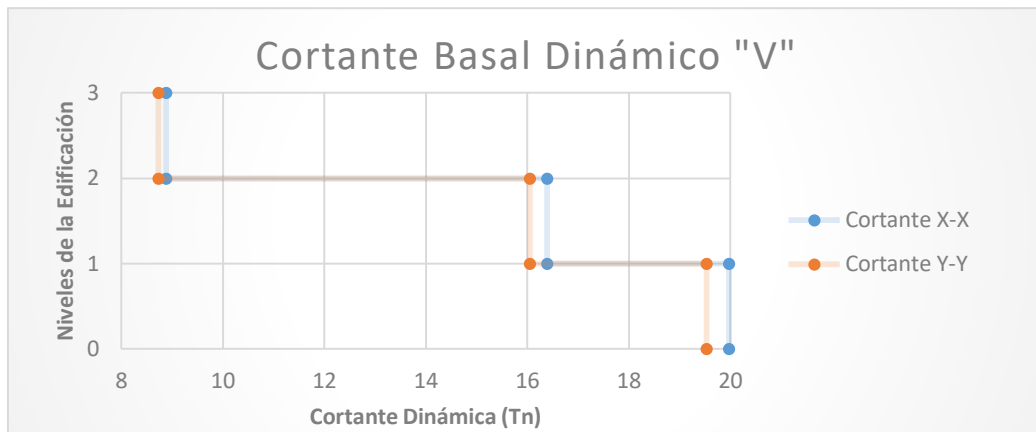


Figura N° 17: Cortante Basal Dinámico "V"

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 15: Verificación del Artículo 29.4

Dirección de Análisis	VE (tn)	VD (tn)	Tipo de Estructura	Cortante Est. Mínima	Verificación	Factor de Escala
Dirección X-X	21.628	19.978	Irregular	1.026	Si Cumple	....
Dirección Y-Y	21.628	19.530	Irregular	1.003	Si Cumple	....

Fuente: Elaboración propia

Como se ve, cumple con la condición de fuerza cortante mínima en la base, por lo que para diseñar los elementos estructurales no será necesario amplificar todas las fuerzas y momentos tanto en la dirección X-X e Y-Y.

Control de desplazamientos laterales

Tabla N° 16: Desplazamiento por niveles y en el centro de masa

Desplazamiento por niveles y en el centro de masa						
N° de PISO	Dirección X-X			Dirección Y-Y		
	$\Delta_{\text{máx}}$	Δ_{prom}	Δ_{CM}	$\Delta_{\text{máx}}$	Δ_{prom}	Δ_{CM}
3	0.000613	0.0005	0.000478	0.000599	0.000486	4.80E-05
2	0.00039	0.000321	0.000303	0.00038	0.00031	3.10E-05
1	0.000153	0.000128	0.000119	0.000148	0.000123	1.30E-05

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 17: Análisis en Dirección X-X

Análisis en Dirección X-X					
N° de PISO	Norma E-030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	Δ absoluto	Δ Relativo			
3	0.0006	0.0002	2.80	0.0003	Si Cumple..!!
2	0.0004	0.0002	2.80	0.0003	Si Cumple..!!
1	0.0002	0.0002	2.80	0.0002	Si Cumple..!!

Fuente: Elaboración propia

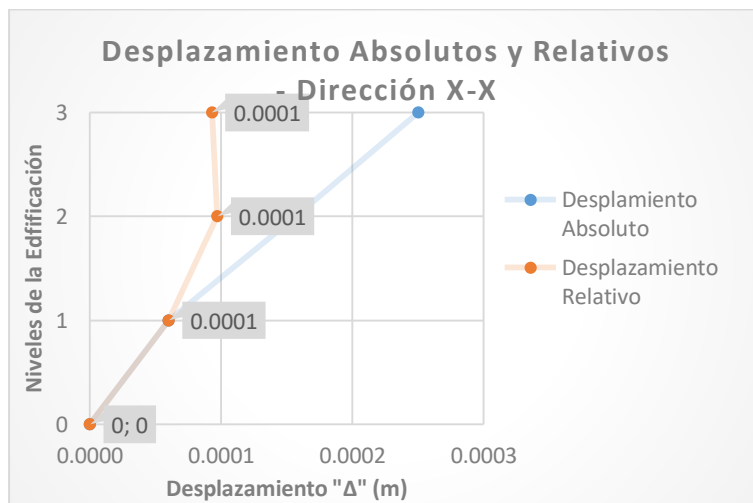


Figura N° 18: Desplazamiento Absolutos y Relativos - Dirección X-X

Fuente: Elaboración propia

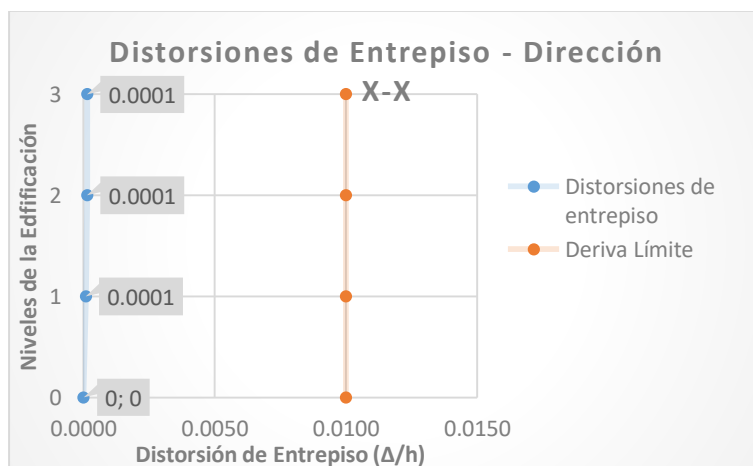


Figura N° 19: Distorsiones de Entrepiso - Dirección X-X

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 18: Análisis en Dirección Y-Y

Análisis en Dirección Y-Y					
N° de PISO	Norma E-030 Artículo 31		Altura "h" (m)	Distorsión de Entrepiso	Verificación de Deriva
	Δ absoluto	Δ Relativo			
3	0.0006	0.0002	2.80	0.0003	Si Cumple..!!
2	0.0004	0.0002	2.80	0.0003	Si Cumple..!!
1	0.0001	0.0001	2.80	0.0002	Si Cumple..!!

Fuente: Elaboración propia

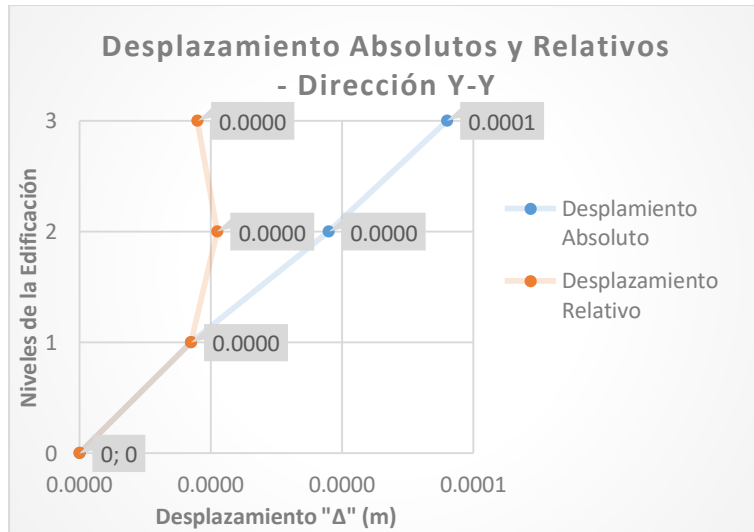


Figura N° 20: Desplazamiento Absolutos y Relativos - Dirección Y-Y

Fuente: Elaboración propia

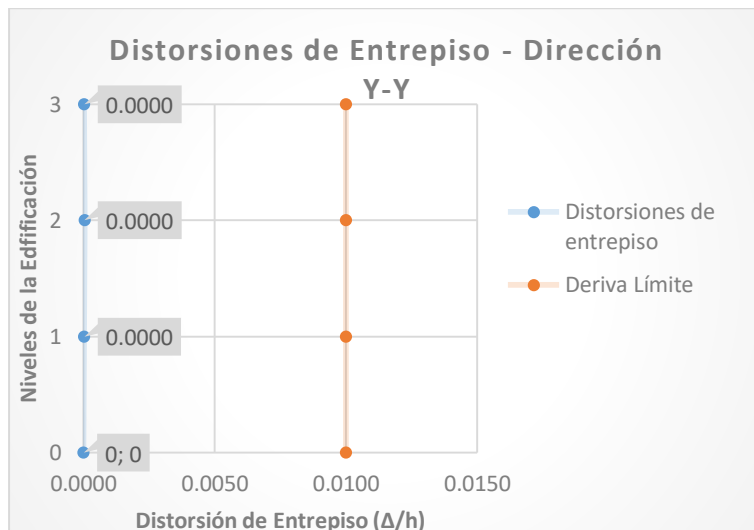


Figura N° 21: Distorsiones de Entrepiso - Dirección Y-Y

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

Romero (2016). En su tesis titulada “Diseño de una vivienda de madera de dos niveles con el sistema de poste y viga”. **concluye** que es factible construir una estructura netamente en madera que resista a solicitaciones cíclicas y de viento, sin la necesidad de muros de corte y que los desplazamientos por sismo de una estructura de madera estén dentro del parámetros requeridos.

A comparación el presente proyecto de tesis realizó un análisis lineal estático y dinámico para el sistema poste-viga y para el sistema de entramados en una edificación de 3 niveles situada en la zona sísmica 01, en el cual los resultados obtenidos para ambos sistemas muestran valores de distorsiones de entrepiso que están dentro de los parámetros requeridos por la Norma E-030.

Rumaja, (2016), en su tesis “*El comportamiento estructural de un sistema sismo resistente a base de paneles de ferrocemento y madera reforzada con acero para viviendas de dos niveles, en la ciudad del cusco, periodo 2016*”. **concluye** que el sistema estructural propuesto satisface las exigencias de diseño estructural, obteniendo valores de distorsiones máximas que se muestran en la Tabla N°19, en el que menciona que los valores obtenidos son todos menores a 1.00% que es el límite que establece la norma para las distorsiones de entrepiso.

Tabla N° 19: Distorsiones Máximas

N° de Piso	X-X	Y-Y
2	0.064%	0.064%
1	0.15%	0.107%

Fuente: Rumaja (2016)

En concordancia con los resultados obtenidos por Rumaja, la presente tesis determinó que los sistemas evaluados satisfacen lo requerimientos establecidos con valores de distorsiones máximas como se muestra en la Tabla N°21, los cuales son menores a la deriva límite establecida por la norma.

Tabla N° 20: Distorsiones Máximas de los sistemas evaluados

N° de PISO	Sistema Poste - Viga		Sistema de Entramados	
	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
3	0.0042	0.0004	0.0003	0.0003
2	0.0059	0.0007	0.0003	0.0003
1	0.0050	0.0010	0.0002	0.0002

Fuente: Elaboración Propia

Alvarado, (2019), en su tesis *“Madera sustentable como material de construcción de edificaciones contra el cambio climático”*, de la Universidad técnica Federico Santa María- Valparaíso-Chile. En la cual **concluye** que la madera como material de construcción es el mejor material sustentable y que mediante el uso de esta estaremos aportando con nuestro gramo de arena en cuanto a impacto ambiental.

Como lo menciona Alvarado la madera en los últimos años ha tomado mayor interés en el ámbito de la construcción ya que este es un material respetuoso con el medio ambiente debido al bajo consumo que exige su transformación como material de construcción tanto en su elaboración como en su construcción.

VI. CONCLUSIONES

Objetivo General: Se concluye, que los dos sistemas evaluados presentan resultados que cumplen las exigencias de la Norma E-030, cabe recalcar que es de suma importancia la configuración estructural que evitó problemas de irregularidades, en el sistema estructural empleado se optó colocar muros de corte para rigidizar los desplazamientos laterales en ambas direcciones, Los programas computacionales hoy en día sirven y son de gran ayuda para el que desee efectuar un análisis sísmico de toda la estructura, pero siempre respetando la norma E030 y teniendo criterio a la hora de evaluar la estructura.

Objetivo específico 01: Se concluye del análisis lineal realizado al sistema estructural poste-viga, en un principio se hizo el análisis con un sistema netamente de postes y vigas, pero hubo irregularidades por ende se cambió y se colocó muros de corte con la finalidad para cumplir con los requerimientos de la norma E030 y la edificación pueda ser diseñada ya que un factor importante fue el análisis en ambas direcciones tanto en "X" y "Y" que tuvo resultados óptimos, ya que las derivas cumplen con lo permitido de 1%.

Del mismo modo el sistema de entramados presenta un buen comportamiento sísmico, esto se debe al bajo peso que posee el sistema, este sistema se modeló con con pie derechos de 2x4pulg los cuales tienen tableros OSB de 20mm en ambas caras, estos muros rigidizan en ambos sentidos la estructura teniendo resultados óptimos.

Objetivo específico 02: Se concluye, el análisis de los elementos estructurales se obtuvo resultados positivos, cumpliendo todo lo indicado bajo las normas técnicas peruanas, en el diseño muros de corte se colocaron en puntos específicos, absorbiendo la cortante contrarrestando los esfuerzos y concentrándose en la rigidez lateral logrando un diseño eficiente respetando la arquitectura. El resuenen de distorsiones se presentan en la Tabla N°21.

Objetivo específico 03: Se concluye, que, para el análisis realizado al sistema de entramados, este presento distorsiones de entrepiso menores al

sistema poste-viga, esto se debe a que este está conformado por muros los cuales aportan mayor rigidez a la estructura.

Finalmente se concluye que los dos sistemas estructurales analizados cumplen con los requerimientos establecidos en la Norma E-030.

VII. RECOMENDACIONES

Para el análisis y diseño estructural en edificaciones, es recomendable el uso del programa ETABS. En la cual el modelado se define de forma lógica, práctico, sencillo y deberá seguirse de forma ordenada y secuencial para la obtención de resultados requeridos. También se recomienda el uso del manual de diseño de maderas para el grupo andino y el uso de la norma técnica E-010, E-020, E-030 vigentes.

Verificar los desplazamientos máximos de derivas que “se generan en el análisis y diseño de la estructura mediante los métodos de análisis estático y dinámico” en cumplimiento con la norma E.030 del RNE, y ver si este cumple con los límites permisibles dados por la misma.

Finalmente se recomienda el uso de este material ya que este es un material amigable con el medio ambiente debido al bajo consumo que exige su transformación como material de construcción tanto en su elaboración como en su construcción.

REFERENCIAS

ALVARADO, F. 2019. *Madera sustentable como material de construcción de edificaciones contra el cambio climático.* Universidad Técnica Federico Santa María. Valparaiso, Chile : s.n., 2019.

Analysis, AutoFEM. 2021. AutoFEM Analysis. *AutoFEM Analysis.* [En línea] AutoFEM Analysis, 2021. [Citado el: 05 de Mayo de 2021.] https://autofem.com/help/es/static_analysis.html.

PACHECO, M y GOMES, L. 2017. *Determinación de la viabilidad técnica del sistema constructivo de casas de interés social en madera para la implementación en el área urbana del municipio de Chia-Colombia.* Universidad Católica de Colombia. Bogota, Colombia : s.n., 2017.

BARNETT, Jhon y GERONIMIDIS , George. 2013. *Wood quality and its biological basis.* Beltsville, Maryland y Washington, D. C. : Blackwell, 2013. ISBN: 1841273198.

C. ALIH, Sophia y VAFAEI, Mohammadreza. 2019. *Performance of reinforced concrete buildings and wooden structures during the 2015 Mw 6.0 Sabah earthquake in Malaysia.* Universidad Tecnológica de Malaysia. Malasia : s.n., 2019.

CARR, Anthol J. 2007. *Dynamic analysis of structures. Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering.* Hristchurch, Nueva Zelanda : University of Canterbury, 2007. pág. 133.

CARRASCO, Sergio. 2006. *Metodología de la investigación científica.* Lima, Perú : San Marcos E.I.R.L., 2006. pág. 226. 9972-34-242-5.

—. **2006.** *Metodología de la investigación científica.* Lima, Perú : Marcos E.I.R.L., 2006. pág. 313. 9972-34-242-5.

CHERNYKH, Aleksandr, KOROLKO, Dmitry y NIZHEGORODTSEV, Denis. 2020. *Estimating the residual operating life of wooden structures in high humidity*

conditions. State University of Architecture and Civil Engineering. San Petersburgo, Rusia : s.n., 2020.

Coalition Sustainable Tropical Timber, Council Forest Stewardship. 2018. *La madera, otra forma de construir*. Madrid-España : s.n., 2018. pág. 96.

Construction, The Journal of light. 2020. The Journal of light construction. *The Journal of light construction*. [En línea] 31 de Octubre de 2020. [Citado el: 22 de Junio de 2021.] https://www.jlconline.com/how-to/the-strength-of-wood_o.

CORDOVA, Virginia y MAICO, Diógenes. 2019. *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera roble corriente para su uso estructural según la normativa E-010 en Chanchamayo, 2019*. Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú : s.n., 2019.

Departamento of Civil, Construction, and Environmental Engineering. 2020. Nc STATE UNIVERSITY. *Nc STATE UNIVERSITY*. [En línea] Nc STATE UNIVERSITY, 2020. [Citado el: 22 de Noviembre de 2020.] <https://www.ccee.ncsu.edu/research/structural-engineering-mechanics/structural-behavior-and-design/>.

DIETSCH, P. y FRANKE, S.,FRANKE, B. et al. 2015. *Methods for Determining the moisture content of wood and its applicability in monitoring concepts*. J Civil Struct Health Monit 5. München, Alemania : Technische Universität München, 2015.

European Forest Institute. 2017. *How can wood construction reduce environmental degradation?* 2017. pág. 3. ISBN: 978-952-5980-34-9.

FERNANDEZ, Mario. 2015. *La madera contralaminada como alternativa en sistemas de baja energía estructural*. Universidad Politécnica de Valencia . Valencia, España : s.n., 2015.

FIDIA, G. 2012. *El proyecto de investigación*. Sexta. Caracas, Venezuela : Episteme, 2012. pág. 81. 980-07-8529-9.

FPINNOVATIONS;. 2015. *Wood as a restorative material in healthcare environments*. Canadá : FPINNOVATIONS, 2015. pág. 21.

GARCIA, Ignacio. 2006. *Las estructuras de entramado: Composición y orígenes.* s.l. : Recopar, 2006.

GONZÁLES, María. 2019. *Edificación Modular de Mediana Altura en Madera a partir del Caso de la Casa A-frame en la Alta Montaña.* Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile : s.n., 2019.

GREEN, David W, WINANDY, Jerrold E y KRETSCHMANN, Davis E. 1999. *Wood Handbook, Wood as an Engineering Material.* Madison, EE.UU : Forest Products Laboratory, 1999.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. 2010. *Metodología de la investigación.* 5ta. Mexico D.F, Mexico : s.n., 2010. ISBN: 978-607-15-0291-9.

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. 2010. *Metodología de la investigación.* 5ta. Mexico : s.n., 2010. pág. 92.

INEI. 2009. *Mapa de déficit habitacional a nivel distrital.* Lima -Perú : s.n., 2009. pág. 26.

Instituto de la construcción y gerencia. 2006. *Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma técnica de edificación E-010 "madera".* Perú : s.n., 2006.

Junta del acuerdo de cartagena. 1998. *Manual de diseño para maderas del grupo andino.* Lima, Perú : s.n., 1998. pág. 272.

Kothari, C. R. 2004. *Research Methodology: Methods and Techniques.* Second edition. India : New Age International, 2004. 978-81-224-2488-1.

MANETTI, Javiera. 2020. *Evaluación del desempeño sísmico de estructuras de madera frente a replicas.* Universidad de Concepción. Concepción, Chile : s.n., 2020.

--2020. *Evaluación de desempeño sísmico de estructuras de madera frente a replicas.* Universidad de Concepción. Concepción, Chile : s.n., 2020. pág. 7.

Mitterpach, Jozef, Igaz, Rastislav y Štefko, Jozef. 2019. *Environmental evaluation of alternative woodbased external wall assembly.* Masarayka, Slovakia : Technical University in Zvolen, 2019. pág. 133.

Morales Pereira, Marcos Cesar. 2019. *Painel estrutural de madeira maciça tipo DCLT: Estudo experimental, analítico e numérico de dois painéis de lamelas cruzadas com ligações cavilhadas.* Universidad de Sao Paulo. Sao Paulo, Brasil : s.n., 2019.

PEDHAZUR, E.J. y L.P, SCHMELKIN. 1991. *Measurement, design, and analysis. An integrated approach.* Nueva Jersey : Lawrence Erlbaum Associates., 1991. pág. 277.

ROMERO, Cristian. 2016. *Diseño de una vivienda de madera de dos niveles con el sistema poste viga.* Pontificia universidad catolica del Perú. Lima, Perú : s.n., 2016.

RUMAJA, Mario. 2016. *El comportamiento estructural de un sistema sismo resistente a base de paneles de ferrocemento y madera reforzada con acero para viviendas de dos niveles, en la ciudad del cusco, periodo 2016.* Cusco, Perú : Universidad Nacional de San Antonio de Abad del Cusco, 2016.

SALAZAR, Victor. 2014. *Vivienda con estructura de madera en la ciudad de Guayaquil.* Samborondon : s.n., 2014.

SÁNCHEZ, Hugo, REYES, Carlos y MEJÍA, Katia. 2018. *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística.* Lima, Perú : Universidad Ricardo Palma, 2018. pág. 93. 978-612-47351-4-1.

SEAOC. 1995. *Performance based seismic engineering of buildings.* s.l. : Vision 2000 Committee, 1995.

TANNET, Thomas, y otros. 2018. *Seismic design of cross-laminated timber buildings.* Arizona - EEUU : Wood and Fiber Science, 2018.

VALDERRAMA, Santiago. 2002. *Pasos para elaborar proyectos de investigación.* Lima, Perú : Editorial San Marcos E.I.R.L., 2002. 978-612-302-878-7.

Wood Products. 2020. Wood products. *Wood products.* [En línea] 2020. [Citado el: 08 de Noviembre de 2020.] <https://www.woodproducts.fi/es/content/sistemas-estructurales-mas->

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Título: "Desempeño sísmico del sistema estructural poste-viga versus entramados en una edificación de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021."

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p>Problema General: ¿Cómo será el desempeño sísmico de un sistema estructural poste-viga versus el sistema de entramados en una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021?</p>	<p>Objetivo general: Comparar el desempeño sísmico de un sistema estructural poste-viga versus el sistema de entramados en una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021</p>	<p>Hipótesis general: El sistema estructural poste-viga tiene un mejor desempeño sísmico que el sistema de entramados en una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021.</p>	<p>Variable Independiente (X):</p>	<p>Análisis lineal</p>	<p>Cargas de gravedad</p> <p>Cargas sísmicas</p>	<p>- Etabs v19</p> <p>- Norma técnica E-030--E-020---E-050</p> <p>- Ensayo SPT</p>
<p>Problemas Específicos: ¿Cómo será el análisis lineal del sistema estructural poste-viga de una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021?</p>	<p>Objetivos Específicos: Realizar el análisis lineal del sistema estructural poste-viga de una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021</p>	<p>Hipótesis específicas: Se obtuvo un análisis lineal adecuado para el sistema estructural poste-viga de una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021</p>			<p>Desempeño sísmico</p>	<p>Respuesta sísmica</p>	- Derivas de entrepiso - Irregularidades - Cortante basal - Centro de masa y centro rigidez - Modo de vibración de la estructura - Periodo de vibración de la estructura	- Etabs v19 - Norma técnica E-030--E-020---E-050 - Ensayo SPT
<p>¿Cómo será el análisis lineal del sistema estructural de entramados en una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021?</p>	<p>Realizar el análisis lineal del sistema estructural de entramados en una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021</p>	<p>Se obtuvo un análisis lineal adecuado para el sistema estructural de entramados en una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021</p>	<p>Variable Dependiente (Y1): Sistema estructural poste-viga</p>	<p>Propiedades físicas y mecánicas</p>	<p>- Contenido de humedad</p> <p>- Densidad básica</p> <p>- Resistencia a la flexión</p> <p>- Resistencia al corte</p> <p>- Módulo de corte y elasticidad</p>	<p>- Norma técnica E-010</p> <p>- Manual de diseño para maderas del grupo andino</p>
<p>¿Cuál será el resultado de comparar las respuestas sísmicas del sistema estructural poste-viga versus entramados en una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021?</p>	<p>Comparar las respuestas sísmicas del sistema estructural poste-viga versus entramados en una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021</p>	<p>La respuesta sísmica más adecuada la presenta el sistema estructural poste-viga frente al sistema de entramados en una edificación de madera de 3 niveles, José Leonardo Ortiz - Lambayeque, 2021.</p>		<p>Elementos estructurales</p>	<p>- Uniones estructurales</p> <p>- Columnas y vigas</p> <p>- Viguetas y losas</p>	
			<p>Variable Dependiente (Y2): Sistema estructural de entramados</p>	<p>Propiedades físicas y mecánicas</p>	<p>- Contenido de humedad</p> <p>- Densidad básica</p> <p>- Resistencia a la flexión</p> <p>- Resistencia al corte</p> <p>- Módulo de corte y elasticidad</p>	
				<p>Elementos estructurales</p>	<p>- Uniones estructurales</p> <p>- Soleras horizontales y verticales</p> <p>- Viguetas y losas</p>	

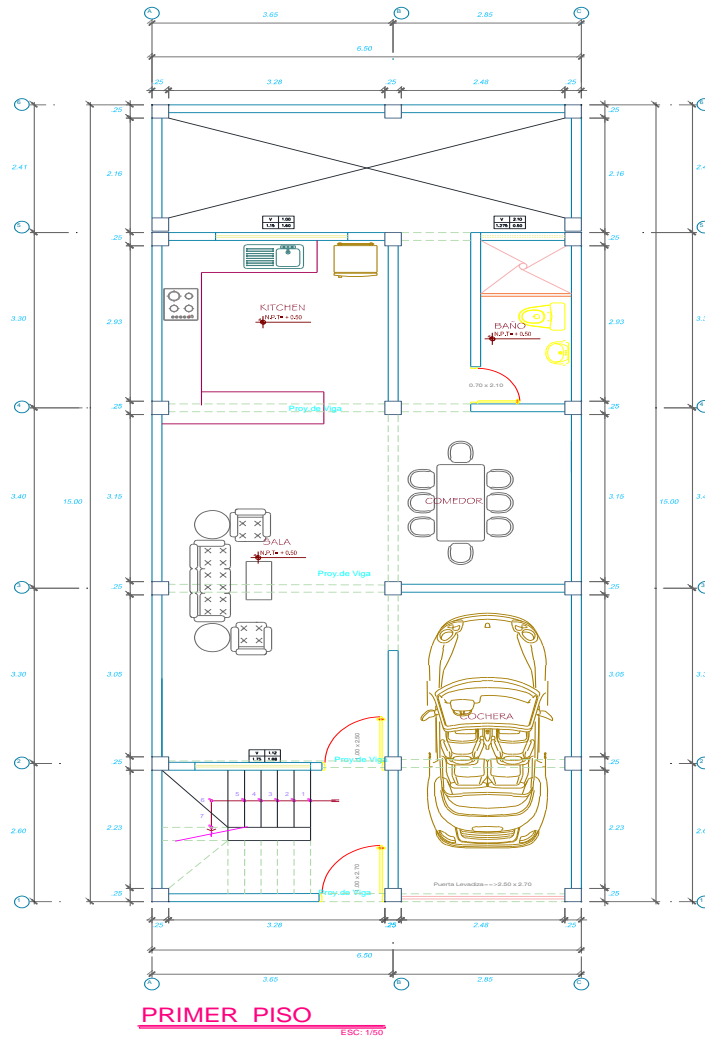
Fuente: Elaboración propia

Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables

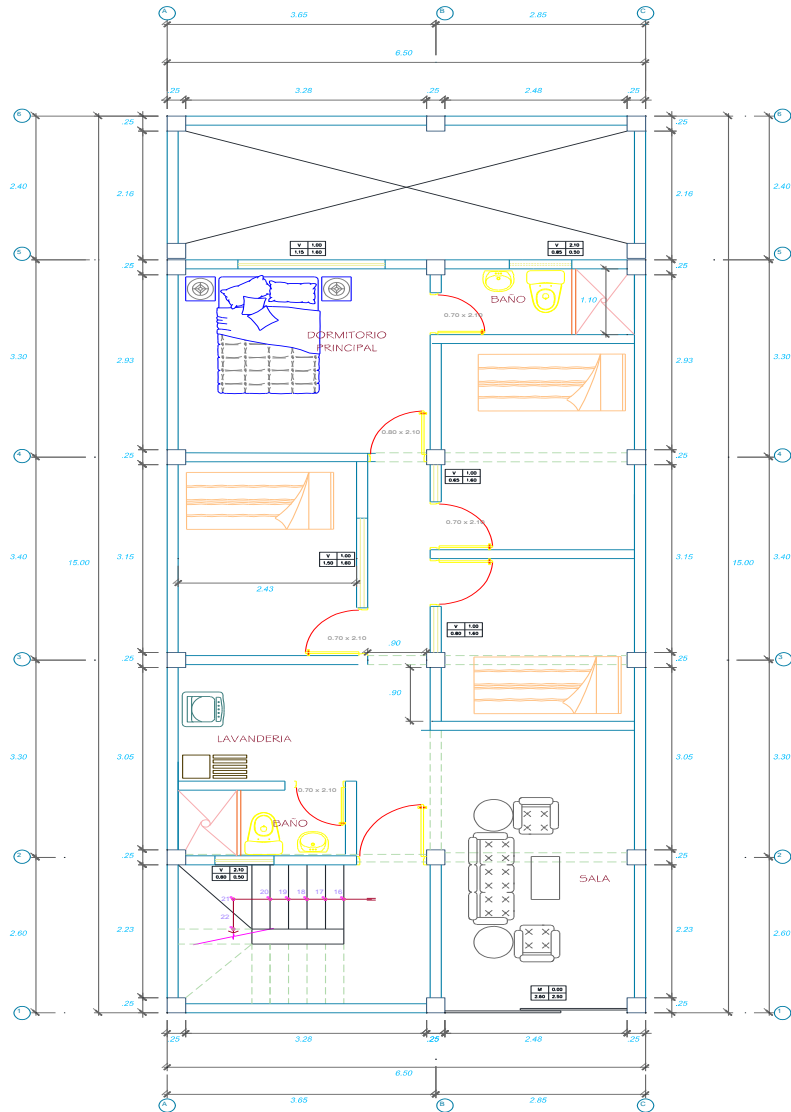
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA
Variable Independiente (X): Desempeño sísmico	(SEAO, 1995). El diseño basado en desempeño sísmico consiste en la selección apropiada de esquemas de evaluación que permitan el dimensionamiento y detallado de los componentes estructurales.	La variable desempeño sísmico será medida en base a sus dimensiones análisis lineal y respuesta sísmica.	Análisis lineal	- Cargas de gravedad - Cargas sísmicas	- Etabs v19 - Norma técnica E-030--E-020---E-050 - Ensayo SPT	Razón
			Respuesta sísmica	- Derivas de entrepiso - Irregularidades - Cortante basal - Centro de masa y centro rigidez - Modo de vibración de la estructura - Periodo de vibración de la estructura	- Etabs v19 - Norma técnica E-030--E-020---E-050 - Ensayo SPT	
Variable Dependiente (Y1): Sistema estructural poste-viga	Wood Products, (2020). Sistema estructural compuesto principalmente por elementos verticales y horizontales. Sistema en el que las cargas del piso y el techo son soportadas por vigas principales simplemente unidas y fijadas con herrajes estructurales y estas vigas transfieren las cargas hacia los elementos verticales.	Las variables dependientes sistemas estructural poste viga y el sistema de entramados se medirán en base a sus	Propiedades físicas y mecánicas	- Contenido de humedad - Densidad básica - Resistencia a la flexión - Resistencia al corte - Módulo de corte y elasticidad	- Norma técnica E-010 - Manual de diseño para maderas del grupo andino	Razón
			Elementos estructurales	- Uniones estructurales - Columnas y vigas - Viguetas y losas	- Norma técnica E-010 - Manual de diseño para maderas del grupo andino	
Variable Dependiente (Y2): Sistema estructural de entramados	(GARCIA, 2006). La estructura de entramado constituye un tipo de estructura mixta resultante de la conjunción de los muros de fábrica y armaduras leñosas de modo que la madera dota de ligereza y resistencia a la estructura permitiendo elevar mayores alturas y salvar mayores luces que con el empleo único de la fábrica en muros y bóvedas.	dimensiones propiedades físicas y mecánicas y sus elementos estructurales	Propiedades físicas y mecánicas	- Contenido de humedad - Densidad básica - Resistencia a la flexión - Resistencia al corte - Módulo de corte y elasticidad	- Norma técnica E-010 - Manual de diseño para maderas del grupo andino	Razón
			Elementos estructurales	- Uniones estructurales - Soleras horizontales y verticales - Viguetas y losas	- Norma técnica E-010 - Manual de diseño para maderas del grupo andino	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 03: Planos arquitectónicos



PROFESIONAL: GUERSON MISAEL WALHOFF TELLO		LAMINA: A-3
CIP: 217054		
PROYECTO: INFORME DE INVESTIGACIÓN		
PROPIETARIO:		
UBICACION: LAMBAYEQUE - CHECLAYO JOSE LEONARDO GÓTEZ		
ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA	PLANO: DISTRIBUCIÓN	FIRMA Y SELLO PROFESIONAL:
REVISADO GRUPO:	DEBIDO: T.T.P	ESCALA: INDICADA
		FECHA: JUNIO 2021



SEGUNDO Y TERCER PISO
 ESC: 1/50

PROFESIONAL : GUERSON MISAEL WALHOFF TELLO		LAMINA :
CIP: 217054		A-3
PROYECTO : INFORME DE INVESTIGACIÓN		
PROPIETARIO :		FIRMA Y SELLO PROFESIONAL :
UBICACION : LAMBAYEQUE - CHICLAYO JOSE LEONARDO CRUZ		
ESPECIALIDAD : ARQUITECTURA	PLANO : DISTRIBUCIÓN	
REVISADO OPCIONA :	DIBUJO : T, T, P	ESCALA : INDICADA
		FECHA : JUNIO 2021

Anexo 04: Ficha técnica de madera



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MADERA HUAYRURO

Especie : *Ormosia coccinea* Jacks
Familia : Fabaceae - Papilionoideae
Nombres comunes : huayruro (Perú), huairuro, palo yug (Bolivia), Tinto, tinctoria (Brasil), chocho (Colombia), peonia (Venezuela)
Nombre comercial internacional : Tinto

Características de la especie:

Color: Las capas externas (albura) de color marrón muy pálido y las capas internas (duramen) de color amarillo rojizo

Brillo: Moderado a brillante

Grano: Entrecruzado

Textura: Gruesa

Veteado: Arcos superpuestos, líneas verticales, satinado en bandas longitudinales anchas

Olor: ausente a ligeramente aromático

Propiedades Físicas:

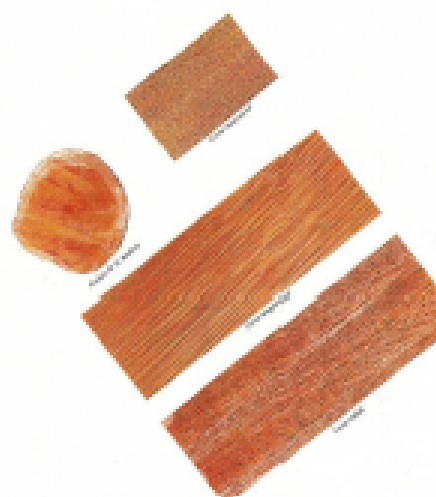
Densidad básica: 0.60 gr/cm³

Contracción volumétrica: 9.30 %

Relación T/R: 2.10

Contracción Tangencial: 6.40 %

Contracción radial: 3.20 %



PROPIEDADES MECANICAS:

Carga de ruptura a la flexión estática 838kg/cm²

MOE en flexión estática 136 Tn/cm²

Carga máxima en compresión 331 kg/cm²

Carga de ruptura al cizallamiento 105kg/cm²

Resistencia en compresión perpendicular 71kg/cm²

Dureza lateral 650kg/cm²

Tenacidad 3,6 kg-m

Parcela Predio Rural Tambo Inga Mz. 1 – Lt. 85 / Teléfonos (511) 548-3086 548-0843 548-0247

Web: www.madexo.pe / Mail: ventas@madexo.pe logistica@madexo.pe

TORNILLO Y CACHIMBO PARA CONSTRUCCION – TRIPLAY PARA ENCOFRADOS

TRIPLAY EN TODAS LAS MEDIDAS – CAOBA Y CEDRO DE EXPORTACION – PARIHUELAS Y PALLETS – DURMIENTES



Anexo 05: Diseño de elementos estructurales (SISTEMA ESTRUCTURAL POSTE Y VIGA)

Diseño de entablados

a.) DIMENSIONES PRELIMINARES

Entablado machi-hembrado (Madera grupo B)

Espesor:	0.75 Pulg	0.019 m
Ancho:	6.00 Pulg	0.15 m
	32.00	
Largo:	Pulg	0.80 m
Longitud entre apoyos "L":		0.60 m

b.) METRADO DE CARGAS

Peso propio:	20.00	kg/m ²
Sobrecarga:	200.00	kg/m ²
Carga muerta (W _m) =	3.00	kg/m
Carga viva (W _v) =	30.00	kg/m
W_t =	33.00	kg/m

c.) EFECTOS MÁXIMOS

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{W_T L^2}{8} = 1.485 \text{ kg-m}$$

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{W_T L}{2} = 9.9 \text{ kg}$$

d.) CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE ESCUADRÍA (kg/cm²)

f _m =	150.00	kg/cm ²
f _v =	12.00	kg/cm ²
E prom =	100000.00	kg/cm ²
E _{min} =	75000	kg/cm ²

e.) VERIFICACIONES DE RESISTENCIA (FLEXIÓN Y CORTE)

Se verifica
que:

$$\sigma_m = \frac{6M_{m\acute{a}x}}{bh^2} < f_m$$

$$\sigma_m = 16.896 < f_m \quad \text{Si Cumple !!}$$

Se verifica
que:

$$\tau_v = \frac{1.5V_{m\acute{a}x}}{bh} < f_v$$

$$t_v = 0.528 < f_v \quad \text{Si Cumple !!}$$

f.) CONTROL DE DEFLEXIONES

Verificamos:
$$\Delta = \frac{5WL^4}{384EI} < \frac{L}{K}$$

Deflexiones totales:
$$\Delta_t = 1.8\Delta_m + \Delta_v \quad (\text{Permanentes} + \text{diferidas})$$

Cargas a considerar:
$$W_{eq} = 1.8W_m + W_v \quad (\text{Cargas totales})$$

Weq = 35.4 kg/m

Inercia Requerida para deflexiones admisibles

Para Cargas totales
$$\frac{5W_{eq}L^4}{384EI_1} < \frac{L}{450}$$

$$I_1 = 4.48 \text{ cm}^4$$

Para Sobrecarga
$$\frac{5W_vL^4}{384EI_2} < \frac{L}{450}$$

$$I_2 = 3.80 \text{ cm}^4$$

$$I_{requerida} = 4.48 \text{ cm}^4$$

$$I_{sección} = 8.24 \text{ cm}^4$$

$$I_{req} < I_{sec} \quad \text{Si Cumple !!}$$

El entablado será machihembrado con madera del grupo B, cada elemento de:

$$\begin{aligned} b &= 15.00 \text{ cm} \\ e &= 1.88 \text{ cm} \\ L &= 80.00 \text{ cm} \end{aligned}$$

Diseño de viguetas

Se muestra el diseño del paño más cargado

DIMENSIONES PRELIMINARES

Base b =	2.00 Pulg	4 cm
Altura h =	10.00 Pulg	24 cm
Longitud L =	3.65 m	
Espaciamiento e =	0.40 m	

METRADO DE CARGAS VERTICALES

Carga Muerta "Wm"

Peso Propio =	9.6 kg/m
Peso Entab. (Peso Entablado x "e") =	12 kg/m
Total :	21.6 kg/m

Carga Viva "Wv"

Sobrecarga (S/C total x "e")=	80 kg/m
Total :	80 kg/m

$$\mathbf{Wt = 101.6 \text{ kg/m}}$$

EFFECTOS MÁXIMOS

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{W_T L^2}{8} = \mathbf{169.20 \text{ kg-m}}$$

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{W_T L}{2} = \mathbf{185.42 \text{ kg}}$$

CONTROL DE DEFLEXIONES

Verificamos:

$$\Delta = \frac{5WL^4}{384EI} < \frac{L}{K}$$

Deflexiones
totales: $\Delta_t = 1.8\Delta_m + \Delta_v$ (Permanentes + diferidas)

Cargas a considerar: $W_{eq} = 1.8W_m + W_v$ (Cargas totales)

$$\mathbf{W_{eq} = 118.88 \text{ kg/m}}$$

Inercia Requerida para deflexiones admisibles

Para Cargas totales $\frac{5W_{eq}L^4}{384EI_1} < \frac{L}{250}$

$$I_1 = 1881.77 \text{ cm}^4$$

$$\text{Para Sobrecarga} \quad \frac{5W_v L^4}{384EI_2} < \frac{L}{350}$$

$$I_2 = 1772.86 \text{ cm}^4$$

$$I_{\text{requerida}} = 1881.77 \text{ cm}^4$$

$$I_{\text{sección}} = 4608.00 \text{ cm}^4$$

MODULO DE SECCIÓN NECESARIO -PARÁMETRO "Z"

Verificamos:

$$Z > \frac{M}{f_m}$$

$$\text{si:} \quad \begin{aligned} M &= 169.20 \text{ kg-m} \\ f_m &= 150.00 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$Z_{\text{req}} = 112.79717 \text{ cm}^3$$

VERIFICACION POR CORTANTE A "h" DEL APOYO

$$V_h = V_{\text{máx}} - (W_T \times h)$$

Cortante "h" del apoyo

$$\tau_h = \frac{1.5V_h}{bh}$$

Esfuerzo cortante asociado

$$V_h = 161.036 \text{ kg}$$

$$t_h = 2.5161875 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Verificamos:} \quad \tau_h < f_v \quad \text{ok} \quad f_v = 12 \text{ kg/cm}^2$$

VERIFICACION DE LA ESTABILIDAD LATERAL Y LONGITUD DE APOYO

$$h/b = 6 \quad f_c = 110 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Longitud de apoyo} \quad a > \frac{R}{bf_c} = 0.421$$

$$a = 0.4 \text{ cm} \quad \text{longitud de apoyo}$$

Diseño de vigas

Se muestra el diseño de la viga más cargada

DIMENSIONES PRELIMINARES

Base b =	4.00 Pulg	9 cm
Altura h =	12.00 Pulg	29 cm
Longitud L =	3.65 m	
Ancho tributario At =	0.40 m	

METRADO DE CARGAS VERTICALES

Carga Muerta "Wm"

Peso Propio =	26.1 kg/m
Peso de viguetas (Peso de viga x "At") =	9.6 kg/m
Peso Entab. (Peso Entablado x "At") =	12.00 kg/m
Peso de tabiques =	70 kg/m
Total :	117.7 kg/m

Carga Viva "Wv"

Sobrecarga (S/C total x "e")=	80.00 kg/m
Total :	80 kg/m

$$\mathbf{Wt = 197.7 kg/m}$$

EFFECTOS MÁXIMOS

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{W_T L^2}{8} = \mathbf{329.23 kg\cdot m}$$

$$V_{m\acute{a}x} = \frac{W_T L}{2} = \mathbf{360.80 kg}$$

CONTROL DE DEFLEXIONES

Verificamos:

$$\Delta = \frac{5WL^4}{384EI} < \frac{L}{K}$$

Deflexiones

$$\text{totales: } \Delta_t = 1.8\Delta_m + \Delta_v \quad (\text{Permanentes + diferidas})$$

$$\text{Cargas a considerar: } W_{eq} = 1.8W_m + W_v \quad (\text{Cargas totales})$$

$$\mathbf{W_{eq} = 291.86 kg/m}$$

Inercia Requerida para deflexiones admisibles

$$\text{Para Cargas totales} \quad \frac{5W_{eq}L^4}{384EI_1} < \frac{L}{250}$$

$$I1 = 6159.86 \text{ cm}^4$$

$$\text{Para Sobrecarga} \quad \frac{5W_vL^4}{384EI_2} < \frac{L}{350}$$

$$I2 = 2363.82 \text{ cm}^4$$

$$I_{requida} = 6159.86 \text{ cm}^4$$

$$I \text{ sección} = 18291.75 \text{ cm}^4$$

MODULO DE SECCIÓN NECESARIO -PARÁMETRO "Z"

Verificamos:

$$Z > \frac{M}{f_m}$$

$$\begin{aligned} \text{si: } M &= 329.23 \text{ kg-m} \\ f_m &= 150.00 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{\text{req}} \\ &= 219.48819 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

VERIFICACION POR CORTANTE A "h" DEL APOYO

$$V_h = V_{\text{m}á\text{x}} - (W_T \times h)$$

Cortante "h" del
apoyo

$$\tau_h = \frac{1.5V_h}{bh}$$

Esfuerzo cortante asociado

$$V_h = 303.4695 \text{ kg}$$

$$t_h = 1.74 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Verificamos:} \quad \tau_h < f_v \quad \text{ok} \quad f_v = 12 \text{ kg/cm}^2$$

VERIFICACION DE LA ESTABILIDAD LATERAL Y LONGITUD DE APOYO

$$h/b = 3.2222222 \quad f_c = 110 \text{ kg/cm}^2$$

Longitud de apoyo $a > \frac{R}{bf_c} =$

0.364

a = 0.4 cm longitud de apoyo

Diseño de columnas:

A continuación se procederá a diseñar la columna más cargada

Cargas obtenidas del modelo en Etabs

Casos de Carga	Pu (kg)	Mu X (kg-m)	Mu Y (kg-m)	Vu X (kg)	Vu Y (kg)
CM	2393.84	-17.66	-0.37	26.27	0.15
CV	2816.29	69.84	-0.46	35.29	0.23
Sx	0.07	453.19	91.26	73.71	16.9
Sy	0.02	79.78	138.2	23.29	51.9

DIRECCIÓN X-X

Combinaciones	Pu (kg)	Mu (kg-m)	Vact. (kg)
CM+CV	5210.13	52.18	61.56
CM+0.7Sx	2393.89	299.57	77.87
0.75(CM+CV+0.7Sx)	3907.63	277.06	84.87
0.75(CM+CV)	3907.60	39.14	46.17
0.75(CM+0.7Sx)	1795.42	224.68	58.40
0.67(CM+CV+0.7Sx)	3490.82	247.51	42.24
Carga de diseño :	5210.13	299.57	84.87

CARACTERÍSTICAS DE ESCUADRÍA

b = 8.00 Pulg 19 cm
h = 8.00 Pulg 19 cm
Longitud = 2.8 m
Coeficiente = 1.5 (Caso 3)
Long. Efectiva = 4.2 m

CARGAS PARA EL DISEÑO

$$\begin{aligned}P &= 5210.13 \text{ kg} \\M &= 299.57 \text{ kg-m} \\V &= 84.87 \text{ kg}\end{aligned}$$

DISEÑO DEL ELEMENTO

$$\begin{aligned}\text{sección inicial:} & \quad b & \quad h \\ & \quad 19 & \quad 19 \text{ cm} \\ \text{Inercia (I):} & \quad 10860.083 \text{ cm}^4 \\ \text{Módulo de sección (Z):} & \quad 1143.1667 \text{ cm}^3 \\ \text{Módulo de elasticidad} \\ \text{(E):} & \quad 75000.00 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Diseño por flexo - compresión

$$\frac{N}{N_{Adm}} + \frac{k_m M}{Z f_m} < 1$$

Esbeltez " λ "

$$\lambda = \frac{l_{efec}}{d}$$

$$\begin{aligned}d &= 19 \text{ cm} \\ C_k &= 18.34\end{aligned}$$

(d: Lado menor de la sección)

$$\lambda = 22.105$$

$$C_k < \lambda < 50 \rightarrow$$

Columna larga

Para columnas Rectangulares

$$N_{Adm} = 0.329 \frac{EA}{\lambda^2} = 18229.43 \text{ kg}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{l_{ef}^2} = 45571.74 \text{ kg}$$

$$k_m = \frac{1}{1 - 1.5 \frac{N}{N_{cr}}} = 1.21$$

De la ecuación de flexo - compresión

$$0.4967 < 1 \quad \text{fm} = 150 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Ok...!!}$$

Verificación por cortante

Esfuerzo cortante:

$$\tau_h = \frac{1.5V}{bh}$$

0.35 kg

Resistencia al corte **12 kg/cm² Ok...!!**

DIRECCIÓN Y-Y

Combinaciones	Pu (tn)	Mu (tn-m)	Vact. (tn)
CM+CV	5210.13	-0.83	0.38
CM+0.7Sy	2393.85	96.37	36.48
0.75(CM+CV+0.7Sy)	3907.61	71.93	27.53
0.75(CM+CV)	3907.60	-0.62	0.29
0.75(CM+0.7Sy)	1795.39	72.28	27.36
0.67(CM+CV+0.7Sy)	3490.80	64.26	24.60
Carga de diseño :	5210.13	96.37	36.48

CARACTERÍSTICAS DE ESCUADRÍA

b = 8.00 Pulg 19 cm

h = 8.00 Pulg 19 cm

Longitud = 2.8 m

Coefficiente = 1.5 (Caso 3)

Long. Efectiva = 4.2 m

CARGAS PARA EL DISEÑO

P = 5210.13 kg

M = 96.37 kg-m

V = 36.48 kg

DISEÑO DEL ELEMENTO

sección inicial: b h
19 19 cm

Inercia (I): 10860.083 cm⁴

Módulo de sección (Z): 1143.1667 cm³

Módulo de elasticidad

(E) : 75000.00 kg/cm²

Diseño por flexo - compresión

$$\frac{N}{N_{Adm}} + \frac{k_m M}{Z f_m} < 1$$

Esbeltez " λ "

$$\lambda = \frac{l_{efec}}{d}$$

$$d = 19 \text{ cm}$$

(d: Lado menor de la sección)

$$C_k = 18.34$$

$$\lambda = 22.105$$

$$C_k < \lambda < 50 \rightarrow$$

Columna larga

Para columnas Rectangulares

$$N_{Adm} = 0.329 \frac{EA}{\lambda^2} = 18229.43 \text{ kg}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{l_{ef}^2} = 45571.74 \text{ kg}$$

$$k_m = \frac{1}{1 - 1.5 \frac{N}{N_{cr}}} = 1.21$$

De la ecuación de flexo - compresión

$$0.3536 < 1 \quad \text{fm} = 150 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Ok...!!}$$

Verificación por cortante

Esfuerzo cortante: $\tau_h = \frac{1.5V}{bh}$ 0.15 kg

Resistencia al corte 12 kg/cm² Ok...!!

Anexo 06: Ensayo de Suelos

Resultados de las muestras ensayadas



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

INFORME DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

EXPEDIENTE : N° 1252 - 2021 L.E.M. FERMATI S.A.C

PROYECTO : "DESEMPEÑO SÍSMICO DEL SISTEMA ESTRUCTURAL POSTE-VIGA VERSUS ENTRAMADOS EN UNA EDIFICACIÓN DE 3 NIVELES, JLO- LAMBAYEQUE, 2021."

UBICACIÓN

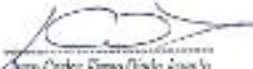
DISTRITO : CHICLAYO
PROVINCIA : CHICLAYO
REGIÓN : LAMBAYEQUE

SOLICITANTE : TORRES TARRILLO, PEDRO ELIZER

CHICLAYO
ABRIL, 2021

LEM – FERMATI SAC
CHICLAYO




Carlos Fierro Ojeda
INGENIERO CIVIL
Reg. O.P. 123051

INFORME DE ENSAYO N° 2951

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente : 1252 - 2021 I.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : Tormis Tamayo, Pedro Elizar
Proyecto : "Desempeño sísmico del sistema estructural poste-viga versus entramados en una edificación de 3 niveles, J.L.O. Lambayeque, 2021."
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Abril del 2021

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado.
REFERENCIA : N.T.P. 399.126 ASTM D - 422
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
REFERENCIA : N.T.P. 399.129 ASTM D - 4318
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para Determinar el contenido de humedad de un suelo.
REFERENCIA : N.T.P. 399.127

SPT : 01

Muestra : M-1

Profundidad : 0.30m - 1.80m

Mallas		% Acumulado		Distribución granulométrica			
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa	% Grava	G.F %		
3"	75.00	0.0	100.0	% Grava	G.F %	0.0	0.6
2"	50.00	0.0	100.0		G.F %	0.6	
1 1/2"	37.50	0.0	100.0		A.G %	1.1	
1"	25.00	0.0	100.0	% Arena	A.M %	4.9	22.1
3/4"	19.00	0.0	100.0		A.F %	16.2	
1/2"	12.50	0.0	100.0		% Arcilla y Limo	77.3	
3/8"	9.50	0.0	100.0	Total			100.0
1/4"	6.30	0.0	100.0	Límite líquido	%	55.2	
N°4	4.75	0.6	99.4	Límite plástico	%	23.0	
N°10	2.00	1.7	98.3	Índice de plasticidad	%	32.2	
N°20	0.850	2.5	97.5	Clasificación SUCS			CH
N°40	0.425	6.5	93.5	Clasificación AASHTO			A-4 (G)
N°50	0.300	15.0	85.0	Denominación			
N°100	0.150	20.8	79.2	Arcilla de alta plasticidad			
N°200	0.075	22.7	77.3	Contenido de Humedad		24.9 %	


OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 Gerardo Oscar Guedes
 TIC LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES


 Juan Carlos Fines Guedes
 INGENIERO CIVIL
 Matr. CP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 2961

PÁGINA 01 de 01

Expediente : 1252 - 2021 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : Torres Tarrío, Pedro Elizar
Proyecto : "Desempeño sísmico del sistema estructural poste-viga versus entramados en una edificación de 3 niveles, J.L.D-Lambayeque, 2021."
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Rep. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Abril del 2021

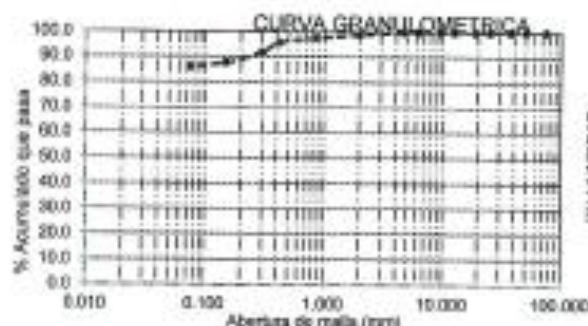
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado.
REFERENCIA : N.T.P. 308.128 ASTM D-422
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
REFERENCIA : N.T.P. 308.129 ASTM D-4310
ENSAYOS : SUELOS. Método de ensayo para Determinar el contenido de humedad de un suelo.
REFERENCIA : N.T.P. 308.127

SPT : 01

Muestra : M-2

Profundidad : 1.80m - 1.90m

Mallas		% Acumulado		Distribución granulométrica			
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa	% Grava	G.C. %	G. F %	0.0
3"	75.00	0.0	100.0	%	0.0	0.0	
2"	50.00	0.0	100.0		A.C. %	1.1	
1 1/2"	37.50	0.0	100.0		A.M. %	3.2	
1"	25.00	0.0	100.0	% Arena	A.F. %	8.7	14.0
3/4"	19.00	0.0	100.0		% Arcilla y Limo	86.0	86.0
1/2"	12.50	0.0	100.0			Total	100.0
3/8"	9.50	0.0	100.0	Límite líquido	%	63.9	
1/4"	6.30	0.0	100.0	Límite plástico	%	45.6	
Nº4	4.75	0.0	100.0	Índice de plasticidad	%	18.1	
Nº10	2.00	1.1	98.9	Clasificación SUCS			CH
Nº20	0.850	2.4	97.6	Clasificación AASHTO			A-4 (9)
Nº40	0.425	4.3	95.7	Denominación			
Nº50	0.300	8.2	91.8	Arcilla de alta plasticidad			
Nº100	0.150	12.4	87.6	Contenido de Humedad			34.0 %
Nº200	0.075	14.0	86.0				


OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 Gerardo Oscar Gascón
 T.C. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES


 Juan Carlos Finao
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 2861

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente : 1252 - 2021 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Solicitante : Tomas Tamayo, Pedro Elizar
 Proyecto : "Desempeño sísmico del sistema estructural poste-viga versus entramados en una edificación de 3 niveles, JLO-Lambayeque, 2021."
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, Abril del 2021

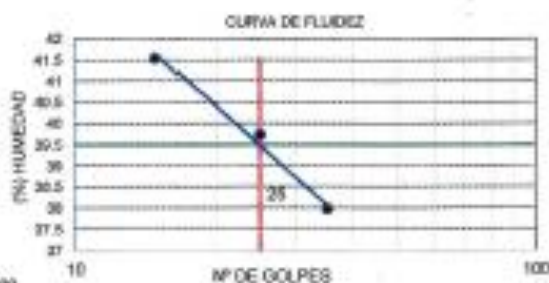
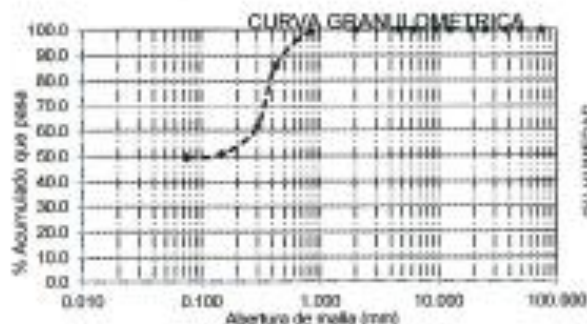
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA : N.T.P. 399.128 ASTM D-422
 ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA : N.T.P. 399.129 ASTM D-4318
 ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para Determinar el contenido de humedad de un suelo.
 REFERENCIA : N.T.P. 399.127

SPT : 01

Muestra : M-3

Profundidad : 1.90m - 2.20m

Mallas		% Acumulado		Distribución granulométrica			
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa	% Grava	G.C. %		
3"	75.00	0.0	100.0		0.0		
2"	50.00	0.0	100.0		0.0	0.0	
1 1/2"	37.50	0.0	100.0		0.0		
1"	25.00	0.0	100.0	% Arena	A.G %	0.0	
3/4"	19.00	0.0	100.0		A.M %	14.3	
1/2"	12.50	0.0	100.0		A.F %	36.3	50.5
3/8"	9.50	0.0	100.0	% Arcilla y Limo		49.5	49.5
1/4"	6.30	0.0	100.0			Total	100.0
Nº4	4.75	0.0	100.0	Límite líquido	%		39.5
Nº10	2.00	0.0	100.0	Límite plástico	%		16.4
Nº20	0.850	0.5	99.4	Índice de plasticidad	%		23.1
Nº40	0.425	14.3	85.8	Clasificación SUICS			SC
Nº50	0.300	36.1	62.0	Clasificación AASHTO			A-4 [3]
Nº100	0.150	49.2	50.8	Denominación :			
Nº200	0.075	50.5	49.5	Arena arcillosa			
				Contenido de Humedad			22.8 %



OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar García
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES




 Juan Carlos Fines Ojeda Agosta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP: 123351

INFORME DE ENSAYO N° 2981

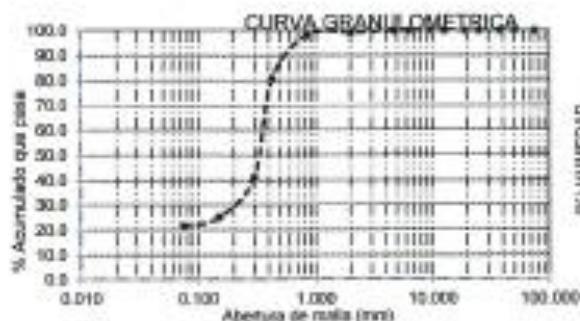
(PÁGINA 01 de 01)

Expediente : 1252 - 2021 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Solicitante : Tomas Tambo, Pedro Elizer
 Proyecto : "Desempeño sísmico del sistema estructural poste-viga versus entramados en una edificación de 3 niveles, J.L.O-Lambayeque, 2021."
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, Abril del 2021

ENSAYO: SUELOS Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado.
 REFERENCIA: N.T.P. 359.126 - ASTM D- 422
 ENSAYO: SUELOS Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
 REFERENCIA: N.T.P. 359.129 - ASTM D- 4318
 ENSAYO: SUELOS Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
 REFERENCIA: N.T.P. 359.127

SPT : C-1 Muestra : M-4 Profundidad : 2.20m - 3.40m

Mallas		% Acumulado		Distribución granulométrica			
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa	% Grava	G.G. %	G.F. %	
3"	75.00	0.0	100.0		0.0		
2"	50.00	0.0	100.0		0.2		0.2
1 1/2"	37.50	0.0	100.0		0.7		
1"	25.00	0.0	100.0	% Arena	A.G. %	A.M. %	
3/4"	19.00	0.0	100.0			68.3	78.3
1/2"	12.50	0.0	100.0	% Arcilla y Limo		21.5	21.5
3/8"	9.50	0.0	100.0				
1/4"	6.30	0.1	99.9				
Nº4	4.75	0.2	99.8	Límite líquido	%		NP
Nº10	2.00	0.9	99.1	Límite plástico	%		NP
Nº20	0.850	1.9	98.1	Índice de plasticidad	%		NP
Nº40	0.425	19.2	80.8	Clasificación SUCS			SC
Nº50	0.300	58.8	41.2	Clasificación AASHTO			A-2-4 (0)
Nº100	0.150	75.0	25.0	Denominación:			
Nº200	0.075	78.5	21.5	Arena arcillosa			
				Contenido de Humedad			22.5 %



OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 Gerardo César García
 TIC LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES




 Juan Carlos Arino Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 523351

INFORME DE ENSAYO N° 2981

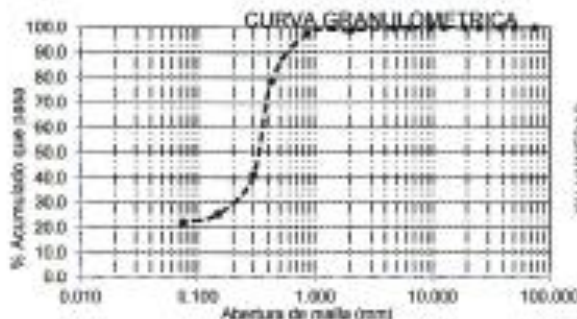
(PÁGINA 01 de 01)

Expediente : 1252 - 2021 L.E.M. FERMATI S.A.C
Solicitante : Torres Tamayo, Pedro Elizer
Proyecto : "Desempeño sísmico del sistema estructural poste-viga versus entramados en una edificación de 3 niveles, JLO-Lambayeque, 2021."
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, Abril del 2021

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado.
REFERENCIA : N.T.P. 339.120 ASTM D-422
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, Límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
REFERENCIA : N.T.P. 339.120 ASTM D-4318
ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para Determinar el contenido de humedad de un suelo.
REFERENCIA : N.T.P. 339.127

SPT : C-1 **Muestra** : M-5 **Profundidad** : 3.40m - 5.00m

Mallas		% Acumulado		Distribución granulométrica			
Pulgadas	Milímetros	Retenido	Que Pasa	% Grava	G.G. %	G.F. %	A.G. %
3"	75.00	0.0	100.0		0.0		0.3
2"	50.00	0.0	100.0				
1 1/2"	37.50	0.0	100.0				
1"	25.00	0.0	100.0				
3/4"	19.00	0.0	100.0	% Arena	A.M. %		20.0
1/2"	12.50	0.0	100.0		A.F. %		55.7
3/8"	9.50	0.0	100.0	% Arcilla y Limo			22.0
1/4"	6.30	0.1	99.9				
Nº4	4.75	0.3	99.7				
Nº10	2.00	1.3	98.7				
Nº20	0.850	2.5	97.5				
Nº40	0.425	21.3	78.7				
Nº60	0.300	58.9	41.1				
Nº100	0.150	74.6	25.4				
Nº200	0.075	78.0	22.0				
				Total			100.0
				Límite líquido	%		NP
				Límite plástico	%		NP
				Índice de plasticidad	%		NP
				Clasificación SUCS			SC
				Clasificación AASHTO			A-2-4 (0)
				Denominación			
				Arena arcillosa			
				Contenido de Humedad			27.6 %


OBSERVACIONES:

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

Gerardo Oscar Gualberto Torres Tamayo
 I.E. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



Juan Carlos Pinedo Guedes Ayala
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 2961

(Pág. 01 de 01)

Expediente : 1252 - 2021 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Solicitante : Torres Tamayo, Pedro Elizer
 Proyecto : "Desempeño sísmico del sistema estructural post-tensionado versus entramados en una edificación de 3 niveles, JLD- Lambayeque, 2021."
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, Abril del 2021

ENSAYO : Peso específico relativo de sólidos (G_s) - Material que pasa la malla N° 4
 REFERENCIA : NTP 339.131 ASTM D - 854

	C-1	C-2	SPT-1
1. N° de folia	F-2	F-3	F-2
2. Peso de la folia	g. 147.42	177.4	139.8
3. Peso de la muestra de suelo - seco	g. 100.0	100.0	100.0
4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la folia (2+3)	g. 247.4	277.4	239.8
5. Peso de la muestra + Folia + agua	g. 732.5	738.6	480.8
6. Peso de la folia + peso de agua	g. 674.8	681.2	422.9
7. Peso específico relativo de sólidos (G_s) $(3)/[(3+6)-5]$ g/cm ³	2.364	2.347	2.375

OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 Gerardo Omar Castañeda Chirinos
 TECN. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Agostini
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LM-004-2020

Laboratorio de Masa

Pág. 1 de 3

Expediente	2005		
Solicitante	FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.		
Dirección	CALJOSE GALVEZ NRO. 120 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO		
Instrumento de Medición	BALANZA NO AUTOMATICA		
Marca (o Fabricante)	T-SCALE		
Modelo	QHW-30		
Numero de Serie	2402047011		
Procedencia	TAIWAN/CHINA		
Tipo	Electronica		
Identificación	No indica		
Alcance de Indicación	0	gr	a 30000 gr
División de escala (d) o resolución	1	gr	
Div.verific. De escala [e]	10	gr	(*)
Capacidad Mínima	20	gr	(**)
Clase de exactitud	III		(***)
Lugar de Calibración	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO		
Fecha de Calibración	2020-10-07		

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.




La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIIb" del SNM-INDECOPI. Edición tercera Enero 2009.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

Patrones utilizados :

M-0984-2019, M-0982-2019, M-0982-2019, M-0981-2019

Sello	Fecha de emisión	Jefe del laboratorio de calibración
	2020-10-07	

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-004-2020

Laboratorio de Masa

Pág. 2 de 3

Resultados de Medicion
INSPECCION VISUAL

AJUSTES DE ACERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE RETABILIDAD

Temperatura	Inicial 20.4 °C	Final 20.4 °C
-------------	-----------------	---------------

Medicion N°	Carga L1= 15000 g			Carga L2= 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
2	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
3	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
4	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
5	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
6	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
7	15001	0.4	4.6	30001	0.7	3.3
8	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
9	15001	0.4	4.6	30001	0.7	3.3
10	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4

Carga (gr)	E _{max} -E _{min} (gr)	e.m.p (gr)
15000	0.000	20
30000	0.100	30

2	5
1	
3	4

Ensayo de Excentricidad

Posicion

de las

Cargas

Temperatura	Inicial 20.4 °C	Final 20.4 °C
-------------	-----------------	---------------

Posicion de la Carga	Carga min (g)	I (g)	ΔL (g)	EO (g)	Carga I (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	e.m.p t gr
1	10	10	0.3	4.7	10000	10000	0.5	3.5	-1.2	20
2		10	0.3	4.7		10000	0.4	3.6	-1.1	20
3		10	0.2	4.8		10000	0.4	3.6	-1.2	20
4		10	0.2	4.8		10000	0.3	4.7	-0.1	20
5		10	0.2	4.8		10000	0.4	4.6	-0.2	20



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LMM-006-2020

Laboratorio de Masa

Pág. 1 de 3

Expediente	2005		
Solicitante	FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.		
Dirección	CALJOSE GALVEZ NRO. 120 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO		
Instrumento de Medición	BALANZA NO AUTOMÁTICA		
Marca (o Fabricante)	CAS		
Modelo	SW-1R		
Numero de Serie	181252453		
Procedencia	INDIA		
Tipo	Electronica		
Identificación	No indica		
Alcance de Indicación	0	gr	a 30 Kg
División de escala (d) o resolución	0.001	kg	
Div.verific. De escala (e)	0,01	kg	(*)
Capacidad Mínima	0.02	kg	(**)
Clase de exactitud	III		(***)
Lugar de Calibración	Laboratorio del solicitante.		
Fecha de Calibración	2020-10-07		

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.



La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase III" del SNM-INDECOPI. Edición tercera Enero 2009.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

Patrones utilizados :

M-0984-2019, M-0982-2019, M-0982-2019, M-0981-2019

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración

2020-10-07



ROBERTO QUINTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMM-006-2020

Laboratorio de Masa

Pág. 2 de 3

Resultados de Medicion

INSPECCION VISUAL

AJUSTES DE ACERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE RETABILIDAD

Temperatura	Inicial 20.1 °C	Final 20.1 °C
-------------	-----------------	---------------

Medicion N°	Carga L1= 15 kg			Carga L2= 30 kg		
	I (kg)	ΔI (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔI (kg)	E (kg)
1	15.001	0.0004	0.0046	30.001	0.0006	0.0044
2	15.001	0.0004	0.0046	30.001	0.0006	0.0044
3	15.001	0.0004	0.0046	30.001	0.0006	0.0044
4	15.001	0.0004	0.0046	30.001	0.0006	0.0044
5	15.001	0.0004	0.0046	30.001	0.0006	0.0044
6	15.001	0.0004	0.0046	30.001	0.0006	0.0044
7	15.001	0.0004	0.0046	30.001	0.0006	0.0044
8	15.001	0.0004	0.0046	30.001	0.0006	0.0044
9	15.001	0.0004	0.0046	30.001	0.0006	0.0044
10	15.001	0.0004	0.0046	30.001	0.0006	0.0044

Carga (kg)	Fmax-Fmin (kg)	e.m.p (μg)
15	0.0010	0.02
30	0.0010	0.03

2	5
1	
3	4

Ensayo de Excentricidad

Posicion
de las
Largos

Temperatura	Inicial 20.1 °C	Final
-------------	-----------------	-------



Posicion de la Carga	Carga min (kg)	Carga			Carga L (kg)	e.m.p			
		I (kg)	ΔI (kg)	E (kg)		I (kg)	ΔI (kg)	E (kg)	± kg
1		0.010	0.0004	0.0048	10.000	0.0005	0.0045	-1.2	0.02
2		0.010	0.0003	0.0047	10.000	0.0036	0.0036	-1.1	0.02
3	0.01	0.010	0.0005	0.0048	10.000	0.0005	0.0055	-1.2	0.02
4		0.010	0.0001	0.0049	10.000	0.0006	0.0056	-1.1	0.02
5		0.010	0.0003	0.0050	10.000	0.0005	0.0035	-0.2	0.02



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 95052

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 12978-2016/DSD - INDECOPI de fecha 03 de Agosto de 2016, ha quedado inscrita en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo	:	La denominación FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo
Distingue	:	Servicios de construcción; servicios de reparación e instalación; albañilería; alquiler de máquinas de construcción; montaje de andamios; servicios de carpintería estructural; pavimentación de canchales; información sobre construcción; supervisión (dirección) de obras de construcción; demolición de construcciones; consultoría sobre construcción; limpieza de bienes inmuebles; trabajos de pintura para interiores y exteriores
Clase	:	37 de la Clasificación Internacional.
Solicitud	:	657576-2016
Titular	:	FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.
País	:	Perú
Vigencia	:	03 de agosto de 2026
Tomo	:	476
Folio	:	68

RAY MELONI GARCIA
Director
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI



Anexo 07: Boleta electronica (Ensayo SPT)



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA
RUC: 20561114502
B301: 00018814

FECHA DE EMISIÓN : 18/04/2021
CLIENTE : TORRES TARRILLO PEDRO
DNI : 75810824
DIRECCIÓN : CHICLAYO-CHICLAYOCHICLAYO-LAMBAYEQUE
TÉRMINO DE PAGO : CONTADO
OBSERVACIÓN :

Nº DE ENSAYO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB-TOTAL
1.00	1 SPT (5M) + ENSAYOS	1.00	1,500.00	1,500.00

TOTAL(S/): 1,500.00

OP. GRAVADA (S/): 1230.00
OP. INAFECTA (S/): 0.00
OP. EXONERADA (S/): 0.00
OTROS CARGOS (S/): 0.00
IGV (18%) (S/): 270.00
IMPORTE TOTAL (S/): 1,500.00

Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el sistema de la SUNAT.



FERMATI CONSTRUCTORA Y
SERVICIOS GENERALES S.A.C.
German Gastelo Chirinos
GERENTE GENERAL

