



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

Diseño estructural sismo resistente de un edificio de cuatro niveles  
con estructura de acero en el distrito de Callería, Ucayali 2022.

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

**AUTOR:**

Bach. Ríos Edery, Larry Hebert (ORCID: 0000-00019802-4083)

**ASESOR:**

Ms. Samir Augusto Arévalo Vidal (ORCID: 0000-0002-6559-0334)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**Línea de acción de responsabilidad social universitaria:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

El presente trabajo de investigación va dedicado a Dios, a mis familiares cercanos y a los amigos que en los momentos adversos supieron apoyarme y aconsejarme.

De manera muy especial también quiero dedicar este esfuerzo para todas las personas que brindan su conocimiento para que las nuevas generaciones sean mejores que nosotros.

**Larry Ríos**

## **Agradecimiento**

A Dios por ser mi guía, a la Universidad Cesar Vallejo por brindarme los conocimientos y colaborar con mi formación profesional.

En forma muy especial para los docentes de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura quienes han sido nuestros guías y consejeros.

**Larry Ríos**

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MARCO TEÓRICO.....	13
III. METODOLOGÍA.....	22
3.1. Tipo de diseño e investigación.....	22
3.2. Variables y operacionalización.....	23
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	26
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.5. Procedimientos.....	28
3.6. Método de análisis de datos.....	28
3.7. Aspectos éticos.....	29
IV. RESULTADOS.....	30
V. DISCUSIÓN.....	36
VI. CONCLUSIONES.....	39
VII. RECOMENDACIONES.....	41
REFERENCIAS.....	42
ANEXOS.....	46

## Índice de tablas

Tabla 1. Predimensionamiento de la losa aligerada.....	30
Tabla 2. Predimensionamiento de la columna.....	31
Tabla 3. Predimensionamiento de vigas.....	32
Tabla 4. Evaluación de similitud o diferencia de las investigaciones según las características estructurales que debe tener la cimentación.....	34
Tabla 5. Evaluación de similitud o diferencia de las investigaciones según las características estructurales que debe tener las columnas.....	35
Tabla 6. Evaluación de similitud o diferencia de las investigaciones según las características estructurales que debe tener las vigas.....	36

## Índice de figuras

Figura 1. Trasmisión de las cargas en la estructura metálica de un edificio.....	16
Figura 2. Cimentación de la losa para la estructura metálica de un edificio.....	17
Figura 3. Columnas de la estructura metálica de un edificio.....	18
Figura 4. Vigas de la estructura metálica de un edificio.....	18
Figura 5. Mapa político del Perú.....	28
Figura 6. Mapa político del Departamento de Ucayali.....	28
Figura 7. Mapa político del Distrito de Callería.....	29
Figura 8. Relación entre las características estructurales de las columnas.....	30
Figura 9. Relación entre las características estructurales de las columnas.....	31
Figura 10. Relación entre las características estructurales de las vigas.....	32

## Resumen

La presente investigación muestra como objetivo general las características estructurales que debe tener un edificio de cuatro niveles con estructura de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022. Para concretar su logro se desarrolló un estudio de tipo aplicado con nivel descriptivo y un diseño investigativo experimental empleándose para dicho propósito el programa simulador Robot Structural Analysis Professional 2022. Los datos que han servido de insumos para la simulación fueron extraídos de un diseño realizado en el año 2020 por el ingeniero civil José Manuel Oyarce Rengifo, el mismo que incluía las dimensiones tanto de la cimentación como de la superestructura, el tipo de acero estructural a utilizar y los ensayos de sismo resistencia. El referido diseño no se llegó a ejecutar por desacuerdos comerciales por lo que se considera como un material inédito y que califica para una investigación académica. Al evaluar el desempeño sismorresistente de la estructura, se han considerado los parámetros de diseño del terreno de fundación el cual posee una capacidad admisible de  $1,20 \text{ kg / cm}^2$ , en cuanto al acero que se empleará en la superestructura, éste será de grado 60, con una resistencia a la compresión de  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , con un módulo de elasticidad  $E = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$  y con un peso específico  $\gamma = 7850 \text{ kg/m}^3$ . En cuanto a la evaluación sismorresistente, las derivas de entrepiso calculadas para los niveles 1, 2, 3 y 4 han resultado iguales a 0,000251; 0,000357; 0,000418 y 0,000446 las mismas que al ser inferiores a la deriva máxima establecida en la Norma Técnica Peruana NTP E.030 la cual es de 0,007, puede considerarse que se está cumpliendo con las disposiciones vigentes. Se llegó a concluir que, en base a la simulación realizada con el programa Robot Structural Analysis Professional 2022, el diseño de la cimentación, las columnas y las vigas tienen un adecuado desempeño sismorresistente, puesto que cumplen con las exigencias de la Norma Técnica Peruana E.030.

**Palabras clave:** Diseño estructural, acero, Callería

## **Abstract**

The general objective of the present investigation was to determine the structural characteristics that a four-level building with a steel structure must have, in order to be earthquake resistant, in the district of Callería, Ucayali, year 2022. To achieve its achievement, a study was developed of an applied type with a descriptive level and an experimental investigative design, using the Robot Structural Analysis Professional 2022 simulator program for this purpose. The data that have served as inputs for the simulation were extracted from a design carried out in 2020 by the civil engineer José Manuel Oyarce Rengifo, the same that included the dimensions of both the foundation and the superstructure, the type of structural steel to be used and the earthquake resistance tests. The aforementioned design was not executed due to commercial disagreements, so it is considered as unpublished material and qualifies for academic research. When evaluating the earthquake-resistant performance of the structure, the design parameters of the foundation ground have been considered, which has an admissible capacity of  $1.20 \text{ kg / cm}^2$ , as for the steel that will be used in the superstructure, it will be grade 60 , with a compressive strength of  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , with a modulus of elasticity  $E = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$  and with a specific weight  $\gamma = 7850 \text{ kg/m}^3$ . Regarding the seismic resistance evaluation, the interstory drifts calculated for levels 1, 2, 3 and 4 have been equal to 0.000251; 0.000357; 0.000418 and 0.000446, the same as being lower than the maximum drift established in the Peruvian Technical Standard NTP E.030, which is 0.007, it can be considered that the current provisions are being complied with. It was concluded that, based on the simulation carried out with the Robot Structural Analysis Professional 2022 program, the design of the foundation, the columns and the beams have adequate earthquake-resistant performance, since they meet the requirements of the Peruvian Technical Standard E .030.

Keywords: Structural design, steel, Callería



## I.INTRODUCCIÓN

**A nivel internacional**, los diseños estructurales en la construcción de edificios vienen evolucionando aceleradamente gracias a la incorporación de modernas tecnologías, sin embargo, no todos los diseños considerados innovadores pueden considerarse como seguros, por lo que se ha puesto mayor atención a la verificación de las condiciones de sismo resistencia tanto en función al cumplimiento de normativas, como para la simulación en softwares especializados para tal propósito. De acuerdo a Zapata (2017), el modelamiento estructural se encuentra incluido dentro del proceso de diseño de las obras civiles, debiendo definirse las características que debe tener la edificación de tal manera que tenga la debida funcionalidad y que pueda tener un adecuado desempeño ante los eventos sísmicos y también poder soportar las cargas que sobre su estructura se han de imponer, cuidando además aspectos como los relativos a la habitabilidad y armonía con el ambiente que lo rodea, por lo que el proceso constructivo tiende a ser cada vez más complejo [1].

**A nivel nacional**, encontramos que gran parte de las construcciones en el Perú, actualmente, demostraron que fueron edificados a base de sistemas tradicionales como el concreto y la albañilería, debido a la seguridad que ofrece el predio a los dueños, además de que la población está acostumbrada a observar una edificación tradicional de concreto armado o albañilería debido a los patrones de convivencia social a los que está acostumbrado. “A la vez, en vista que el rubro de la construcción crece exponencialmente, también lo hace la demanda de construcción de las edificaciones y por lo que resulta conveniente construir edificios más elevados, para lo cual una excelente alternativa es utilizar sistemas estructurales de acero”. De acuerdo a lo mencionado por Tasayco (2018), el acero estructural se ha convertido en un sistema que estructuralmente brinda muchos beneficios, como un mejor comportamiento frente a eventos sísmicos por su capacidad de retener y disipar la energía, así como la capacidad de afrontar el clima para que no afecte sus condiciones de montaje, y todo esto se produce por las propiedades físicas, químicas y mecánicas que posee. “Además, tenemos en cuenta que en la

actualidad un proyecto no es viable si es que este no ocasiona un impacto ambiental positiva, lo cual se puede controlar utilizando proyectos de estructuras metálicas ya

que estos permiten efectuar una edificación seca, con un nivel bajo de ruido y polvo y además baja cantidad de escombros y desechos” [2].

Por lo mencionado previamente planteamos este problema **general**: ¿Qué características estructurales debe tener un edificio de cuatro niveles con estructura de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022?; asimismo, planteamos los siguientes **problemas específicos**: ¿Qué características estructurales debe tener la cimentación de un edificio de cuatro niveles con estructura de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022?, ¿Qué características estructurales deben tener las columnas de un edificio de cuatro niveles de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022?, ¿Qué características estructurales deben tener las vigas de un edificio de cuatro niveles con estructura de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022?

Como **justificación teórica** del presente estudio radica en que a través de él se pretende generar una reflexión y debate de los conceptos y teorías relacionados al diseño sismo resistente y a la vez se busca contribuir al conocimiento sobre las características estructurales que deben tener las edificaciones de 4 niveles con estructura de acero para que sean seguras y de larga durabilidad. También la **justificación práctica** está sustentada mediante la realización de estudios complementarios que permitirán contar con un análisis más actual a cerca del entorno. De esta manera, los resultados se sustentarán en técnicas de análisis específicas para este tipo de contextos. El presente estudio ayudará a los futuros investigadores a poder conocer parámetros de diseño y consideraciones técnicas que se deben tener en cuenta al momento de diseñar y construir edificaciones de similar dimensión. Además, **la justificación social** refiere que el presente estudio se justifica porque la demanda por vivienda cómoda y segura se viene incrementando a un ritmo vertiginoso y en la ciudad de Pucallpa aún no se tienen edificaciones multifamiliares que puedan acortar dicha necesidad por lo que resulta necesario conocer, qué tan complicado es el diseño y construcción de estas estructuras que van a formar parte del nuevo paisaje de la ciudad. Y la justificación metodológica, la presente investigación tiene justificación metodológica porque permitirá sentar las bases o procedimientos a seguir para realizar un diseño de este tipo de edificaciones con un diseño estructural de acero, empleando el uso del

programa Robot Structural Analysis Professional 2022, es cuál permitirá simular el comportamiento de este tipo de edificaciones frente a la acción de las ondas sísmicas.

Por lo expuesto anteriormente se plantea como objetivo general lo siguiente: Determinar las características estructurales que debe tener un edificio de cuatro niveles con estructura de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022; asimismo, se plantean los siguientes **objetivos específicos**: Identificar las características estructurales que debe tener la cimentación de un edificio de cuatro niveles con estructura de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022; Precisar las características estructurales que deben tener las columnas de un edificio de cuatro niveles con estructura de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022; Especificar las características estructurales que deben tener las vigas de un edificio de cuatro niveles con estructura de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022.

El presente estudio es descriptivo, por lo tanto, la hipótesis es optativa. El investigador ha considerado que para el presente estudio no es necesario el uso de hipótesis de investigación.

## II. MARCO TEÓRICO

En la revisión de trabajos previos cuya temática es semejante a la de la presente investigación, se ha encontrado como **antecedentes nacionales**, a los siguientes:

Robles (2017), que en su tesis titulada *Análisis estructural para diagnosticar la estructura de una nave industrial de acero en la región Tacna – 2017*, cuyo **objetivo** fue mostrar la forma de cómo el análisis estructural interviene en el diagnóstico de la estructura de una nave industrial compuesta de acero. La **metodología** utilizada en esta investigación correspondió a una de tipo aplicada y de nivel explicativo, con enfoque cualitativo de diseño no experimental - transversal. Siendo elaborada metódicamente de manera deductiva. La población de estudio fueron dos unidades mineras, que son las únicas que operan en Tacna, asimismo, el investigador empleó el muestreo no probabilístico – intencional. Su muestra fue el edificio de molino de la unidad minera de Toquepala. Los instrumentos utilizados fueron las fichas de registro de datos; la validez y confiabilidad fue determinada a través del juicio de expertos. Los **resultados** del análisis sísmico demuestran que el análisis estructural interviene de forma significativa en el resultado de la integridad estructural de la nave industrial de acero en la región Tacna, 2017. Se **concluyó** que la estructura de la muestra está en condición crítica leve, por lo que recomendó reforzar estructuralmente las zonas críticas encontradas [3].

Pérez y Vergaray (2017), en su tesis titulada: *Diseño estructural comparativo entre los pases aéreos de acero y concreto armado para obras de Saneamiento*, cuyo **objetivo** fue llevar a cabo un análisis estructural y un análisis económico de dos propuestas: un pase aéreo de doscientos metros en acero y otro pase aéreo en concreto armado. Para el tipo de estructura propuso dos formas: la primera de tipo Arco superior; constituida por elementos de acero estructural, denominada “Pase aéreo de acero”, y la segunda de estructura colgante; que esta conformada por torres de concreto armado y vigas que proveyeron mayor rigidez a la base de acero con cables estructurales, ésta denominada como “Pase aéreo de concreto”. Los **resultados** demuestran que, la estructura del pase aéreo de acero cuando está en condición de servicio, tiene una deformación desplazamiento máximo de 8cm. en dirección del eje “Z”, estos desplazamientos son considerados como aceptables. Mientras que la estructura del pase aéreo en concreto armado, ante una condición

de servicio tiene una deformación de 30 cm. en dirección del eje “Z”, siendo estos desplazamientos no aceptables, ya que superan el criterio de flecha máxima. Tomó en cuenta una situación de sismo, demostrando que, la plataforma del pase aéreo de acero se deformó 7.9 cm. en dirección del eje “Y”, siendo estos desplazamientos aceptables. Mientras que la estructura del pase aéreo de concreto armado, expuesta a esta situación, tuvo una deformación máxima 4.8cm. en dirección del eje “Y”, siendo este desplazamiento como no aceptable. La **conclusión** fue que, el pase aéreo de acero tiene una estructura de mayor rigidez ya que presenta desplazamientos menores ante cargas de servicios y sismos, a diferencia del pase aéreo de concreto armado, siendo el primero el más resistente [4].

Calderón y Gamarra (2020), en su trabajo de investigación: *Análisis comparativo del diseño sismorresistente estructural y costo de los sistemas constructivos Emmedue y EMDL, en la ciudad de Trujillo, 2020*, el objetivo fue realizar un análisis comparativo entre dos sistemas estructurales: EMMEDUE y EMDL para la construcción de viviendas. Se trata de una encuesta descriptiva de niveles explicativos, con un diseño no experimental de corte transversal. Para la muestra se utilizaron métodos no probabilísticos, por lo que realizaron revisión de documentos y entrevistas para la recolección de sus datos, las fichas de resumen y guías de entrevista fueron las herramientas utilizadas. Los resultados muestran que los requisitos sísmicos y de diseño estructural se cumplen en ambos casos, y se determina que el costo de construcción del sistema estructural EMMEDUE es menor que el del sistema estructural EMDL [5].

Poma (2020), en su investigación titulada: *Diseño estructural de un edificio en oficinas de concreto armado con techo verde*, cuyo **objetivo** fue realizar el análisis y diseño estructural de un edificio de 6 pisos con un techo verde en el último nivel. Estructuró un diseño de edificio en la ciudad de Lima destinado para el uso de oficinas con una capacidad portante del suelo de 4kg/cm<sup>2</sup>. Todo esto con los criterios de simplicidad, simetría, resistencia, ductilidad y rigidez lateral. Utilizó un modelo matemático en el programa ETABS, para evaluar pre dimensionalmente las derivas e irregularidades de planta y altura. Cuando cumplió con la Norma Peruana Sismorresistente (E.030), diseñó los elementos estructurales, empleando la Norma Peruana de Concreto Armado (E.060). Garantizando y concluyendo para la

edificación un adecuado comportamiento ante solicitaciones dinámicas y estáticas del refuerzo de acero que se requiere [6].

Rodríguez (2021), en su tesis titulada *Diseño y modelamiento estructural de un domo geodésico para cafetería por perfiles estructurales de acero y cubierta de policarbonato*, donde el objetivo fue comprender el posible diseño estructural de un domo geodésico, construido con perfiles de acero revestidos de policarbonato, en forma de domo de cafetería. Por lo tanto, para realizar una cafetería, una alternativa viable y atractiva con propiedades físico-mecánicas es el domo geodésico. El método utilizado es una investigación de tipo aplicada interpretativa, utilizando un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental, sus técnicas y herramientas son las encuestas observacionales y aplicadas, y la unidad de investigación es elegida por el investigador. En resumen, el 48,38% se mostró satisfecho con el diseño del domo geodésico y el 27,55% no. Además, el 53,35 % creía que la implementación de la cúpula comedor era correcta, mientras que solo el 21,74 % no estaba de acuerdo [7].

Como **antecedentes internacionales**, tenemos a los siguientes:

Rosenbaum (2018), que en su tesis *Caracterización de estructuras industriales de acero en la minería de cobre en Chile*, cuyo **objetivo** fue encontrar los diversos factores que contribuyen a la caracterización de los elementos estructurales de acero de la minería chilena de cobre. Para el desarrollo de la investigación determinaron analizar los parámetros de diseño en instalaciones industriales de diferentes proyectos, como muestra se tomaron 17 estructuras de 11 proyectos utilizando la plataforma Microsoft Excel para almacenar los datos obtenidos. Los **resultados** muestran que el 50% de miembros estudiados corresponden a diagonales de planta caso contrario con las columnas ya que difícilmente se repiten, por otro lado se encuentra que es útil tener alturas y luces promedio para cada tipo de perfil, ya que independientemente de la estructura son de suma importancia, con respecto a los esbeltoces globales se observa que si estos son mayores a 100 o a 120 no corresponden a la realidad del diseño pero en los locales generalmente se diseñan a 0.83 veces su esbeltez. Se **concluyó** que la esbeltez global del miembro estructural depende de la inercia y área del perfil, de la condición de apoyo en los extremos y largo de pandeo del miembro. Al ser el diseño ajustable al límite,

es muy económico para la elección del perfil., siendo lo más esbelto según las restricciones dispuestas [8].

Aguilar (2018) en su trabajo *Estudio de estructuras de albañilería confinada con perfiles de acero en Chile*, cuyo **objetivo** fue analizar más a fondo el diseño de las estructuras construidas con ladrillo cerámico confinada con perfiles de acero en Chile. Para ello, toma en cuenta la norma chilena de albañilería, solicitando la carga de diseños nacionales y la del material constructivo. Además, hizo un análisis bibliográfico de ensayos y de diversos estudios, para determinar los criterios internacionales, y su posterior comparación con la normativa vigente de Chile. Se **concluyó** que la albañilería es un elemento resistente, y que, por las situaciones sísmicas, aumenta la demanda sobre la estructura de muros y columnas que cumplan con la normativa vigente para los diversos elementos de acero [9].

Romo (2020), en su tesis *Diseño estructural en acero con cimentación de una vivienda habitacional ubicada en la ciudad de Manta*, cuyo objetivo ha sido hacer un análisis técnico analítico y detallado para la composición en acero con cimentación, para una casa cumpliendo con las reglas ecuatorianas de creación. Para examinar y diseñar la construcción, usó el programa ETABS V18. El diseño que corresponde es al de una composición metálica con columnas y vigas de acero estructural ASTM A572 nivel 50, con pórticos espaciales de composición metálica sismorresistentes. Se concluyó que, el diseño de la casa ha sido famoso, debido a que cumplió con las diversas revisiones según como establece la regla, además que existe una diferencia de 0.02s en las magnitudes de composición con en relación a los métodos de vibración lo que prueba su resistencia anteriormente sismos [10].

Entre los recursos conceptuales de las bases teóricas, poseemos que las construcciones metálicas son esas donde la mayor parte de las piezas que la conforman son materiales metálicos, comúnmente acero. Se aplican primordialmente en el área industrial ya que poseen excelentes propiedades para la obra, resultan muy funcionales y su precio de producción suele ser más económico que otro tipo de construcciones. Se localizó, además que en las construcciones de acero el tipo de sistema que se usa influye en la decisión de su



resistencia a la carga sísmica. Del mismo modo, los diseños de las construcciones de acero no son proyectadas precisamente para que en su integridad sean capaces de tolerar la carga lateral y este suceso produce que las construcciones de acero se diferencien de otras [11].

La alta resistencia mecánica y la alta ductilidad son las principales características que deben tener todos los materiales presentes en una **estructura de acero** que se utilicen para la construcción de estructuras de edificios, esto debido a que el acero debe ser capaz de resistir sismos de consideración y eso solo se logra a partir de la combinación de esas dos características principales. Además, esas dos condiciones son esenciales para la elaboración de las especificaciones técnicas necesarias para el diseño sismorresistente de los edificios, debido a que estas estructuras de acero al ser expuestas a cargas sísmicas de consideración deben ser capaces de acomodar distintas deformaciones plásticas que puedan aparecer en ciertos componentes dentro de la estructura [12].

**Figura 1.** Transmisión de las cargas en la estructura metálica de un edificio



Nota. Se muestra la dirección que siguen las cargas que soporta la estructura metálica de un edificio de 4 niveles, similar al planteamiento de la presente investigación. Fuente: ALACERO, Asociación Latinoamericana de Acero, 2018.

En cuanto a la **cimentación** para una estructura de acero de un edificio, encontramos que uno de los cimientos más famosas para inmuebles de acero es la losa flotante. Además, exitosa como cimentación de losa, esta clase usa una losa de viga de nivel constante para tolerar una composición. Se puede verter abajo de una columna o usarse para reforzar el peso vertical de las columnas. Esta clase de cimentación es conveniente para superficies húmedas donde el suelo blando podría ser un problema. Necesita menos excavación y, generalmente, no necesita zapatas o pilares para tolerar el peso de su composición de acero. Es necesario preparación adicional para llevar a cabo líneas eléctricas y de plomería previo a verter la base [13].

**Figura 2.** Cimentación de losa para la estructura metálica de un edificio



Nota. Se muestra el tipo de montaje y construcción de la cimentación de una estructura metálica de un edificio de 4 niveles. Fuente: ETS ingenieros, 2018

En relación a las columnas que se incluirán en la composición metálica del inmueble, éstas se definen fundamentalmente como recursos que permanecen sometidos a esfuerzos axiales de compresión, aunque raramente sometidos a esfuerzos horizontales (viento y sismo) que tienen la posibilidad de incorporar solicitaciones relevantes de tracción, flexión y hasta torsión. En las construcciones de acero, las columnas tienen la posibilidad de conformar desde las diversas

modalidades y variedades de perfiles constituidos y/o laminados y además desde resoluciones soldadas y de la mezcla de numerosas de estas alternativas. La geometría y disposición de las columnas dependerá de cada plan y del modelo estructural que lo ordene [14].

**Figura 3.** Columnas de la estructura metálica de un edificio



Nota. Se muestra la forma de las columnas dentro de la estructura metálica de un edificio de 4 niveles. Fuente: Construmática, 2021

Referente a las vigas en una composición metálica de un inmueble, las vigas metálicas son los recursos horizontales, son barras horizontales que trabajan a flexión. dependiendo de las actividades a las que se les someta sus fibras inferiores permanecen sometidas a tracción y las mejores a compresión. Hay diversos tipos de vigas metálicas y todas ellas tiene un objetivo debido a que según su forma aguantan más grandes o menores esfuerzos [15].

**Figura 4.** Vigas de la estructura metálica de un edificio



Nota. En la figura se muestra la forma de las vigas dentro de la estructura metálica de un edificio de 4 niveles. Fuente: Proalt Ingenieros, 2020

## **Desventajas del acero estructural**

Corrosión. “Esto es un proceso que genera dificultades para el acero estructural, ya que ellos al estar expuestos al medio ambiente, como la humedad, el aire, el agua, se vuelven sensibles a la corrosión”, ya que esta exposición hará que se produzca un deterioro del hierro del acero lo que traerá como consecuencia la pérdida de su dureza o resistencia, el cual una característica fundamental de los aceros. [16]

Gran costo en la protección contra el fuego o incendios. Esta desventaja se origina en que el acero estructural es considerado uno de los mejores conductores de calor esto es perjudicial en caso de que ocurra un incendio, ya que puede transmitir el calor a inmuebles que estén cerca de este y causar incendio, es decir, el incendio será esparcido por dichos materiales conductores de calor, y este al generar mucho calor producirá que se reduzca la resistencia, por eso es de gran importancia incluir dentro de estas estructuras sistemas de protección contra el fuego. [17]

Susceptibilidad al Pandeo. “Esta particularidad del acero estructural genera que se vuelva indispensable el hecho de utilizar materiales adicionales cuando se usa un miembro estructural demasiado largo y esbelto, esto debido a que el miembro tiende a pandearse cuando son de esa forma”. [18]

Fatiga. Esta es una desventaja del acero estructural que se origina cuando el miembro estructural se expone a grandes cantidades de peso, lo que genera que se utilice una gran cantidad de esfuerzo y tensión ocasionando una fatiga en el acero estructural, pero no se debe olvidar que esta fatiga ocurre siempre y cuando exista una tensión.[19]

Fractura Frágil. Esta se muestra cuando surgen ciertas condiciones que presenta el material el cual se está utilizando. Cuando el acero estructural pierde su ductilidad es cuando aparece la fractura frágil en los lugares que más esfuerzo recibió. “También se debe tener en cuenta que las cargas que producen fatiga y la exposición de la estructura a bajas temperaturas, son las razones principales por la que se producen las fracturas frágiles” [20].

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

Con respecto a los estudios descriptivos, Bisquerra (2004) refiere: “Describir radica primordialmente, en medir y evaluar los sujetos o las cambiantes objeto de interés de forma sin dependencia o conjunta, sin indicar cómo se relacionan estas cambiantes medidas” [21].

Por su parte Cabezas, Naranjo y Torres (2018) explica: “Comprende la especificación, registro, estudio e interpretación de la naturaleza de hoy y la estructura o procesos de los fenómenos” [22].

La presente investigación fue de tipo descriptivo, puesto que se identificó y describió las características estructurales del diseño de la estructura metálica de un edificio empleando acero como material base, así como el desempeño sismorresistente que dicho diseño tendría ante la ocurrencia de movimientos telúricos de distintas intensidades.

##### **Enfoque de investigación**

De acuerdo a lo planteado por Neill y Cortez (2018): “Un enfoque cuantitativo consiste asignar a las variables valores numéricos, sean discretos o en intervalos [...]” [23].

El enfoque del estudio fue cuantitativo, para sustentarlo, el investigador se apoyó en los argumentos de Ríos (2017) quienes mencionan que “el enfoque cuantitativo se utiliza para contrastar hipótesis con una medición numérica y el resultado de un análisis estadístico que permite verificar teorías” [24].

Debido a que el objeto de estudio vienen a ser los elementos estructurales presentes en diseño del edificio, el análisis de su pertinencia dentro de la estructura está necesariamente ligado a su respectivo desempeño sismorresistente, para lo cual se han debido realizar ciertos cálculos con la ayuda de un software simulador, obteniéndose valores que corresponden a una escala de razón, por lo que el presente estudio estuvo enfocado a la obtención, selección y análisis de datos numéricos, es decir, cuantitativos.

### **El diseño de la investigación**

De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2014): “Los estudios con diseño empírico se aplican una vez que el investigador pretende implantar el viable impacto de una causa que manipula [...]” [25].

Al respecto, Arias (2012): “La investigación experimental es un proceso que se basa en dominar a un objeto o conjunto de personas, a determinadas condiciones, estímulos o procedimiento, para mirar los efectos o actitudes que se producen” [26].

El diseño del presente trabajo de investigación fue experimental, ya que se hizo una manipulación intencional de la variable diseño estructural, sometiéndola a modelamiento y simulación con software especializado para que, mediante la observación experimental, poder evaluar su desempeño sismorresistente.

### **3.2. Operacionalización de Variables**

“La operacionalización se consigue una vez que se descomponen las cambiantes en magnitudes y estas paralelamente son traducidas en indicadores que permitan la observación directa y la medición” [27].

“La operacionalización es un proceso lógico de desagregación de los recursos más abstractos hasta llegar al grado más concreto” [28]

Se considera que la operacionalización de las variables resulta fundamental ya que por medio de este procedimiento se llegan a precisar los aspectos y/o elementos que se pretende cuantificar para que más adelante se les pueda procesar, consolidar y analizar generándose así resultados objetivos que son evidencia empírica para poder emitir conclusiones.

### Variable independiente: Diseño estructural

**Definición conceptual:** “El diseño es un proceso creativo mediante el cual se definen las características de un sistema de manera que cumpla en forma óptima sus objetivos. El objetivo de un sistema estructural es resistir las fuerzas a las que va a estar sometido [...]” [29].

**Definición operacional:** “El diseño estructural es una metodología de indagación sobre la igualdad, la resistencia y la rigidez de las construcciones. Este trabajo es llevado adelante por ingenieros estructurales” [30].

### Variable dependiente: Desempeño sismo resistente

**Definición conceptual:** " Grado de funcionamiento en el que la degradación de la rigidez lateral y la capacidad resistente del sistema compromete el equilibrio de la composición aproximándose al colapso estructural " [31].

**Definición operacional:** “El desempeño sismorresistente es el nivel de afectación que tuviera una edificación después de sufrir los efectos de un sismo de consideración. Se le evalúa a priori según el nivel de desplazamiento lateral y la fuerza cortante basal que puede soportar sin deformarse” [32].

### Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Diseño estructural	“El diseño es un proceso creativo mediante el cual se definen las características de un sistema de manera que cumpla en forma óptima sus objetivos. El objetivo de un sistema estructural es resistir las fuerzas a las que va a estar	El diseño estructural es una metodología de indagación sobre la igualdad, la resistencia y la rigidez de las construcciones. Este trabajo es llevado adelante por ingenieros estructurales.	Diseño de la cimentación	Diseño de las zapatas	Razón
				Diseño de las losas de cimentación	
				Diseño del emparrillado	
			Diseño de las columnas	Diseño de las secciones transversales	Razón
				Diseño de los refuerzos	Razón
			Diseño de las vigas	Diseño de su sección vertical	Razón



	sometido [...]” [19]			Dimensionamiento horizontal	Razón
<b>Desempeño sismo resistente</b>	" Grado de funcionamiento en el que la degradación de la rigidez lateral y la capacidad resistente del sistema compromete el equilibrio de la composición aproximándose al colapso estructural " [20].	Nivel de afectación que tuviera una edificación después de sufrir los efectos de un sismo de consideración. Se le evalúa a priori según el nivel de desplazamiento lateral y la fuerza cortante basal que puede soportar sin deformarse.	Desplazamientos laterales	Límites para la distorsión del entrepiso	Razón
			Fuerza cortante en la base	Aceleraciones espectrales	Razón

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población:**

Según Bernal (2010): “Población es la integridad del fenómeno a aprender, donde las entidades tienen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación” [33].

Por otro lado, para Behar (2008): “Es el grupo de individuos u objetos de los que se quiere conocer algo en una investigación” [34]

Para la presente investigación se ha considerado como población a todos los elementos estructurales del diseño del edificio (Cimentación, columnas, losas, vigas, viguetas, etc.).

#### **Muestra:**

Tomando en cuenta a Saavedra (2017): “La muestra descansa en el inicio de que las piezas representan al todo y, por tal, refleja las propiedades que definen la población de la que ha sido extraída, lo que nos sugiere que es representativa” [35].

Por su parte, Muñoz (2011): “Es un subconjunto o parte del mundo o población en que se llevará a cabo la investigación” [36].

La muestra de la presente investigación lo conforman los principales elementos estructurales del diseño del edificio: Cimentación, columnas y vigas.

#### **Muestreo:**

Bavaresco (2013) definen el muestreo como “un proceso en el que se conoce la probabilidad que tiene cada elemento de integrar la muestra” [37].

Para el presente estudio, el muestreo fue no probabilístico de tipo intencional, debido a que los elementos estructurales seleccionados para la muestra fueron escogidos a criterio del investigador.

### **Unidad de análisis:**

La unidad de análisis es el fragmento del documento o estudio que se toma como elemento que sirve de base para el propósito de la investigación de ser estudiado [38]. En este contexto, la unidad de análisis de esta investigación correspondió a un edificio de 4 niveles y de la cual se propuso un diseño estructural sísmo resistente de acero.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

#### **Técnicas**

Según Sánchez, Reyes y Mejía (2018): “Observación experimental consta de un procedimiento e instrumentos abocados a determinar las características y principales componentes de los diferentes elementos presentes en la naturaleza o algún fenómeno de interés” [39].

Para el presente estudio como técnica de recolección de datos se empleará la observación experimental, por lo que se estudiará y dividirá por casos en grupos de control y experimental, de tal manera que estará sujeta a comprobaciones y controles de validez y fiabilidad.

#### **Instrumento de recolección de datos**

El instrumento que se empleará para almacenar los datos será el programa Robot Structural Analysis Professional 2022, ya que, al ser una herramienta avanzada de análisis estructural, permitirá el análisis lineal y no lineal del diseño estructural de los edificios.

#### **Validez**

El juicio de expertos, tal como lo definen Tamayo y Tamayo (2007), es un método de validación útil para verificar la confiabilidad de la investigación, es decir, “la opinión informada de personas con experiencia en el tema que son reconocidas por otros como expertos calificados en la materia y puede aportar información, pruebas, juicios y valoraciones” [40].

La validez del instrumento de recolección de datos se realizará por medio de la técnica de juicio de expertos, lo que consistirá en la consulta, correcciones sugeridas y validación a través de la firma de tres ingenieros civiles especialistas en el tema abordado en la presente investigación y de reconocida trayectoria profesional.

### **Confiabilidad de los instrumentos.**

Respecto a la confiabilidad del instrumento, al ser el software Robot Structural Analysis Professional 2022, un programa ya empleado en diversas investigaciones científicas y que además su aplicación fue sugerida por el propio docente asesor del presente estudio; se consideró como un instrumento confiable para alcanzar los objetivos planteados.

### **Procedimientos:**

Durante el desarrollo del estudio se tuvo en cuenta el trabajo de campo, que permitió determinar las características del terreno en cuestión, “la calidad de los materiales necesarios para diseñar la estructura del edificio y las cargas que soportarán las columnas”. Las características más importantes se registran en hojas de recopilación de datos, que luego se ordenan y clasifican por dimensiones y métricas en hojas de MS Excel. Los valores obtenidos del modelado anterior fueron exportados a una tabla de Excel y luego importados al programa Robot Structural Analysis Professional 2022 para el análisis correspondiente.

### **2.5. Método de análisis de datos:**

Para el análisis de los datos, todo lo tabulado en las hojas de cálculo se exportó al programa estadístico SPSS v. 25 para poder generar las tablas y gráficos que ayuden a interpretar los resultados de la simulación y a su vez permitan generar conclusiones concretas.

## **2.6. Aspectos éticos:**

La presente investigación se tomó con responsabilidad y autenticidad, teniendo como finalidad de aportar un diseño nuevo de una estructura metálica con acero para la construcción de un edificio de cuatro niveles.

## IV. RESULTADOS

### Descripción de la zona de estudio

#### Ubicación política

El presente estudio se encuentra políticamente en ele:

- Departamento: Ucayali
- Provincia: Coronel Portillo
- Distrito: Callería



Figura 5. Mapa político del Perú



Figura 6. Mapa político del Departamento de Ucayali

## Ubicación del proyecto

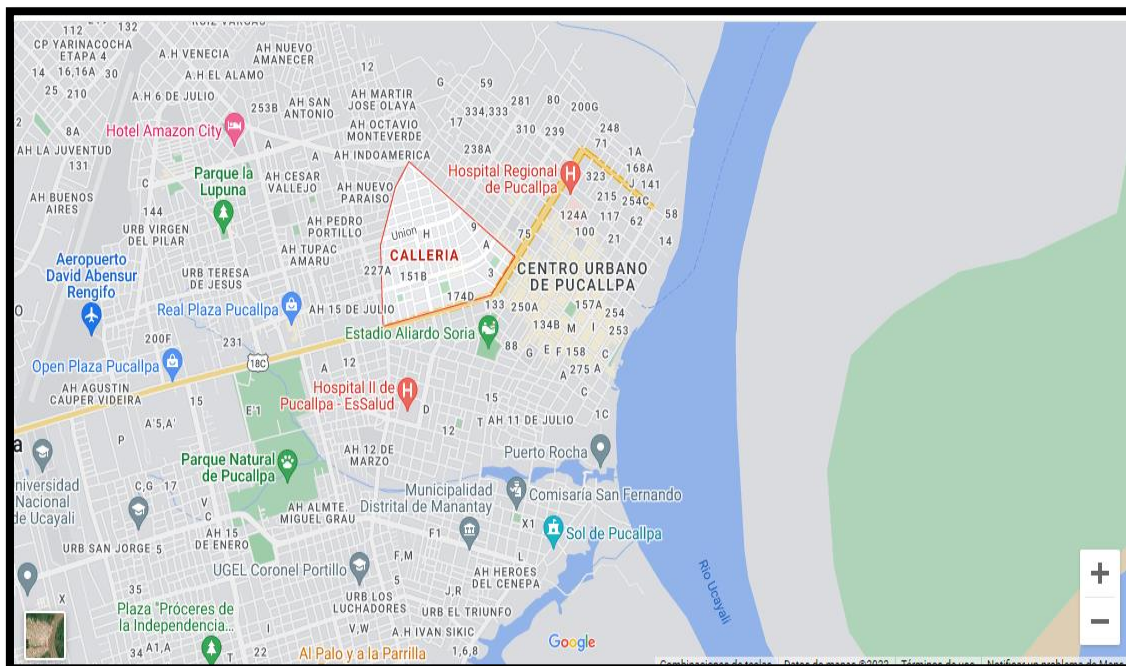


Figura 7. Mapa político del Distrito de Callería

### Limites

- Norte : Departamento de Loreto
- Sur : Departamentos de Cusco, Junín y Madre de Dios
- Este : República Federal del Brasil
- Oeste : Departamentos de Huánuco y Pasco

### Ubicación geográfica

El distrito de Callería presenta las siguientes coordenadas siguientes:

Latitud sur 8° 22' 58" sur y oeste 74° 31' 56", contando con un área aproximada de 10937.62 km<sup>2</sup>, con una altitud media de 157 m s. n. m. Según INEI hasta el 2017 contaba con una población de 225 000 habitantes.

## Clima

El clima del distrito de Callería es muy cálido, moderadamente lluvioso y con amplitud térmica moderada. La media anual de temperatura máxima y mínima (periodo 1950-1991) es 32.0°C y 20.7°C, respectivamente. La precipitación media acumulada anual para el periodo 1950-1991 es 1562.6 mm.

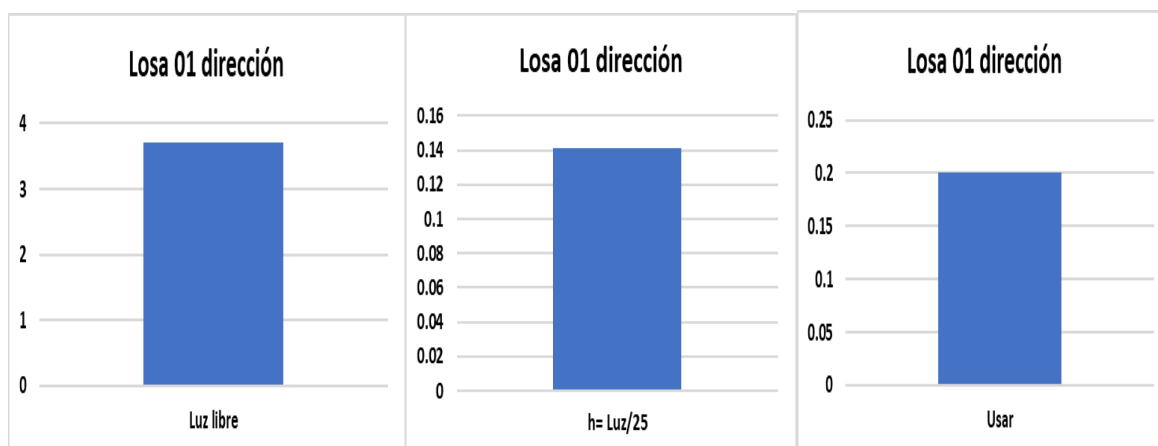
**Objetivo específico 1:** Identificar las características estructurales que debe tener la cimentación de un edificio de cuatro niveles con estructura de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022.

**Tabla 1**

*Predimensionamiento de la losa aligerada*

Losa aligerada	Luz libre	$h = \text{Luz}/25$	Usar
Losa 01 dirección	3.70 ml	0.141 m	0.20 m

Elaboración propia



*Figura 8.* Relación entre las características estructurales de las columnas.

De acuerdo a la tabla 1 y figura 7 presentada en relación al objetivo específico 1, se puede percibir que la luz libre de la losa aligerada debe ser de 3.70 ml, de una altura de 0.148 m.



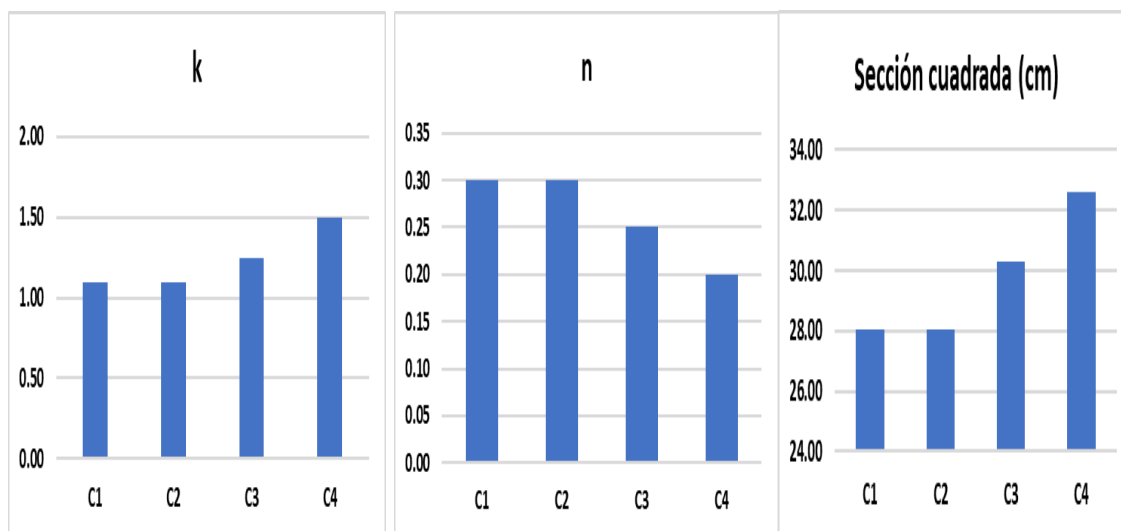
**Objetivo específico 2:** Precisar las características estructurales que deben tener las columnas de un edificio de cuatro niveles con estructura de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022.

**Tabla 2**

*Predimensionamiento de la columna*

Tipo	Área tributaria (m <sup>2</sup> )	k	P (kg/m <sup>2</sup> )	n	fc (kg/cm <sup>2</sup> )	Sección (cm <sup>2</sup> ) bxD	Sección cuadrada (cm)
C1	14.08	1.10	800.00	0.30	210.00	786.69	28.05
C2	14.08	1.10	800.00	0.30	210.00	786.69	28.05
C3	11.98	1.25	800.00	0.25	210.00	912.76	30.31
C4	9.29	1.50	800.00	0.20	210.00	1016.71	32.58

Elaboración propia



*Figura 9.* Relación entre las características estructurales de las columnas.

En la tabla 2 y figura 8 mostradas en relación al objetivo específico 2, se puede percibir que la columna 1 debe tener un área tributaria del 14.08, una  $k$  igual a 1.10, una  $P$  de 800.00, una  $n$  igual a 0.30, una  $F_c$  de 210.00, una sección de 786.69 y una sección cuadrada de 28.05. En la columna 2 debe tener un área tributaria del 14.08, una igual  $k$  a 1.10, una  $P$  de 800.00, una  $n$  igual a 0.30, una  $F_c$  de 210.00, una sección de 786.69 y una sección cuadrada de 28.05. En la columna 3 debe tener un área tributaria del 11.98, una igual  $k$  a 1.25, una  $P$  de 800.00, una  $n$  igual a 0.20, una  $F_c$  de 210.00, una sección de 912.76 y una sección cuadrada de 30.31. Mientras que en la columna 1 debe tener un área tributaria del 9.29, una  $k$  igual a 1.50, una  $P$  de 800.00, una  $n$  igual a 0.20, una  $F_c$  de 210.00, una sección de 1016.71 y una sección cuadrada de 32.58.

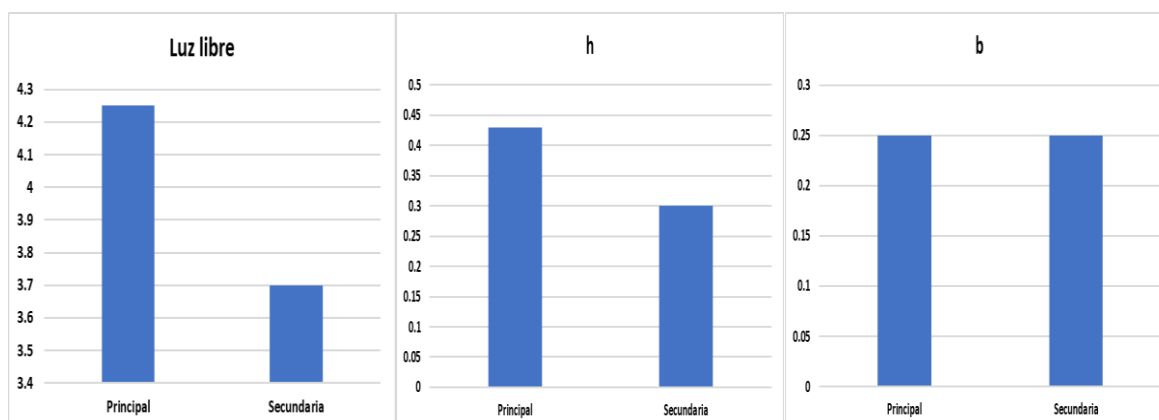
**Objetivo específico 3:** Especificar las características estructurales que deben tener las vigas de un edificio de cuatro niveles con estructura de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022.

**Tabla 3**

*Predimensionamiento de vigas*

Viga	Luz libre	h	b	Usar
Principal	4.25 ml	0.43 m	0.25 m	25x40 cm
Secundaria	3.70 ml	0.30 m	0.25 m	25x30 cm

Elaboración propia



*Figura 10.* Relación entre las características estructurales de las vigas.

De la tabla 4 y figura 15 expuestas en relación al objetivo específico 3, se puede percibir que la viga principal debe tener una luz libre de 4.25 m, una altura de 0.43 m, un ancho de 0.25 m, mientras que la viga secundaria debe tener una luz libre de 3.70 m, una altura de 0.30 m, un ancho de 0.25 m.

## V DISCUSION

Discusión 1: Tomando en consideración la primera hipótesis específica, el cual fue identificar las características estructurales que debe tener la cimentación de un edificio de cuatro niveles con estructura de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022; en donde se realizaron las pruebas pertinentes, teniendo como resultado que las losas de cimentación deben una luz libre de 3.70 ml junto a una altura de 0.141 m. Este resultado guarda relación con lo obtenido por Pérez y Vergaray (2017), en el cual fue de una luz libre de 3.26 ml junto a una altura de 0.125 m, donde demostró que, con esta condición, se tiene una deformación desplazamiento máximo de 8cm. en dirección del eje “Z”, estos desplazamientos son considerados como aceptables. Mientras que en lo que se refiere a la estructura del pase aéreo en concreto armado, esta tiene una deformación de 30 cm. Por lo cual se confirmó que el pase aéreo de acero tiene una estructura de mayor rigidez ya que presenta desplazamientos menores ante cargas de servicios y sismos, a diferencia del pase aéreo de concreto armado, siendo el primero el más resistente. Un resultado un poco diferente lo obtuvo Poma (2020), quien en su investigación *Diseño estructural de un edificio en oficinas de concreto armado con techo verde*, realizada en Arequipa, al efectuar un análisis y diseño estructural de un edificio de 6 pisos con un techo verde en el último nivel, obtuvo un resultado en la luz libre igual a 6.26 ml junto a una altura de 0.125 m, todo esto con los criterios de simplicidad, simetría, resistencia, ductilidad y rigidez lateral. Y dichos resultados lo obtuvo del programa ETABS, garantizando de esta manera que la edificación posee un adecuado comportamiento ante sollicitaciones dinámicas y estáticas del refuerzo de acero que se requiere.

**Tabla 4.** Evaluación de similitud o diferencia de las investigaciones según las características estructurales que debe tener la cimentación.

Autor	Lugar donde se realizó la investigación	Luz libre	$h = \text{Luz}/25$	Evaluación de similitud
Ríos	Callería- Perú	3.7 ml	0.141 m	
Pérez y Vergaray	Arequipa- Perú	3.26 ml	0.125 m	Similar
Poma	Lima-Perú	6.5 ml	0.250 m	Diferente

Discusión 2: En cuanto a la segunda hipótesis específica, la cual consiste en identificar las propiedades estructurales requeridas para que las columnas de un edificio de cuatro pisos con armazón de acero en el distrito de Callería de Ucayali sean sísmicamente resistentes en el año 2022. Como resultado de la simulación, el resultado del pilar es el siguiente. Luz libre 4,25 m, altura 0,43 m, fondo 0,25 m. Resultados similares se obtuvieron en el trabajo de investigación de Calderón y Gamarra (2020). *Análisis comparativo del diseño sismorresistente estructural y costo de los sistemas constructivos Emmedue y EMDL*, la cual se desarrolló en Trujillo, al efectuar un análisis comparativo entre dos sistemas estructurales: EMMEDUE y EMDL para la construcción de viviendas, se obtuvieron los siguientes valores para las columnas: Otro resultado similar se obtuvo en el estudio de Poma (2020) en su investigación titulada: Diseño estructural de un edificio en oficinas de concreto armado con techo verde, realizada en Lima, al efectuar un análisis y diseño estructural de un edificio de 6 pisos con un techo verde en el último nivel, obtuvo los siguientes valores para sus columnas: Luz libre de 7.375 m, una altura de 0.80 m y una base de 0.25 m.

**Tabla 5.** Evaluación de similitud o diferencia de las investigaciones según las características estructurales que debe tener las columnas.

<b>Autor</b>	<b>Lugar donde se realizó la investigación</b>	<b>Luz libre</b>	<b>h</b>	<b>b</b>	<b>Evaluación de similitud</b>
Ríos	Callería- Perú	4.25 m	0.43 m	0.25 m	
Calderón y Gamarra	Trujillo- Perú	3.30 m	0.60 m	0.25 m	Similar
Poma	Lima-Perú	7.75 m	0.80 m	0.25 m	Similar

Discusión 3: Con respecto al tercer objetivo específico, el cual fue especificar las características estructurales que deben tener las vigas de un edificio de cuatro niveles con estructura de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022; en donde la simulación arrojó los siguientes resultados para sus vigas: Área tributaria de 14.08 m<sup>2</sup>, una k de 1.10, una n de 0.30 y una sección cuadrada de 28.05cm. Un resultado similar lo obtuvo Poma (2020), en su investigación *Diseño estructural de un edificio en oficinas de concreto armado con techo verde*, realizada en Lima, al efectuar un análisis y diseño estructural de un edificio de 6 pisos con un techo verde en el último nivel, obtuvo los siguientes valores para sus vigas: Área tributaria de 28.72 m<sup>2</sup>, una k de 1.00, una n de 0.30 y una sección cuadrada de 172.20 cm. Un resultado diferente lo obtuvieron Pérez y Vergaray (2017), en su tesis *Diseño estructural comparativo entre los pases aéreos de acero y concreto armado para obras de Saneamiento*, realizada en Arequipa, quienes al llevar a cabo un análisis estructural y un análisis económico de dos propuestas: un pase aéreo de doscientos metros en acero y otro pase aéreo en concreto armado, obtuvieron los siguientes valores para sus vigas: Área tributaria de 30.82 m<sup>2</sup>, una k de 1.25, una n de 0.30 y una sección cuadrada de 169.30 cm.

**Tabla 6.** Evaluación de similitud o diferencia de las investigaciones según las características estructurales que debe tener las vigas.

Autor	Lugar donde se realizó la investigación	Área tributaria (m <sup>2</sup> )	k	n	Sección cuadrada (cm)	Evaluación de similitud
Ríos	Callería- Perú	14.08	1.10	0.30	28.05	
Poma	Lima-Perú	28.72	1.00	0.30	172.20	Similar
Perez y Vergaray	Arequipa- Perú	30.82	1.25	0.30	169.30	Diferente

## VI CONCLUSIONES

Conclusión 1: Se llegó a concluir que, en base a la simulación realizada con el programa Robot Structural Analysis Professional 2022, el diseño de la cimentación, las columnas y las vigas tienen un adecuado desempeño sismoresistente, puesto que cumplen con las exigencias de la Norma Técnica Peruana E.030.

Conclusión 2: Respecto al primer objetivo específico, el cual fue identificar las características estructurales que debe tener la cimentación de un edificio de cuatro niveles con estructura de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022, se puede concluir que las características analizadas son las principales que interfieren en el diseño de la cimentación, y se han determinado las siguientes condiciones: en primer lugar, la luz libre de la losa aligerada debe ser de 3.70 m y en segundo, que su altura debe ser de 0.148 m. Asimismo, se destaca que estas características relativas al diseño, conducen a un mejor diseño estructural.

Conclusión 3: A cerca del segundo objetivo específico, que fue precisar las características estructurales que deben tener las columnas de un edificio de cuatro niveles con estructura de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022, se puede concluir que las características analizadas son indicadores que intervienen dentro del diseño de las columnas, en donde se precisaron las siguientes características: Primero, la columna 1 debe tener un área tributaria del 14.08, una  $k$  igual a 1.10, una  $P$  de 800.00, una  $n$  igual a 0.30, una  $F_c$  de 210.00, una sección de 786.69 y una sección cuadrada de 28.05; segundo, la columna 2 debe tener un área tributaria del 14.08, una  $k$  igual a 1.10, una  $P$  de 800.00, una  $n$  igual a 0.30, una  $F_c$  de 210.00, una sección de 786.69 y una sección cuadrada de 28.05; tercero, la columna 3 debe tener un área tributaria del 11.98, una  $k$  igual a 1.25, una  $P$  de 800.00, una  $n$  igual a 0.20, una  $F_c$  de 210.00, una sección de 912.76 y una sección cuadrada de 30.31. Mientras que en la columna 4 debe tener un área tributaria del 9.29, una  $k$  igual a 1.50, una  $P$  de 800.00, una  $n$  igual a 0.20, una  $F_c$  de 210.00, una sección de 1016.71 y una sección cuadrada de 32.58. Así mismo, se recalca el hecho de que estas características al estar relacionadas con el diseño de las columnas ocasionan que se mejore el diseño estructural de acero.

Conclusión 4: Sobre el tercer objetivo específico, que fue especificar las características estructurales que deben tener las vigas de un edificio de cuatro niveles con estructura de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022, se puede concluir que los parámetros analizados juegan un papel muy importante, pues son necesarios para el diseño de las vigas, en las cuales se especifica que la viga principal debe tener una luz libre de 4.25 m, una altura de 0.43 m, un ancho de 0.25 m, mientras que la viga secundaria debe tener una luz libre de 3.70 m, una altura de 0.30 m, un ancho de 0.25 m. De manera similar, se enfatiza el hecho de que los parámetros relacionados con el diseño de las columnas conducen a un mejor diseño estructural.



## **VII RECOMENDACIONES**

Recomendación 1: Considerando el objetivo general, se recomienda que en este estudio se defina el diseño estructural sísmo resistente para contribuir a futuras investigaciones relacionadas con construcciones sísmo resistentes en el distrito de Callería, de manera que pueda ser utilizado como antecedente de investigación para realizar un mejor análisis.

Recomendación 2: Considerando el primer objetivo específico, se recomienda realizar investigaciones meticulosas con respecto a los diseños de cimentación, incluyendo lo que son las zapatas, las losas y el emparrillado, dado que estos son base fundamentas para las construcciones sino resistentes.

Recomendación 3: Considerando el segundo objetivo específico, se recomienda realizar un análisis y simulaciones específicas, que nos permita observar de manera realista la resistencia que debe tener, para que de esta manera se pueda seleccionar de manera correcta los materiales a utilizar para la elaboración de las columnas, debido a que estas son las que sostendrán a las construcciones, por lo cual son parte indispensable dentro de las construcciones sísmo resistentes de acero.

Recomendación 4: Considerando el tercer objetivo específico se recomienda una actualización constante de datos con respecto a las vigas de construcción, dado que estas son diferentes para cada tipo de estructura, por cual se deberá tener una información amplia para poder diseñarlo de manera correcta.

## REFERENCIAS

1. ZAPATA, L. *Diseño de estructuras con acero*. 1ª ed. México: Alfaguara, 1999. ISBN: 42225379
2. TASAYCO, M. *Calculo y diseño de estructuras de acero*. 2a ed. Madrid: Zafiro. ISBN:44558564
3. ROBLES, J. *Análisis estructural para diagnosticar la integridad estructural de una nave industrial de acero en la región Tacna – 2017*. [en línea]. Tesis de Pregrado. Universidad César Vallejo, 2017. [Consultado el 25 de febrero 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/21768>
4. PÉREZ DE LA PEÑA, L. y VERGARAY, D. *Diseño estructural comparativo entre los pases aéreos de acero y concreto armado para obras de Saneamiento*. [en línea]. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de San Agustín, 2020. [Consultado el 25 de enero 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2834>
5. CALDERON, C. y GAMARRA, C. *Análisis comparativo del diseño sismorresistente estructural y costo de los sistemas constructivos Emmedue y EMDL, en la ciudad de Trujillo, 2020*. [en línea]. Tesis de Pregrado. Universidad Privada del Norte, 2020. [Consultado el 25 de enero 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/24414>
6. POMA, J. *Diseño estructural de un edificio de oficinas de concreto armado con techo verde*. [en línea]. Tesis de Pregrado. Pontificia Universidad Católica del Perú, 2020. [Consultado el 25 de enero 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/16829>
7. RODRÍGUEZ, V. *Diseño y modelamiento estructural de un domo geodésico para cafetería por perfiles estructurales de acero y cubierta de policarbonato*. [en línea]. Tesis de Pregrado. Universidad Autónoma San Francisco, 2021. [Consultado el 25 de enero 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uasf.edu.pe/handle/UASF/486>
8. ROSENBAUM, P. *Caracterización de estructuras industriales de acero de la minería del cobre en Chile*. [en línea]. Tesis de Pregrado. Universidad de Chile, 2018. [Consultado el 25 de febrero 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/169975>

9. AGUILAR, C. (2018) *Estudio de estructuras de albañilería confinada con perfiles de acero en Chile*. [en línea]. Tesis de Pregrado. Universidad de Chile, 2018. [Consultado el 25 de enero 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/159577>
10. ROMO, A. *Diseño estructural en acero con cimentación de una vivienda habitacional ubicada en la ciudad de Manta*. [en línea]. Tesis de Pregrado. Universidad San Francisco de Quito USFQ, 2020. [Consultado el 25 de enero 2022]. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/9325>
11. MCCOMAC, J. *Diseño de Estructuras de Acero*. 5ª ed. México: Alfaomega Grupo Editor, 2012. ISBN 6077075590.
12. FERNANDEZ, J. Análisis de las ventajas y desventajas de las técnicas no convencionales en la construcción de edificaciones frente a un evento sísmico. *INGENIO*, 2018, 1(1), 53–71. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/INGENIO/article/view/172>
13. ARENAS, J. & ROJAS, M. (2008). Comparación técnico-financiera del acero estructural y el hormigón armado. *Dyna*. 2008, 75(155),47-56. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49611953006>
14. MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA - MIDUVI. Guía práctica para el diseño de estructuras de acero de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015. 1ª Edición. Quito, 2016. ISBN.9942-951-47.
15. RESTREPO, C, & TABORDA, J. El mercado colombiano del acero estructural en el contexto de la globalización. *Revista Ciencias Estratégicas*. 2017, 25(38),339-359. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=151354939005>
16. GERDAU CORSA. Diseño de estructura de acero. Editorial: GERDAU CORSA.
17. INSTITUTO DE TECNOLOGÍA DE CHILE. Construcciones metálicas: Armado y montaje en construcciones metálicas. Chile: Ediciones INACAP.2018. ISBN: 978-956-8336-79-0.
18. CERVERA, M. Y BLANCO, E. Mecánica de estructuras. CIMNE. 2014. ISBN: 978-84-942844-8-9.
19. ARGUELLES, R. *Estructuras de Acero*. México: Editorial Bellisco, 2013. ISBN: 8492970529.

20. INSTITUTO MÉXOCANO DE LA CONSTRUCCIÓN EN ACERO (2002). *Manual de Diseño para la Construcción con Acero*. 4ª Edición. México: Editorial LIMUSA, 2002. ISBN 968-18-6116-7.
21. BISQUERRA, R, DORIO, I, GÓMEZ, J, MARTÍNEZ, F, MASSOT, I, MATEO J, SABARIEGO, M, SANS MARTIN, A, TORRADO, M, y VILA, R. *Metodología de la investigación Educativa*. 1ª ed. Madrid: La Muralla. S.A, 2004. ISBN:978-84-7133-748-1
22. CABEZAS, E., NARANJO, D Y TORRES, J. Introducción a la metodología de la investigación científica. Editorial ESPE. 2018. ISBN: 978-9942-765-44-4.
23. NEILL, D y CORTEZ, L. *Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica*. 1ª. ed. Colombia: Editorial UTMACH, 2018. ISBN:978-9942-24-093-4.
24. RÍOS, R. *Metodología para la investigación y redacción*. 1º edición. México: Servicios Académicos Intercontinentales S.L. 2017. ISBN: 13: 978-84-17211-23-3.
25. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. *Metodología de la investigación*. 6ª ed. México: Mc Graw Hill Education, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0
26. ARIAS, F. *El proyecto de investigación*. 6ª Edición. Editorial Episteme, 2012. ISBN: 980-07-8529-9.
27. ESPINOZA, E. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa, *Conrado*. 2019, vol.15, n.69, pp.171-180. ISBN 2519-7320
28. BAENS, G. *Metodología de la investigación*. México: Editorial Patria. 2014. ISBN: 978-607-744-003-1.
29. PIRALLA, M. *Diseño Estructural*. 2ª. ed. México: Noriega, 2011. ISBN:330035
30. MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA. *Guía práctica para el diseño de estructuras de acero*. Ecuador: Imprenta Activa. 2016. ISBN.9942-951-47
31. CRISAFULLI, F. *Diseño sismorresistente en construcciones de acero*. 5ª ed. [en línea]. Mendoza, Argentina: Universidad Nacional de Cuyo. [fecha de consulta 17 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.construccionenacero.com/sites/construccionenacero.com/files/publicacion/disen%C3%B3%20sismorresistente%20de%20construcciones%20de%20acero-5ta%20ed.pdf>
32. BARBAT, H. Cálculo y diseño sismorresistente de edificios. Aplicación de la norma NCSE-02. BARCELONA: CIMNE. 2005. ISBN: 84-95999-89-7.

33. BERNAL, C. *Metodología de la investigación*. (3ra. Ed.). Bogotá: Editorial Pearson. 2010. ISBN: 978-958-699-128-5.
34. BEHAR, D. *Metodología de la investigación*. Editorial Shalom. 2008. ISBN: 978-959-212-783-7.
35. SAAVEDRA, P. *Metodología de investigación científica*. Huancayo, Perú: Editorial Soluciones Gráficas. 2017. ISBN: 978-612-47601-6-7.
36. MUÑOZ, C. *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis*. (2ª ed). Pearson Educación, México. 2011. ISBN: 978-607-32-0456-9.
37. BAVARESCO, A. *Proceso Metodológico en la Investigación*. Imprenta Internacional CA. 2013. ISBN: 978-980-12-6758-4.
38. CARRASCO, S. *Metodología de la investigación científica*. Perú: San Marcos. 2009. ISBN: 978-9972-38-344-1.
39. SÁNCHEZ, H., REYES, C., Y MEJÍA, K. *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*. Fondo editorial Universidad Ricardo Palma. 2018. <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1480>
40. TAMAYO, Y TAMAYO, M. *El Proceso De La Investigación Científica; Incluye Glosario Y Manual De Evaluación De Proyectos*. 4a. Ed. Guadalajara: Limusa. 2007. ISBN: 968-18-5872-7.

# ANEXOS

## Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

<b>Título:</b> Diseño estructural sismo resistente de un edificio de cuatro niveles estructura de acero en el distrito de Callería, Ucayali 2022					
<b>Autor:</b> Ríos Ederly Larry Hebert					
<b>VARIABLES DE ESTUDIO</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICION</b>
<b>VI Diseño estructural</b>	"El diseño es un proceso creativo mediante el cual se definen las características de un sistema de manera que cumpla en forma óptima sus objetivos. El objetivo de un sistema estructural es resistir las fuerzas a las que va a estar sometido [...]" [18]	El diseño estructural es una metodología de investigación acerca de la estabilidad, la resistencia y la rigidez de las estructuras. Este trabajo es llevado adelante por ingenieros estructurales.	Diseño de la cimentación	Diseño de las zapatas	Razón
				Diseño de las losas de cimentación	
				Diseño del emparrillado	
			Diseño de las columnas	Diseño de las secciones transversales	Razón
				Diseño de los refuerzos	
			Diseño de las vigas	Diseño de su sección vertical	Razón
Dimensionamiento horizontal					
<b>VD Desempeño sismo resistente</b>	"Nivel de desempeño en el cual la degradación de la rigidez lateral y la capacidad resistente del sistema compromete la estabilidad de la estructura aproximándose al colapso estructural"[18].	Nivel de afectación que tuviera una edificación después de sufrir los efectos de un sismo de consideración. Se le evalúa a priori según el nivel de desplazamiento lateral y la fuerza cortante basal que puede soportar sin deformarse.	Desplazamientos laterales	Límites para la distorsión del entrepiso	Razón
			Fuerza cortante en la base	Aceleraciones espectrales	Razón

## Anexo 2. Matriz de consistencia

Problema General	Objetivo General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología	
¿Qué características estructurales debe tener un edificio de cuatro niveles con estructura de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022?	Determinar las características estructurales que debe tener un edificio de cuatro niveles con estructura de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022	<b>Variable independiente</b>	<b>Diseño de la cimentación</b>	Diseño de zapatas	<b>Tipo de investigación:</b> Descriptiva	
				Diseño de las losas de cimentación	<b>Enfoque de investigación:</b> cuantitativo	
				Diseño del emparillado	<b>Diseño de la investigación:</b> Experimental	
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos Específicos:</b>					
¿Qué características estructurales debe tener la cimentación de un edificio de cuatro niveles con estructura de acero para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022?	Identificar las características estructurales que debe tener la cimentación de un edificio de cuatro niveles con estructura de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022	<b>DISEÑO ESTRUCTURAL</b>	<b>Diseño de las columnas</b>	Diseño de las secciones transversales	<b>Población:</b> Todos los elementos estructurales del diseño del edificio (Cimentación, columnas, losas, vigas, viguetas, etc.)	
				Diseño de los refuerzos		
¿Qué características estructurales deben tener las columnas de un edificio de cuatro niveles con estructura de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022?	Precisar las características estructurales que deben tener las columnas de un edificio de cuatro niveles con estructura de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022		<b>Variable dependiente</b>	<b>Diseño de las vigas</b>	Dimensionamiento de su sección vertical	<b>Muestra:</b> Los principales elementos estructurales del diseño del edificio: Cimentación, columnas y vigas
					Dimensionamiento horizontal	
¿Qué características estructurales deben tener las vigas de un edificio de cuatro niveles con estructura de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022?	Especificar las características estructurales que deben tener las vigas de un edificio de cuatro niveles con estructura de acero, para que sea sismo resistente, en el distrito de Callería, Ucayali, año 2022		<b>DESEMPEÑO SISMO RESISTENTE</b>	<b>Desplazamientos laterales</b>	Límites para la distorsión del entrepiso	<b>Técnica de recolección:</b> Observación experimental
					<b>Fuerza cortante en la base</b>	Aceleraciones espectrales


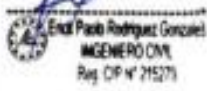
### Anexo 3. Instrumento de recolección de datos


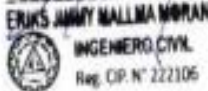
<b>FICHA DE REGISTRO DE DATOS</b>								
<b>I. DATOS INFORMATIVOS:</b>								
<b>TÍTULO</b>	"Diseño estructural sismo resistente de un edificio de cuatro niveles con estructura de acero en el distrito de Callería, Ucayali 2022"							
<b>UBICACIÓN</b>	: Departamento de Ucayali, Provincia de Coronel Portillo, Distrito de Callería.							
<b>V. INDEPENDIENTE</b>	: Diseño estructural							
<b>V. DEPENDIENTE</b>	: Desempeño sismo resistente							
<b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b>	: Experimental							
<b>PERIODO</b>	: 2022							
<b>II. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO:</b>								
<b>Distrito de Callería</b>	: Jr. Huáscar, cuadra 6.							
<b>Ancho</b>	: 14,80 metros							
<b>LARGO</b>	: 28,52 metros							
<b>III. ASPECTO DEL REGISTRO DE LA INFORMACIÓN:</b>								
<b>3.1. EDIFICACIÓN DE 4 NIVELES DE ESTRUCTURA DE ACERO</b>								
<b>VARIABLE 1</b>		<b>DIMENSIÓN 1</b>			<b>DIMENSIÓN 2</b>		<b>DIMENSIÓN 3</b>	
<b>CASO</b>		<b>DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN</b>			<b>DISEÑO DE LAS COLUMNAS</b>		<b>DISEÑO DE LAS VIGAS</b>	
<b>NIVELES DE PISO</b>		Diseño de zapatas	Diseño de las losas de cimentación	Diseño del emparrillado	Diseño de las secciones transversales	Diseño de los refuerzos	Dimensionamiento de su sección vertical	Dimensionamiento horizontal
PISO	4							
PISO	3							
PISO	2							
PISO	1							
<b>3.2. EDIFICACIÓN DE 4 NIVELES DE ESTRUCTURA DE ACERO</b>								
<b>VARIABLE 2</b>		<b>DIMENSIÓN 1</b>			<b>DIMENSIÓN 2</b>			
<b>CASO</b>		<b>FUERZA CORTANTE EN LA BASE</b>			<b>FUERZA CORTANTE EN LA BASE</b>			
<b>NIVELES DE PISO</b>		Límites para la distorsión del entrepiso			Aceleraciones espectrales			



PISO	4		
PISO	3		
PISO	2		
PISO	1		

Anexo 4. Validez

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN						
I. DATOS INFORMATIVOS:						
Apellidos y nombres del experto		: Erik Paolo Rodríguez Gonzáles				
Título y/o Grado académico		: Doctor ( ) Magister ( ) Licenciado ( X ) Otros ( )				
Institución		: CONSTRUCTORA A&C				
Nombre del Instrumento		: Ficha de registro de datos				
Autor del Instrumento		: Larry Hebert Ríos Edey				
Título de la Investigación		: " Diseño estructural sismo resistente de un edificio de cuatro niveles con estructura de acero en el distrito de Calleria, Ucayali 2022"				
II. ASPECTO DE VALIDACIÓN:						
INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-50%	Bueno 51-70%	May Bueno 71-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					
OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable.					
ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de calidad y cantidad.					
CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos y científicos acordes a la tecnología educativa.					
COHERENCIA	Existe reacción entre las dimensiones e indicadores.					
METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo considerando los objetivos planteados.					
PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.					
III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:						
_____ CONFORME _____						
IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN:						
Pucallpa, 15 de Junio	Reg. CIP. N° 215279	 			944462978	
Lugar y Fecha	CIP	Firma del Experto			Celular	

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN						
I. DATOS INFORMATIVOS:						
Apellidos y nombres del experto		: Eriks Jimmy Mallma Morán				
Título y/o Grado académico		: Doctor ( ) Magister ( ) Licenciado ( X ) Otros ( )				
Institución		: Universidad Nacional de Ucayali				
Nombre del Instrumento		: Ficha de registro de datos				
Autor del Instrumento		: Larry Hebert Ríos Edery				
Título de la Investigación		: " Diseño estructural sismo resistente de un edificio de cuatro niveles con estructura de acero en el distrito de Calleria, Ucayali 2022"				
II. ASPECTO DE VALIDACIÓN:						
INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-50%	Bueno 51-70%	Muy Bueno 71-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					
OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable.					
ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de calidad y cantidad.					
CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos y científicos acordes a la tecnología educativa.					
COHERENCIA	Existe reacción entre las dimensiones e indicadores.					
METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo considerando los objetivos planteados.					
PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.					
III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:						
_____ CONFORME _____						
IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN:						
Pucallpa, 15 de Junio	Reg. CIP. N° 222106	 			910606765	
Lugar y Fecha	CIP	Firma del Experto			Celular	

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN						
<b>I. DATOS INFORMATIVOS:</b>						
Apellidos y nombres del experto		: José Manuel Oyarce Rengifo				
Título y/o Grado académico		: Doctor ( ) Magister ( ) Licenciado ( X ) Otros ( )				
Institución		: GEOTOPLAN				
Nombre del Instrumento		: Ficha de registro de datos				
Autor del Instrumento		: Larry Hebert Ríos Edey				
Título de la Investigación		: " Diseño estructural sísmo resistente de un edificio de cuatro niveles con estructura de acero en el distrito de Callería, Ucayali 2022"				
<b>II. ASPECTO DE VALIDACIÓN:</b>						
INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 0-20%	Regular 21-50%	Buena 51-70%	Muy Buena 71-80%	Excelente 81-100%
CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					
OBJETIVIDAD	Está expresado en conducta observable.					
ACTUALIDAD	Es adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					
SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de calidad y cantidad.					
CONSISTENCIA	Está basado en aspectos teóricos y científicos acordes a la tecnología educativa.					
COHERENCIA	Existe relación entre las dimensiones e indicadores.					
METODOLOGÍA	Responde al propósito del trabajo considerando los objetivos planteados.					
PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.					
<b>III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:</b>						
_____ CONFORME _____						
<b>IV. PROMEDIO DE VALIDACIÓN:</b>						
Pucallpa, 15 de Junio	Reg. CIP. N° 235939	 JOSE MANUEL OYARCE RENGIFO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 235939			961078453	
Lugar y Fecha	CIP	Firma del Experto			Celular	

## Anexo 5. Hoja de cálculos

### Zapata

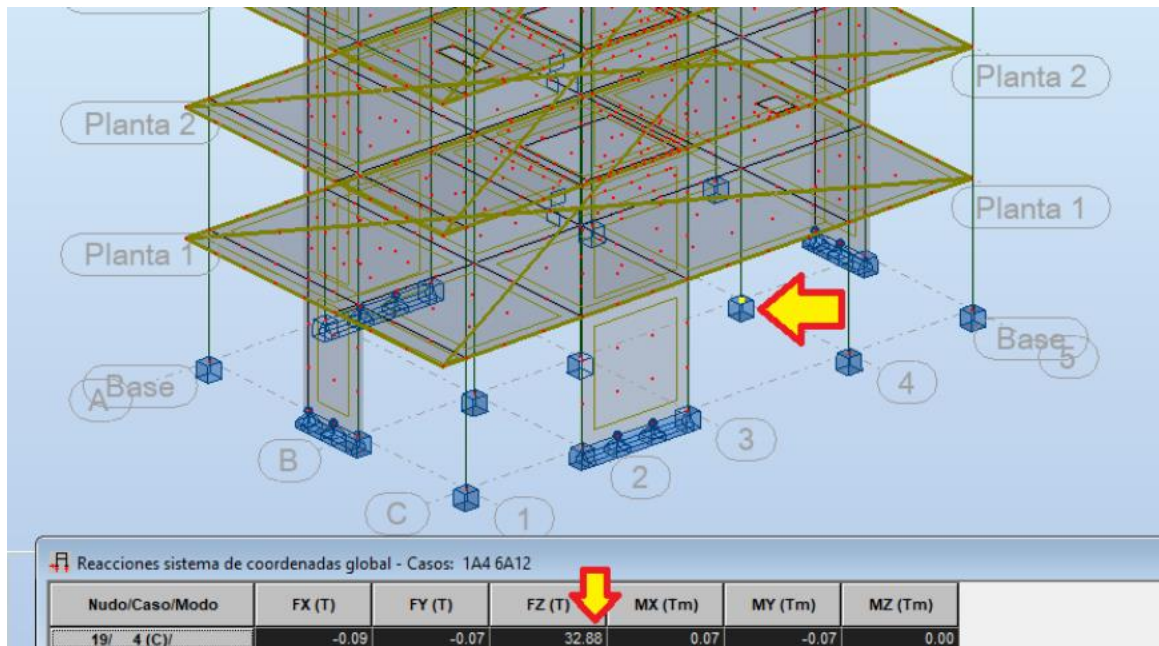


Figura. Reacciones en la base de la estructura

Fuente: Software Robot Structural

Para el predimensionamiento de las cimentaciones se ha tenido en cuenta las reacciones en la base producto del peso sísmico 100%CM+25%CV, por ello hace que nos resulta una reacción de 26.10ton.

Para el diseño en concreto armado se ha empleado las combinaciones “envolvente” de resistencia ultima indicados en la norma técnica E060, se tomará el obtenido en el eje 4-4, B-B por resultar la cimentación con más áreas tributarias, por lo que nos resulta aceros de  $\varnothing 1/2$ ” a cada 15cm para ambos lados, en esta metodología solo es necesario indicar una separación de varillas y diámetro de varilla y el programa nos determina lo mismo que lo desarrollado en la metodología tradicional:



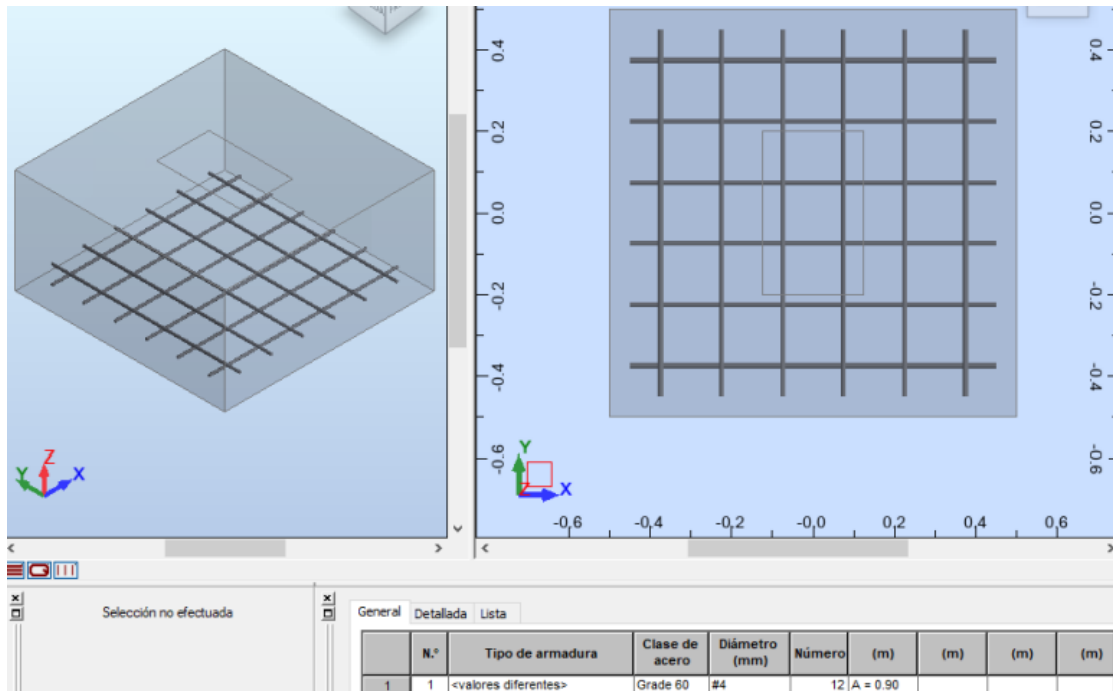


Figura. Momento máximo de zapatas

Fuente: Software Robot Structural

## Losa aligerada

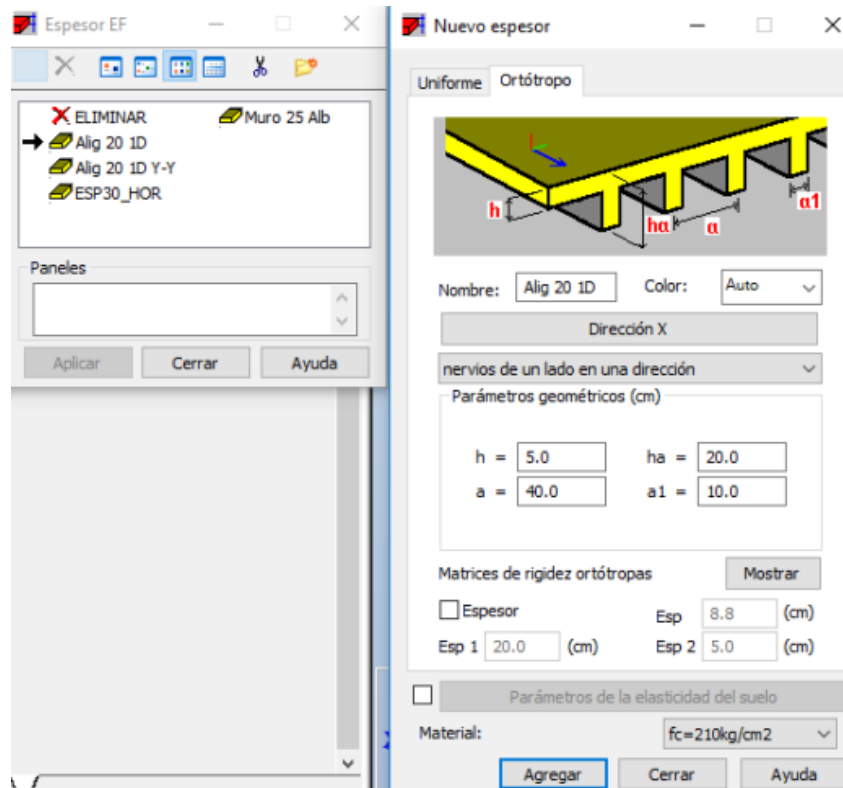


Figura. Definición de losa aligerada

Fuente: Software Robot Structural

Para el diseño de losa aligerada se ha visto los mapas por paneles, por eso el software Robot Structural nos brinda como valor 0.77tn/m para poder diseñar por flexión en una hoja de cálculo.

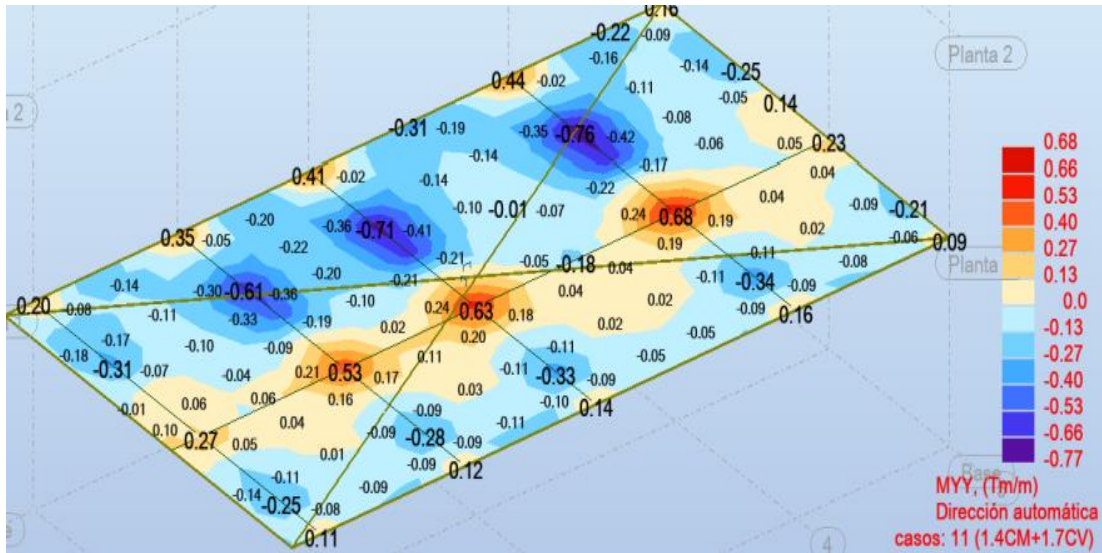


Figura. Momento máximo en losa aligerada

Fuente: Software Robot Structural

h	20.00 cm	Altura del elemento
f <sub>c</sub>	210.00 kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la compresión del Concreto
f <sub>y</sub>	4200.00 kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la fluencia del acero

	As superior	As inferior	
Mo Envolve=	0.77 tn/m	0.77 tn/m	Mo ultimo
d=	17.00 cm	17.00 cm	Peralte efectivo
ø=	0.9	0.9	Factor de reduccion de capacidad
b=	.40 m	.10 m	lado de analisis y diseño
W1=	0.036	0.036	Cuantia Mecánica
β <sub>1</sub> =	0.850	0.850	
ρ <sub>b</sub> =	0.0213	0.0213	Cuantia Balanceada
ρ=	0.0018	0.0018	Cuantia de diseño
ρ <sub>max</sub> =	0.0160	0.0160	
Tipo falla=	<b>Falla ductil</b>	<b>Falla ductil</b>	
As min=	1.440 cm <sup>2</sup>	0.360 cm <sup>2</sup>	<b>Acero Minimo</b>
As=	1.440 cm <sup>2</sup>	0.360 cm <sup>2</sup>	<b>Acero Requerido</b>
As de diseño=	<b>1.440 cm<sup>2</sup></b>	<b>0.360 cm<sup>2</sup></b>	<b>Acero de Diseño para Planos</b>

øUsar=	5/8"	1/2"
As ø=	2.000 cm <sup>2</sup>	1.290 cm <sup>2</sup>

$$d = h - r$$

$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 * Mu}{\phi * f'c * b * d^2}}$$

$$\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'c}{f_y} * \frac{6000}{6000 + f_y}$$

$$\rho = w * \frac{f'c}{f_y}$$

$$\rho_{max} = 0.75 * \rho_b$$

$$\rho < 0.75 \rho_b; \text{Falla ductil}$$

$$As_{min} = 0.0018 * b * h_z$$

$$As = \rho * b * d$$

Figura. Diseño por flexión de losa aligerada

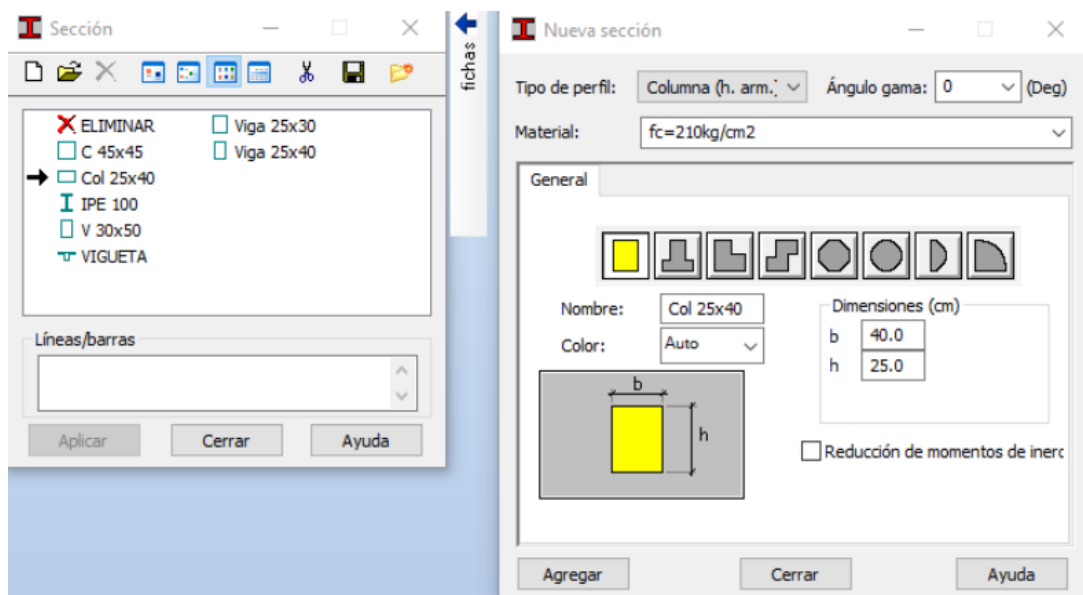
Fuente: Software Robot Structural

En referencia a los datos obtenidos de las losas aligeradas, los aceros necesarios son similares a los obtenidos en el Safe con la metodología tradicional, entre los ejes B-B y C-C se empleará aceros positivos y negativos de  $\varnothing 1/2"$ , para las losas entre los ejes B-B y A-A se empleará aceros positivos y negativos de  $\varnothing 1/2"$ ; para el acero de temperatura se calculará manualmente con las siguientes relaciones:

- espesor macizo = 5cm
- $As_{min\ temp} = 0.0018 * 100 * 5 = 0.9cm^2$
- $\varnothing As_{temp} = 3/8"$
- $\#Barras = 0.9cm^2 / 0.32cm^2 = 3$  aceros
- espaciado =  $100cm / 3 = 33cm$ , min 25cm

Por lo consiguiente, para el acero por temperatura se empleará varillas de  $\varnothing 1/4"$  a cada 25cm en sentido perpendicular a los aceros longitudinales.

## Columnas



*Figura. Definición de columnas*

*Fuente: Software Robot Structural*

Para la columna C1 25x40cm a diseñar como típica, usaremos la del eje 4-4 y eje B-B, ya que emplea más área tributaria, sin embargo, para todas las columnas solo es necesario una cuantía mínima de 0.01.



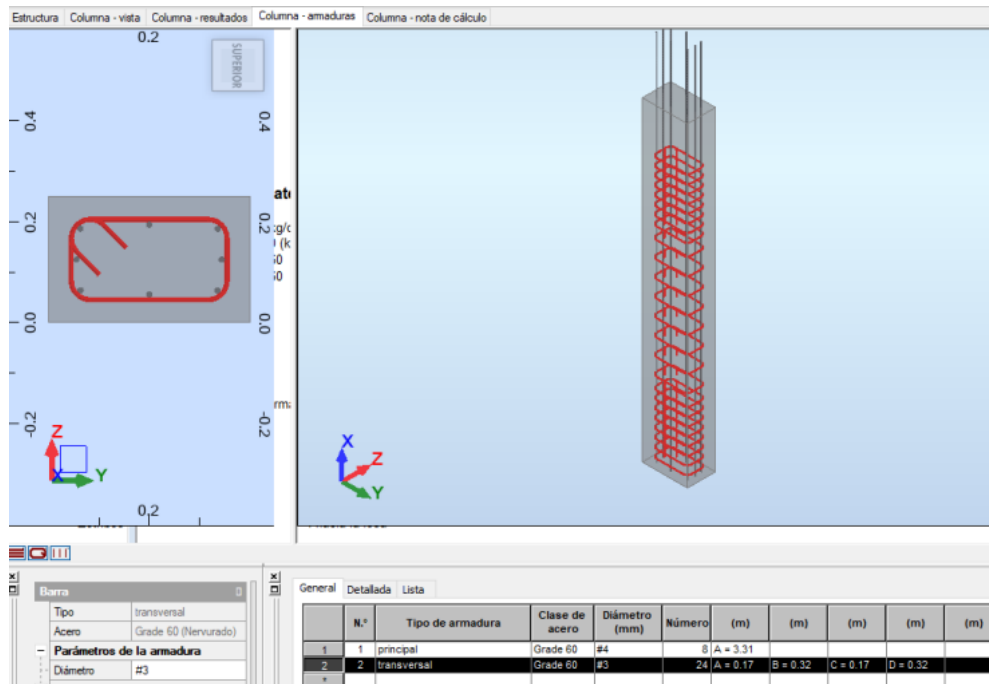


Figura. Acero para columna eje B-B 4-4 en Robot Structural

Fuente: Software Robot Structural

Para la columna C1 nos da un área planteada de 10cm<sup>2</sup>, y para cubrir dicha cantidad de acero se necesita 8ø1/2” para el acero longitudinal, para el estriado primero se utilizará 5cm, en la zona de confinamiento estribos cada 7.5cm, y en la zona central estribos a cada 15cm.

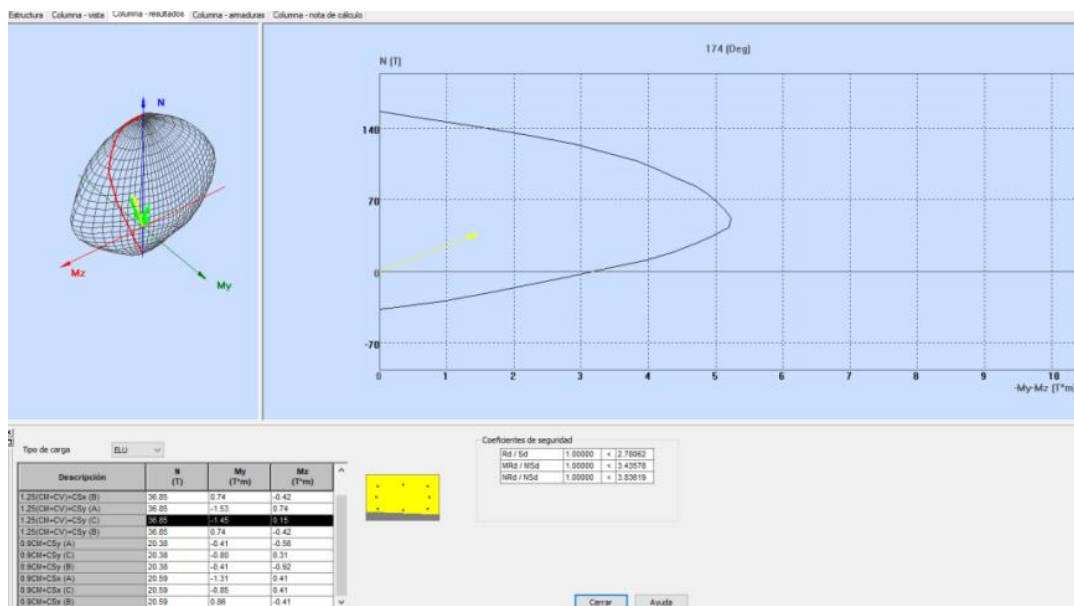


Figura. Diagrama de interacción C1 en Robot Structural

Fuente: Software Robot Structural

# Vigas

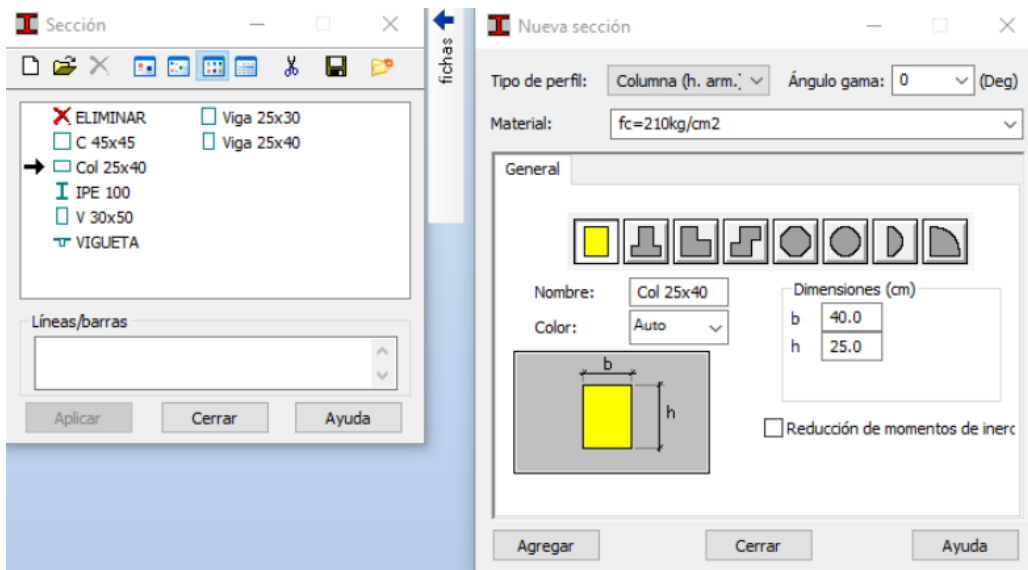


Figura. Definición de vigas  
Fuente: Software Robot Structural

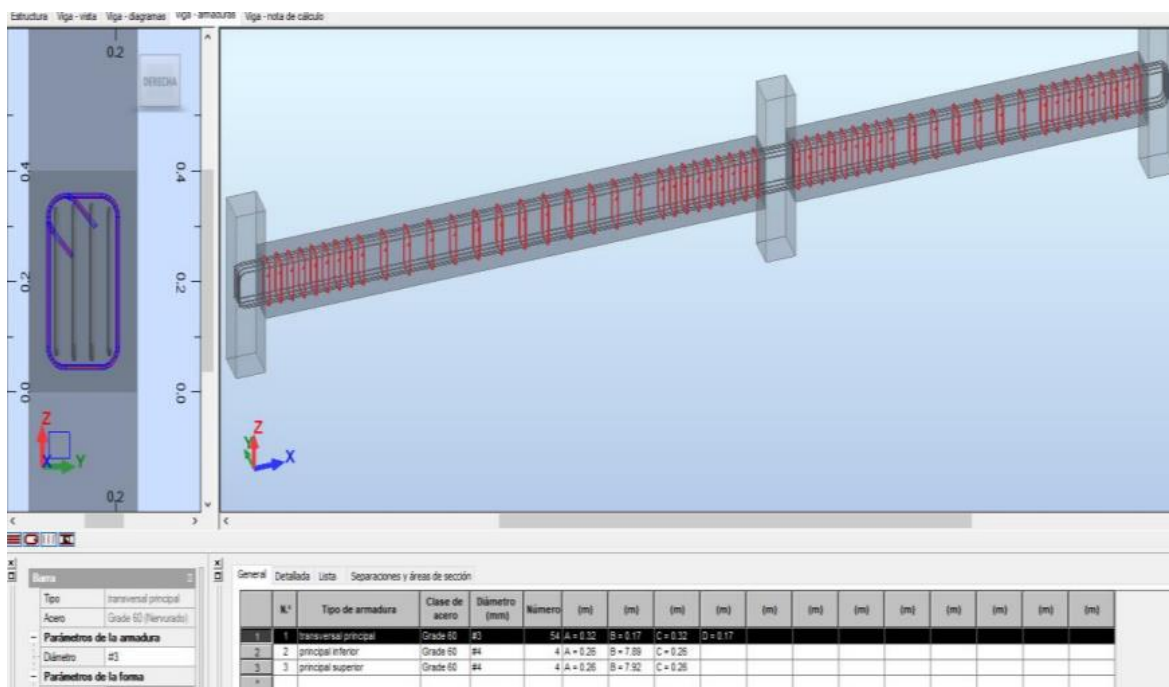
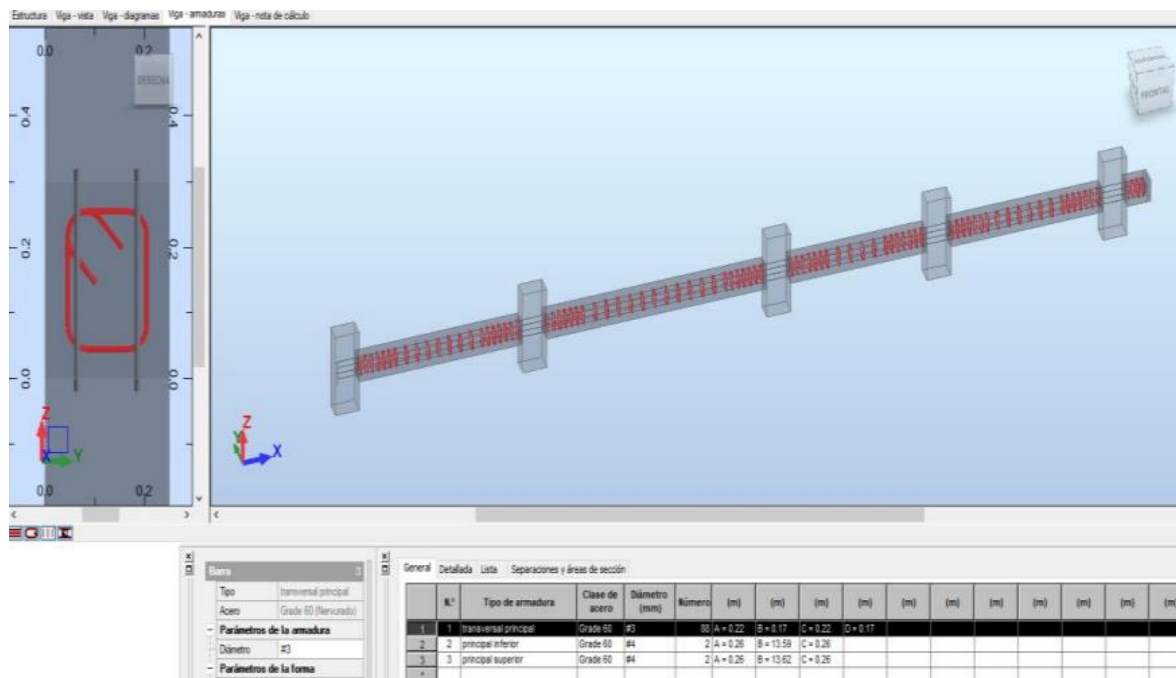


Figura. Acero requerido para viga 4-4  
Fuente: Software Robot Structural

Para la viga del eje 4-4, en el entorno del programa, las varillas de acero tanto para las longitudinales como para los estribos para esta sección de viga de 0.25x0.40cm con 4 $\phi$ 1/2" para los aceros superiores, y 4 $\phi$ 1/2" para los aceros inferiores; para el estribado se tendrá en cuenta el capítulo 21.4.4 de la norma E060, por ello para el primer estribo se colocará a 5cm desde la cara de apoyo, también tenemos la zona de confinamiento la cual resulta en una longitud de 0.80cm un estribado cada 10cm, el resto se consideró a cada 20cm; Cuando ejecutamos el programa, vemos que es bastante similar a los resultados de la metodología tradicional.



Acero longitudinal para viga eje B-B en Robot Structural

Fuente: Software Robot Structural

Para la viga del eje B-B, de acuerdo con los grados de acero requeridos en nuestro país, la sección transversal de la viga se establece en 0.25x0.30cm 2 $\phi$ 1/2" para los aceros superiores y 2 $\phi$ 1/2" para el acero inferior; para el soporte se tendrá en cuenta el capítulo 21.4.4 de la norma E060, por lo que para el primer soporte se colocara a 5cm desde la cara del soporte, estos últimos se encuentran en la zona de compartimientos con una longitud de 0.60cm a 10cm, el resto se considera a cada 20cm.