



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**“Evaluación Estructural de una Edificación Común para Ampliar una Estación de Telecomunicaciones – Callao - Callao”**

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

**Ingeniería Civil**

**AUTORES:**

**Br. Añanca Ayquipa Yordy (ORCID: 0000-0001-8814-3185)**

**ASESOR:**

**Mg. Arévalo Vidal, Samir Augusto (ORCID: 0000-0002-6559-0334)**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Diseño sísmico y estructural**

**LIMA - PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

A mis Padres, por su amor incondicional, sacrificio y apoyo permanente, por haberme educado y formado. A todos los involucrados que han hecho posible la ejecución de la presente tesis.

## **Agradecimiento**

Agradezco a nuestro señor, quien ha inspirado mi espíritu, brindándome sabiduría y fortaleza en los momentos difíciles.

## Índice de contenidos

Carátula	1
Dedicatoria	2
Agradecimiento	3
Declaratoria de autenticidad	4
Índice de contenidos	5
Índice de tablas	7
Índice de figuras	8
Resumen	9
Abstract	10
I. INTRODUCCIÓN	11
II. MARCO TEÓRICO	14
III. METODOLOGÍA	29
III.1. Tipo y diseño de investigación	29
III.2. Variables y operacionalización	29
III.3. Población, muestra y muestreo	31
III.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	33
III.5. Procedimientos	33
III.6. Método de análisis de datos	33
III.7. Aspectos éticos	34
IV. RESULTADOS	35
IV.1. Generalidades	35
IV.2. Diseño del Proyecto	36
IV.2.1. Parámetros de diseño	36
IV.3. Metodología de evaluación	37
IV.3.1. Criterio de evaluación estructural	38
IV.3.2. Características de los materiales de la estructura	38

IV.3.3.	Consideraciones sísmicas	38
IV.3.4.	Modelo estructural adoptado	44
IV.3.5.	Análisis de la estructura	51
IV.3.6.	Desplazamiento y distorsiones	55
IV.3.7.	Verificación de la estructura con la verificación de la estructura existente	56
IV.3.8.	Fotografías de la Inspección	58
IV.3.9.	Resultados	62
V.	DISCUSIÓN	63
VI.	CONCLUSIONES	69
VII.	RECOMENDACIONES	70
	REFERENCIAS	71
	ANEXOS	73

## Índice de tablas

Tabla 1. Factores de zona "Z" indicados en la norma E.030	20
Tabla 2. Coeficiente para columna ( $\delta$ , $n$ )	22
Tabla 3. Dosificaciones según elemento estructural	25
Tabla 4. Operacionalización de las variables	30
Tabla 5. Matriz de consistencia	32
Tabla 6. Cálculo de la aceleración espectral en X	40
Tabla 7. Cálculo de la aceleración espectral en Y	43
Tabla 8. Periodo de vibración en dirección X	52
Tabla 9. Periodo de vibración en dirección X	53
Tabla 10. Cuadro de distorsiones en el Eje X	56
Tabla 11. Cuadro de distorsiones en el Eje Y	56

## Índice de figuras

Figura 1. Predimensionamiento de elementos de confinamiento	21
Figura 2. Área tributaria en columnas para predimensionamiento	22
Figura 3. Ubicación del proyecto en Estación LI-01-78-C	35
Figura 4. Ubicación del proyecto en la Edificación común	36
Figura 5. Espectro de diseño para el Eje X	41
Figura 6. Espectro de diseño para el Eje Y	44
Figura 7. Modelo estructural – vista en planta de la losa aligerada en 1° nivel	45
Figura 8. Modelo estructural – vista en planta de azotea	47
Figura 9. Modelo estructural – vista perspectiva 1	48
Figura 10. Modelo estructural – vista perspectiva 2	49
Figura 11. Modelo estructural – vista de carga puntual	50
Figura 12. Modelo estructural – vista en planta de la adecuación de vigas metálicas	51
Figura 13. Forma de modo 1 para X	54
Figura 14. Forma de modo 7 para Y	55
Figura 15. Fachada de la edificación común	58
Figura 16. Azotea de la edificación	58
Figura 17. Antena instalada	59
Figura 18. Base de antena	59
Figura 19. Vigas de apoyo de equipos	60
Figura 20. Distribución de la azotea	60
Figura 21. Vista superior de la azotea	61
Figura 22. Apuntes de levantamiento en campo	61
Figura 23. Apuntes de levantamiento en campo, plano de distribución	62

## Resumen

El presente trabajo “Evaluación estructural de una edificación común para ampliar una estación de telecomunicaciones – Callao – Callao”, donde se realizó una evaluación de la estructura en donde se pudo verificar si los componentes estructurales existentes, ya que se pretende instalar dos equipos para complementar la estación de la antena de telecomunicaciones instalada, esta es una edificación común, de la cual se evaluó el comportamiento dinámico de la estructura en conjunto frente a los efectos sísmicos, donde se generó el modelo matemático para el análisis, se realizó todo este procedimiento ya que a la falla de la estructura esta provocaría pérdidas de vidas humanas y pérdidas de cuantía intermedia. Los sistemas estructurales se clasificaron según los materiales utilizados y el sistema estructural predominante en cada dirección X e Y. La edificación cuenta con 4 niveles, en dirección X se encuentra el sistema de pórticos de concreto armado, en dirección Y el sistema de albañilería confinada, con losas unidireccionales con espesor de 20 cm, dispuestas en paños de una misma dirección. La cimentación está conformada por cimiento corrido de concreto ciclópeo y zapatas aisladas. Al realizar la evaluación concluyó que las distorsiones en ambas direcciones cumplen con lo estipulado en la norma técnica peruana, pero es necesario que se aumente la rigidez en la dirección X.

**Palabras clave:** Evaluación estructural, análisis estructural, análisis dinámico, análisis estático, desempeño sísmico.



## **Abstract**

This work "Structural evaluation of a common building to expand a telecommunications station - Callao - Callao", where an evaluation of the structure was carried out where it was possible to verify whether the existing structural components, since it is intended to install two equipment To complement the installed telecommunications antenna station, this is a common building, of which the dynamic behavior of the structure as a whole was evaluated against seismic effects, where the mathematical model was generated for the analysis, all this procedure since the failure of the structure would cause loss of human life and losses of intermediate amount. The structural systems were classified according to the materials used and the predominant structural system in each direction X and Y. The building has 4 levels, in direction X is the system of reinforced concrete frames, in direction Y the confined masonry system, with unidirectional slabs with a thickness of 20 cm, arranged in panels of the same direction. The foundation is made up of a continuous cyclopean concrete foundation and isolated footings. When conducting the evaluation, it concluded that the distortions in both directions comply with what is stipulated in the Peruvian technical standard, but it is necessary to increase the stiffness in the X direction.

**Keywords:** Structural evaluation, structural analysis, dynamic analysis, static analysis, seismic performance.

## I. INTRODUCCIÓN

Las empresas de telefonía en el Perú, con el fin de mejorar la calidad de servicios de sus usuarios, en la última década han incrementado la instalación de antenas, la tendencia al alza de nuevas líneas telefónicas viene creciendo exponencialmente, con mayor incidencia en la ciudad de Lima y en la provincia constitucional Callao.

El número de antenas instaladas a nivel nacional por año tiene un crecimiento de 13.6%, lo que permite a diferentes operadores contratar los lugares de emplazamiento de las antenas ya sea por alquiler o compra, muchas veces en grandes urbes utilizando azoteas, puesto que el espacio está copado y no pueden encontrar áreas libres exclusivas para estos equipos.

Al instalarlas en edificaciones que no cuentan con la estimación de cargas de estos equipos en su concepción, es necesario realizar una evaluación estructural, ya que los pesos de los equipos afectarán directamente la estructura, por lo que debe examinarse esta tanto de manera estática como dinámica, para asegurarnos de que la edificación puede soportar y no fallar ante un sismo intermedio.

Podemos realizar la siguiente formulación del problema general: ¿Por qué es necesario realizar la evaluación y verificación de los elementos estructurales en una edificación común para ampliar una estación de telecomunicaciones en el Callao? Y como problemas específicos tenemos: ¿Por qué es necesario garantizar que la edificación cumpla con lo dispuesto en la norma técnica peruana E.060 y E.070 cuando se realice la evaluación y verificación de los elementos estructurales en una edificación común para ampliar una estación de telecomunicaciones en el Callao?, ¿Por qué es necesario realizar el análisis sísmico para la evaluación y verificación de los elementos estructurales en una edificación común para ampliar una estación de telecomunicaciones en el Callao?, ¿Por qué es necesario verificar si la estructura de la edificación puede soportar la instalación de dos equipos de telecomunicaciones, considerando las cargas de la norma técnica E.020 “Cargas” para una edificación común para ampliar una estación de telecomunicaciones en el Callao?

Como justificación metodológica tenemos que, el presente trabajo de investigación se usa con cierto nivel de detalle cada una de las etapas de evaluación y verificación del diseño estructural, teniendo en cuenta consideraciones de la norma de edificación vigente, buscando obtener resultados que respalden la edificación y se pueda obtener una estructura real complementada con refuerzos si es que son necesarios en base a modelos matemáticos que puedan determinar la respuesta (comportamiento) estructural frente a un evento sísmico. Además de poder validar los modelos matemáticos.

Como justificación personal se cuenta con bibliografía y artículos científicos que están relacionados con el diseño de concreto armado en edificaciones. Además, hay que destacar que estas referencias son muy generales dentro del ámbito de la ingeniería. Asimismo, estando así el investigador motivado y capacitado.

Como justificación social esta investigación contribuirá a identificar las cargas que actuarán por los equipos de telecomunicación, ya que por la demanda actual existe una mayor dosificación de antenas de telecomunicaciones para mejorar los servicios de telefonía de la cada vez más creciente población, lo que desafía a la ingeniería, haciendo que se tenga que realizar este tipo de evaluaciones de edificaciones construida, lo que amplía la visión de la utilización de dichas edificaciones, en donde se debe considerar cada detalle de la estación de las telecomunicaciones para proteger a los usuarios, durante el ciclo de vida de la edificación.

El presente trabajo de investigación posee la información suficiente tales como libros, internet, revistas, cursos virtuales, etc. Con respecto al factor tiempo será en un periodo corto de aproximadamente 6 meses. Se hace hincapié que quien tomará todos los datos y los llevará a los demás procedimientos para posteriormente realizar el diseño estructural adecuado solo será el investigador. Asimismo, cabe resaltar que el financiamiento será con recursos propios del investigador, de tal manera que el presente proyecto no requiere un mayor costo o un auspiciador.

El objetivo general es: Realizar la evaluación y verificación de los elementos estructurales en una edificación común para ampliar una estación de telecomunicaciones en el Callao, y los objetivos específicos son: Garantizar que la edificación cumpla con lo dispuesto en la norma técnica peruana E.060 y E 0.70 cuando se realice la evaluación y verificación de los elementos estructurales en una edificación común para ampliar una estación de telecomunicaciones en el Callao, Realizar el análisis sísmico para la evaluación y verificación de los elementos estructurales en una edificación común para ampliar una estación de telecomunicaciones en el Callao, Verificar si la estructura de la edificación puede soportar la instalación de dos equipos de telecomunicaciones, considerando las cargas de la norma técnica E.020 "Cargas" para una edificación común para ampliar la estación de telecomunicaciones en el Callao.

La hipótesis general es que al Realizar la evaluación y verificación de los elementos estructurales la edificación común, esta requiere reforzamiento para que se pueda ampliar una estación de telecomunicaciones en el Callao, y como hipótesis específicas tenemos: Se podrá garantizar después de la evaluación que la edificación cumple con lo dispuesto en la norma técnica peruana E.060 y E 0.70 cuando se realice la evaluación y verificación de los elementos estructurales en una edificación común para ampliar una estación de telecomunicaciones en el Callao, Se podrá realizar análisis sísmico de los elementos estructurales en una edificación común ya construida para que se pueda garantizar que esta pueda sostener una estación de telecomunicaciones en el Callao, Se podrá verificar si la estructura de la edificación puede soportar la instalación de dos equipos de telecomunicaciones, considerando las cargas de la norma técnica E.020 "Cargas" para una edificación común para ampliar una estación de telecomunicaciones en el Callao.

## II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes internacionales**, tenemos a:

Arias & González, (2019) en su tesis de grado titulada: “Guía de diseño estructural de torres de telecomunicaciones autosoportadas en Colombia para alturas de 20, 30 y 40 metros”, de la Universidad Católica de Colombia, llegó a las siguientes conclusiones:

El viento afectó mucho a la estructura estudiada. Cómo los elementos altos, delgados y livianos tienen poco efecto sobre los terremotos, por lo que se puede inferir que las cargas de viento dominan el diseño. De manera similar, en áreas con una amenaza sísmica moderada, realmente no hay necesidad de considerar el impacto del terremoto de la Torre Columbia, porque este impacto solo representa el 14% del impacto más crítico de la región sobre el viento (5). Ahora que se han evaluado las tres torres, cabe señalar que el comportamiento de estas torres se verá afectado por la altura, que es un factor básico a considerar en el diseño. La altura tiene un efecto proporcional sobre el desplazamiento y el período de vibración, lo que afectará la función de las estructuras de gran altura. La celosía estudiada y la geometría de la pirámide truncada propuesta tienen un buen índice de confiabilidad, 8% del desplazamiento, relativo al límite permisible. Según cálculo manualmente una correlación entre demanda y capacidad, suficiente para determinar de manera confiable los miembros y conexiones de las torres, por lo que utilizar los software SAP2000, RAM e IDEA STATICA CONNECTION, con los cuales se pudo obtener una opción posible para el diseño, dando en todas las pruebas con los programas un porcentaje de error máximo de 1%. Con lo que se logró una relación balanceada entre la disminución para los tiempos de diseño y la búsqueda de la seguridad que se quiere para estas estructuras calculadas. Los resultados obtenidos permitieron que se pueda desarrollar esta guía de diseño, lo que permitió conocer de manera más profunda la normativa aplicable vigente para torres de esta tipo en Colombia.

Morocho & Peralta, (2019) en su tesis de grado titulada: “Construcción de una antena reconfigurable tipo planar sobre una estructura de torre pentagonal basada en técnicas de origami”, de la Universidad Politécnica Salesiana Ecuador, llegó a las siguientes conclusiones:

La construcción de nuevos dispositivos utilizados en el campo de las comunicaciones inalámbricas implica recursos complejos, pero se pueden adaptar a necesidades específicas, donde los costos aumentan. En este trabajo se examina la antena de origami. Puede moverse linealmente, plegarse y desplegarse, donde puede cambiar los parámetros de radiación, donde la frecuencia de resonancia, el ancho de banda y el patrón de radiación la caracterizan. En este trabajo, se recomienda que se utilice la interpretación. Comparación de materiales locales. Trabajando con un simulador de elementos finitos, utilizando el método del anillo resonante para obtener la constante dieléctrica efectiva para caracterizar el material. Las múltiples alturas de la antena se crean en base al algoritmo del software AutoCad, que autoriza el proceso de refinamiento del modelo 3D, permitiendo la exportación de características estructurales. Finalmente, se comparan los resultados obtenidos por el simulador, donde se cambiaron algunas de las características en función a la altura, por lo que se reconfiguró.

Según Lorenzana & Magdaleno, (2020) en su tesis de grado titulada: "Estudio de viabilidad estructural de un soporte para equipos de Telecomunicaciones", de la Universidad de Guayaquil - Ecuador, llegó a las siguientes conclusiones:

En esta investigación de fin de grado, se expondrá de rápidamente, las funciones y de que están conformadas, a lo que se refiere a partes que conforman las subestaciones (nodos) de telecomunicaciones. Lo que se realizó en este estudio fue tomar como tema central la presentación de equipos y antenas que servirán el mástil y estructuras que necesita para que pueda desarrollar sus funciones, y otros elementos diferentes que lo conformará como son perfiles, tubos y otros. Para terminar, utilizando los softwares de elementos finitos como son CYPE y SAP2000, se pudo realizar el modelado de las estructuras como el estudio comparativo de todos los datos obtenidos, que nos permitieron llegar a nuestras conclusiones finales.

Como **antecedentes nacionales**, tenemos a:

Según Velásquez & Calcina, (2017) en su tesis de grado titulada: "Evaluación del Desempeño Sísmico de un Edificio de Once Pisos Utilizando Análisis Estático

y Dinámico No-Lineal”, de la Universidad Privada de Tacna, llegaron a las siguientes conclusiones:

En el análisis estático y análisis dinámico no lineal del comportamiento sísmico del edificio de 11 pisos. En la actualidad, la mayor parte del trabajo de la ingeniería sísmica se centra en el desarrollo y aplicación de métodos para evaluar y evaluar el desempeño de las estructuras existentes para determinar el nivel de desempeño de los edificios en respuesta a necesidades específicas causadas por terremotos. Para ello, se llevó a cabo una evaluación de edificios de hormigón armado, y los resultados mostraron que las áreas "débiles" de la estructura se pueden encontrar a través de análisis no lineales estáticos y dinámicos. Realizar análisis de desempeño de acuerdo con los procedimientos y análisis de resultados propuestos por la norma FEMA 273. De acuerdo con los métodos propuestos por FEMA y ATC-40, modificar diferentes parámetros en el software ETABS y analizar primero el edificio. Rango elástico, y luego use este software para analizar en el rango inelástico. Contando con el análisis es que se puede ejecutar el análisis de roturas y también conocidas como zonas de daños haciendo que pueda dejar de funcionar la estructura. Asimismo, utilizando ambos métodos indicados, es como se identificó cual es el área más débil de la edificación. Por último, se pudo determinar la curva de capacidad y puntos de desempeño, esto determinó que se pudiera determinar el mecanismo de falla y control de ductibilidad, si como cliente o diseñador por solicitud requieren mayor ductibilidad tendría que diseñarse la edificación con las bisagras plásticas expuestas en los laterales de vigas y columnas.

Según Esteban Montero Espinoza, (2020) en su tesis de grado titulada: “Evaluación estructural para propuesta de mejora en viviendas de Cerro Candela San Martín de Porres - 2019”, de la Universidad César Vallejo, llegó a las siguientes conclusiones:

El objetivo general del trabajo de investigación actual es determinar cómo evaluar las mejoras estructurales para mejorar la vivienda en Cerro Candela San Martín de Porres-Lima 2019. La investigación utiliza métodos cuantitativos y se realiza a nivel explicativo. El diseño de este estudio es experimental porque las variables independientes (evaluación de la estructura) pueden manipularse. Con

ello, el impacto sobre la variable dependiente (recomendaciones de mejora habitacional). La población consta de casas en Cerro Candela, y la muestra consiste en una de las casas utilizadas para una serie de evaluaciones estructurales de la casa. Entre ellos, se utilizará la tecnología de observación, el modelado del programa ETABS y las pruebas Diamantina. La tasación de la vivienda Cerro Candela es una muestra no probabilística determinada por los investigadores según el grado de dificultad, dividida en grave y grave, que es el resultado de la modulación ETABS. Esta es la debilidad que posee el realizar autoconstrucción de una vivienda de 3 niveles, que entre como fuerzas estructurales se ve afectada por sismos, que sale a resaltar cuando existe un mal diseño estructural, y la resistencia del concreto no es la indicada. Por lo que en esta investigación se propuso hacer reforzamiento estructural considerando esta vez a diferencia de la etapa de autoconstrucción, procesos y etapas de construcción. El objetivo después de haber realizado esta investigación sobre todo es que la población tome conciencia de lo muy peligroso que puede resultar la construcción informal.

Según Huari Vila, (2019) en su tesis de grado titulada: "Evaluación estructural de una edificación para el reforzamiento e instalación de una antena de telecomunicaciones en el Cercado de Lima, 2019", de la Universidad César Vallejo, llegó a las siguientes conclusiones:

Al evaluar la estructura de la antena de telecomunicaciones instalada en un edificio ordinario, el propósito es comprender la estructura utilizada para instalar la antena de telecomunicaciones, a fin de hacer sugerencias para el fortalecimiento de la estructura. Su objetivo principal es determinar la relación entre la evaluación estructural y el refuerzo e instalación de la antena de Lima Telecom. En los últimos años, el análisis sísmico de estructuras es muy importante, es necesario para asegurar un diseño adecuado en caso de un terremoto, y para comprender y predecir la respuesta estructural de las edificaciones. Comprender el comportamiento de las estructuras es esencial para resolver problemas de terremotos. El grado de daño más apropiado que se puede caracterizar de alguna manera es el producto estructural de un terremoto. En la literatura, no existe un estándar único para describir el grado de daño a los edificios, y existen pocos



métodos para utilizar curvas de capacidad de evaluar el daño. Cada método propone cuatro niveles de daño: leve, moderado, severo y completo. El estudio tiene un diseño no experimental con métodos de tipo aplicado, niveles relevantes y cortes transversales. La misma población está conformada por todas las casas de la calle Jardines Rosa de Santa María de Lima, y la muestra está conformada por un lote de casas ubicadas en Jardines. Calle Rosa de Santa María Mz. 8 Distrito de Lima, a través de formularios de recolección de datos y observación directa de hechos, se utilizarán técnicas de encuesta.

## **Bases teóricas**

### **Metrado de Cargas.**

Para diseñar diferentes elementos estructurales es necesario conocer las tensiones provocadas por cargas externas. Estos esfuerzos son causados por diferentes tipos de cargas (como las cargas gravitacionales) y además de las cargas causados por el esfuerzo sísmico, también soportarán estas cargas durante su vida útil.

Todos los elementos estructurales de un edificio deben tener la capacidad de resistir y transmitir todas las cargas que soportará durante su vida útil. La estructura debe poder transferir todas las cargas que soportará de la siguiente manera: la carga de la losa debe ser transferida a la viga, de la viga al muro de cortante o muro de cortante, y de la columna o muro de cortante a la fundación, y finalmente desde la fundación hasta el suelo. La norma E.020 menciona el valor aproximado de carga estimada.

### **Análisis y diseño estructural.**

El análisis utilizado en este trabajo es un método de rigidez basado en el método matricial, en el que se consideran 6 grados de libertad para ilustrar el análisis estático, mientras que para el análisis sísmico se considera el análisis de masas concentrado en nodos, mientras que los 3 grados se consideran grados de libertad de oscilación. Basado en el método de rigidez, se ha desarrollado un análisis estructural utilizando un programa informático llamado SAP.

## **Diseño Sismorresistente**

De acuerdo con la norma E.030 (diseño sísmico), tenemos un principio básico de que el edificio debe ser preservado para evitar la pérdida de vidas, y el edificio aún debe ser habitable para garantizar la continuidad y funcionalidad de su cimentación; y finalmente, usted Se debe buscar el edificio con el menor daño al edificio.

Como todos sabemos, debido a la gravedad de los terremotos, es prácticamente imposible brindar una protección integral a los edificios y, para la mayoría de los edificios, es difícil considerar cuestiones técnicas y económicas. Los principios del diseño sísmico deben ser los siguientes:

- La estructura puede causar daños importantes, pero no debe colapsar, por lo que no causará lesiones a los ocupantes debido a un fuerte terremoto.
- La estructura puede resultar dañada por un terremoto moderado, que debe ser un daño reparable.
- Para los edificios básicos, debe tenerse en cuenta que estos edificios aún se pueden usar normalmente en caso de un terremoto severo.

## **Diseño de estructura sísmica**

Se debe considerar la jerarquía de los siguientes ítems:

- Proporción en planta y alzado.
- Reducir el peso de los edificios, especialmente en edificios de gran altura.
- La rigidez lateral de la estructura.
- Continuidad estructural en alzado y plano.
- Lleve a cabo una supervisión adecuada durante todas las fases de construcción.

- El uso de materiales de construcción está sujeto a las especificaciones técnicas del proyecto.

### **Parámetros de análisis sísmico**

La norma E.030 describe diferentes parámetros sísmicos según el edificio a diseñar.

### **Zonificación**

En la última actualización de la norma, el territorio peruano se divide en cuatro regiones con base en la distribución espacial observada, las características generales del movimiento sísmico y la atenuación de la distancia al epicentro, así como nueva información estructural. A cada zona se le asigna un factor "Z". El factor de zona Z se expresa como parte de la aceleración debida a la gravedad.

Tabla 1. Factores de zona "Z" indicados en la norma E.030

<b>FACTORES DE ZONA "Z"</b>	
<b>ZONA</b>	<b>Z</b>
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Fuente: Elaboración propia

### **Condiciones geotécnicas**

Un factor importante a considerar es el tipo de suelo donde se ubica el edificio, ya que éste puede aumentar o disminuir la intensidad del sismo, dependiendo del tipo de condiciones geotécnicas de la zona. Mencionado en el estándar E.030

Hasta cinco tipos de suelo. Estos tipos de suelo son:

- Piedra dura.
- El suelo es duro.
- Nivel medio.
- Aceite suave.

- Piso muy flexible.

### **Categoría de edificio**

Cada estructura debe clasificarse según su importancia. En la norma E.030, los edificios se pueden dividir en hasta cuatro tipos: son: edificios básicos, como instituciones o centros de salud, puertos o aeropuertos, y suelen tener sus funciones. Las operaciones no deben interrumpirse durante un fuerte terremoto; edificios importantes frecuentados por mucha gente, como centros comerciales, teatros, cines, estadios, etc, edificios ordinarios, como oficinas, casas, hoteles, restaurantes, etc, y edificios temporales, como las edificaciones temporales con son depósitos, garitas y otras similares.

### **Configuración estructural**

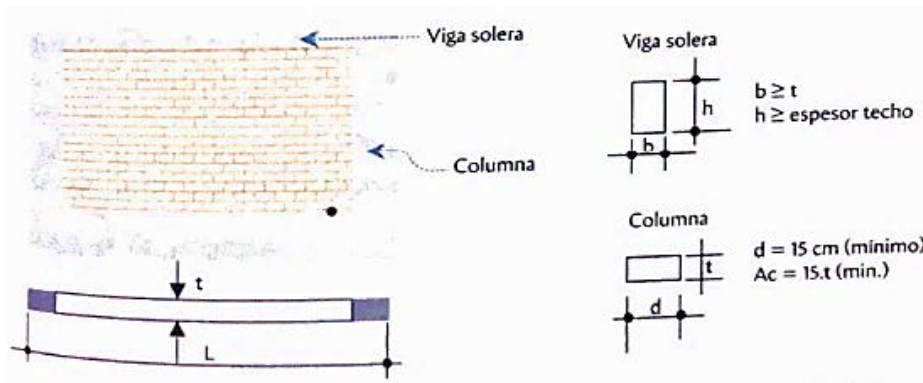
Estos aspectos son críticos para el diseño de estructuras sismorresistentes, lo que significa determinar las principales características de la estructura, como la forma y ubicación de los elementos estructurales, y asegurar que la estructura sea segura, hermosa y económica. Por tanto, los aspectos simples (como la continuidad) y el diseño deben tener una cierta simetría.

Teniendo en cuenta estos dos aspectos, será posible obtener los datos necesarios para poder ubicar los elementos de resistencia para diseñar la estructura del edificio.

### **Elementos de confinamiento**

El espesor efectivo de la viga de cimentación y la columna de restricción será igual al espesor efectivo de la pared, la profundidad mínima de la viga de cimentación será igual al espesor de la losa del techo, la profundidad mínima de la columna de restricción será de 15 cm, y el área mínima de la columna de restricción será  $(15 \cdot t) \text{ cm}^2$ .

Figura 1. Predimensionamiento de elementos de confinamiento



Fuente: Abanto Castillo (2017), Análisis y edificaciones de albañilería

## Columnas

Determine el tamaño de la columna de modo que la tensión axial máxima en la sección transversal de la columna esté por debajo de la tensión de servicio y sea menor o igual a  $0.45 f'c$ . El área mínima del área de alta actividad sísmica es de  $1000 \text{ cm}^2$ .

La carga de servicio es igual a:  $P = N^\circ \text{ de pisos} * \text{Área tributaria} * \text{Carga unitaria}$ .

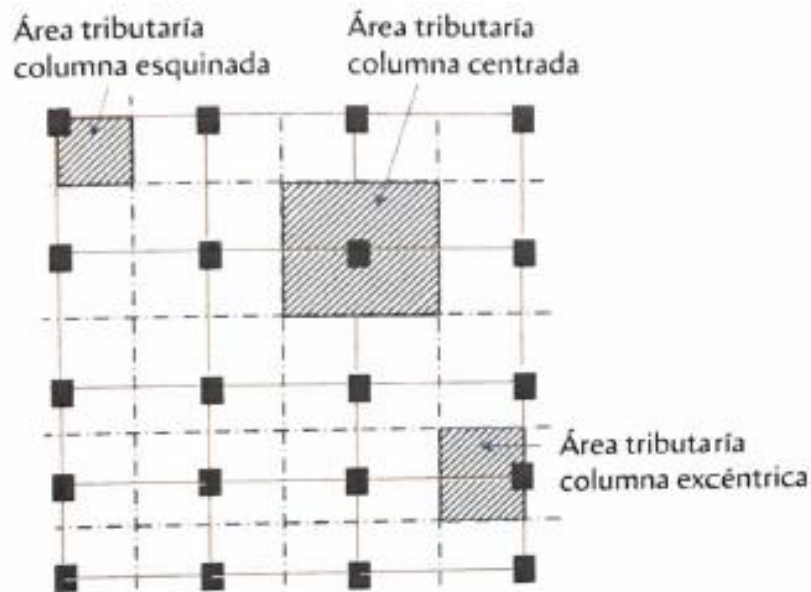
- $A_{col} = \frac{\delta * P_g}{n * f'c}$       Fórmula área de columna.
- $P_G = P_D + P_L$       Sumatoria de cargas de servicio.
- Columna      Se asume para metrado  $0.50 \times 0.50 \text{ m}$ .

Tabla 2. Coeficiente para columna ( $\delta$ ,  $n$ )

Tipo de Columna	$\delta$	$n$
Central	1.1	0.3
Perimetral	1.25	0.25
Esquina	1.5	0.2

Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Área tributaria en columnas para predimensionamiento



Fuente: Abanto Castillo (2017), Análisis y edificaciones de albañilería

### **Albañilería confinada**

Es un sistema constructivo en el que las unidades de mampostería se superponen y conectan mediante mortero para formar un muro, que se origina en un muro delimitado por elementos de hormigón armado en los cuatro lados del muro.

En Perú, el sistema es más adecuado para edificios formales e informales. De acuerdo con las regulaciones de construcción nacionales, el sistema se puede utilizar en edificios con no más de 5 pisos. En edificios informales, estos sistemas generalmente exceden el número de grados.

Sus componentes son los siguientes: La unidad de albañilería es una unidad que solo puede tener agujeros en la superficie vertical del asiento, y el área de los agujeros no puede exceder el 30% del área total de la superficie del asiento. Se utilizan en la construcción de muros de carga.

El concreto es una mezcla de cemento, arena gruesa, piedra y agua, cuyo contenido es suficiente para cumplir con la resistencia necesaria. El concreto utilizado para la estructura de mampostería hermética es hormigón monolítico y hormigón armado. El hormigón ciclópeo es una mezcla de cemento, hormigón y

piedra, que se utiliza en la construcción de cimientos y revestimientos. El hormigón armado en una estructura de mampostería cerrada se utiliza para componentes cerrados. Para otros componentes no cerrados (como losas ligeras), se requiere tener una resistencia a la compresión de al menos 175 kg/cm<sup>2</sup>, y el requisito mínimo es de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 3. Dosificaciones según elemento estructural

ELEMENTO ESTRUCTURAL	PROPORCIONES		PIEDRA GRANDE	PIEDRA MEDIANA	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	MEDICIÓN PRÁCTICA
	CEMENTO	HORMIGÓN				
Cimiento	1	10	30% del volumen a vacear, diámetro hasta 6" máximo		80	1 bolsa cemento / 3 1/3 buggies de hormigón
Sobrecimiento	1	8		25% del volumen a vacear, diámetro hasta 3" máximo	100	1 bolsa cemento / 2.5 buggies de hormigón

Fuente: Abanto Castillo (2017), Análisis y edificaciones de albañilería

### Definición de términos

#### Acero de refuerzo

Material importante en la industria de la construcción, utilizado para reforzar la estructura y resistir la tracción y/o flexión.

#### Antena de telecomunicaciones

Dispositivo normalmente conductor metálico, diseñado con el objetivo de emitir y/o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre. Esta transforma energía eléctrica en ondas electromagnéticas, y una receptora realiza la función inversa.

#### Carga última

Se denomina así a la carga que ha sido amplificadas según las consideraciones de la Norma E. 060 de concreto armado que forma parte de RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones).

#### Carga de sismo

La fuerza evaluada según la norma técnica E.030 "Diseño Sísmico" es una estimación de la fuerza generada por el evento sísmico sobre la estructura.

#### Carga muerta



Se relaciona con las cargas que actúan permanentemente sobre la edificación, tales como el peso de la propia estructura, tabiques y mobiliario, estas cargas deben existir permanentemente cuando la estructura está estacionaria.

### **Carga viva**

Se relaciona con cargas que no actúan permanentemente sobre la estructura, como personas, muebles, materiales, equipos y otros elementos, estas cargas pueden dejar de ejercer peso directo sobre la estructura del edificio en cualquier momento.

### **Cimentación**

La cimentación es la que soporta el edificio, su función principal es transferir satisfactoriamente la carga de la superestructura al suelo. También asegura la estabilidad de la estructura. Se debe verificar que la presión ejercida por la cimentación sobre el suelo no supere la presión admisible sobre el suelo.

### **Columnas**

Elemento estructural cuya altura es mayor que su ancho y se utiliza para soportar la estructura horizontal de un edificio. Resisten las fuerzas de compresión y flexión y transfieren todas las cargas a la base. La sección transversal puede ser redonda, rectangular o cuadrilátera.

### **Concreto Armado**

Es una combinación de hormigón y acero, por lo que forma un material más resistente que resiste las fuerzas que actúan sobre la estructura. Cada material ayuda de forma independiente a mejorar el rendimiento estructural; las barras de acero pueden absorber la tensión de tracción y comprimir la tensión en menor medida. Por otro lado, el hormigón puede resistir fácilmente la tensión de compresión, pero es muy frágil cuando se enfrenta a la tensión de tracción. Es por eso que los dos tipos de materiales deben combinarse en la mayoría de las aplicaciones estructurales, porque trabajan juntos para hacer que los elementos estructurales resistan la tracción, la compresión y sus cambios, lo que resulta en un mejor desempeño estructural.

## **Cortante**

Cuando una fuerza actúa sobre superficies adyacentes en la dirección opuesta y tiende a hacer que una superficie se deslice o corte en relación con otra superficie, el cuerpo principal soportará un esfuerzo de corte.

## **Deformación**

Es el cambio en la longitud del cuerpo causado por la fuerza unitaria interna generada por la fuerza externa.

## **Desplazamiento lateral**

Es el desplazamiento que experimenta cada nivel de la estructura luego de ser sometido a esfuerzos sísmicos (carga dinámica).

## **Diseño estructural**

Consiste en características estructurales que determinan la estructura. Estas características se refieren a la geometría de la estructura en sí, el tipo de material utilizado y el tamaño de los diferentes tipos de elementos estructurales que componen la estructura. Por ejemplo, usted debe realizar un análisis estructural antes de poder evaluar las cargas que actúan sobre la estructura.

## **Losa**

Es un elemento estructural cuyo espesor y largo se reducen en ancho y ancho. Se utiliza como techo o piso. Si el techo se puede armar con uno o con uno, se puede usar como techo o piso. Dos direcciones. Hay diferentes tipos: tablero ligero, tablero macizo, tablero acanalado. Proporcionar a la estructura una rigidez considerable frente a cargas laterales (como cargas sísmicas).

## **Muro**

Elemento estructural generalmente vertical utilizado para encerrar o separar espacios. Su espesor es siempre menor que su altura y longitud. Si se considera un muro portante, puede resistir cargas axiales. Si es un muro no portante, solo se puede utilizar como valla.

## **Muro portante**

Los muros diseñados y construidos pueden transferir cargas horizontales y verticales de un piso al piso inferior o cimentación. Estos constituyen la estructura de un edificio de mampostería y deben tener continuidad vertical.

## **Predimensionamiento estructural**

Es un proceso inicial mediante el cual se pueden asumir fórmulas y algunos datos para determinar las dimensiones iniciales de diferentes elementos estructurales.

## **Resistencia**

Es la capacidad del elemento estructural para resistir el esfuerzo que sufrirá.

## **Rigidez**

Es la capacidad de un elemento estructural para resistir la tensión que soporta sin perder su forma (deformación) o sin moverse. Matemáticamente, la rigidez de un elemento estructural se expresa como el cociente entre la carga aplicada y la deformación causada por la carga aplicada.

## **Torsión**

Cuando la fuerza sobre un objeto tiende a hacer que una parte gire en relación con otra, está sujeta a torsión. Es decir, tienden a distorsionarlo.

## **Viga**

Generalmente un elemento estructural horizontal que se puede utilizar en infraestructura y superestructuras, y generalmente trabaja bajo fuerzas de tracción y cortante.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **III.1. Tipo y diseño de investigación**

Este proyecto de investigación pertenece al tipo de investigación aplicada. Además, el proyecto de investigación actual relacionado con el nivel de investigación corresponde al nivel descrito y secciones transversales relacionadas; es decir, se describirán de manera sistemática las variables independientes correspondientes al sistema de estructura dual de hormigón armado y la variable dependiente vivienda plurifamiliar. Diseño; porque se establecerá la correlación entre las dos variables. Finalmente, la sección transversal se refiere al hecho de que la información relevante será analizada en un período de tiempo determinado.

Este proyecto de investigación se posiciona para corresponder al diseño de investigación de correlaciones no experimentales, transversales y relevantes. Debido a la primera característica, las variables no se pueden manipular. Debido a la segunda característica, la información generada se utilizará dentro de un cierto período de tiempo. Y la última característica determina la relación determinante que se da entre una evaluación de la estructura y vivienda común.

#### **III.2. Variables y operacionalización**

Con esto se tiene que las variables de la investigación tendríamos:

##### **Variable independiente:**

- Evaluación estructural para ampliar una estación de telecomunicaciones.

##### **Variable dependiente:**

- Edificación común.

En la siguiente Tabla se muestra la tabla de operacionalización de variables:

Tabla 4. Operacionalización de las variables

VARIABLE (S)	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><b>Variable independiente:</b> Evaluación estructural para ampliar una estación de telecomunicaciones</p>	<p>Cuando ya se tiene una edificación construida y se pretende agregar cargas que no han sido consideradas debe realizarse una evaluación de la estructura para verificar si cada elemento estructural cuenta con las dimensiones, longitudes adecuadas; además, de la cantidad de refuerzo longitudinal y transversal, estos elementos son por ejemplo vigas, columnas, losas, placas, cimentación, etc. Garantizando la seguridad estructural.</p>	<p>Se medirá a través de softwares computacionales para poder extraer la información necesaria para verificar si la estructura puede soportar estas cargas adicionales con el sistema aporticado posee dicha estructura. Asimismo se realizara el análisis sísmico, respetando las consideraciones del reglamento nacional de edificaciones.</p>	Análisis sísmico	Derivas de entrepiso
				Desplazamiento lateral
			Diseño de vigas	Acero de refuerzo longitudinal
				Acero de refuerzo transversal
			Diseño de columnas	Acero de refuerzo longitudinal
				Acero de refuerzo transversal
			Diseño de placas	Acero de refuerzo longitudinal
				Acero de refuerzo transversal
			Diseño de Losas	Acero de refuerzo longitudinal
				Acero de refuerzo de temperatura
Diseño de cimentación	Acero de refuerzo longitudinal			
	Acero de refuerzo transversal			
<p><b>Variable dependiente:</b> Edificación común.</p>	<p>Es aquella en la que una construcción vertical u horizontal algunas veces está dividida</p>	<p>Se respetan las sugerencias de la Norma de Edificaciones del Perú.</p>	Construcción horizontal	Área de terreno
			Construcción vertical	Altura de la edificación

	en varios niveles en un terreno.			
--	----------------------------------	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

### **III.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

Todas las edificaciones comunes de concreto armado del Callao.

#### **Muestra**

Vivienda unifamiliar de 4 niveles en el Callao.

#### **Muestreo**

El muestreo para este proyecto de investigación corresponde al muestreo no probabilístico con clasificación por conveniencia.

Tabla 5. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA	POBLACIÓN
<p><b>Problema general:</b> ¿Por qué es necesario realizar la evaluación y verificación de los elementos estructurales en una edificación común para ampliar una estación de telecomunicaciones en el Callao?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Realizar la evaluación y verificación de los elementos estructurales en una edificación común para ampliar una estación de telecomunicaciones en el Callao.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> Realizar la evaluación y verificación de los elementos estructurales la edificación común, esta requiere reforzamiento para que se pueda ampliar una estación de telecomunicaciones en el Callao.</p>	<p><b>Tipo:</b>  Aplicada</p> <p><b>Diseño:</b>  No experimental</p>	<p><b>Población:</b> Todas las edificaciones comunes en Av. Insurgentes, Callao.</p> <p><b>Muestra:</b> Vivienda unifamiliar de 4 niveles, edificación común en Av. Insurgentes Mz. D Lt. 4 cooperativa de vivienda 2 de Julio en el Callao.</p>
<p><b>Problemas específicos:</b> ¿Por qué es necesario garantizar que la edificación cumpla con lo dispuesto en la norma técnica peruana E.060 y E 0.70 cuando se realice la evaluación y verificación de los elementos estructurales en una edificación común para ampliar una estación de telecomunicaciones en el Callao?</p>	<p><b>Objetivos específicos:</b> Garantizar que la edificación cumpla con lo dispuesto en la norma técnica peruana E.060 y E 0.70 cuando se realice la evaluación y verificación de los elementos estructurales en una edificación común para ampliar una estación de telecomunicaciones en el Callao.</p>	<p><b>Hipótesis específicas:</b> Se podrá garantizar después de la evaluación que la edificación cumple con lo dispuesto en la norma técnica peruana E.060 y E 0.70 cuando se realice la evaluación y verificación de los elementos estructurales en una edificación común para ampliar una estación de telecomunicaciones en el Callao.</p>	<p>Descriptivo</p> <p>Correccional</p> <p><b>Var. Independiente:</b></p>	
<p>¿Por qué es necesario realizar el análisis sísmico para la evaluación y verificación de los elementos estructurales en una edificación común para ampliar una estación de telecomunicaciones en el Callao?</p>	<p>Realizar el análisis sísmico para la evaluación y verificación de los elementos estructurales en una edificación común para ampliar una estación de telecomunicaciones en el Callao.</p>	<p>Se podrá realizar análisis sísmico de los elementos estructurales en una edificación común ya construida para que se pueda garantizar que esta pueda sostener una estación de telecomunicaciones en el Callao.</p>	<p>Evaluación estructural para ampliar una estación de telecomunicaciones.</p>	
<p>¿Por qué es necesario verificar si la estructura de la</p>	<p>Verificar si la estructura de la edificación puede soportar la</p>	<p>Se podrá verificar si la estructura de la edificación puede soportar la instalación</p>	<p><b>Var. Dependiente:</b></p>	

edificación puede soportar la instalación de dos equipos de telecomunicaciones, considerando las cargas de la norma técnica E.020 "Cargas" para una edificación común para ampliar una estación de telecomunicaciones en el Callao?	instalación de dos equipos de telecomunicaciones, considerando las cargas de la norma técnica E.020 "Cargas" para una edificación común para ampliar una estación de telecomunicaciones en el Callao.	de dos equipos de telecomunicaciones, considerando las cargas de la norma técnica E.020 "Cargas" para una edificación común para ampliar una estación de telecomunicaciones en el Callao.	Edificación común.	
---	---	---	--------------------	--

Fuente: Elaboración propia

#### **III.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Este trabajo de investigación se realizará de manera minuciosa a partir de observaciones y se registrará para poder analizar después cuales serían los puntos a investigar en donde los instrumentos utilizados para recolectar datos deberán ser medidos con hojas de cálculos y los softwares estructurales tales como Etabs 2018.

#### **III.5. Procedimientos**

- Evaluación de la estructura de la vivienda unifamiliar a partir de la edificación existente.
- Verificación de los elementos con el cálculo del predimensionamiento de los elementos estructurales del sistema estructural que resiste las cargas verticales y sísmicas.
- Análisis sísmico que estará compuesto por el Análisis Estático o de fuerzas equivalentes y el Análisis Dinámico.
- Modelado de los elementos estructurales con vigas, losas, columnas, placas, escaleras con el Software Etabs 2018.
- Consideraciones de reforzamiento de los elementos estructurales.

#### **III.6. Método de análisis de datos**

Esta investigación tiene como origen de metodología la descriptiva y correlacional, por lo tanto que se clasifica, se sintetiza y caracteriza todos y cada uno de los elementos que la componen.



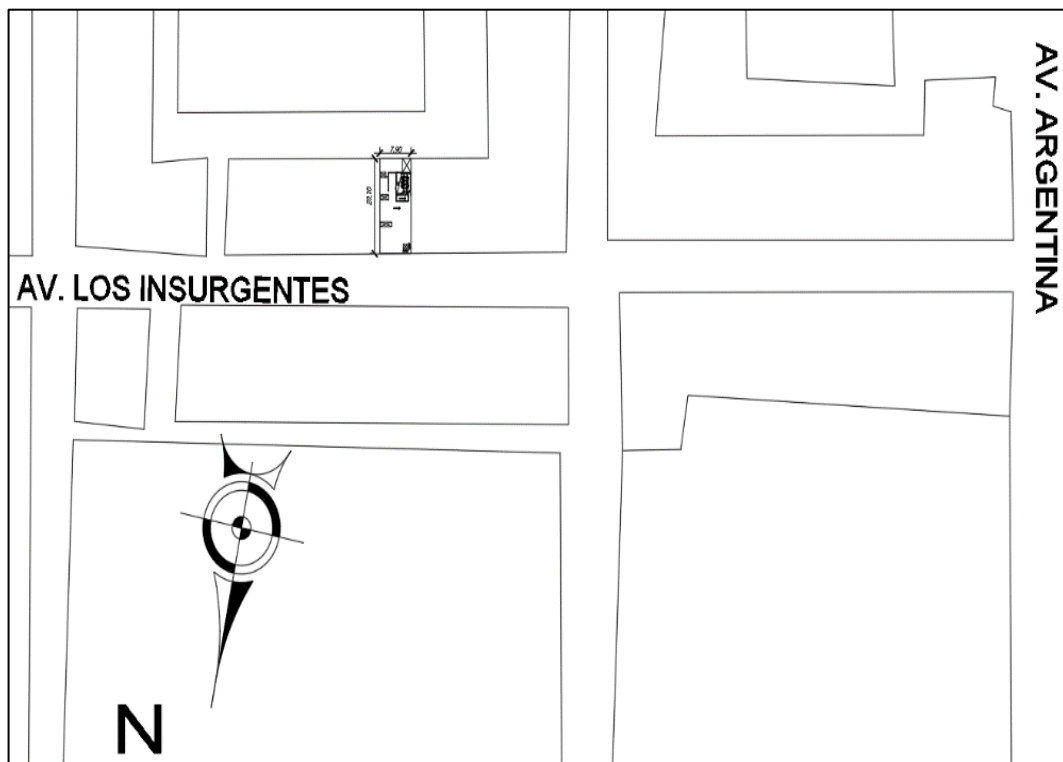
### **III.7. Aspectos éticos**

Según la Oficina de Investigaciones de Lima (UCV, 2016), los investigadores deben comprometerse a presentar los resultados de manera veraz, respetar los derechos de propiedad intelectual, la responsabilidad y la ética.

Con la presente investigación se tiene como objetivo principal el de realizar la evaluación de una vivienda que posee en la azotea las instalaciones para telecomunicaciones, con esto se quiere asegurar la seguridad de la familia que mora en dicha vivienda, ya que se esta realizando toda esta evaluación para ver la manera de ampliar la cantidad de equipos, de acuerdo a la normativa técnica peruana.



Figura 4. Ubicación del proyecto en la Edificación común



Fuente: Elaboración propia

## IV.2. Diseño del Proyecto

### IV.2.1. Parámetros de diseño

Para la evaluación de la edificación siendo esta un Hostal, se le considerará como edificación común.

Las Cargas Muertas se considerarán los siguientes pesos de acuerdo a la norma E.020 "Cargas".

**Para la edificación:**

Peso propio elementos de concreto armado	=	2400 kg/m <sup>3</sup>
Peso propio de muros portantes de albañilería	=	1900 kg/m <sup>3</sup>
Peso piso terminado (típico)	=	100 kg/m <sup>2</sup>
Peso piso terminado (azotea)	=	100 kg/m <sup>2</sup>

**Para los equipos:**

2 EQ. BTS EXISTENTE (350Kg)	=	700 Kg
1 EQ. ELTEK (1000Kg)	=	1000 Kg
1 EQ. TXVF PROYECTADO (400Kg)	=	400 Kg
1EQ. ELTEK PROYECTADO (1200 Kg)	=	1200 Kg
Tablero PDP existente	=	60 Kg
Peso de torre Arriostrada existente (h=15.00 m)	=	650 Kg
Peso de anclajes y soportes	=	60 Kg
Peso de antenas RF y MW	=	90 Kg

Las Cargas Vivas se considerarán los siguientes pesos de acuerdo a la norma E.020 "Cargas".

Sobrecarga de piso típico	=	200 kg /m <sup>2</sup>
Sobrecarga de azotea	=	100 kg /m <sup>2</sup>

Las Cargas de Sismo se utilizará según la norma técnica peruana E.030, espectro de aceleración:  $S_a = (ZUCSg)/R$ .

**IV.3. Metodología de evaluación**

Para la evaluación de la estructura se verificará el comportamiento estático y dinámico en conjunto, con respecto a los efectos sísmicos tal y como lo indica la norma técnica peruana, esta información nos expondrá un modelo matemático por el método de elementos finitos para poder realizar el análisis respectivo. Este procedimiento se realizará con el software ETABS.

Esto se realiza para poder evaluar si a futuro la estructura podría contemplar la instalación de dos equipos de telecomunicaciones, de los cuales la ubicación sería en una viga metálica W6"x15lb/pie, la cual está apoyada sobre las columnas de los ejes 7-6 entre los ejes B-C.

#### IV.3.1. Criterio de evaluación estructural

Las distorsiones máximas posibles que se mostrarán en el sistema estructural para la sollicitación sísmica de diseño deberán de ser comparado con los valores máximos permisibles conforme lo indica en la norma técnica peruana E.030.

Al analizar los resultados se podrá tener una idea del comportamiento de toda la estructura frente a un sismo de intensidad moderada.

Las distorsiones de entrepiso que sean excesivas y que sobrepasen las distorsiones máximas establecida en la norma E.030, será un claro indicativo de que habrá un nivel de daño considerable en la estructura de la edificación.

#### IV.3.2. Características de los materiales de la estructura

Cuando se realizó la inspección se solicitó a los propietarios del inmueble puedan apoyar para el análisis permitiendo poder revisar los planos referentes a las especialidades de estructuras y de arquitectura.

Los propietarios indicaron que ya no poseían esta información por lo que se procedió a realizar un levantamiento de los diferentes elementos estructurales predominantes.

Por lo cual se consideró para la estructura los siguientes datos:

- Varillas de acero longitudinal de 1/2" y transversal de 1/4", en columnas y vigas.
- Resistencia a la compresión del concreto :  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia a la fluencia del acero grado 60  $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
- Muros portantes de albañilería con resistencia  $F'm=50 \text{ kg/cm}^2$

#### IV.3.3. Consideraciones sísmicas

La norma peruana establece requisitos mínimos para que las edificaciones puedan tener un comportamiento sísmico adecuado, esto se realiza para reducir el riesgo de pérdidas de vidas y de daños materiales, otra de las funciones importantes es que estas edificaciones puedan funcionar durante y después de un sismo.

Por este motivo, todos los programas que se muestran en este trabajo se toman en consideración de forma original, evitando así algún tipo de duplicación. El propósito de formularlos es asegurar que puedan resistir pequeños terremotos sin daños, que puedan soportar terremotos moderados y que tengan en cuenta la posibilidad de daños estructurales menores y que puedan soportar terremotos severos que pueden tener daños estructurales importantes pero colapsar. Edificios.

Para el análisis espectral se utilizará un procedimiento de superposición espectral, que se basa en el uso de períodos naturales y modos de vibración, los cuales pueden ser determinados mediante un procedimiento de análisis que se considere adecuado para determinar la rigidez y la distribución de masa de la edificación.

Para poder calcular la aceleración espectral para cada una de las direcciones analizadas se utilizará un espectro de diseño definido por:

$$S_a = \left( \frac{ZUCS}{R} \right) P$$

En la norma E.030 “Diseño sismorresistente” establece los siguientes parámetros.

Z: factor de zona. (0.45)

S: factor de amplificación del suelo. (1.0)

U: factor de uso o importancia. (1.0)

C: factor de amplificación. (2.50)

R: coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas. (3) (8)

C: Factor de amplificación sísmica (C): 2.5

Estos parámetros se obtienen del hecho de que el edificio está ubicado en la costa del Perú, que corresponde a la zona sísmica 4, la cual se basa en la distribución espacial de la actividad sísmica, las características básicas del movimiento sísmico, la atenuación de la distancia del epicentro, y Ingeniería geotécnica de la información. Dado que el edificio es un alojamiento clasificado

como "C" según su uso, los edificios ordinarios, a través del estudio del área, no son características típicas del edificio, y se determina el perfil del suelo, que se clasifica como suelo rígido S1. Según las características del sitio, factor de amplificación sísmica.

$$C = 2.5 \left( \frac{T_p}{T} \right) ; C \leq 2.5$$

El sistema estructural se clasificará según los materiales utilizados y los principales sistemas estructurales sísmicos en todas las direcciones. Según la clasificación del edificio, se utilizará el coeficiente de absorción de impactos (R). La estructura tiene principalmente un sistema que consta de pórticos de hormigón armado en las direcciones X e Y, donde  $R = 8$  y  $R = 3$ . Desplazamiento lateral admisible se refiere al desplazamiento relativo máximo del piso, calculado según análisis elástico lineal.

En el análisis dinámico se debe calcular la aceleración espectral para cada una de las direcciones analizadas, con la siguiente expresión:

$$S_a = \frac{ZUCSg}{R}$$

Se considerará la aceleración de la gravedad  $9.81 \text{ m/s}^2$ .

En dirección X-X

$R' = 6$  (Factor para estructuras cuyo sistema está compuesto por pórticos de concreto armado)

$$C = 2.5 \times (T_p / T); C \leq 2.5$$

Tabla 6. Cálculo de la aceleración espectral en X

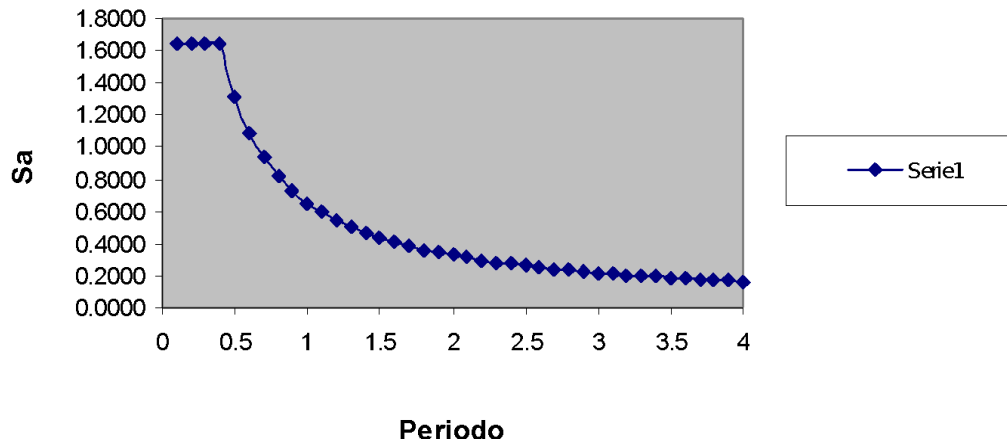
<b>T(s)</b>	<b>Tp/T</b>	<b>C</b>	<b>Sa</b>
0	4	2.5	1.635

0.1	4	2.5	1.635
0.2	2	2.5	1.635
0.3	1.333	2.5	1.635
0.4	1	2.5	1.635
0.5	0.8	2	1.308
0.6	0.667	1.667	1.09
0.7	0.571	1.429	0.9343
0.8	0.5	1.25	0.8175
0.9	0.444	1.111	0.7267
1	0.4	1	0.654
1.1	0.364	0.909	0.5945
1.2	0.333	0.833	0.545
1.3	0.308	0.769	0.5031
1.4	0.286	0.714	0.4671
1.5	0.267	0.667	0.436
1.6	0.25	0.625	0.4088
1.7	0.235	0.588	0.3847
1.8	0.222	0.556	0.3633
1.9	0.211	0.526	0.3442
2	0.2	0.5	0.327
2.1	0.19	0.476	0.3114
2.2	0.182	0.455	0.2973
2.3	0.174	0.435	0.2843
2.4	0.167	0.417	0.2725
2.5	0.16	0.4	0.2616
2.6	0.154	0.385	0.2515
2.7	0.148	0.37	0.2422
2.8	0.143	0.357	0.2336
2.9	0.138	0.345	0.2255
3	0.133	0.333	0.218
3.1	0.129	0.323	0.211
3.2	0.125	0.313	0.2044
3.3	0.121	0.303	0.1982
3.4	0.118	0.294	0.1924
3.5	0.114	0.286	0.1869
3.6	0.111	0.278	0.1817
3.7	0.108	0.27	0.1768
3.8	0.105	0.263	0.1721
3.9	0.103	0.256	0.1677

Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Espectro de diseño para el Eje X





Fuente: Elaboración propia

En dirección Y-Y

$R' = 2.25$  (Factor para estructuras cuyo sistema está compuesto por muros de albañilería)

$$C = 2.5 \times (T_p / T); C \leq 2.5$$

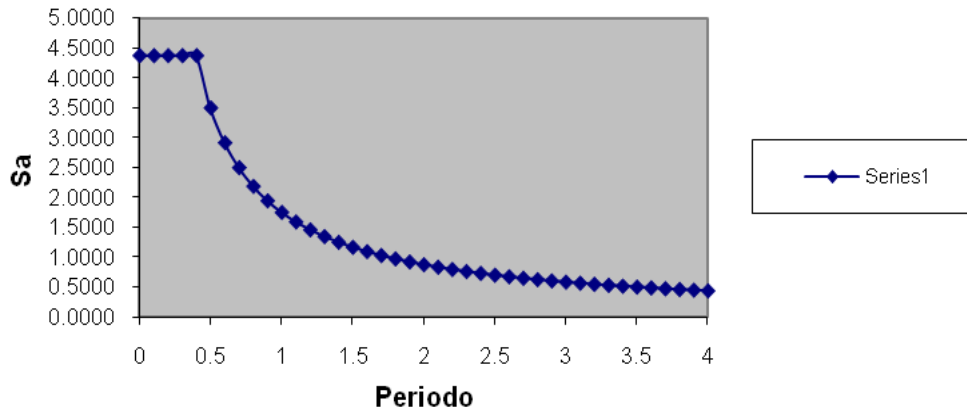
Tabla 7. Cálculo de la aceleración espectral en Y

<b>T(s)</b>	<b>Tp/T</b>	<b>C</b>	<b>Sa</b>
0	4	2.5	4.36
0.1	4	2.5	4.36
0.2	2	2.5	4.36
0.3	1.333	2.5	4.36
0.4	1	2.5	4.36
0.5	0.8	2	3.488
0.6	0.667	1.667	2.9067
0.7	0.571	1.429	2.4914
0.8	0.5	1.25	2.18
0.9	0.444	1.111	1.9378
1	0.4	1	1.744
1.1	0.364	0.909	1.5855
1.2	0.333	0.833	1.4533
1.3	0.308	0.769	1.3415
1.4	0.286	0.714	1.2457
1.5	0.267	0.667	1.1627
1.6	0.25	0.625	1.09
1.7	0.235	0.588	1.0259
1.8	0.222	0.556	0.9689
1.9	0.211	0.526	0.9179
2	0.2	0.5	0.872
2.1	0.19	0.476	0.8305
2.2	0.182	0.455	0.7927
2.3	0.174	0.435	0.7583
2.4	0.167	0.417	0.7267
2.5	0.16	0.4	0.6976
2.6	0.154	0.385	0.6708
2.7	0.148	0.37	0.6459
2.8	0.143	0.357	0.6229
2.9	0.138	0.345	0.6014
3	0.133	0.333	0.5813
3.1	0.129	0.323	0.5626
3.2	0.125	0.313	0.545
3.3	0.121	0.303	0.5285
3.4	0.118	0.294	0.5129
3.5	0.114	0.286	0.4983
3.6	0.111	0.278	0.4844
3.7	0.108	0.27	0.4714
3.8	0.105	0.263	0.4589

3.9	0.103	0.256	0.4472
4	0.1	0.25	0.436

Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Espectro de diseño para el Eje Y



Fuente: Elaboración propia

#### IV.3.4. Modelo estructural adoptado

Teniendo en cuenta los procedimientos descritos anteriormente, las características de los materiales y cargas que afectan la estructura y la tensión sísmica, se realizará un análisis sísmico.

El comportamiento dinámico de la estructura se determina generando un modelo matemático que toma en cuenta el rol de elementos estructurales como vigas y pilares al momento de determinar la rigidez lateral de cada nivel de la estructura. La fuerza sísmica es inercial y proporcional al peso del sismo, por lo que es necesario aclarar la cantidad y distribución de masa en la estructura.

Se analiza toda la estructura, asumiendo que la placa tiene una rigidez infinita bajo la acción de su plano, y se modela como tabiques rígidos en el software ETABS. Se cree que estos soportes están enterrados en el suelo.

La carga vertical se evalúa según la norma E.020. Para una losa aligerada unidireccional, 300 kg / m<sup>2</sup> se considera su propio peso. El peso del elemento de hormigón armado se estima en 2400 kg/m<sup>3</sup>. Para pisos terminados, la carga de acabado se considera de 100 kg/m<sup>2</sup>. Para el piso terminado, la carga de acabado se considera de 100 kg/m<sup>2</sup>. Se considera que la carga viva es de 200 kg/m<sup>2</sup> en

todos los pisos incluido en lo que está en la terraza de 100kg/m<sup>2</sup>. En el análisis de debe determinar las masas de las losas, vigas, columnas y muros, la tabiquería, los cavados de los niveles y el 25% de la sobrecarga máxima por referirse a estructuras de categoría C.

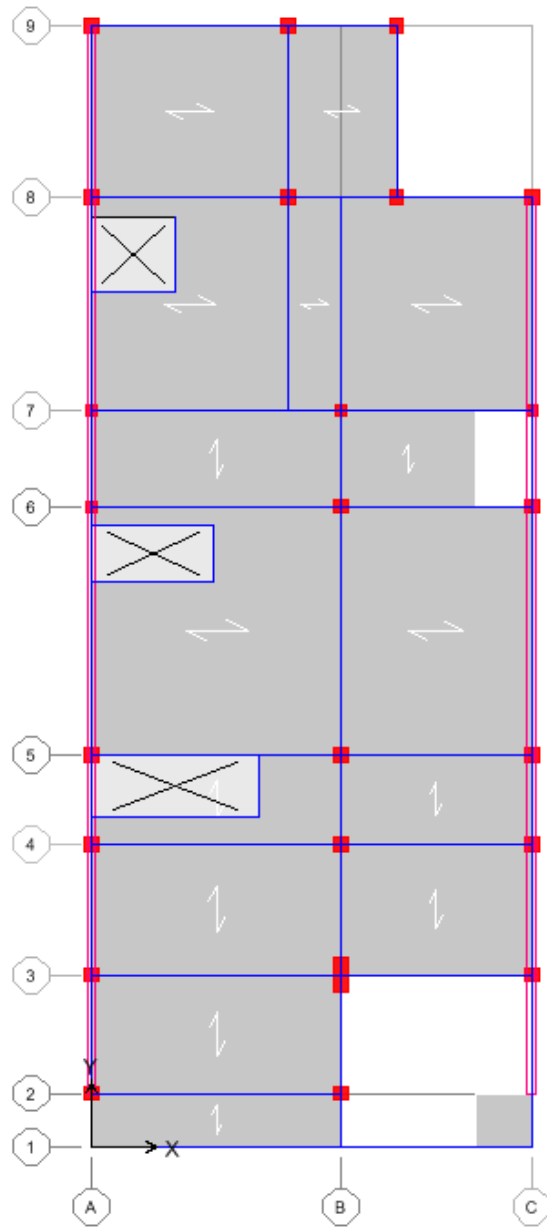
Con base en consideraciones previas, se modela la estructura existente para soportar la instalación de dos equipos de telecomunicaciones en el futuro que deben ser determinados en una viga peraltada.

Las composiciones de cargas usadas para hallar la envolvente de esfuerzos sobre los elementos de la edificación deben ser lo siguiente:

COMBO 1	$1.4 D + 1.7 L$
COMBO 2	$1.25 (D + L) + SX$
COMBO 3	$1.25 (D + L) - SX$
COMBO 4	$1.25 (D + L) + SY$
COMBO 5	$1.25 (D + L) - SY$
COMBO 6	$0.9 D + SX$
COMBO 7	$0.9 D - SX$
COMBO 8	$0.9 D + SY$
COMBO 9	$0.9 D - SY$

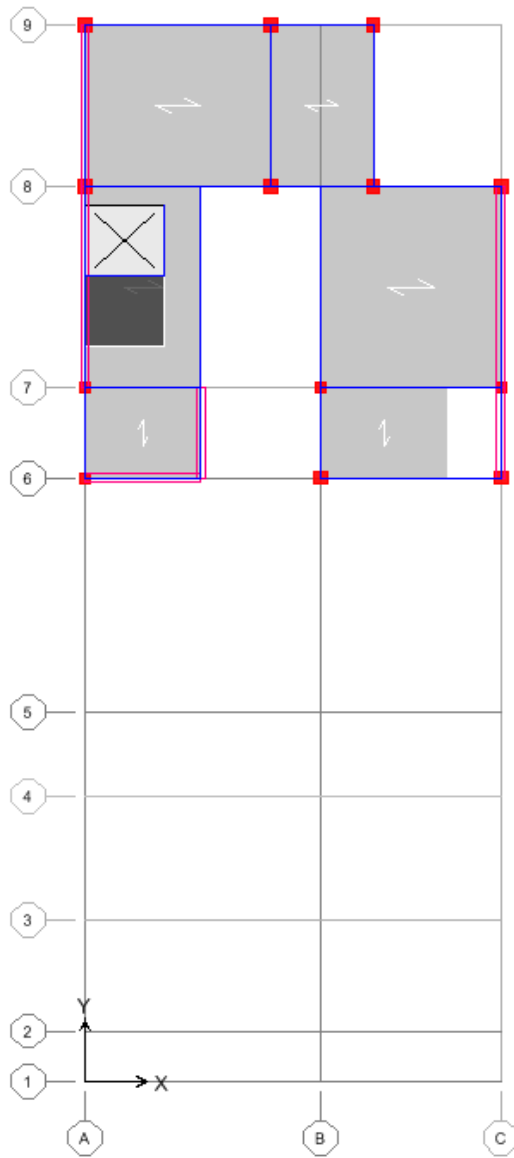
El modelo estructural para evaluar el comportamiento dinámico de la edificación se presenta en las figuras siguientes:

Figura 7. Modelo estructural – vista en planta de la losa aligerada en 1° nivel



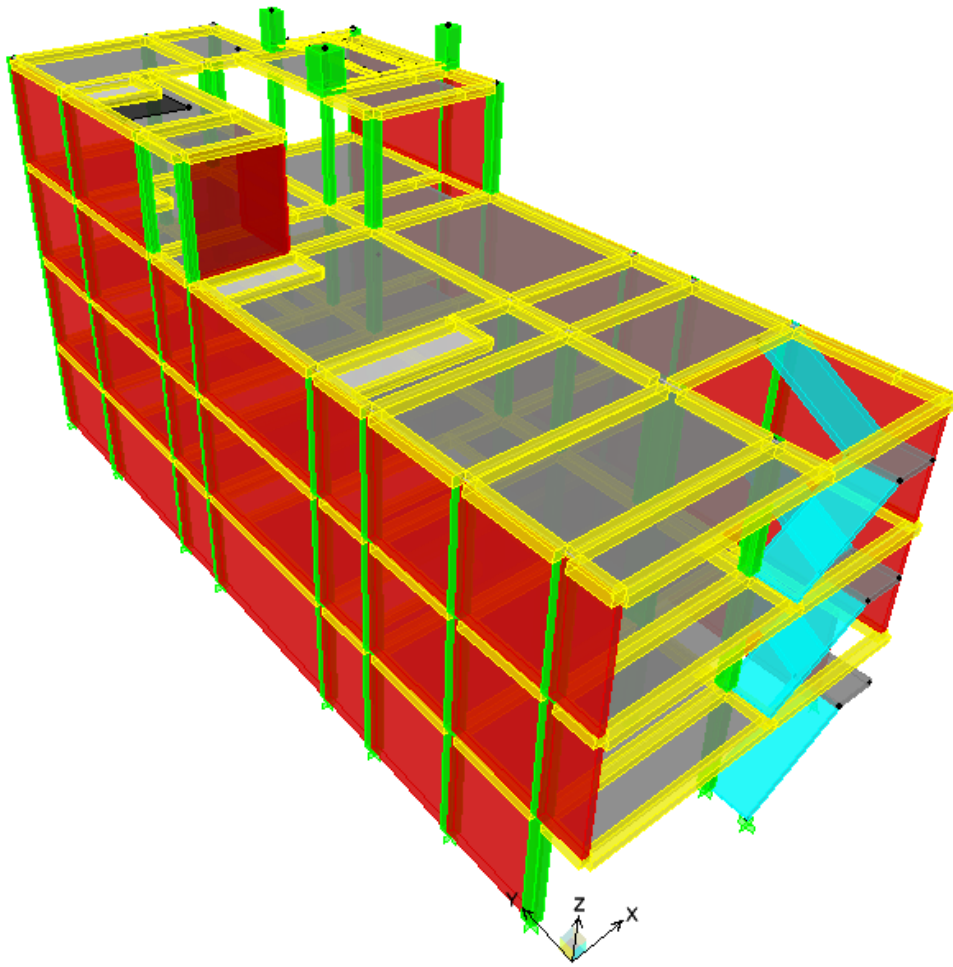
Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Modelo estructural – vista en planta de azotea



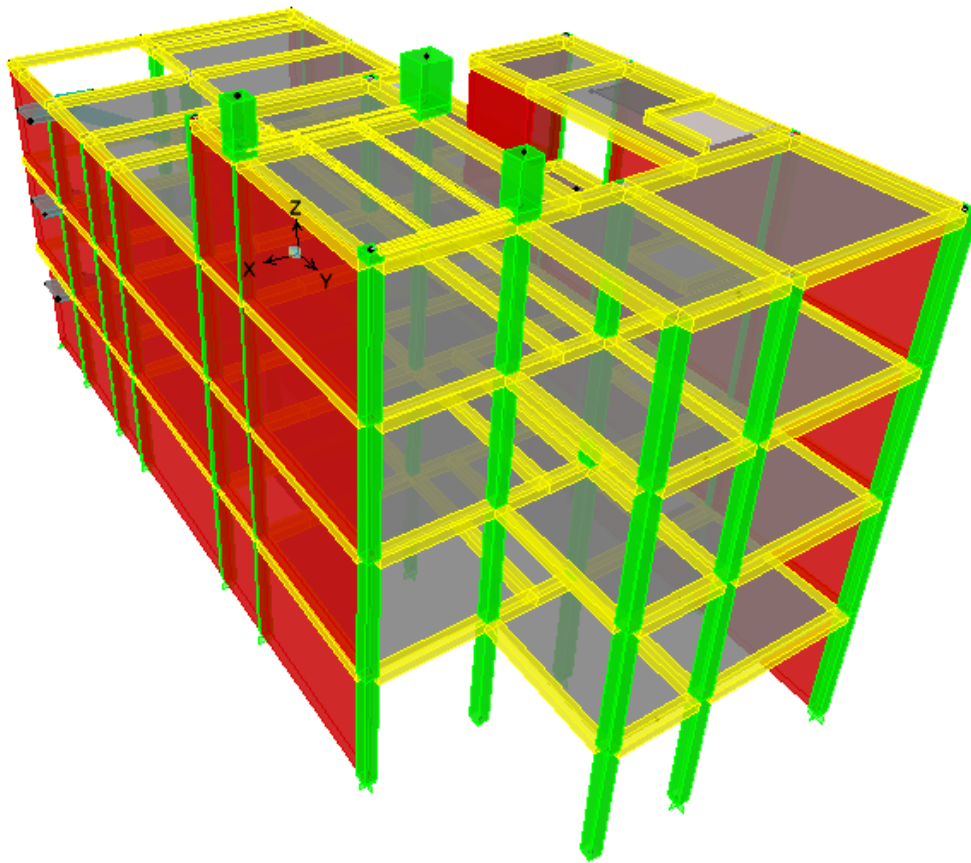
Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Modelo estructural – vista perspectiva 1



Fuente: Elaboración propia

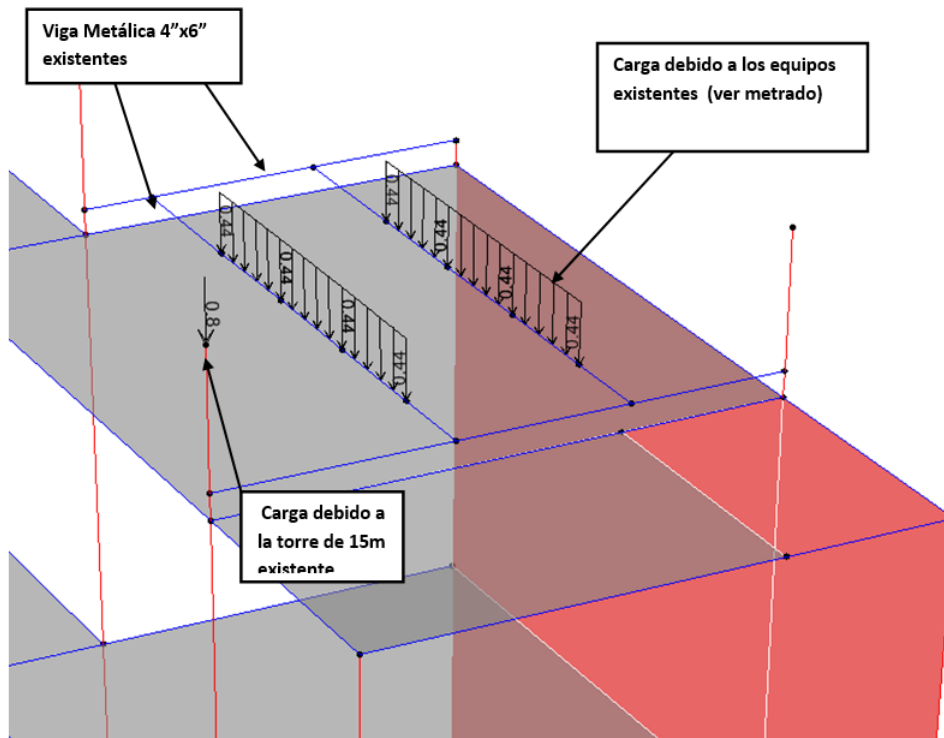
Figura 10. Modelo estructural – vista perspectiva 2



Fuente: Elaboración propia

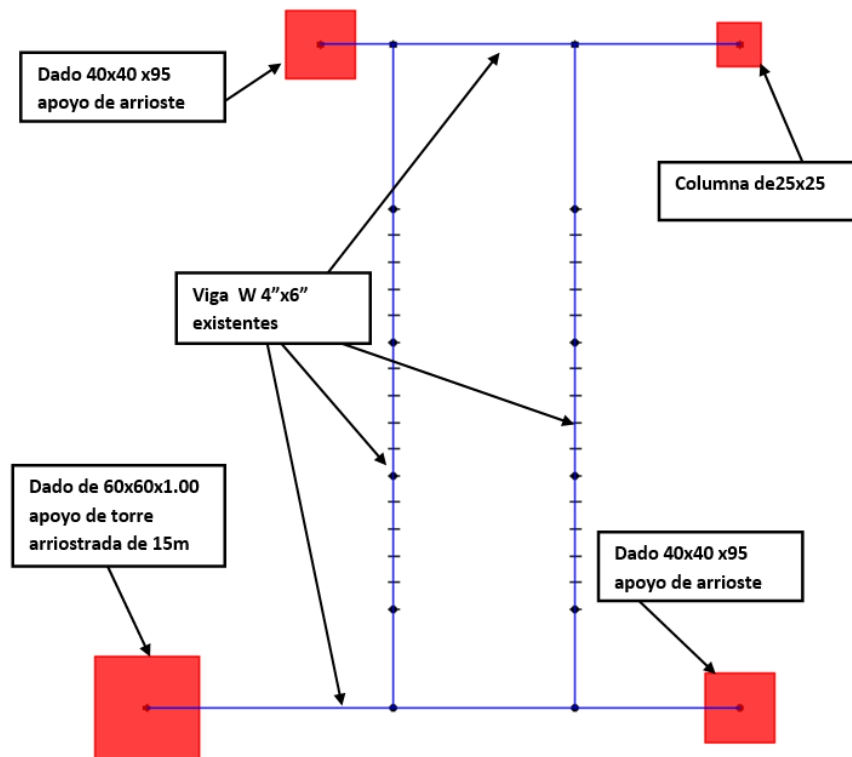


Figura 11. Modelo estructural – vista de carga puntual



Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Modelo estructural – vista en planta de la adecuación de vigas metálicas



Fuente: Elaboración propia

#### IV.3.5. Análisis de la estructura

Se realizó un análisis modal de toda la estructura de acuerdo con la orientación de los estándares de diseño sísmico que forman parte de RNE y tomando en cuenta las cargas que se muestran arriba. A los efectos de este análisis, se considera que el peso de cada estructura de capa es el 100% de la carga estática y solo el 25% de la carga viva, porque es un edificio en forma de C común.

El programa ETABS calcula la frecuencia natural y el modo de vibración de la estructura. En el análisis tridimensional, se utiliza la superposición del primer modo de vibración porque representan mejor la estructura.

La tabla muestra los resultados del período y frecuencia de vibración, lo que indicará la importancia de cada modo en su dirección respectiva.

Tabla 8. Periodo de vibración en dirección X

<b>En dirección X-X</b>			
<b>Mode</b>	<b>Period</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Masa Partic. UX</b>
	(s)	(Hz)	(Ton)
<b>1</b>	<b>0.51</b>	<b>1.97</b>	<b>68.65</b>
2	0.22	4.47	13.41
3	0.17	5.95	0.70
4	0.15	6.68	0.00
5	0.14	7.03	0.15
6	0.14	7.18	1.32
7	0.12	8.16	3.95
8	0.12	8.34	7.81
9	0.11	9.40	0.00
10	0.10	9.61	0.05
11	0.10	9.87	0.00
12	0.10	10.17	0.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Periodo de vibración en dirección X

<b>En dirección Y-Y</b>			
<b>Mode</b>	<b>Period</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Masa Partic. UY</b>
	<b>(s)</b>	<b>(Hz)</b>	<b>(Ton)</b>
1	0.51	1.97	0.02
2	0.22	4.47	0.01
3	0.17	5.95	15.52
4	0.15	6.68	0.42
5	0.14	7.03	3.00
6	0.14	7.18	0.45
<b>7</b>	<b>0.12</b>	<b>8.16</b>	<b>36.92</b>
8	0.12	8.34	28.55
9	0.11	9.40	0.00
10	0.10	9.61	0.02
11	0.10	9.87	0.04
12	0.10	10.17	0.01

Fuente: Elaboración propia

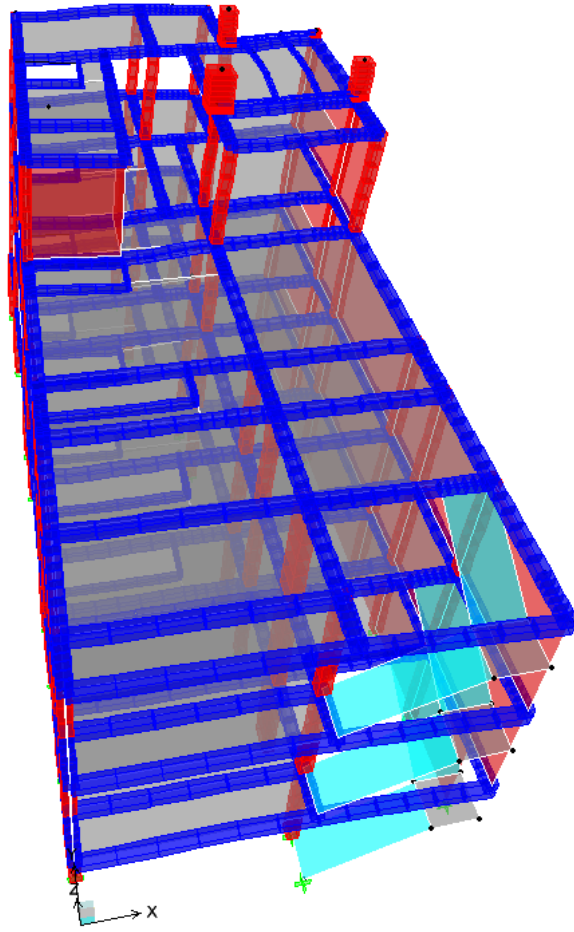
Se puede ver en la tabla que el período de tiempo con participación de mayor calidad está en el primer modo en la dirección X-X. En la dirección Y-Y, se observa el período de participación mayor en la séptima forma de modo de vibración.

$$T_{X-X} = 0.51 \text{ s (1ra forma de modo)}$$

$$T_{Y-Y} = 0.12 \text{ s (7ma forma de modo)}$$

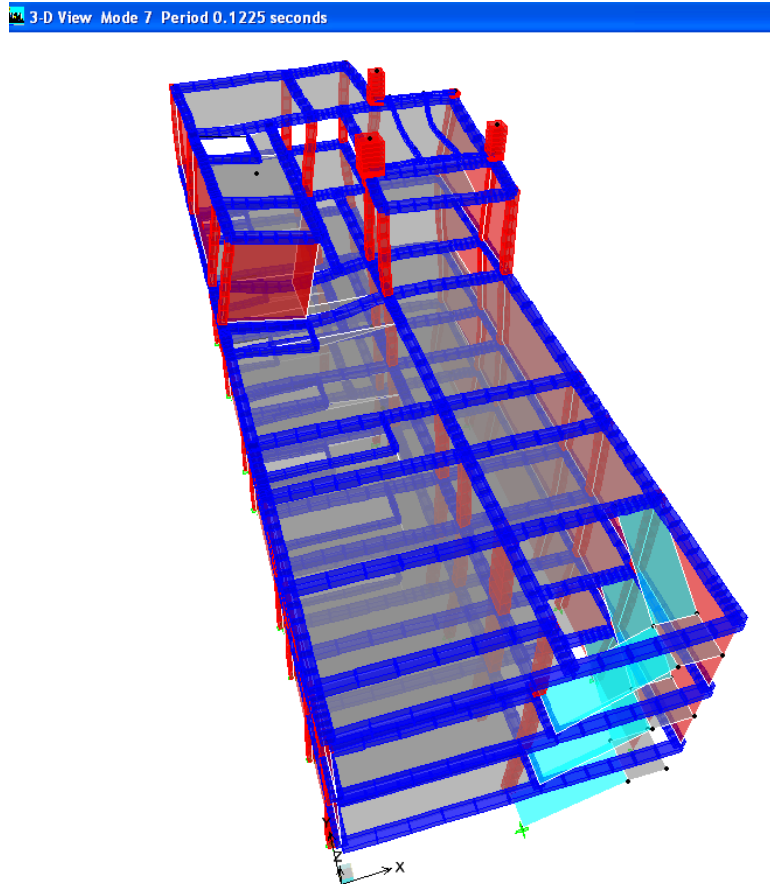
Figura 13. Forma de modo 1 para X

Mode 1 Period 0.5089 seconds



Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Forma de modo 7 para Y



Fuente: Elaboración propia

#### IV.3.6. Desplazamiento y distorsiones

El desplazamiento relativo máximo de entrepiso calculado según el análisis lineal elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas por el coeficiente  $R'$ , no deberá exceder la distorsión máxima de entrepiso según el tipo de material predominante.

Para este caso la Norma Técnica de Diseño Sismorresistente E.030, establece como distorsión máxima de entrepiso el valor de 0.007 para estructuras predominantemente compuesta de pórticos de concreto armado y albañilería confinada en la dirección X-X e Y-Y.

Máximo Desplazamiento Relativo de Entrepiso:

En la dirección X-X:  $DIF \times 0.75 \times R' / hei \leq 0.007$

En la dirección Y-Y:  $DIF \times 0.75 \times R' / hei \leq 0.005$

Tabla 10. Cuadro de distorsiones en el Eje X

**PARA EL PUNTO 2697 ANALIZADO**

**CUADRO DE DISTORSIONES EN EL EJE X-X**

Story	Altura (m)	Punto Analizado	Load	UX (m)	Desp. Relativo (m)	Desplazam. Real (m)	Distorsion	Distorsion Limite	Condición
TECHO4	2.60	2697	SX	0.0128	0.00460	0.0576	0.00796	0.007	Mal
TECHO3	2.60	2697	SX	0.0082	0.00270	0.0369	0.00467	0.007	ok
TECHO2	2.60	2697	SX	0.0055	0.00310	0.0248	0.00537	0.007	ok
TECHO1	2.60	2697	SX	0.0024	0.00240	0.0108	0.00415	0.007	ok

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Cuadro de distorsiones en el Eje Y

**PARA EL PUNTO 2697 ANALIZADO**

**CUADRO DE DISTORSIONES EN EL EJE Y-Y**

Story	Altura (m)	Punto Analizado	Load	UY (m)	Desp. Relativo (m)	Desplazam. Real (m)	Distorsion	Distorsion Limite	Condición
TECHO4	2.60	2697	SY	0.0023	0.00060	0.0039	0.000389	0.005	ok
TECHO3	2.60	2697	SY	0.0017	0.00040	0.0029	0.000260	0.005	ok
TECHO2	2.60	2697	SY	0.0013	0.00070	0.0022	0.000454	0.005	ok
TECHO1	2.60	2697	SY	0.0006	0.00060	0.0010	0.000389	0.005	ok

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que la máxima distorsión en el eje x excede el límite establecido por la norma E0.30. Se determina que la estructura necesita ser reforzada de tal manera de aumentar la rigidez en la dirección.

IV.3.7. Verificación de la estructura con la verificación de la estructura existente

Metrado para Equipo de telecomunicaciones y torre (h=15m):

**i) Metrado de carga para los equipos existentes, sobre losa existente:**

2 EQ. BTS EXISTENTE (350Kg)	=	700	Kg	+
1 EQ. ELTEK EXISTENTE (1000Kg)	=	1000	Kg	
HUAWEI EXISTENTE (100Kg)	=	100	Kg	
PLATAFORMA METALICA (350 Kg)	=	350	Kg	
<hr/>				
<b>Peso total</b>	<b>=</b>	<b>2060</b>	<b>Kg</b>	

AREA DE INFLUENCIA =  $1.56 \times 2.36 = 3.68 \text{ m}^2$

El peso que se aginara a las vigas metálicas existentes:

Carga distribuida en viga W 4"x6" existente =  $2.06 \text{ tn} / 2.36 / 2 = 0.44 \text{ tn/m}$

**ii) Metrado de cargas para la torre:**

Peso de torre (h=15.00 m)	=	650	Kg
Peso de anclajes y soportes	=	60	Kg
Peso de antenas RF y MW	=	90	Kg
<hr/>			
<b>Peso total</b>	<b>=</b>	<b>800</b>	<b>Kg</b>

**Por lo tanto:**

**PESO TOTAL DE LA TORRE DE 15 m DE ALTURA = 0.80 ton**



#### IV.3.8. Fotografías de la Inspección

Figura 15. Fachada de la edificación común



Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Azotea de la edificación



Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Antena instalada



Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Base de antena



Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Vigas de apoyo de equipos



Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Distribución de la azotea



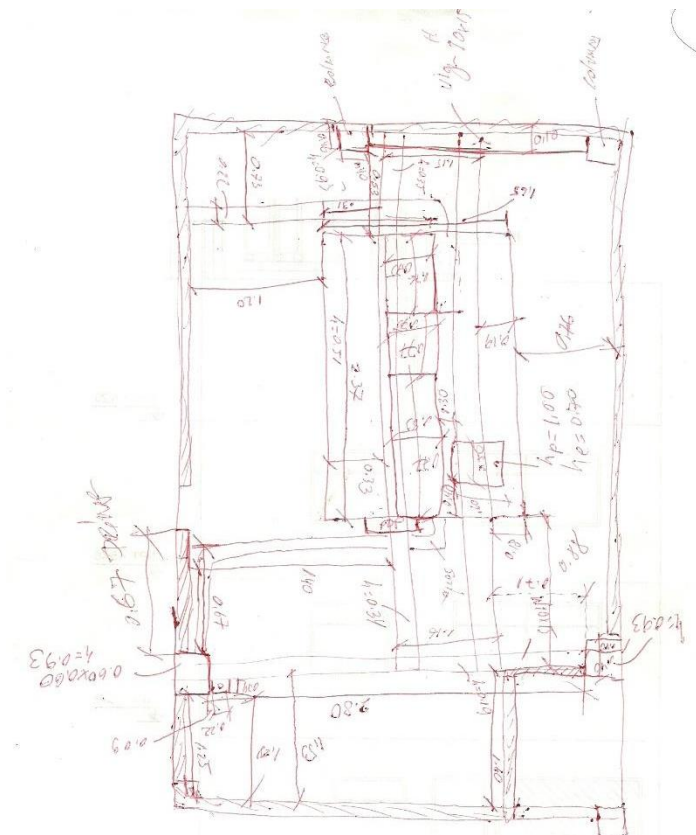
Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Vista superior de la azotea



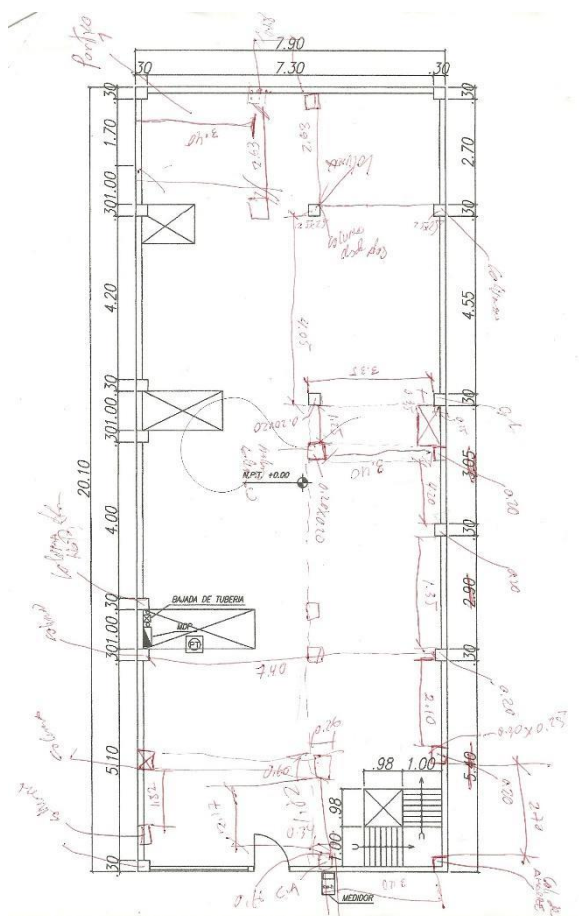
Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Apuntes de levantamiento en campo



Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Apuntes de levantamiento en campo, plano de distribución



Fuente: Elaboración propia

#### IV.3.9. Resultados

De la verificación y evaluación estructural de la edificación común se obtuvo lo siguiente:

Este sistema estructural produce una distorsión mayor en la dirección X-X que en la dirección Y-Y consecuencia de los materiales predominantes usados en cada eje, pero solo se cumple con los parámetros límites que la Norma de Diseño Sismorresistente E.030 en la dirección Y mientras que en la dirección X excede el límite establecido por la norma.

En el eje Y las distorsiones se cumplen con las distorsiones permitidas por norma E.030 que establece que la máxima distorsión en dirección es 0.007, mientras para el eje X se establece que excede la distorsión límite 0.007 de la norma, es necesario rigidizar la estructura en la dirección X.

## V. DISCUSIÓN

- Arias & González, (2019) en su tesis llegó a las siguientes conclusiones: El viento afectó mucho a la estructura estudiada. Cómo los elementos altos, delgados y livianos tienen poco efecto sobre los terremotos, por lo que se puede inferir que las cargas de viento dominan el diseño. De manera similar, en áreas con una amenaza sísmica moderada, realmente no hay necesidad de considerar el impacto del terremoto de la Torre Columbia, porque este impacto solo representa el 14% del impacto más crítico de la región sobre el viento (5). Ahora que se han evaluado las tres torres, cabe señalar que el comportamiento de estas torres se verá afectado por la altura, que es un factor básico a considerar en el diseño. La altura tiene un efecto proporcional sobre el desplazamiento y el período de vibración, lo que afectará la función de las estructuras de gran altura. La celosía estudiada y la geometría de la pirámide truncada propuesta tienen un buen índice de confiabilidad, 8% del desplazamiento, relativo al límite permisible. Según cálculo manualmente una correlación entre demanda y capacidad, suficiente para determinar de manera confiable los miembros y conexiones de las torres, por lo que utilizar los software SAP2000, RAM e IDEA STATICA CONNECTION, con los cuales se pudo obtener una opción posible para el diseño, dando en todas las pruebas con los programas un porcentaje de error máximo de 1%. Con lo que se logró una relación balanceada entre la disminución para los tiempos de diseño y la búsqueda de la seguridad que se quiere para estas estructuras calculadas. Los resultados obtenidos permitieron que se pueda desarrollar esta guía de diseño, lo que permitió conocer de manera más profunda la normativa aplicable vigente para torres de esta tipo en Colombia.

En conclusión, se está de acuerdo ya que no toda construcción debe de considerar este tipo de fuerzas que actuarán, se debe considerar lo indicado en la norma.

- Morocho & Peralta, (2019) en su tesis llegó a las siguientes conclusiones: La construcción de nuevos dispositivos utilizados en el

campo de las comunicaciones inalámbricas implica recursos complejos, pero se pueden adaptar a necesidades específicas, donde los costos aumentan. En este trabajo se examina la antena de origami. Puede moverse linealmente, plegarse y desplegarse, donde puede cambiar los parámetros de radiación, donde la frecuencia de resonancia, el ancho de banda y el patrón de radiación la caracterizan. En este trabajo, se recomienda que se utilice la interpretación. Comparación de materiales locales. Trabajando con un simulador de elementos finitos, utilizando el método del anillo resonante para obtener la constante dieléctrica efectiva para caracterizar el material. Las múltiples alturas de la antena se crean en base al algoritmo del software AutoCad, que autoriza el proceso de refinamiento del modelo 3D, permitiendo la exportación de características estructurales. Finalmente, se comparan los resultados obtenidos por el simulador, donde se cambiaron algunas de las características en función a la altura, por lo que se reconfiguró.

En conclusión, se está de acuerdo con lo planteado respecto al uso de tecnología, software, que ayuden a realizar el análisis y los cálculos necesarios para poder obtener los datos requeridos y poderlos evaluar y tomar decisiones acertadas con respecto a esta estructura.

- Según Lorenzana & Magdaleno, (2020) en su tesis llegó a las siguientes conclusiones: El esta investigación de fin de grado, se expondrá de rápidamente, las funciones y de que están conformadas, a lo que se refiere a partes que conforman las subestaciones (nodos) de telecomunicaciones. Lo que se realizó en este estudio fue tomar como tema central la presentación de equipos y antenas que servirán el mástil y estructuras que necesita para que pueda desarrollar sus funciones, y otros elementos diferentes que lo conformará como son perfiles, tubos y otros. Para terminar, utilizando los softwares de elementos finitos como son CYPE y SAP2000, se pudo realizar el modelado de las estructuras

como el estudio comparativo de todos los datos obtenidos, que nos permitieron llegar a nuestras conclusiones finales.

En conclusión, se está de acuerdo con lo planteado respecto al uso de tecnología, software, que ayuden a realizar el análisis y los cálculos necesarios para poder obtener los datos requeridos y poderlos evaluar y tomar decisiones acertadas con respecto a esta estructura, así como también permiten realizar una evaluación y comparación más rápida con otros sistemas.

- Según Velásquez & Calcina, (2017) en su tesis llegaron a las siguientes conclusiones: En el análisis estático y análisis dinámico no lineal del comportamiento sísmico del edificio de 11 pisos. En la actualidad, la mayor parte del trabajo de la ingeniería sísmica se centra en el desarrollo y aplicación de métodos para evaluar y evaluar el desempeño de las estructuras existentes para determinar el nivel de desempeño de los edificios en respuesta a necesidades específicas causadas por terremotos. Para ello, se llevó a cabo una evaluación de edificios de hormigón armado, y los resultados mostraron que las áreas "débiles" de la estructura se pueden encontrar a través de análisis no lineales estáticos y dinámicos. Realizar análisis de desempeño de acuerdo con los procedimientos y análisis de resultados propuestos por la norma FEMA 273. De acuerdo con los métodos propuestos por FEMA y ATC-40, modificar diferentes parámetros en el software ETABS y analizar primero el edificio. Rango elástico, y luego use este software para analizar en el rango inelástico. Contando con el análisis es que se puede ejecutar el análisis de roturas y también conocidas como zonas de daños haciendo que pueda dejar de funcionar la estructura. Asimismo, utilizando ambos métodos indicados, es como se identificó cual es el área más débil de la edificación. Por último, se pudo determinar la curva de capacidad y puntos de desempeño, esto determinó que se pudiera determinar el mecanismo de falla y control de ductibilidad, si como cliente



o diseñador por solicitud requieren mayor ductibilidad tendría que diseñarse la edificación con las bisagras plásticas expuestas en los laterales de vigas y columnas.

En conclusión, se está completamente de acuerdo, puesto que es necesario realizar evaluaciones a las estructuras cuando se ven afectadas o se va a disponer que resistan cargas mayores, así garantizar la seguridad de sus habitantes.

- Esteban Mollehuara & Cordova Landa, (2020) en su tesis llegaron a las siguientes conclusiones: El objetivo general del trabajo de investigación actual es determinar cómo evaluar las mejoras estructurales para mejorar la vivienda en Cerro Candela San Martín de Porres-Lima 2019. La investigación utiliza métodos cuantitativos y se realiza a nivel explicativo. El diseño de este estudio es experimental porque las variables independientes (evaluación de la estructura) pueden manipularse. Con ello, el impacto sobre la variable dependiente (recomendaciones de mejora habitacional). La población consta de casas en Cerro Candela, y la muestra consiste en una de las casas utilizadas para una serie de evaluaciones estructurales de la casa. Entre ellos, se utilizará la tecnología de observación, el modelado del programa ETABS y las pruebas Diamantina. La tasación de la vivienda Cerro Candela es una muestra no probabilística determinada por los investigadores según el grado de dificultad, dividida en grave y grave, que es el resultado de la modulación ETABS. Esta es la debilidad que posee el realizar autoconstrucción de una vivienda de 3 niveles, que entre como fuerzas estructurales se ve afectada por sismos, que sale a resaltar cuando existe un mal diseño estructural, y la resistencia del concreto no es la indicada. Por lo que en esta investigación se propuso hacer reforzamiento estructural considerando esta vez a diferencia de la etapa de autoconstrucción, procesos y etapas de construcción. El objetivo después de haber realizado esta investigación sobre todo es que

la población tome conciencia de lo muy peligroso que puede resultar la construcción informal.

En conclusión, se está de acuerdo con los resultados descritos en este trabajo, es necesario evaluar las estructuras y asegurar que cumplan con lo estipulado en la norma con lo que respecta a desplazamientos relativos.

- Según Huari Vila, (2019) en su tesis llegó a las siguientes conclusiones: Al evaluar la estructura de la antena de telecomunicaciones instalada en un edificio ordinario, el propósito es comprender la estructura utilizada para instalar la antena de telecomunicaciones, a fin de hacer sugerencias para el fortalecimiento de la estructura. Su objetivo principal es determinar la relación entre la evaluación estructural y el refuerzo e instalación de la antena de Lima Telecom. En los últimos años, el análisis sísmico de estructuras es muy importante, es necesario para asegurar un diseño adecuado en caso de un terremoto, y para comprender y predecir la respuesta estructural de las edificaciones. Comprender el comportamiento de las estructuras es esencial para resolver problemas de terremotos. El grado de daño más apropiado que se puede caracterizar de alguna manera es el producto estructural de un terremoto. En la literatura, no existe un estándar único para describir el grado de daño a los edificios, y existen pocos métodos para utilizar curvas de capacidad de evaluar el daño. Cada método propone cuatro niveles de daño: leve, moderado, severo y completo. El estudio tiene un diseño no experimental con métodos de tipo aplicado, niveles relevantes y cortes transversales. La misma población está conformada por todas las casas de la calle Jardines Rosa de Santa María de Lima, y la muestra está conformada por un lote de casas ubicadas en Jardines. Calle Rosa de Santa María Mz. 8 Distrito de Lima, a través de formularios de recolección de datos y observación directa de hechos, se utilizarán técnicas de encuesta.

En conclusión, se está completamente de acuerdo, ya que similar a esta investigación el trabajo que se ha desarrollado evalúa, analiza la estructura para poder determinar si esta podrá o no resistir y si necesita de reforzamiento.

## **VI. CONCLUSIONES**

- Se realizó la evaluación de los elementos estructurales, al no tener planos de construcción de la edificación se realizó un levantamiento en campo con lo que se pudo determinar las dimensiones, y por vestigios de los aceros en la azotea se determinó el reforzamiento.
- Del análisis dinámico, se ha determinado que la rigidez en la dirección Y-Y es mayor que en la dirección X-X, ya que posee en la dirección Y-Y elementos estructurales que poseen mayor rigidez, que en este caso sería debido a la mayor densidad de muros de albañilería, estos originan que la edificación sea estable en planta por su configuración estructural y posea pequeños giros.
- Con respecto al cumplimiento de las normativa técnica peruana en el eje Y, las distorsiones se cumplen con las distorsiones permitidas por norma E.030 que establece que la máxima distorsión en dirección es 0.007, mientras para el eje X se establece que excede la distorsión limite 0.007 de la norma, pero necesario rigidizar la estructura en la dirección X.
- Según las cargas estimadas y análisis para la edificación se determinó que es necesario reforzar la estructura de tal manera que se aumente la rigidez en el eje X.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- La verificación de la construcción existente se basa en una inspección ocular, por lo que donde se tuvo acceso a la azotea, primer piso y a exteriores de la edificación, a los demás pisos no se tuvo acceso, por lo que se recomienda a la empresa que contrate los servicios para la inspección previamente llegar a un acuerdo con el propietario previo al estudio para poder obtener información más certera.
- No se cuenta con información necesaria que determine la calidad de materiales empleados en obra, así mismo de cuantías de refuerzo existentes, se recomienda que estas edificaciones cuenten con planos de construcción.
- Se recomienda también trabajar con estudios de control de calidad de elementos estructurales tales como perforaciones diamantinas, estudios de esclerometría, de vibraciones y otros para determinar cuantías de refuerzo existentes.
- No se contó con los planos arquitectónicos ni con los planos estructurales de la edificación común, por lo cual se realizó un levantamiento del sistema estructural predominante en ambos sentidos, en donde solo se pudo tomar medidas generales y no detalladas de los elementos estructurales, por lo que se recomienda para futuros estudios primero comprobar que la edificación a la que se le va a contratar los servicios de alquiler o venta de azotea para instalación de servicios de telecomunicaciones, tener planos de las diferentes especialidades.

## REFERENCIAS

- Abanto Castillo, F. (2012). *Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería*. Lima, Perú: Editorial San Marcos.
- Arias Cantor, A. F., & González Romero, N. A. (2019). *Guía de diseño estructural de torres de telecomunicaciones autosoportadas en Colombia para alturas de 20, 30 y 40 metros*. Obtenido de Universidad Católica de Colombia: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24353/1/GUIA%20DE%20DISE%c3%91O%20ESTRUCTURAL%20DE%20TORRES%20DE%20ELECTROCOMUNICACIONES.pdf>
- Constructivo. (2020). *Edificios multifamiliares de gran altura marcan tendencia en el mercado de vivienda*. Obtenido de Constructivo: <https://constructivo.com/noticia/edificios-multifamiliares-de-gran-altura-marcan-tendencia-en-el-mercado-de-vivienda-1576071959>
- Esteban Mollehuara, K., & Cordova Landa, C. J. (16 de Noviembre de 2020). *Comportamiento sísmico de los sistemas estructurales de pórticos y albañilería confinada en una vivienda multifamiliar, Jr. Mantaro, El Tambo, 2020*. Obtenido de Repositorio Universidad Continental: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8207>
- Fhaunt. (30 de Mayo de 2019). *Arequipa desarrollo y crecimiento urbano*. Obtenido de Fhaunt: <https://fhaunt.com/blog/arequipa-desarrollo-y-crecimiento-urbano/>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación (6ta Edición)*. México D.F.: Mac Graw Hill Education.
- Huari Vila, A. E. (2019). *Evaluación estructural de una edificación para el reforzamiento e instalación de una antena de telecomunicaciones en el Cercado de Lima*. Obtenido de Universidad César Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/45688>

- Martinez Loor, W. S. (2018). *Influencia del empleo de ladrillo artesanal de Guayaquil en el comportamiento sísmico de edificaciones de albañilería confinada de mediana altura*. Obtenido de Repositorio Universidad de Guayaquil - Ecuador: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/38265>
- Montero Espinoza, J. L. (2019). *Evaluación estructural para propuesta de mejora en viviendas de Cerro Candela San Martín de Porres*. Obtenido de Universidad César Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53266>
- Morocho Maita, L. A., & Bermeo Moyano, J. P. (Mayo de 2019). *Construcción de una antena reconfigurable tipo planar sobre una estructura de torre pentagonal basada en técnicas de origami*. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana Ecuador: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17325>
- Sociedad Electrica del Sur Oeste S.A. SEAL . (2011). *Planeamiento de Distribución para el Crecimiento de la Demanda en Arequipa*. Arequipa, Perú.
- Universidad del Norte. (2019). *Análisis Estructural*. Obtenido de Universidad del Norte: <http://ylang-ylang.uninorte.edu.co:8080/Objetos/ingenieria/analisis-estructural/analisis.html>
- Velásquez Vargas, J. M., & Calcina Peña, R. M. (2017). *Evaluación del Desempeño Sísmico de un Edificio de Once Pisos Utilizando Análisis Estático y Dinámico No-Lineal*. Obtenido de Universidad Privada de Tacna: <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/UPT/499>