



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Análisis estructural para determinar la vulnerabilidad de una
edificación con torre de telecomunicaciones en el distrito de San
Miguel, Lima, 2018”**

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

AUTOR:

Huamán Granda, Sulvester Fidencio

ASESOR:

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2018

Dedicatoria:

Agradezco a mis padres por haberme criado con los principios y valores que tengo ahora, los cuales me han convertidos en el profesional que soy ahora, a mis hermanas por apoyarme constante e incondicionalmente, motivándome a cumplir mis metas.

A mis maestros, compañeros y la universidad que en conjunto han sido parte importante de este sueño que ahora es una realidad.

Agradecimiento:

A mi docente Mg. Vargas Chacaltana Luis Alberto, por compartir sus conocimientos y ser guía en terminar esta investigación. A todos mis compañeros de aula por el apoyo brindado. A mi hermana Nieves Huaman Granda por ser mi segunda madre y criarme como lo hecho, guiándome en cada meta que he logrado.

Índice

Caratula	I
Dedicatoria:	II
Agradecimiento:	III
Índice.....	IV
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática	2
1.2. Trabajos previos	3
1.2.1. Antecedentes internacionales.....	3
1.2.2. Antecedentes Nacionales	6
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	8
1.- Sismo	8
2.- Ondas Sísmicas	8
3.- Vulnerabilidad Sísmica	9
4.- Análisis estructural.....	10
1.4. Formulación del problema.....	13
1.4.1. Problema general	13
1.4.2. Problemas específicos.....	13
1.5. Justificación de la investigación	13
1.6. Hipótesis de la investigación	14
1.6.1. Hipótesis general	14
1.6.2. Hipótesis específica	14
1.7. Objetivos de la investigación.....	14
1.7.1. Objetivo general	14
1.7.2. Objetivos específicos.....	14
II: MÉTODO	15
2.1. Tipo de investigación	16
2.2. Nivel de Investigación	16
2.3. Diseño de Investigación.....	16
2.4. Variables y operacionalización.....	17
2.4.1. Variables	17
2.4.2. Operacionalización de las variables	17
2.5. Población y muestra	19
2.5.1. Población	19
2.5.2. Muestra.....	19
2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	19
2.6.1. Técnicas	19
2.7. Métodos de análisis de datos	20

2.8. Aspectos éticos	20
III: RESULTADOS	21
3.1. Descripción de la zona de estudio	22
3.2. Descripción de la edificación	22
3.3 Descripción de la estructura a instalar	22
3.4 Normatividad 2019-2 2020-2	22
3.5. Procedimiento de evaluación	23
3.6. Criterio de la evaluación estructural	23
3.7. Características de la estructura	24
3.8. Metrado de cargas	25
3.9. Resumen de Cargas	26
3.10. Consideraciones sísmicas	26
3.11. Análisis sismorresistente de la estructura	29
3.11.1. Modelo estructural adoptado	29
3.12. Análisis Dinámico	34
3.13. Desplazamientos y Distorsiones	35
3.14. Verificación del Cortante Basal.....	37
3.15. MEMORIA DE CÁLCULO.....	40
IV: DISCUSIÓN	53
V: CONCLUSIONES	56
VI: RECOMENDACIONES	59
REFERENCIAS	61
ANEXOS.....	64
8.1. Matriz de consistencia	65
8.2. Panel Fotográfico	66
8.3. planos	69

Índice de tablas

Tabla 1.	Factores de zona.....	12
Tabla 2.	Matriz de operacionalización de variables.....	18
Tabla 3.	Cargas de edificación.....	26
Tabla 4.	Mass Source	32
Tabla 5.	Center Mass Rigidity	32
Tabla 6.	Modal Participating Mass Ratios	33
Tabla 7.	Desplazamiento de los centros de masa.....	36
Tabla 8.	Desplazamientos máximos	36
Tabla 9.	Desplazamiento de los centros de masa.....	36
Tabla 10.	Desplazamiento máximo	37
Tabla 11.	Cortante estático	38
Tabla 12.	Cargas por niveles en edificación	38
Tabla 13.	Factor de amplificación sentido X – X.....	38
Tabla 14.	Cortante estático	39
Tabla 15.	Cargas por niveles en edificación	39
Tabla 16.	FACTOR DE AMPLIFICACION SENTIDO Y - Y	39
Tabla 17.	Cargas actuantes sobre los elementos a analizar.....	41
Tabla 18.	Tabla refuerzo requerido	46
Tabla 19.	Corte requerido.....	47
Tabla 20.	Refuerzo requerido.....	48
Tabla 21.	Refuerzo requerido.....	49

Índice de imágenes

Imagen 1.	Zonas sísmicas.....	12
Imagen 2.	Modelo estructural - vista planta primer nivel.	30
Imagen 3.	Modelo estructural – vista Frontal y Lateral.....	31
Imagen 4.	Modelo estructural – vista tridimensional.....	31
Imagen 5.	Modos de Vibración N°1 y N°4.....	34
Imagen 6.	Espectro en X-X.....	35
Imagen 7.	Espectro en Y-Y.....	35
Imagen 8.	Modelo estructural - vista planta 1° Piso.....	40
Imagen 9.	Modelo estructural - vista tridimensional.....	40
Imagen 10.	Cargas muertas aplicadas sobre losas y vigas (Tn/m2).....	42
Imagen 11.	Cargas vivas aplicadas (Tn/m2).....	42
Imagen 12.	Diagramas de Momento Flector (DMF) Todo el tramo. (Tn.m)	45
Imagen 13.	Diagrama de Fuerza Cortante (DFC) Todo el tramo. (Tn).....	46
Imagen 14.	Diagrama de momento flector	48
Imagen 15.	Diagrama de Fuerza Cortante (DFC) Todo el tramo. (Tn).....	49
Imagen 16.	Diagrama de interacción C 50x25	50
Imagen 17.	Diagrama de interacción C 50x25	52
Imagen 18.	Propuesta de reforzamiento	60

RESUMEN

El objetivo de este proyecto a investigar es determinar la vulnerabilidad sísmica de una edificación la cual tiene instalada una torre de telecomunicaciones, desarrollando un análisis estructural con base a un software de cálculo llamado ETABS, el cual evaluara las cargas actuantes en la edificación como las cargas vivas, muertas, la carga que ejerce la torre sobre la edificación y cómo se comporta la edificación frente a estas fuerzas actuantes. La presente investigación brindara información sobre la vulnerabilidad sísmica que tiene la edificación, así mismo contribuirá como un libro de consultas a futuros profesionales que quieran dedicarse al análisis estructural de edificaciones que cuenten con cargas adicionales diferentes a las que componen la estructura propiamente dicha. La metodología aplicada fue de tipo descriptivo, el diseño fue no experimental, se tomó como datos las dimensiones, características y cargas de la edificación. El objetivo general fue determinar la vulnerabilidad sísmica de la edificación con torre de telecomunicaciones, este estudio se realizó teniendo en cuentas los planos, cargas actuantes en la edificación y las condiciones sísmicas según la zona en la cual se encuentra. Con lo cual se concluye que la edificación es vulnerable frente a un sismo según los datos obtenidos en el análisis estructural usando el programa de cálculo ETABS, por ello se recomienda realizar un reforzamiento con elementos estructurales como son placas en distintas partes de la estructura.

Palabras clave: vulnerabilidad sísmica, análisis estructural, modelamiento.

ABSTRACT

The objective of this project to be investigated is to determine the seismic vulnerability of a building which has a telecommunications tower installed, developing a structural analysis based on a calculation software called ETABS, which will evaluate the loads acting on the building as the loads alive, dead, the load exerted by the tower on the building and how the building behaves in the face of these acting forces. This research will provide information on the seismic vulnerability of the building, likewise it will contribute as a reference book to future professionals who want to dedicate themselves to the structural analysis of buildings that have additional loads different from those that make up the structure itself. The applied methodology was descriptive, the design was non-experimental, the dimensions, characteristics and loads of the building were taken as data. The general objective was to determine the seismic vulnerability of the building with a telecommunications tower. This study was carried out taking into account the plans, loads acting on the building and the seismic conditions according to the area in which it is located. With which it is concluded that the building is vulnerable to an earthquake according to the data obtained in the structural analysis using the ETABS calculation program, therefore it is recommended to carry out a reinforcement with structural elements such as plates in different parts of the structure.

Keywords: seismic vulnerability, structural analysis, modeling.

I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El constante desarrollo socio - económico en el rubro de las telecomunicaciones ha hecho que se instale torres de telefonía en las edificaciones, sin considerar aspectos técnicos estructurales, según la norma E 0.30-vigente y la TIA-EIA 222F, esto ha creado un escenario de riesgo.

Ante las prolongadas actividades sísmicas que acontecen en Lima, siendo considerada zona 4 según norma técnica sismorresistente E-0.30-2018, es obligatorio evaluar los daños que pueden ocurrir en las edificaciones y pérdidas masivas de las telecomunicaciones.

Uno de los últimos sismos de mayor daño ocurridos en la costa peruana, Pisco 2007 con magnitud de intensidad de 8.0 en la escala de Richter, dejó como daños significante de 595 muertos, 2,291 lesionados, 76,000 aposentos totalmente desmolidos e inhabitables y 431,000 individuos resultaron damnificados y perjudicados, así como el colapso de edificaciones que contaban con torres de telecomunicaciones, dejando incomunicados a grandes sectores de la población, trayendo como consecuencia pérdidas económicas.

Actualmente según Osiptel en el Perú existen más de 15000 estaciones de telefonía las cuales cerca de 10000 están instaladas en edificaciones lo que representa un 70%, lo que preocupa es que gran parte de estas torres se han instalado sin considerar las condiciones estructurales que deben tener las edificaciones; frente a un sismo estas edificaciones estarían vulnerables, teniendo así un posible colapso de las torres y con ello la perdida de las comunicaciones en la zona afectada por un fuerte sismo; además se tiene un proyecto de mejoramiento de la señal de telefonía con lo cual esta cantidad aumentaría a 22000 antenas a nivel nacional.

La ubicación de una torre de telecomunicaciones depende de un estudio por métodos de triangulación de la señal y demanda necesaria de usuarios, por ende, la ubicación de una torre no siempre cae sobre una edificación que cumpla con las condiciones sismoresistentes requeridos por la norma técnica, además hace algunos años no se exigía que se cumplan con las condiciones estructurales necesarias para instalar una torre de telecomunicaciones.

Actualmente los municipios con apoyo del ministerio de transporte y comunicaciones han prestado mucha importancia a esta problemática, forzando a los operadores móviles a reforzar las edificaciones donde se encuentran instaladas las torres de telecomunicaciones.

Los operadores móviles cuentan con licencias de funcionamiento las cuales van venciendo a medida que transcurre el tiempo, muchas de estas licencias tienen 10 años de vigencia, es por ellos

que cada año se renueva una considerable cantidad de licencias de funcionamiento; para que estos operadores móviles puedan regularizar estas licencias deben cumplir con una serie de documentos entre renovación de contratos de alquileres y otros, pero el principal documento a presentarse es el análisis estructural de la edificación, la cual debe tener un resultado favorable frente al sismo, cumpliendo con la norma de análisis sismorresistente E 0.30 y en su gran mayoría estas edificaciones no pasan el cálculo con un valor favorable, por ello se plantean soluciones como un reforzamiento estructural a nivel de cimentación, añadiendo elementos estructurales como placas, columnas y vigas, las cuales aportarán resistencia frente al sismo y permitirán que la edificación sufra un mínimo daño.

La presente investigación tiene como propósito realizar un análisis estructural mediante el software Etabs, en caso si los resultados no sean favorables se planteará un reforzamiento estructural los cuales podrán ser verificados en gráficas y tablas.

Así mismo esta información podrá ser usada como una guía para otros casos similares teniendo en cuenta que cada edificación está construida de una manera específica y con parámetros de suelo según la zona donde se ubica cada edificación.

1.2. Trabajos previos

1.2.1. Antecedentes internacionales

En el mundo actual se pueden encontrar numerosas instituciones, universidades, facultades, organismos y sociedades que se ocupan a la exploración e investigación sobre fragilidad sísmica en obras de edificaciones de escuelas, hospitales, otros, por ejemplo:

Espinoza, Julio (2016, p14), realizó un trabajo que lleva como título “*Estudio de la vulnerabilidad sísmica de una unidad educativa. Caso escuela primaria de la armada nacional*”, para adquirir el diploma de magister en tecnologías de edificación de la Universidad de Guayaquil, Ecuador. El investigador tuvo como finalidad en efectuar un estudio sobre la fragilidad de movimiento del bloque de aposentos en el tramo norte del colegio de primaria Armada Nacional (ESPRAN), describió la finalidad de una óptima estructura de construcción durante una onda expansiva de movimiento de suelo, frente al capricho previsible de suceder con intensidad en la ciudad de Guayaquil, se tiene recuerdos cuando pasó un sismo con enérgica dureza el día 16 de abril del año 2016 dejando desolado a varias ciudades principales como Manabí, Esmeraldas y Guayaquil y casi todo Ecuador reportando muchas pérdidas de vidas humanas como malestar y preocupación por numerosas viviendas por colapsar por su pobre cimentación que no pensaron en prevenir a futuro.

Emprendió la pesquisa dedicando su tiempo en base al tema cualitativo aplicando una investigación detallada sobre una sola cosa, donde analizaron hipótesis y probabilidades donde muestren la realidad del artículo, aplicando procedimientos señalados como se plantea en sus acotaciones, apuntes, resultados manuales, diálogos, reuniones favorables que concluyeron con rendimiento anhelados por lo que se consiguió valores en números, con las normas de su país pudo aplicar con los documentos de bosquejos de planos actuales llevándolo a mejorar su respuestas con programas necesariamente de software, que entregaran una lista de notas importantes sobre la vulnerabilidad de casas viviendas construidas por expertos y posteriormente sucede un fuerte movimiento de suelo como un terremoto, en consecuencia precedentemente abordamos solicitar de suma urgencia un análisis sobre la vulnerabilidad según se encuentra el terreno, con estos argumentos contribuirá a tenerlos puntos preciados para llevar a cabo el proyecto educativo, con la finalidad de dar seguridad a todo tipo de edificación de no desplomarse o quedar inservible y volver hacer gastos innecesarios, es el hecho de dar protección a los que habitan ahí.

Se concluyó que ante cualquier amenaza ya sea sísmica o por la naturaleza toda obra de construcción y en especial para los colegios donde niños y adolescentes asistirán deben ser cimentados con los mejores materiales, que sean resistentes a la humedad en todo Guayaquil, sosteniendo las garantizado con lo que han sido fabricado y guiados por ingenieros civiles.

También señala que no existe consecuencias desfavorables si se lleva a cabo la obra con las instrucciones que estable la norma ecuatoriana, que es muy atrevido decir que presente un problema de una rigidez con carencia a renovar, reforzar o implementar seguridad a futuro en estas escuelas modernas.

Teniendo en cuenta que es importante guiarnos de las instrucciones como lo menciona la norma que siempre debe de haber un diseño con bases de fierro que dan la seguridad, confianza y garantía a largo plazo por haber a menudo que ocurriera estos fenómenos sísmicos de la naturaleza. Los habitantes del lugar se sienten complacidos al saber que sus hijos están en un lugar fiable.

La edificación de la escuela de primaria Armada Nacional cuenta con reforzadas bases desde su cimiento, lleva bloques de armazón de columnas y viguetas resistentes que dan la garantía de durar por décadas años más, sin embargo cada cierto tiempo se debe adherir tecnología de innovación para dar detalles eficaces para una mejor mampostería de las columnas.

Quiroga, Andrés (2013), en su estudio siguiente *“Evaluación de Vulnerabilidad Estructural de Edificios del Centro de Bogotá Utilizando el Método de Índice de Vulnerabilidad”*. Realizó el proyecto basándose en los apuntes del director don José Antonio Magallón Gudiño correspondiente a la Pontificia Universidad Javeriana de la facultad de ingeniería del departamento de Ingeniería Civil, ciudad de Bogotá D.C-P. 2013.

Concluyó lo siguiente:

La persona responsable en evaluar y dirigir la obra en por lo general quien respalda la forma de cómo se va a desarrollar el sistema de edificación, teniendo en cuenta primordial la seguridad en su armadura considerando los once parámetros, la distribución de fragilidad contiene comprensión, el responsable deberá demostrar su percepción de ideas llevado a su experiencia laboral.

Para el procedimiento del registro de fragilidad es apropiada la estimación de agentes en describir todas sus organizaciones en un seísmo, reconoce dilemas que acrecentarían la expectativa de ocurrir alguna desgracia sísmica en la capacidad de originar un criterio módico en un uso realista actual. El criterio intrínseco tiende a ser un obstáculo el cual solicita de información profunda que perfeccione y promueve un juicio verídico de la construcción tocado. El funcionamiento dado en este procedimiento sin estudios agregados estimula a acrecentar la inseguridad en los resultados del producto.

Las conclusiones de los registros de vulnerabilidad se deseaban y esperaban ser más superiores de las disposiciones en aquellas construcciones, la desigualdad en su esqueleto (edificio levantado) y el tiempo de creación, luego de un proceso de análisis y detallado empleo de técnicas, se logran resultados en valores mínimos de índice. Se llega a la conclusión por lo anterior mencionado, que la regla notificará una transformación adelantada a las limitaciones a todo alzamiento con la intención de mejorar los rendimientos, en algunos parámetros de edificaciones no se podían evaluar por ser un método general.

1.2.2. Antecedentes Nacionales

Ponte, Gaudencio (2017 p. 20), del trabajo titulado “*Análisis del diseño estructural de albañilería confinada para la vida útil de viviendas autoconstruidas en el distrito de Independencia – Lima 2017*” estudio para diplomarse como profesional de Ingeniero Civil, de la facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, Lima, Perú, demostró como el propósito de especificar su argumento de las características específicas de una obra mampostería interna que modernizará el periodo uso en servicio de moradas auto realizadas e innovadoras, así mismo constatar con el manejo del software ETABS que indicaría calidad de estudio y diseño sísmico como también intensificará deseables construcciones de casas autoconstruidas siendo en el distrito de Independencia - Lima 2017.

Las conclusiones obtenidas son: se hallaron fallas en el comportamiento constitutivo a causa de un alzamiento de autoconstrucción en situ de los componentes utilizados en la cimentación, al ingresar cantidades en la Etabs, quedaron indefensos en resistencia a fuerzas sujetas de sismo en moradas de albañilería interna, se tomó ejemplares las habitaciones autoconstruidas graves y criticas conforme al indagador.

Al capturar reveladoras en semejanzas prototipos pues hallaron una fuerza deseado apretón que expulsó entre 102 kg/cm² a 123 kg/cm² en baldosas moderadas realizado en peonzas y de 124 kg/cm² en componentes moldes confeccionado a firmeza; determinando que los rendimientos por debajo conforme la norma ordenada siendo de 210 kg/cm², concluyendo en el desarrollo de estructuras el acero de reforzamiento no logra alcanzar con la cantidad diminuta, se describen y se detallan en el desarrollo que deberían iniciarse desde la base para utilizar cuatro varillas de 1/2” en sus pilares y puntales chatas.

Este estudio determina que las autoconstrucciones en albañilería deben tener un diseño con reforzamiento a varios años de vida útil con estructuras guiados a las normas vigentes que todo profesional conoce.

Allauca, Leonidas (2006 p.107), del trabajo titulado “*Desempeño sísmico de un edificio a porticado de cinco pisos diseñado con las normas peruanas de edificaciones*” estudio con la meta de poseer el cartón de Ingeniero Civil de la facultad de ciencias e ingeniería de la Universidad Pontificia Católica del Perú, Lima.

Presentó en su análisis de estudio el objetivo de evaluar el desempeño sismorresistente diseñado con las normas peruanas en un edificio a porticado de 5 pisos y la recopilación de labores similares con inmuebles de 3, 4 , 6 y 7 pisos para establecer posibles preferencias en el comportamiento general deseado de este patrón de armaduras. Para el bosquejo se emplearon las normas peruanas de Concreto Armado NTE-060 y la Norma de Diseño Sismorresistente (NTE-030).

Se obtuvo como conclusiones en particular diversos requisitos de rigidez donde se demuestra el control de desplazamientos laterales del código peruano que encaminan a armazones aporticados con tamaños sobresalientes de pilares. Se elaboraron pilares con lados de 50 a 75 cm. para edificios de 3 a 7 pisos. Los rendimientos del estudio invariable requerimiento-cavidad revelan que las edificaciones elementos estructurales con las singularidades indicadas y diseñadas según reglas del gobierno cual tendrán una función convenientemente flexible para sismos frecuentes en el litoral peruano (ciclo de retorno de 50 años y aceleración pico de 0.2 g). Los desenlaces permiten finalizar para este estudio en particular, tener en cuenta que las normas vigentes propuestas encaminan a construcciones aporticados con miras a un buen desempeño sismorresistente, por lo tanto, cabe resaltar que las reglas peruanas exhortan a diseñar moradas rígidas con vigas y placas.

Huapaya, Raúl (2017 p. 187), del trabajo titulado *“Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado a través del método estático no lineal”* tesis elaborado con la intención del nivel académico de Ingeniero Civil de la facultad de Ingeniería, Universidad Ricardo Palma, Lima.

El presente estudio tuvo el propósito de calcular la sobre fortaleza y ductilidad para construcciones aporticados interviniendo el método estático no lineal y contrastar su capacidad con los requerimientos solicitados propuestos en la norma E030. Conocer el efecto más real de las edificaciones al realizar un análisis estático no lineal empleando programas de software para estructuras de diseño y cálculo estructural. Estos análisis sofisticados avanzados son más evidenciales que los argumentos académicos, porque comentan en comunicar que el armazón conserva un estilo recto. En la imagen de la curva de amplitud formada debido a lo cual el estudio accederá percibir tasas de aguante, potencia y docilidad. Se debe enfatizar que en el examen inamovible no liso será indispensable estimar los caracteres no rectos por todo cuerpo en la construcción como también para poder tener resultados más cercanos a la realidad: en todo proceso las vigas y columnas forman por ser un sistema aporticado. La apreciación de varias viviendas construidas de distintos pisos permitirá exponer una tendencia de buen producto y a la vez servirá en comparar la capacidad consistente más parecida lo más positivo con el intento de sismo de la norma E030.

Del análisis estático no lineal se pudo determinar los desplazamientos y cortantes máximos a los que puede ser sometida las estructuras. Las secciones de las columnas han ido variando en función a los niveles debido a la carga axial importante que reciben, sin embargo, como han mostrado varios investigadores esta característica no afecta de manera considerable en la respuesta global del edificio, mientras que las vigas serán para todas las estructuras de $b=30\text{cm}$, $h=70\text{cm}$.

1.3. Teorías relacionadas al tema

Obtener todo tipo de estudios sobre términos y conclusiones relacionados a la vulnerabilidad y fragilidad en edificaciones de vivienda permitirá saber que motiva a que la generen, propone aumentar la eficacia en la formación y manejo de espacios de alarma y moderación en devastación de alianza con las limitaciones nativas, comunitarias, didácticos como legalidad de una agrupación. Desde el punto de vista es imprescindible emplear abreviada reseña de un juicio genérico vinculado al contenido de fragilidad ocasionado por movimientos de suelo.

1.- Sismo

Describe Urbano, José (2012), Se presenta estos movimientos de tierra ocasionado por la naturaleza provocando ruptura, rajadura y fracturas en las infraestructuras en las edificaciones ya que con la fuerza de onda expansiva pueden causar daños por su forma elástica en la que se manifiesta.

2.- Ondas Sísmicas

Enfatiza Urbano, José (2012), plantea que viene en todas las direcciones este golpe de suelo llamado temblor, ocasionando pánico por rupturas en las construcciones hechas por el hombre. Estos focos también llamados hipocentros son las quebradas que aparecen en los cimientos construidos, al aparecer en la superficie terrestre es el epicentro que se manifiesta con perturbaciones temporales con prototipo de primaria, secundaria y superficiales.

3.- Vulnerabilidad Sísmica

Como indica Vizconde, Adalberto (2004), enfatiza que la vulnerabilidad significa la debilidad del nivel de destrucción sufrido una montura, oportuno a un impacto de movimiento con establecidas singularidades. Considera en calificarlos como crecimiento o carencias vulnerables estas texturas mediante un acontecimiento llamado temblor.

a) Vulnerabilidad estructural.

Para dar a entender y dar a saber la fortaleza en resistencia de afectividad que tiene las estructuras fabricadas de una morada cuando en el momento que se produce una fuerza de movimiento sísmico que tanto pueden ser afectadas incluido toda su infraestructura como carga viva (Vizconde, Adalberto 2004)

Detalla y recomienda que toda área de construcción como instituciones, colegios, centros comerciales, etc, deben centrarse en tener claro los elementos estructurales a ser fabricados. Tener en cuenta desde la base de suelo de cimiento, incluido las cantidades respectivas de columnas, vigas, paredes y acabados de mayólicas y servicios de tarrajeo que deben de estar incorporadas en su bosquejo y también tener la información si sufre el sitio de réplicas de temblores.

Con el deseo de brindar un buen servicio al cliente, no se debe de tener errores en las estructuras al edificar ya que el prestigio es la clave y así venga desastres naturales no debe presentar problemas de riesgo en la fabricación.

b) Vulnerabilidad no estructural.

Vizconde, Adalberto (2004), propone plantear que la expresión no estructural es un término basado en materias y componentes de una edificación asociados y fusionados a los fragmentos constitutivos, tales como las cercas, ventanillas, tejados, portones, cerramientos, falsos techos llamados cielo raso, etc.

c) Vulnerabilidad funcional.

(Vizconde, Adalberto 2004), argumenta que un colapso funcional es por construcciones de niveles bajos, estas instalaciones, aunque no tengan secuelas de ningún daño sufrido en su estructura física, no tiene la capacidad de ofrecer acciones inmediatas de atención por la premura sísmica y de una posterior restauración de la población perjudicada.

4.- Análisis estructural

a.- Análisis estructural de edificios

Como dice Bartolomé, Ángel (1998), declara no existir posibilidad exactos de solución en el análisis estructural de edificios, esto debido a posibilidades de secuencias de incertidumbres que se demuestran no sólo en la sollicitación, como lo hace notar también en el modelaje estructural. En particular se comprende a eludir preguntas de interacción tabique-pórtico, losa-viga y suelo-estructura, aplicando sistemas apertados con paños libres de tabiques, vigas de sección rectangular y elementos verticales (columnas, placas, muros de albañilería, etc.) encajados dentro de su base; ocasionalmente, estas síntesis orientan a resultados que se encuentran fuera de la realidad. De manera similar se acostumbra a emplear un sólo módulo de flexibilidad a nivel de todo edificio, sin estimar que puede cambiar de una barra a otra e incluso dentro de la misma barra, sino también como desestimar las microfisuras que existen dentro de los elementos de concreto armado podrían alterar significativamente la ocasión de inercia de la sección transversal.

b.- Modelamiento estructural con Etabs

Según el ingeniero Hernández Eliud, desde el punto de vista en su manual “Análisis y diseño estructural utilizando el programa ETABS v9”, habla sobre estos programas de software de evaluación y esquema y uno de ellos siendo el mejor es el llamado Etabs, su función principal es analizar sistemas de edificaciones de infraestructuras; este programa es manejado por los más grandes y complicados modelos de prototipos, incorporando un amplio rango de comportamientos no expresables, proponiendo como una herramienta predilecta para ingenieros estructurales en la industria de la construcción. Este software contiene algunas ventajas:

- Este programa Etabs favorece a modelos de edificios construidos con pisos de acero, concreto, celosía de barras rectas o barras lisas, teniendo en cuenta que forman rampas lineales y circulares, muros de corte, interconectado e integrado y disponibles desde la misma conexión funcional usada para modelar y analizar el modelo.
- Empleando a realizar un pre dimensionamiento inaugural de moléculas de acero y concreto y posteriormente ir optimizándolos, posee gran variedad de grados y propiedades básicos considerado para condición sismorresistente.
- Simplicidad para aplicar numerosos tipos de casos de carga mezcladas y combinaciones, de manera continua y a la vez vertical. Incluyendo cargas automáticas por viento y sismo y tráfico vehicular para el eje en la carretera (cargas por espectros) de respuesta, con curvas

predeterminadas.

- Es una gran ayuda por este sistema de programa de software que es una herramienta eficaz de análisis predilecto por muchos estructuristas (2008, p.2).

c.- Norma E.030: Diseño sismorresistente

Según la ley de la técnica E.030 “Diseño Sismorresistente”. Cambiada por D.S. N° 003-2016-Vivienda, numeral 1.4 de la Concepción Estructural Sismorresistente. Es importante considerar: La Simetría respecto en la distribución de masas como de disciplina. Con peso menor, precisamente en las plantas altas. Considerando para obtener el mejor equipamiento para realizar obras de construcción, es pertinente utilizar acertadamente las cargas laterales que van hacer la sostenibilidad de todo este peso, de toda la panta de altura. La flexibilidad compresible a la amplitud de tergiversación del modelo por encima de jerarquía elástica, tal como revela la distorsión continuo limitado y la incorporación de rayas continuas de durabilidad (reiteradas estructuras). Es una apreciación en las situaciones de lugares. Señala actuar de manera práctica constructiva y monitoreo estructural severo.

Según la regla de la técnica E.030 “Diseño Sismorresistente”; adaptada por D.S. 003-2016-Vivienda, capítulo 2 del peligro sísmico, numeral 2.1 de la zonificación. En nuestro terruño patriótico se contempla la división de cuatro zonas regionales. Estazonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos, la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.

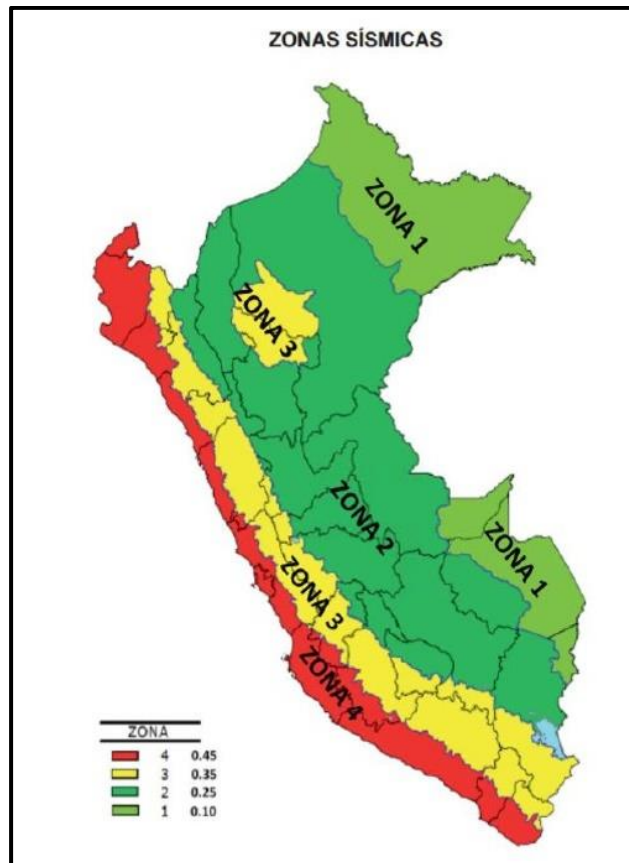


Imagen 1. Zonas sísmicas

De acuerdo a esta distribución a cada zona se asigna un factor Z , este se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Tabla 1. Factores de zona

Componentes de zona "Z"	
Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma E.030

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

¿Cómo el análisis estructural determina la vulnerabilidad sísmica de una edificación con torre de telecomunicaciones en el distrito de San Miguel - Lima, 2018?

1.4.2. Problemas específicos

PE1: ¿De qué manera el modelamiento con el programa Etabs determina la vulnerabilidad de una edificación con torre de telecomunicaciones en el distrito de San Miguel - Lima, 2018?

PE2: ¿Determinar con el análisis estructural una propuesta de reforzamiento para reducir la vulnerabilidad sísmica de una edificación con torre de telecomunicaciones en el distrito de San Miguel - Lima, 2018?

1.5. Justificación de la investigación

(i) **Conveniencia:** Como plantea y afirma la investigación se sustenta en la falta del cumplimiento de la norma técnica E 0.30 diseño sismorresistente para edificaciones, las consecuencias y el estado de vulnerabilidad a la cual están sujetas las edificaciones que cuentan con torres de telecomunicaciones.

(ii) **Relevancia social:** los beneficios futuros sería, reducir la vulnerabilidad estructural de las edificaciones que cuenten con torres de telecomunicaciones al detectar a tiempo su falla estructural y realizar el reforzamiento respectivo. Desde luego los ensayos realizados con las conclusiones obtenidas se pretenden emitir procesos valorativos y formular alternativas de solución en este aspecto.

(iii) **Justificación económica:** cuando se detecte la vulnerabilidad sísmica de una edificación, se procederá a reforzarla y evitar así pérdidas de vidas humanas y el colapso de la red de comunicaciones en un escenario sísmico.

(iv) **Aporte teórico:** el estudio de la vulnerabilidad sísmica no es un tema nuevo, pero en el Perú no se tiene un registro de la problemática en cuanto a la situación estructural de las

edificaciones que cuentan con torres de telecomunicaciones y así estimar el daño a nivel económico y social.

(v) **Aporte práctico:** esta investigación servirá como aporte para identificar la vulnerabilidad sísmica de edificaciones con torres de telecomunicaciones, para futuras investigaciones y realizar las acciones correctivas como reforzar las edificaciones.

1.6. Hipótesis de la investigación

1.6.1. Hipótesis general

El análisis estructural determina la vulnerabilidad sísmica de una edificación con torre de telecomunicaciones en el distrito San Miguel - Lima, 2018.

1.6.2. Hipótesis específica

Hi1: El modelamiento con el programa Etabs determina la vulnerabilidad estructural de una edificación con torre de telecomunicaciones en el distrito San Miguel - Lima, 2018.

Hi2: El análisis estructural determina una propuesta de reforzamiento para reducir la vulnerabilidad sísmica de una edificación con torre de telecomunicaciones en el distrito de San Miguel - Lima, 2018.

1.7. Objetivos de la investigación

1.7.1. Objetivo general

Determinar la vulnerabilidad sísmica de una edificación con torre de telecomunicaciones en el distrito de San Miguel - Lima, 2018; mediante el análisis estructural.

1.7.2. Objetivos específicos

OE1: Determinar mediante el modelamiento con el programa Etabs la vulnerabilidad estructural de una edificación con torre de telecomunicaciones en el distrito de San Miguel - Lima, 2018.

OE2: Determinar una propuesta de reforzamiento para reducir la vulnerabilidad sísmica de una edificación con torre de telecomunicaciones en el distrito de San Miguel - Lima, 2018.

II: MÉTODO

2.1. Tipo de investigación

Con base en el enfoque de tipo cuantitativo en el presente estudio en ello predominan los valores numéricos, identifican las razones, explicando los datos recabados y se realiza un cómputo aproximado estructural para pronunciar resultados.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.4-5) sostienen que este enfoque cuantitativo debe ser demostrado, no deben ser eludidos y se conducen bajo un orden de secuencias; en consecuencia se van elaborando las interrogantes de los objetivos, hipótesis y variables de exploración, conducen a estudiar e investigar teorías ya existentes para luego reformular el marco teórico, se trabaja en un diseño específico, también se utiliza el sistema estadístico para obtener las conclusiones con relación a las hipótesis formuladas.

2.2. Nivel de Investigación

En este presente informe se basó en el nivel explicativo.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.80), consideran señalar las propiedades, las características, relevancia y perfiles de sujetos, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un estudio. Por consiguiente, íntegramente pretenden comprobar o sólo recopilar cuantioso testimonio de forma autónoma o agrupada tras los términos y expresiones o para las constantes que se describen, quiere decir, que el destino no es mostrar el modo que relacionan éstas.

2.3. Diseño de Investigación

En el presente análisis se señala y aplica el diseño no experimental.

Manifiesta Santiago, Valderrama (2002, p.178), su técnica es de no manipular la variable independiente, se fundamentan los hechos que ocurrieron con anterioridad del estudio del fenómeno, como también los estudios retrospectivos, es la elaboración de analizar hechos del pasado con lo actual respaldado en la realidad.

2.4. Variables y operacionalización

2.4.1. Variables

Afirman Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.93) sostiene que la variable es una característica vacilar a cambiar, así mismo, esta variación es vulnerable y expuesto a medirse u observarse. La percepción, expresión y término de variable se adopta a personas u otros seres vivos, objetos, hechos y fenómenos, obtienen distintos valores la variable sujeta a evaluación. De modo que la inteligencia, ya que es oportuna clasificar a los sujetos de acuerdo por su intelecto; se menciona que no todos los individuos poseen el mismo nivel de capacidad, es decir, varían en ello su habilidad.

La presente investigación cuenta con las siguientes variables:

Variable independiente: Análisis estructural.

Variable dependiente: Vulnerabilidad.

2.4.2. Operacionalización de las variables

Tabla 2. Matriz de operacionalización de variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLE DE INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Análisis estructural	El análisis de una estructura ante excitación sísmica debe tener en cuenta todos los grados de libertad necesarios para representar completamente los posibles modos de deformación y las fuerzas de inercia significativas que puedan generarse en tres dimensiones. (Bazán y Meli, 2003, p. 127)	Es el análisis que realizamos teniendo en cuenta a la estructura como un ser vivo el cual lo representare bajo un modelamiento con ayuda de un software analizando sus 3 grados de libertad y verificando sus resultados para determinar su comportamiento y posibles escenarios frente a una amenaza Sísmica.	Modelamiento con el programa ETABS	Análisis dinámico	Ficha de recolección de datos
				Análisis de desplazamiento	
				Verificación de esfuerzos	Análisis de datos y resultados con el Software Etabs
Vulnerabilidad	Es la estrategia de los sistemas esenciales, la vulnerabilidad estructural comprendida a ser flexible de los estados o componentes edificadas a experimentar deterioro provocado por un sismo, conocido comúnmente daño sísmico estructural. El mismo comprende el deficiente condicionamiento de elementos o componentes que forman parte integrante del sistema resistente o estructura de la edificación y es el que generalmente llama la atención primordial de los investigadores (Melone Sofía, 2002, p. 39)	La vulnerabilidad de una edificación se da cuando sus componentes estructurales sufren daño debido a una fuerza de la naturaleza como el sismo. Así también como el deterioro físico de la estructura por el paso del tiempo, motivo por el cual realizamos un análisis de las edificaciones	Vulnerabilidad sísmica	Vulnerabilidad estructural	Ficha de recolección de datos

Fuente: Elaboración Propia

1.- PROBLEMA GENERAL	1.- OBJETIVO GENERAL	1.- HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
¿Cómo el análisis estructural determina la vulnerabilidad sísmica de una edificación con torre de telecomunicaciones en el distrito de San Miguel - Lima, 2018?	Determinar la vulnerabilidad sísmica de una edificación con torre de telecomunicaciones en el distrito de San Miguel - Lima, 2018; mediante el análisis estructural.	El análisis estructural determina la vulnerabilidad sísmica de una edificación con torre de telecomunicaciones en el distrito San Miguel - Lima, 2018.	Análisis estructural	Modelamiento con el programa ETABS	Análisis dinámico	Ficha de recolección de datos
					Análisis de desplazamiento	
					Verificación de esfuerzos	Análisis de datos y resultados con el Software Etabs
2.- PROBLEMA ESPECÍFICO	2.- OBJETIVO ESPECÍFICO	2.- HIPÓTESIS ESPECÍFICA	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
¿De qué manera el modelamiento con el programa Etabs determina la vulnerabilidad de una edificación con torre de telecomunicaciones en el distrito de San Miguel, Lima, 2018?	Determinar mediante el modelamiento con el programa Etabs la vulnerabilidad estructural de una edificación con torre de telecomunicaciones en el distrito de San Miguel - Lima, 2018.	El modelamiento con el programa Etabs determina la vulnerabilidad estructural de una edificación con torre de telecomunicaciones en el distrito San Miguel - Lima, 2018.	Vulnerabilidad	Vulnerabilidad sísmica	Vulnerabilidad estructural	Ficha de recolección de datos

Fuente: Elaboración Propia

2.5. Población y muestra

2.5.1. Población

Plantea (Hernández 2014, p. 65), menciona y argumenta que una población total conformada por agentes o integrantes forman parte de un escenario o posición y que pertenecen a una situación real o condición específica.

En otros términos, es el completo del fenómeno del cual se desea explorar y en donde sus factores poseen rasgos semejantes.

Tal como lo expresa la población fue de forma ilimitada, congrega a los sujetos, piezas, ya que estos forman parte de un parecido género, estos poseen estilos semejantes, demostrando diferencias a lo que se describe a un grupo establecido por el sentido del aprendizaje a proceder (Ramírez, 1999, p.35).

2.5.2. Muestra

(Valderrama, Santiago, p.260) tal como enfatiza en el procesamiento cuantitativo, describe a un grupo de individuos, eventos, sucesos, comunidades, etc., teniendo en cuenta que se recabarán las evidencias, describe que no es necesario ser representado como el cosmos o población mundial que se investigará.

En la opinión del presente análisis se obtendrá un modelo de construcción de edificación en el distrito de San Miguel, Lima donde tiene instalada una torre de telecomunicaciones en la parte superior.

2.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.6.1. Técnicas

Revela según Arias (2012, p 67), expresa lo siguiente “Refiere que la técnica es el método por el cual servirá para alcanzar conocimientos del plan a averiguar, contribuye al procedimiento erudito a modo de su agregado y aditamento, por tanto ejecuta de aspecto habitual”.

Analiza el contexto de desarrollo de tal búsqueda de procedimientos se manejará la experiencia de la percepción y verificación, interviniendo la verificación de que el investigador recolectará los datos resultantes de las distintas pruebas de ensayos realizados para luego más

adelante procesarlo y emitir los resultados del producto.

2.7. Métodos de análisis de datos

Se hará uso del programa Etabs, para el ingreso de los datos obtenidos en campo, a fin de obtener resultados sobre el estado actual de la edificación y proponer un reforzamiento estructural en caso este lo amerite.

Para la presente investigación se utilizaron los siguientes programas informáticos Etabs versión 16, Autocad versión 17, Excel 2016 y Word 2016.

2.8. Aspectos éticos

En esta investigación se hacen referencia todas las fuentes de las cuales extrajimos información, así mismo los resultados obtenidos provienen de los datos recolectados en el estudio.

Así mismo el presente trabajo de investigación obedece en aplicar y respetar los parámetros y criterios indicados por la institución, se toma como obligatorio absoluto progreso de esta pesquisa del estudio de Ingeniería como demostrar originalidad. Tomando en cuenta todo a lo antecedente, se describe a cumplir con la exhibición del expediente, informe, tamaño, documental y exhibición de los progresos pertinentes requeridos por el orientador. Se afirma a la afinidad a las reglas internacionales en el desarrollo de registro de las notificaciones, así como también los comentarios; la regla designada por la vigente norma de preparación fue ISO 9001- 690 y 690-2.

En mi dictamen final y como fundamento a mi formación y educación ética en calidad de estudiante, he acatado y obedecido los principios implantados por la Universidad César Vallejo, así como también los estatutos internacionales de apercibimiento y referencias de fuentes para un mejor sustento de proyecto.

III: RESULTADOS

3.1. Descripción de la zona de estudio

La finalidad del presente documento es realizar la verificación y evaluación estructural de la edificación ubicada en la Av. Rafael Escardó N° 966 – distrito de San Miguel, provincia y departamento de Lima.

3.2. Descripción de la edificación

La estructura a evaluar, consta de 04 niveles y azotea (tiene una pequeña área construida y encima de esta área se encuentra ubicado un tanque elevado). El área a analizar está ubicada en la azotea, en la dirección de la escalera principal sobre la cual se encuentra un tanque elevado considerándose este como un quinto piso para el modelamiento de esta estructura. La estructura en su totalidad presenta un sistema aporticado, dado que la propietaria ha manifestado que el procedimiento constructivo ha sido primero construcción de vigas y columnas de pórticos y luego se ha levantado los muros de albañilería. Los techos de la estructura están conformados por losas aligeradas que actúan a manera de diafragmas rígidos. La estructura se considerará irregular tanto en dirección X-X como en la dirección Y-Y.

3.3 Descripción de la estructura a instalar

Torre apoyada directamente sobre el tanque elevado, repartiendo así la carga sobre una columna de este.

3.4 Normatividad 2019-2 2020-2

Para la verificación y evaluación estructural se considerara las siguientes normas técnicas del reglamento nacional de edificaciones (RNE) vigente:

1. Norma técnica de edificación E-020 “Cargas”
2. Norma técnica de edificación E-020 “Diseño Sismo resistente”
3. Norma técnica de edificación E-020 “Suelos y cimiento”
4. Norma técnica de edificación E-020 “Concreto armado”
5. Norma técnica de edificación E-020 “Albañilería”

3.5. Procedimiento de evaluación

Análisis Dinámico

En lo absoluto, se comprobará la conducta dinámica de la estructura confrontado a cargas sísmicas interviniendo un análisis espectral, según lo mencionado en la NTE E-030, con el propósito de generar un modelo matemático para el estudio correspondiente. Será de mucha ayuda e información utilizar el programa de cálculo de estructuras Etabs con el modelo empleado.

Análisis de Desplazamientos

Los desplazamientos obtenidos en el programa ETABS serán verificados con los permisibles indicados en la NTE E-030.

Verificación de Esfuerzos

Entre los parámetros que intervienen en la verificación y evaluación estructural se encuentran la resistencia al corte, flexión, carga axial en vigas, columnas según su comportamiento.

3.6. Criterio de la evaluación estructural

Al tratarse de una edificación aporricada de concreto armado, se realizará el análisis sísmico de la estructura ante la acción de un Sismo Moderado (para muros), proporcionado por la NTE 0.70 en el sentido longitudinal y transversal, se comprobarán que las deformaciones no sobrepasen los valores de 0.005 por contar con muros de albañilería confinados por las columnas de concreto armado (proviene de la norma máxima permitida). Asimismo, se comprobará la conducta dúctil, blanda de los componentes de internamiento, así como la energía y fuerza ante la actividad de cargas combinadas determinadas por la regla, describe estructuras más reforzadas en el concreto armado.

Se aceptarán comentarios, notas de los estudios tomados en campo, para describir la procedencia de los componentes estructurales.

3.7. Características de la estructura

Según similitud a edificaciones de la zona e inspección ocular sobre la que se encuentra la estación, a continuación se evidencia los equipos y documentos que constituyen la configuración y sus pertenencias:

Resumen de tamaños y refuerzos de los elementos estructurales

No se cuenta con planos estructurales. Las dimensiones se obtuvieron de una inspección visual.

Características de los Materiales

A. Concreto

- Resistencia a la compresión $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad $E = 1500 \times \sqrt{175} = 198431 \text{ kg/cm}^2$

B. Acero

- Resistencia a la fluencia acero grado 60 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

C. Albañilería

Ladrillo artesanal en el primer y segundo nivel (tercer nivel pandereta).

- Ladrillos Resistencia a la compresión $f'_m = 35 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad $E_m = 500 \times f'_m = 17500 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de corte $G_m = 0.40 \times E_m = 7000 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Poisson $\mu = 0.25$

D. Consideraciones Adicionales

No aplica.

3.8. Metrado de cargas

a) Cargas Muertas

En consecuencia se refiere al peso de los materiales, resulta ser la carga que proviene de servicios con peso, equipos con flete, tabiques, y otros componentes que pertenecen a las edificaciones, construcciones y se toma en cuenta de ser permanentes.

b) Cargas Vivas

Se refiere a las cargas no permanentes de los diseños de proyecto de construcción de edificación, tal como implica a los moradores, equipos, elementos móviles, materiales almacenados, grúas, etc, en general se considera por la gravedad.

c) Cargas de Sismo

Son las acciones y resultados en las construcciones de edificaciones originados por un sismo. Es el estudio por peso dinámico o estático, es el desenlace por eventos sísmicos a los proyectos, reglamentados por la Norma E.030 de diseño sismorresistente.

d) Cargas de Viento

Son cargas generadas por la presión del viento que actúan en forma perpendicular a las estructuras mayormente ligeras.

3.9. Resumen de Cargas

Tabla 3. Cargas de edificación

Cargas Muertas	Valor	Unidad
Peso propio elementos de concreto armado	2400	Kg/m ³
Peso propio piso terminado	100	Kg/m ²
Peso de tabiquería	150	Kg/m ²
Peso de alfeizares perimetrales (h=1.00m, e=15cm)	270	Kg/m
Peso de Aligerado h=.20m	300	Kg/m ²
Peso de Torre Arriostrada H=12m	1200	Kg
Peso de arriostres	210	Kg
Otros (peso tablero, escalerilla, etc.)	200	Kg
Cargas Vivas	Valor	Unidad
Sobrecarga en piso típico	250	Kg/m ²
Sobrecarga en azotea	150	Kg/m ²
Sobrecarga equivalente de la estación	350	Kg/m ²
Cargas de Sismo	Valor	Unidad
Según Norma Peruana de Estructuras	(ZUCS.g) /R	G

Fuente: Elaboración Propia

Nota: en el ítem se detallará las cargas a introducir en el Etabs.

3.10. Consideraciones sísmicas

Las consideraciones con base, se refiere a las construcciones antisísmicas adoptadas que describe el estudio dinámico de los movimientos de superposición espectral, es la acción de cargas provocadas por fuertes movimientos de suelo, es decir, la mampostería fabricada en lugares sísmicos es analizadas por cada cierto tiempo donde determinan sus vibraciones si impactan o no a estas edificaciones como a su dureza y repartición de volúmenes de los bosquejos armados.

Se indica a los parámetros de productividad en sitio usados establecidos y respaldado por las reglas de estructuras:

Zonificación (Z)

Los movimientos sísmicos son las características esenciales de una zonificación, esta propuesta es fundada en la participación espacial de la sismicidad contemplada, la disminución de estos con la distancia y el testimonio geotécnico obtenido de estudios y análisis científicos.

En alianza con la anterior Norma E-0.30 sobre diseño sismo-resistente contribuye un factor “Z” para cada una de las 3 zonas del territorio nacional. Este componente representa la prontitud máxima de la superficie con una probabilidad de 10% de ser extralimitarse en 50 años.

Para el reciente estudio, en el sector en la que está ubicado el proyecto compete al área 4 y su factor de zona Z será 0.45.

Parámetros del suelo (S)

Son los objetivos de este trabajo realizado, los remates de pavimento se ordenan teniendo en nota de sus participaciones en marcha, la densidad de la franja, la etapa esencial de agitación y la rapidez de extensión de las ondulaciones de corte.

Para resultados de la utilidad de la norma E-0.30 de boceto sismorresistente se considera que la línea de suelo en ese sector es de prototipo flexible S2, el parámetro T_p asociado con este contorno de pavimento es de 0.60 segundos y el factor de incremento del suelo se considera $S=1.2$.

Factor de amplificación sísmica (C)

Como indica las características de sitio, se puntualiza al factor de amplificación sísmica (C) por la siguiente expresión:

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

Categoría de las edificaciones (U)

Se enfatiza que cada estructura describe clasificaciones de acuerdo como afirma la categoría de uso de la construcción, como esta construcción es una vivienda morada, la norma establece un factor de suma importancia $U = 1.0$, que es el que se adoptará para este análisis.

Sistemas estructurales (R)

Los sistemas estructurales se compilan según los materiales utilizados y el sistema de estructuración sismorresistente sobresaliente en cada dirección. De acuerdo a la clasificación de una estructura se elige un factor de reducción de la fuerza sísmica (R).

Según la clasificación indicada en la NTE E-030, en la dirección X-X y Y-Y el sistema estructural está compuesto por pórticos de concreto armado correspondiéndole un valor de $R=6$ cabe precisar que los factores ya han sido afectados por 0.75 debido a la irregularidad de la estructura.

Análisis dinámico

Se plantea proceder a calcular el aceleramiento espectral que ayuda a analizar a cada una de las direcciones que utilizando el espectro inelástico de pseudo-aceleraciones precisado por:

$$S_a = \frac{ZUCS \times g}{R}$$

Dónde:

Z	=	0.45	(zona 4 – lima)
U	=	1.00	(categoría C: edificación común)
S	=	1.20	($T_p = 0.6$ suelo intermedio)
g	=	9.81	(aceleración de la gravedad m/s ²)
R _x	=	6	
R _y	=	6	

3.11. Análisis sismorresistente de la estructura

Con los procedimientos indicados teniendo en cuenta los detalles de los componentes y cargas que intervienen sobre la estructura que contribuyen en el proceder del mismo ante las demandas sísmicas, se describe a continuación el análisis desarrollado para la obtención de estos resultados.

3.11.1. Modelo estructural adoptado

La capacidad de un comportamiento activo de las estructuras se define mediante la generación de modelos matemáticos que consideren la colaboración de los elementos constitutivos tales como vigas y columnas en la precisión de la firmeza lateral de cada escala de la estructura. La potencia de los sismos es del tipo inacción y proporcionada a su carga, por lo que es necesario tener la exactitud de la cantidad y clasificación de las masas en la estructura.

Teniendo en cuenta que las estructuras han sido estudiadas y analizadas con viguetas y diafragmas supuestos como ilimitadamente rígidas afrontando a las acciones en su plano. Los apoyos de estas investigaciones han sido estimados como incrustados al suelo cediendo la presunta existencia de cimientos corridos en toda la construcción.

Se sugiere que las cargas verticales deben ser valoradas conforme a la Norma E-0.20. También se plantea que para las losas armadas para una sola dirección se estimó 70 Kg/m² asignadas directamente sobre las losas aligeradas modeladas como elementos área del tipo membrana, las cuales se encargarán de distribuir directamente la carga sobre las vigas principales. Los pesos de carga en los elementos de concreto armado (viga, columnas, etc) se estimaron considerando 2400 kg/m³. y para el piso acabado la capacidad fue 130 kg/m² incluido el tarrajeo, adicional a ello, por tratarse de una edificación destinada a vivienda, se está considerando la tabiquería equivalente de 100kg/m². Por razones de que la losa aligerada se ha modelado tal cual es la realidad, pero no se considera el peso del ladrillo hueco, es que externamente al programa se está considerando una carga muerta de 70kg/m² (U. A. - Unidad de Albañilería).

La carga de magnitud variable de la estructura llamada también carga viva se valoró 250 Kg/m² en el primer, segundo, tercer piso y en la losa de la azotea se consideró 150kg/m². En las zonas de azotea donde se intervendrá para la implementación de la EBC se consideró

una sobrecarga de 350 Kg/m².

Sosteniendo las observaciones anteriores, se hizo un prototipo de la estructura existente incorporando las viguetas. El modelo del almacén sirve para evaluar el comportamiento dinámico de la edificación y por ende se presenta en las figuras siguientes.

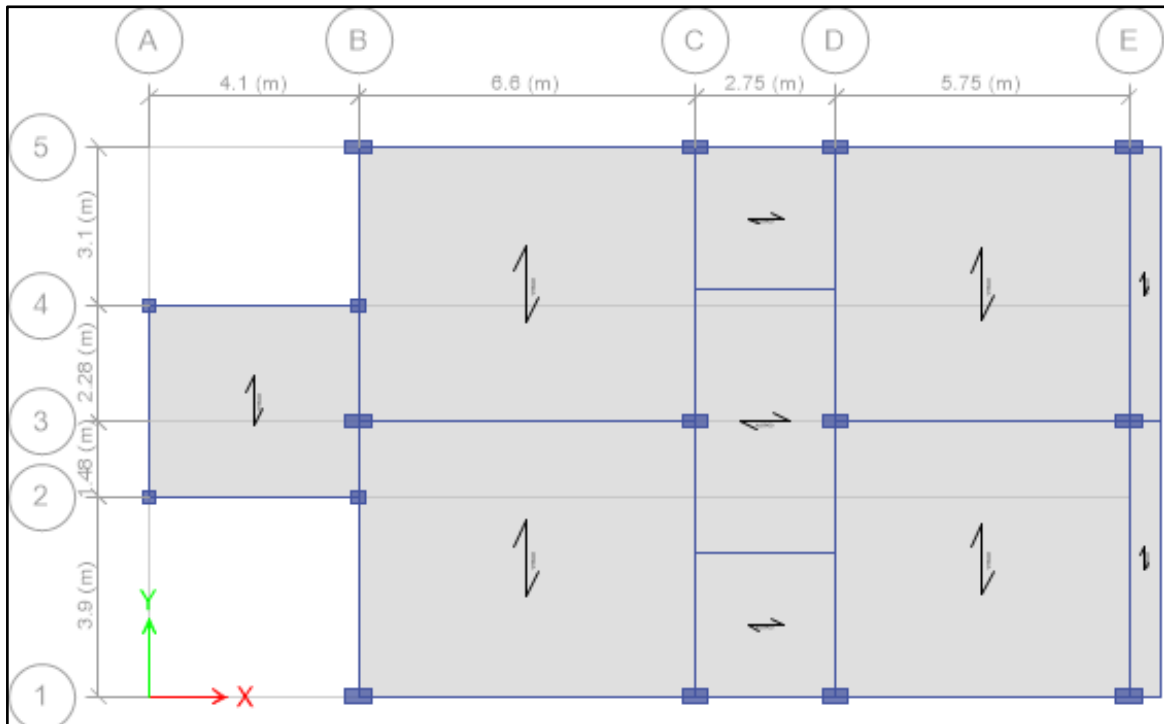


Imagen 2. Modelo estructural - vista planta primer nivel.

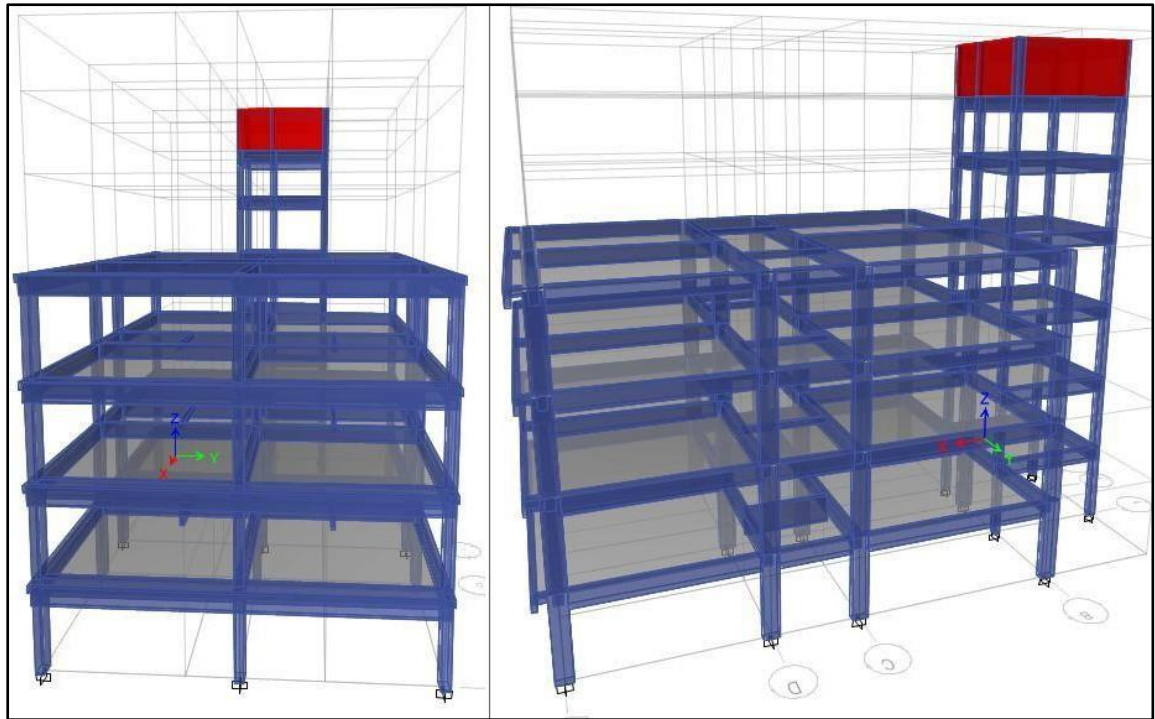


Imagen 3. Modelo estructural – vista Frontal y Lateral

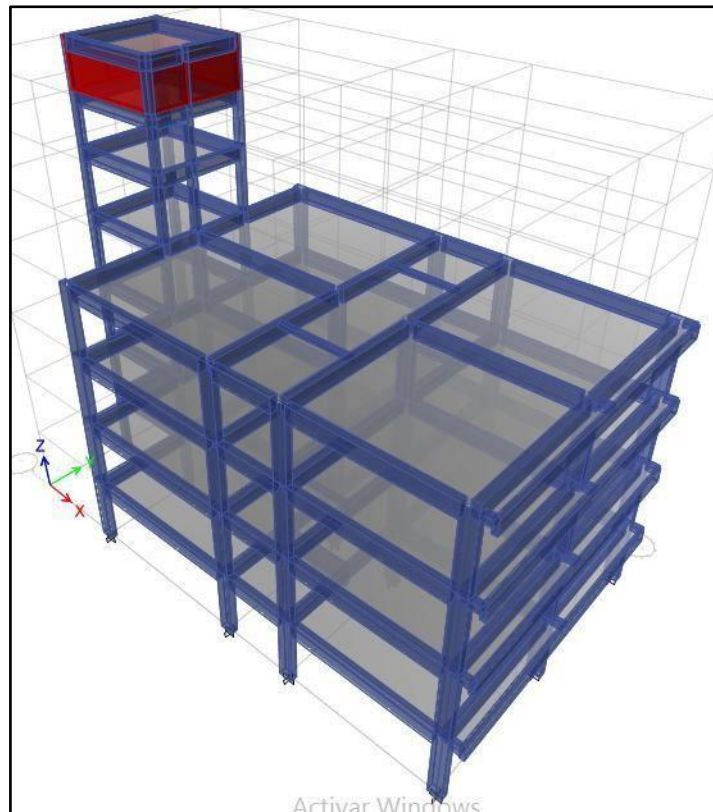


Imagen 4. Modelo estructural – vista tridimensional

3.11.2. Análisis Modal de la Estructura Masas de la Estructura

Con base en los lineamientos de la siguiente Norma de Diseño Sismo Resistente NTER.030–2006, donde forma parte del RNE, y considerando las cargas expuestas previamente, se ejecutó el análisis modal de la estructura total. Para efectos de este estudio la carga de la estructura estimó el 100% de la carga muerta y únicamente el 25% de la carga viva, por comerciar de una edificación usual de tipo C.

Tabla 4. Mass Source

MassFrom	LatOnly	LumpAtStories	Load	Multiplier	SortID
Loads	Yes	Yes	DEAD	1.00	1.00
			LIVE	0.25	2.00

Fuente: Del cálculo con el programa ETABS

En la tabla siguiente se indican las masas en cada nivel, la posición del centro de masas y del centro de rigidez (basándose en la distribución de fuerzas en altura resultante del análisis modal).

Tabla 5. Center Mass Rigidity

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	CumMassX	CumMassY	XCCM	YCCM	XCR	YCR
STORY1	D1	27.80298	27.80298	10.9541	5.4211	27.80298	27.80298	10.9541	5.4211		
STORY2	D2	27.56587	27.56587	10.9568	5.4215	27.56587	27.56587	10.9568	5.4215		
STORY3	D3	27.56587	27.56587	10.9568	5.4215	27.56587	27.56587	10.9568	5.4215		
STORY4	D4	26.5996	26.5996	10.9172	5.4228	26.5996	26.5996	10.9172	5.4228		
STORY5	D5	2.4553	2.4553	2.0892	5.7752	2.4553	2.4553	2.0892	5.7752		
STORY6	D6	6.44755	6.44755	2.0604	5.7802	6.44755	6.44755	2.0604	5.7802		
STORY7	D7	4.2349	4.2349	2.1004	5.8285	4.2349	4.2349	2.1004	5.8285		

Fuente: Del cálculo con el programa ETABS

Tabla de Periodos de la estructura

El programa de computo utilizado (ETABS) determina las rigideces y calcula las frecuencias naturales y los modos de vibración de las estructuras. La Norma E-030 señala que se deberá considerar aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas es

menor al 90% de la masa de la estructura.

En la tabla se muestran los resultados de los periodos de vibración de la estructura completa unida por la losa de concreto armado indicando su porcentaje de masa participante, que indicará la importancia de cada modo en su respectiva dirección.

Tabla 6. Modal Participating Mass Ratios

Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
1	1.317	0.0001	0.669	0	0.0001	0.669	0
2	1.065	0.0094	0.1783	0	0.0094	0.8474	0
3	0.999	0.6987	0.0019	0	0.7081	0.8493	0
4	0.571	0.1497	1.50E-05	0	0.8578	0.8493	0
5	0.534	0.0001	0.0415	0	0.8579	0.8908	0
6	0.48	0.0003	0.011	0	0.8582	0.9018	0
7	0.365	0	0.0616	0	0.8582	0.9633	0
8	0.28	1.42E-06	0.0067	0	0.8582	0.9701	0
9	0.251	0.0942	0	0	0.9524	0.9701	0
10	0.226	0	0.0234	0	0.9524	0.9934	0
11	0.174	0	0.0064	0	0.9524	0.9999	0
12	0.172	9.51E-07	0.0001	0	0.9524	1	0

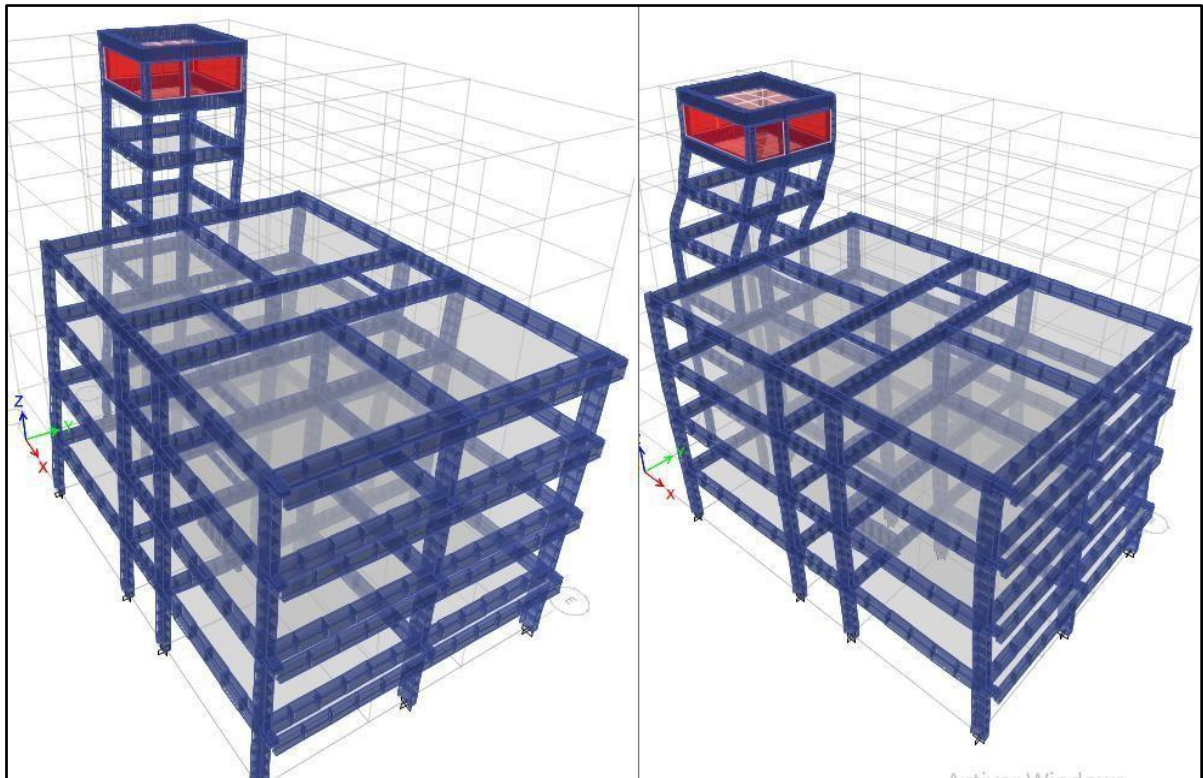
Fuente: Del cálculo con el programa ETABS

Periodos fundamentales en cada eje

De acuerdo a la tabla anterior se observa que los periodos fundamentales en cada eje son:

$$T_x = 0.699s$$

$$T_y = 0.669s$$



Modo N°1

Modo N°4

Imagen 5. Modos de Vibración N°1 y N°4.

3.12. Análisis Dinámico

Espectro de Respuesta

Para edificaciones convencionales, se realiza el análisis dinámico por medio de combinaciones espectrales, mostradas anteriormente dadas por la Norma E.030. De acuerdo a ello, a los parámetros de sitio, y las características de la edificación, se muestran a continuación las señales sísmicas empleadas en el Programa ETABS, para considerar las cargas sísmicas en las direcciones X-X e Y- Y.

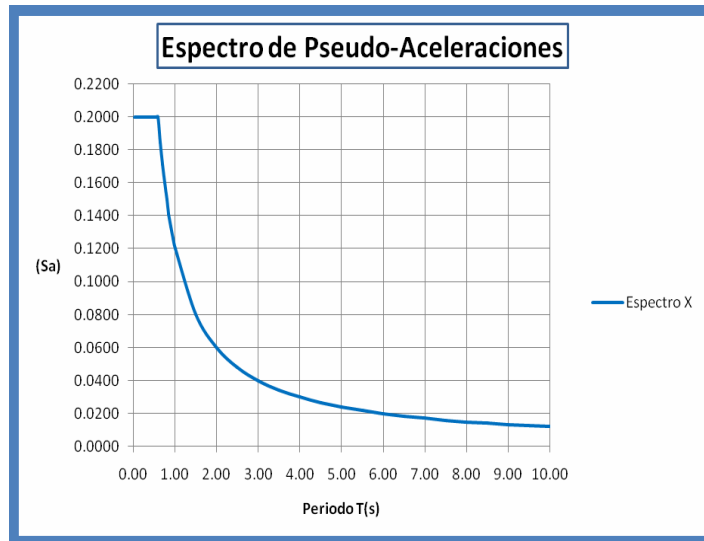


Imagen 6. Espectro en X-X

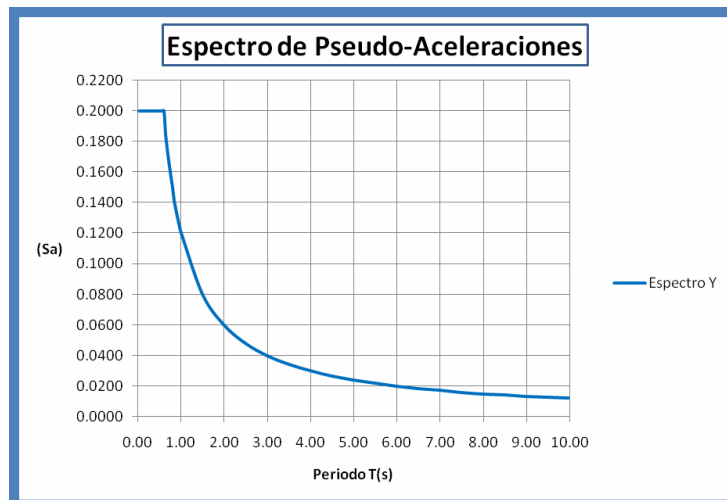


Imagen 7. Espectro en Y-Y

Espectros de Respuesta.

3.13. Desplazamientos y Distorsiones

La Norma de Diseño Sismorresistente NTE.030 establece que para sistemas estructurales de pórticos de concreto armado la distorsión máxima permitida es del orden de 7/1000 y en donde la fuerza sísmica es resistida básicamente muros de albañilería la distorsión máxima permitida es del orden de 5/1000, esto se cumplirá en las direcciones X-X e Y-Y para efectos de esta VERIFICACIÓN.

Los desplazamientos y distorsiones en las estructuras han sido obtenidos a través del análisis dinámico realizado con el programa ETABS Computers & Structures Versión 13.1.5.

En X-X:

Tabla 7. Desplazamiento de los centros de masa

NIVEL	JOINT	U1 (m)	U1x0.75R (m)	Δ (m)	Δ/h	CHK
STORY7	CM	0.057	0.2553	0.007	0.004	Ok
STORY6	CM	0.055	0.2486	0.046	0.0228	No Ok
STORY5	CM	0.045	0.2031	0.077	0.0310	No Ok
STORY4	CM	0.028	0.1257	0.025	0.0092	No Ok
STORY3	CM	0.022	0.1009	0.035	0.0128	No Ok
STORY2	CM	0.015	0.0664	0.039	0.0146	No Ok
STORY1	CM	0.006	0.0270	0.027	0.0100	No Ok

Fuente: Del cálculo con el programa ETABS

Tabla 8. Desplazamientos máximos

NIVEL	JOINT	U1(m)	U1x0.75R (cm)	Δ (m)	Δ/h	CHK
STORY7	OBJECT 35	0.059	0.2648	0.007	0.004	Ok
STORY6	OBJECT 35	0.057	0.2583	0.047	0.0233	No Ok
STORY5	OBJECT 35	0.047	0.2117	0.068	0.0272	No Ok
STORY4	OBJECT 31	0.032	0.1437	0.028	0.0103	No Ok
STORY3	OBJECT 31	0.026	0.1159	0.039	0.0146	No Ok
STORY2	OBJECT 31	0.017	0.0766	0.045	0.0167	No Ok
STORY1	OBJECT 31	0.007	0.0314	0.031	0.0116	No Ok

Fuente: Del cálculo con el programa ETABS

Se observa que en la dirección X-X, desde el 1er hasta el 6to piso No Cumplen con la máxima deriva, sea el caso de 0.007(concreto armado), exigida por la Norma E – 030.

En Y-Y:

Tabla 9. Desplazamiento de los centros de masa

NIVEL	JOINT	U1 (m)	U1x0.75R (m)	Δ (m)	Δ/h	CHK
STORY7	CM	0.075	0.3380	0.006	0.002	Ok

STORY6	CM	0.074	0.3320	0.031	0.0119	No Ok
STORY5	CM	0.067	0.3010	0.301	0.1003	No Ok
STORY4	CM	0.036	0.1620	0.162	0.0540	No Ok
STORY3	CM	0.030	0.1340	0.134	0.0447	No Ok
STORY2	CM	0.021	0.0939	0.094	0.0313	No Ok
STORY1	CM	0.010	0.0440	0.044	0.0147	No Ok

Fuente: Del cálculo con el programa ETABS

Se observa que en la dirección X-X, desde el 1er hasta el 6to piso No Cumplen con la máxima deriva, sea el caso de 0.007(concreto armado), exigida por la Norma E – 030.

Tabla 10. Desplazamiento máximo

NIVEL	JOINT	U1(m)	U1x0.75R (cm)	Δ (m)	Δ/h	CHK
STORY7	OBJECT 35	0.086	0.3850	0.007	0.004	Ok
STORY6	OBJECT 35	0.084	0.3780	0.038	0.0190	No Ok
STORY5	OBJECT 35	0.076	0.3400	0.074	0.0296	No Ok
STORY4	OBJECT 35	0.059	0.2661	0.052	0.0191	No Ok
STORY3	OBJECT 35	0.048	0.2146	0.069	0.0255	No Ok
STORY2	OBJECT 35	0.032	0.1458	0.079	0.0294	No Ok
STORY1	OBJECT 35	0.015	0.0664	0.066	0.0246	No Ok

Fuente: Del cálculo con el programa ETABS

Se observa que en la dirección Y-Y, desde el 1er hasta el 6to piso No Cumplen con la máxima deriva, sea el caso de 0.007(concreto armado), exigida por la Norma E – 030.

3.14. Verificación del Cortante Basal

La Norma Peruana especifica que para cada una de las direcciones consideradas en el análisis dinámico (X e Y), la fuerza cortante en la base del edificio deberá ser mayor o igual que el 80% (edificios regulares) o 90% (edificios irregulares) de la misma fuerza calculada a través de un análisis estático. En caso contrario se deberán incrementar los resultados del análisis dinámico por medio de un Factor de Escala.

En X-X:

Tabla 11. Cortante estático

Z	U	S	T	C	R
0.4	1.00	1.20	0.699	2.50	6

Fuente: Del cálculo con el programa ETABS

Tabla 12. Cargas por niveles en edificación

NIVEL	ALTURA	AREA	MASA	PESO
STORY1	2.7	178.8	27.80298	272.747
STORY2	2.7	178.8	27.56587	270.420
STORY3	2.7	178.8	27.56587	270.420
STORY4	2.7	178.8	26.5996	260.942
STORY5	2.5	17.4	2.4553	24.084
STORY6	2.0	17.4	6.44755	63.245
STORY7	1.8	17.4	4.2349	41.544
Sumatoria de Pesos del 1° Piso hasta la azotea				1203.402

Fuente: Del cálculo con el programa ETABS

$$V \text{ estático} = (ZUCS/R)P = 0.2 P = \mathbf{240.68}$$

Cortante dinámico

$$V \text{ dinámico} = \mathbf{109.6}$$

Tabla 13. Factor de amplificación sentido X – X

T (s)	Vdinamico	Vestatico	Irregular	0.9Vest	Factor
0.699	109.6	240.68	0.9	216.612	1.976

Fuente: Del cálculo con el programa ETABS

En Y-Y:

Tabla 14. Cortante estático

Z	U	S	T	C	R
0.4	1.00	1.20	0.446	2.5	6

Fuente: Del cálculo con el programa ETABS

Tabla 15. Cargas por niveles en edificación

NIVEL	ALTURA	AREA	MASA	PESO
STORY1	2.7	178.8	27.80298	272.747
STORY2	2.7	178.8	27.56587	270.420
STORY3	2.7	178.8	27.56587	270.420
STORY4	2.7	178.8	26.5996	260.942
STORY5	2.5	17.4	2.4553	24.084
STORY6	2.0	17.4	6.44755	63.245
STORY7	1.8	17.4	4.2349	41.544
Sumatoria de Pesos del 1° Piso hasta la azotea				1203.402

Fuente: Del cálculo con el programa ETABS

$$V \text{ estático} = (ZUCS/R) P = 0.2P = \mathbf{240.68}$$

CORTANTE DINÁMICO

$$V \text{ dinámico} = \mathbf{82.28}$$

Tabla 16. FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SENTIDO Y - Y

T (s)	Vdinamico	Vestatico	Irregular	0.9Vest	Factor
0.446	82.28	240.68	0.9	216.612	2.633

Fuente: Del cálculo con el programa ETABS

3.15. MEMORIA DE CÁLCULO

De acuerdo al estudio realizado, se observaron algunos puntos críticos en la estructura, los cuales serán analizados en esta sección para determinar que se cumpla con lo exigido en el Reglamento Nacional de Edificación.

Las vigas, columnas y muros de concreto armado deben seguir los lineamientos de la Norma E- 060.

Geometría de la Edificación:

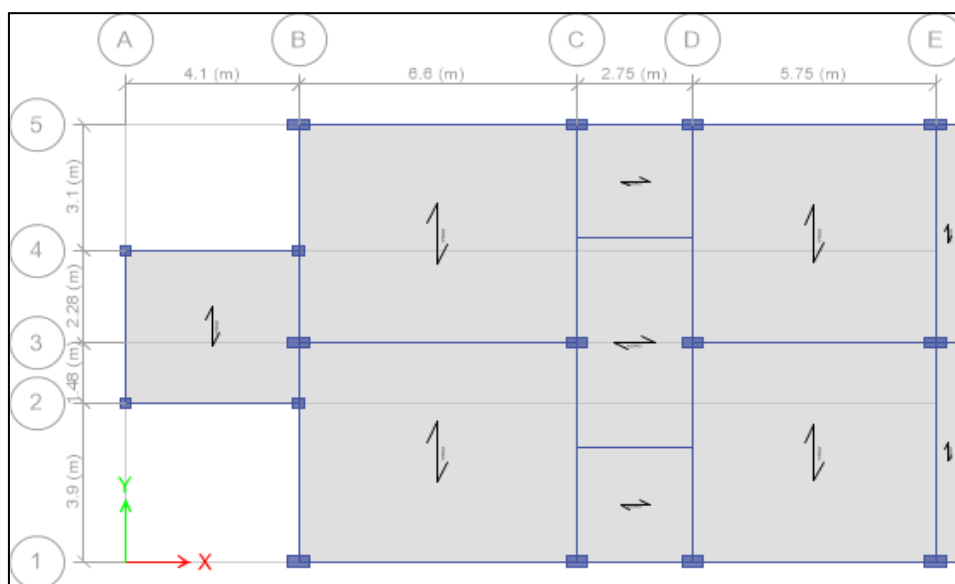


Imagen 8. Modelo estructural - vista planta 1° Piso

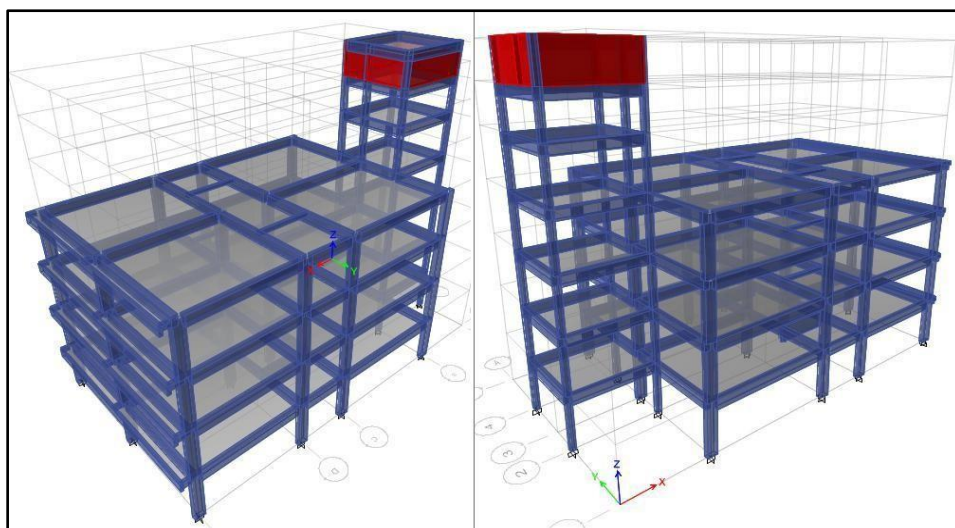


Imagen 9. Modelo estructural - vista tridimensional.

Introducción de Datos al ETABS Características de los Materiales

A. Concreto

- Resistencia a la compresión $f'c = 175\text{kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad $Ec = 1500 \times \sqrt{175} = 198431 \text{ kg/cm}^2$

B. Acero

- Resistencia a la fluencia acero grado 60 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 17. Cargas actuantes sobre los elementos a analizar

Cargas Muertas	Valor	Unidad
Peso propio elementos de concreto armado	2400	Kg/m3
Peso propio piso terminado	100	Kg/m2
Peso de tabiquería	150	Kg/m2
Peso de alfeizares perimetrales (h=1.00m, e=15cm)	270	Kg/m
Peso de Aligerado h=.20m	300	Kg/m2
Peso de Torre Arriostrada H=12m	1200	Kg
Peso de arriostres	210	Kg
Otros (peso tablero, escalerilla, etc.)	200	Kg
Cargas Vivas	Valor	Unidad
Sobrecarga en piso típico	250	Kg/m2
Sobrecarga en azotea	150	Kg/m2
Sobrecarga equivalente de la estación	350	Kg/m2
Cargas de Sismo	Valor	Unidad
Según Norma Peruana de Estructuras	(ZUCS.g) /R	G

Fuente: Elaboración Propia

Debido a que el programa ETABS elabora la distribución instantánea de las cargas de losas a vigas, se incluyeron las cargas por metro cuadrado (m²) inmediatamente sobre las losas aligeradas, siendo que las únicas cargas que actúan fuera del peso propio (ya contemplado la opción de peso propio en la estructura) son el piso culminado y tabiques, en casi toda la superficie.

Por ello se consideró una excedente de carga de 270kg/m² en todo el sector destinada a la instalación de mástil y equipos de la estación.

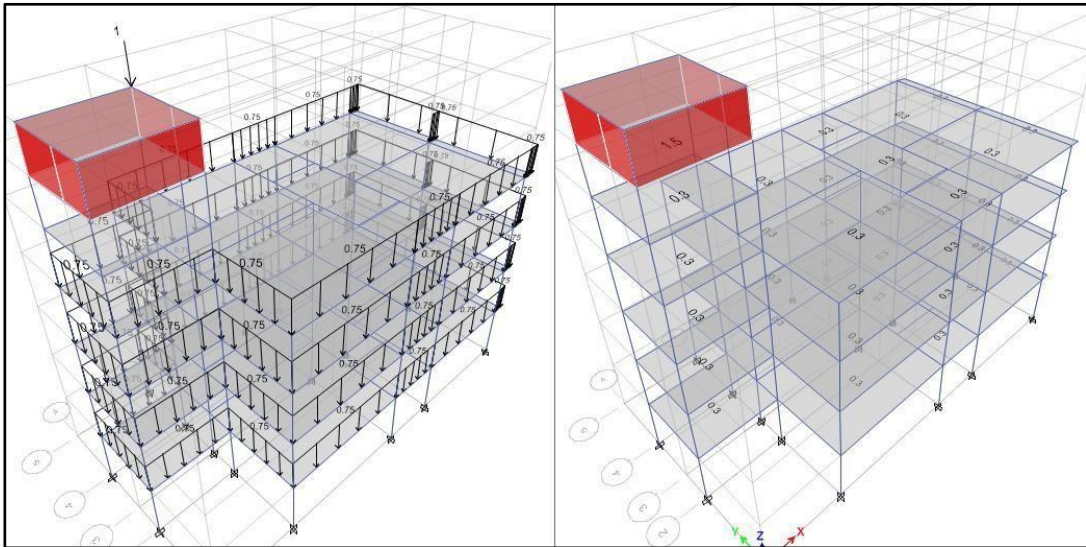


Imagen 10. Cargas muertas aplicadas sobre losas y vigas (Tn/m²)

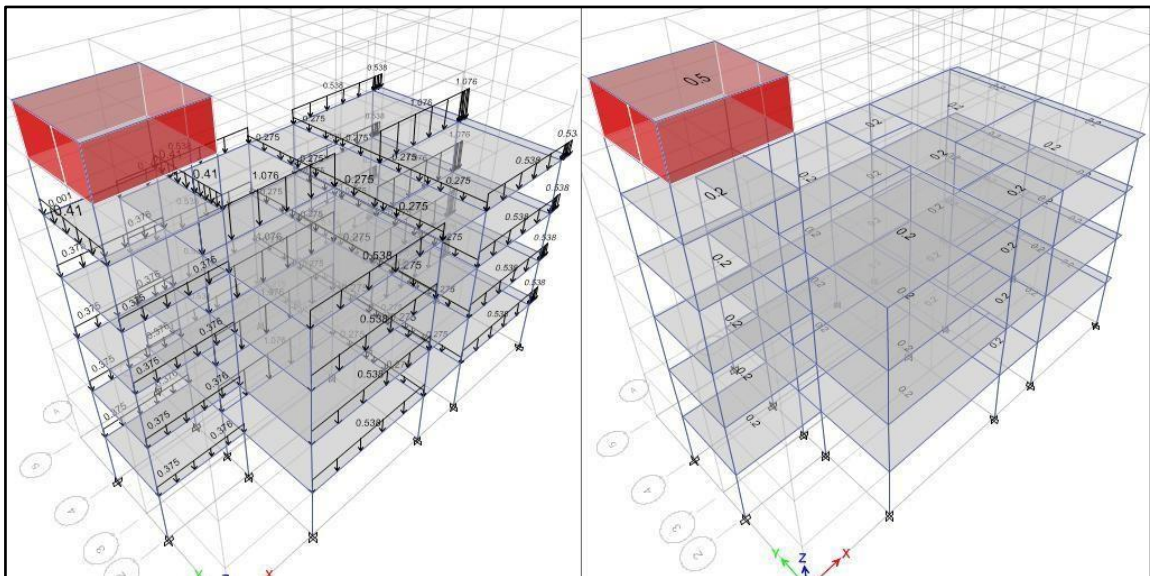


Imagen 11. Cargas vivas aplicadas (Tn/m²)

Combinaciones de Cargas Empleadas:

Las combinaciones de cargas usadas para encontrar la envolvente de esfuerzos sobre los elementos de la estructura son las siguientes:

COMBO 1:	$1.4 D + 1.7 L$(Linear Static)
COMBO 2:	$1.25 (D + L) + SX$ (Linear Static)
COMBO 3:	$1.25 (D + L) - SX$ (Linear Static)
COMBO 4:	$1.25 (D + L) + SY$ (Linear Static)
COMBO 5:	$1.25 (D + L) - SY$ (Linear Static)
COMBO 6:	$0.9 D + SX$(Linear Static)
COMBO 7:	$0.9 D - SX$(Linear Static)
COMBO 8:	$0.9 D + SY$ (Linear Static)
COMBO 9:	$0.9 D - SY$(Linear Static)
GENERAL:	$C1 + C2 + C3 + C4 + C5 + C6 + C7 + C8 + C9$ (Envolvente general)
COMBO 11:	$D + L$(Servicio)

Con ello se obtuvieron los momentos máximos amplificados en las vigas y demás elementos, que forman parte de la estructura.

Realizada la introducción de cargas al modelo de la estructura, se encontraron los siguientes puntos críticos que serán motivo de análisis a continuación:

Verificación de Vigas Existentes

- **Descripción del Elemento:**

El elemento a evaluar es la viga más esforzada del primer piso que forma uno de los pórticos en el sentido Y-Y. La viga tiene una sección de 0.25 x 0.50 m.

- **Criterios de Análisis por Flexión,** según el RNE 0.60 se tiene:

a) Cuantía máxima y mínima

$$\beta_1 = 0.85$$

$$\rho_b = \frac{0.85 \times f'c \times \beta_1}{f_y} \quad \frac{0.003 \times E_s}{0.003 \times E_s + f_y}$$

$$\rho_b = 0.018$$

$$\rho_{\max} = 0.5 \rho_b = 0.0089$$

$$\rho_{\min} = 14/f_y = 0.0033$$

b) Diseño por flexión

Teniendo la ecuación de equilibrio de esfuerzos (Bloque de compresiones en el concreto) para

$$M_n = 0.85 f'c b a (d-a/2)$$

una sección rectangular:

La condición según la norma E.060 para el momento de diseño:

$$M_u/\phi = M_n$$

Despejando “a” (Profundidad del bloque equivalente de compresiones) tenemos:

$$a = d - \sqrt{(d^2 - 2 M_u/(\phi 0.85 f'c b))}$$

Luego, sabemos que para el área de acero es:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d-a/2)}$$

Reemplazando el valor de “a” en la expresión anterior se obtiene:

Diagramas de Momentos Flectores:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d/2 + \sqrt{(d^2 - 2 M_u/(\phi 0.85 f'c b))}}$$

Viga Sección 0.25x0.50, Primer Piso en el eje B entre los ejes 1 y 2.

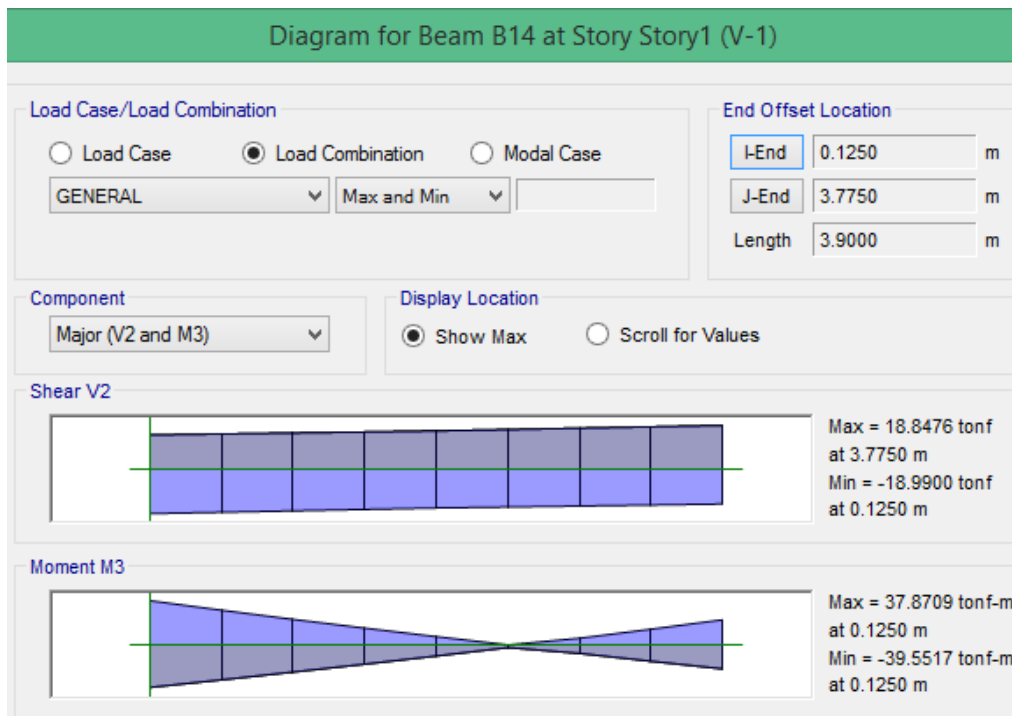
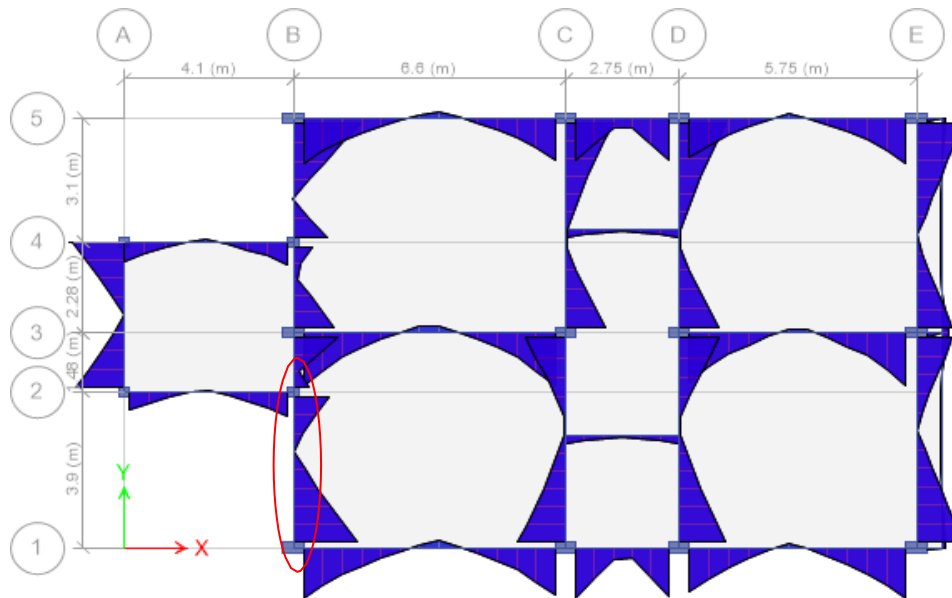


Imagen 12. Diagramas de Momento Flector (DMF) Todo el tramo. (Tn.m)

- **Refuerzo Requerido del Elemento en Estudio por Flexión**

Mediante una hoja de cálculo con las fórmulas presentadas se obtuvo lo siguiente:

Tabla 18. Tabla refuerzo requerido

Mu (ton-m)	b (cm)	d (cm)	fc (Kg/cm2)	fy (Kg/cm2)	As (cm2)	Asmax (cm2)	Asmin (cm2)
39.55	25	45	175	4200	ERROR	10.01	3.71
2.25	25	45	175	4200	1.35	10.01	3.71
22.48	25	45	175	4200	ERROR	10.01	3.71

Fuente: Elaboración Propia

ERROR: quiere decir que no cumple con las condiciones de simplemente reforzada (el peralte de la viga es muy pequeña necesita un incremento)

De los planos de estructura se sabe que la viga contiene 4 varillas 5/8" en las zonas críticas (en la parte superior como en la parte inferior), sumando un área de 3.96cm² el cual es no es adecuado frente a las sollicitaciones dadas en el análisis del modelo. Por lo tanto, **la cuantía longitudinal de acero de la viga** la cual ha sido asumida cumpliendo el As mínimo, **NO CUMPLE** con los requerimientos de la norma de concreto armado E.060

- **Criterios de Análisis por Cortante**

Se muestra en el gráfico, el diagrama de fuerzas cortantes de la viga en estudio visto en planta. La fuerza cortante que resiste la viga, se traduce en la resistencia al cortante que proporciona el acero y el concreto, de modo que:

$$V_u = \phi (V_c + V_s)$$

Donde:

$$\phi V_c = 0.85 \times 0.53 (f'c)^{0.5} \times b_w \times d$$

Diagrama de Fuerzas Cortantes

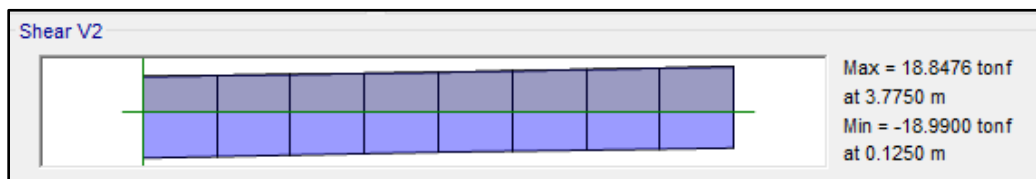


Imagen 13. Diagrama de Fuerza Cortante (DFC) Todo el tramo. (Tn)

- **Refuerzo por Corte Requerido del Elemento en Estudio:**

Mediante una hoja de cálculo con las fórmulas presentadas se obtuvo lo siguiente:

Tabla 19. Corte requerido

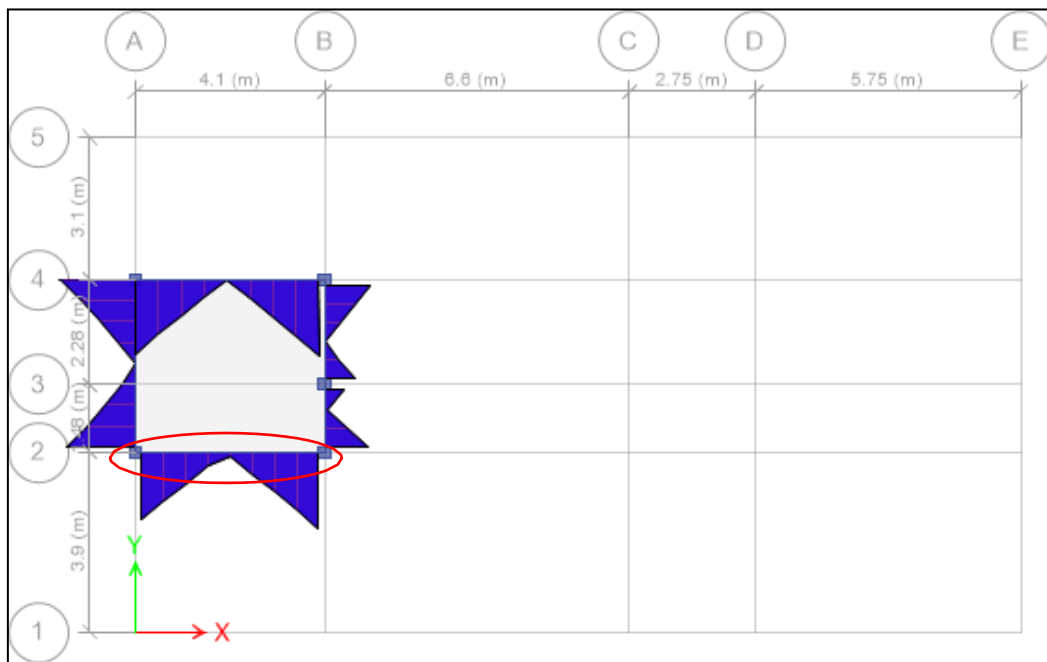
V_u	b (cm)	d	A_v (cm ²)	f_c	f_y	ϕV_c (T)	V_s	S_{max}
18.99	25	45	1.425	175	4200	6.70	12.28	S=25

Fuente: Elaboración Propia

De los planos se sabe que se colocaron el primer estribo a 0.05m, luego cuatro estribos a 0.10, cuatro a 0.15 y el resto a cada 0.25, del cálculo se observa que la separación obtenida por la fuerza cortante actuante es mayor al que se supone existe en esa zona, por lo que se concluye que el **refuerzo por corte** suministrado en la viga más crítica de la estructura de 25x50cm, **SI CUMPLE** con lo exigido por el Reglamento Nacional de Edificación E060.

- **Diagramas de Momentos Flectores para tanque elevado:**

Viga Sección 0.25x0.50, Primer Piso en el eje 2 entre los ejes A y B.



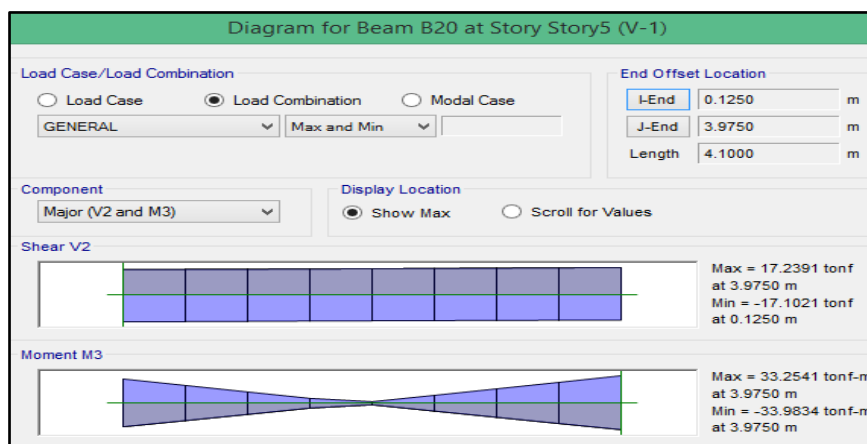


Imagen 14. Diagrama de momento flector

- **Refuerzo Requerido del Elemento en Estudio por Flexión**

Mediante una hoja de cálculo con las fórmulas presentadas se obtuvo lo siguiente:

Tabla 20. Refuerzo requerido

Mu (ton-m)	b (cm)	d (cm)	fc (Kg/cm ²)	fy (Kg/cm ²)	As (cm ²)	Asmax (cm ²)	Asmin (cm ²)
33.98	25	45	175	4200	ERROR	10.01	3.71
2.27	25	45	175	4200	1.36	10.01	3.71
29.96	25	45	175	4200	ERROR	10.01	3.71

Fuente: Elaboración Propia

ERROR: quiere decir que no cumple con las condiciones de simplemente reforzada (el peralte de la viga es muy pequeña necesita un incremento)

De los planos de estructura se sabe que la viga contiene 4 varillas 5/8" en las zonas críticas (en la parte superior como en la parte inferior), sumando un área de 3.96cm² el cual no es adecuado frente a las solicitaciones dadas en el análisis del modelo. Por lo tanto **la cuantía longitudinal de acero de la viga** la cual ha sido asumida cumpliendo el As mínimo, **NO CUMPLE** con los requerimientos de la norma de concreto armado E.060.

- **Criterios de Análisis por Cortante**

Se muestra en el gráfico, el diagrama de fuerzas cortantes de la viga en estudio visto en planta. La fuerza cortante que resiste la viga, se traduce en la resistencia al cortante que proporciona el acero y el concreto, de modo que:

$$V_u = \phi (V_c + V_s)$$

Dónde:

$$\phi V_c = 0.85 \times 0.53 (f'c)^{0.5} \times b_w \times d$$

- **Diagrama de Fuerzas Cortantes**

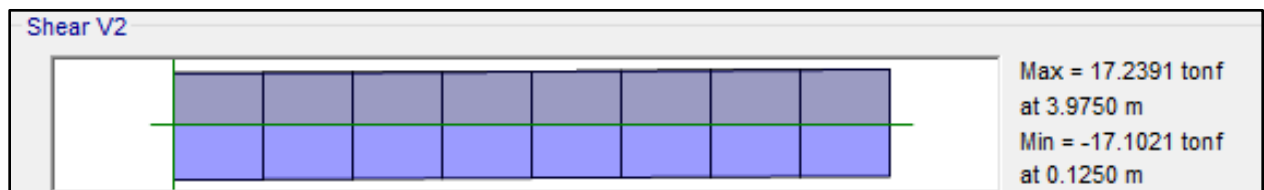


Imagen 15. Diagrama de Fuerza Cortante (DFC) Todo el tramo. (Tn)

- **Refuerzo por Corte Requerido del Elemento en Estudio:**

Mediante una hoja de cálculo con las fórmulas presentadas se obtuvo lo siguiente:

Tabla 21. Refuerzo requerido

V_u (ton)	b (cm)	d (cm)	A_v (cm ²)	f_c (Kg/cm ²)	f_y (Kg/cm ²)	ϕV_c (Ton)	V_s	S_{max} (cm)
17.24	25	45	1.425	175	4200	12.39	10.5 36	S=25

Fuente: Elaboración Propia

De los planos se sabe que se colocaron el primer estribo a 0.05m, luego cuatro estribos a 0.10, cuatro a 0.15 y el resto a cada 0.25, del cálculo se observa que la separación obtenida por la fuerza cortante actuante es mayor al que se supone existe en esa zona, por lo que se concluye que el **refuerzo por corte** suministrado en la viga más crítica de la estructura de 25x50cm, **SI CUMPLE** con lo exigido por el Reglamento Nacional de Edificación E060

3.15. Verificación de la Sección Existente – Columna de 0.50x0.25m.

- **Descripción del Elemento**

Se procederá a analizar el comportamiento de la columna con mayor esfuerzo. La columna para nuestro caso tiene una sección de C1: 0.50x0.25m, se ubica según lo indicado en la siguiente imagen. Este elemento soporta las cargas provenientes de los niveles superiores y de la estación.

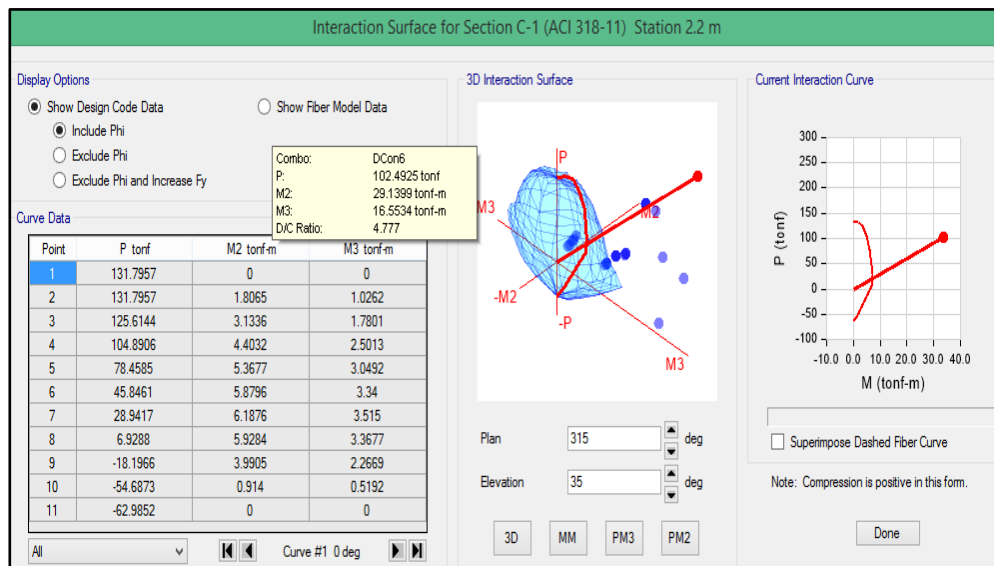
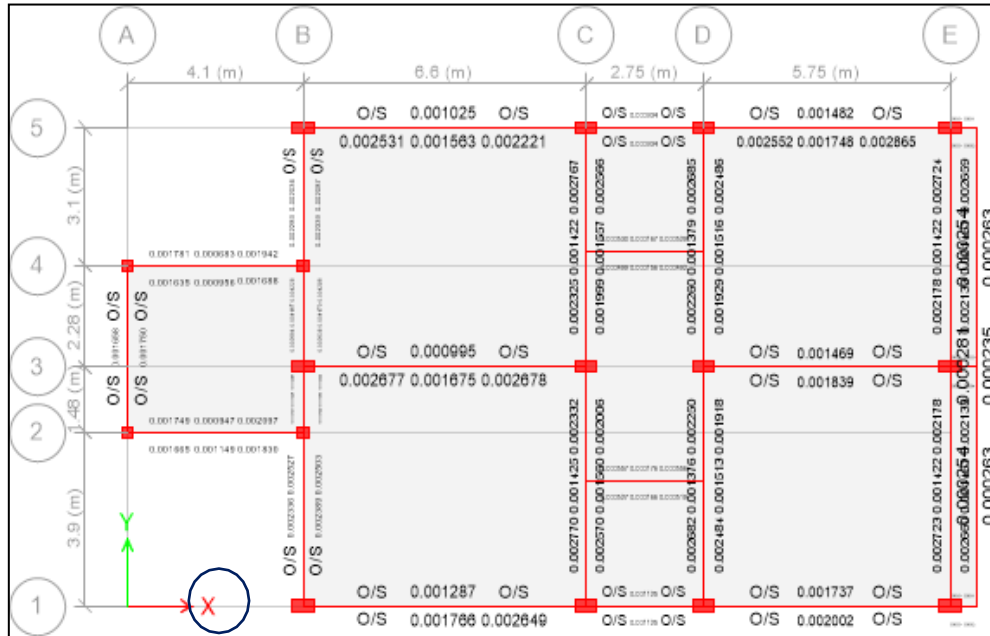


Imagen 16. Diagrama de interacción C 50x25

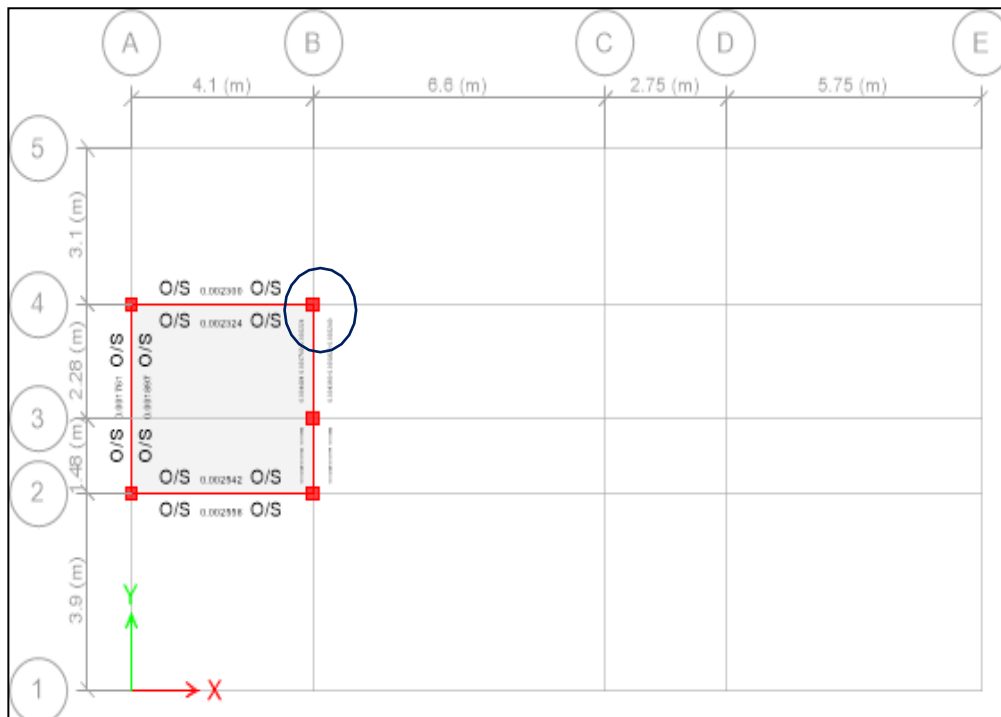
Diagrama de interacción carga Axial – M3-3 - M2-2

Los esfuerzos en la columna con el refuerzo de $4 \phi 3/4" + 2 \phi 5/8"$ se encuentran fuera de la zona de esfuerzos admisibles, además se tiene un ratio de esfuerzo vs capacidad de 4.777 por lo tanto se puede decir que la columna **NO CUMPLE** de manera eficiente ante las cargas impuestas. En la planta mostrada, se indica que las columnas de color rojo están teniendo fallas por resistencia.

Verificación de la Sección para tanque elevado – Columna de 0.50x0.25m.

- Descripción del Elemento

Se procederá a analizar el comportamiento de la columna con mayor esfuerzo. La columna para nuestro caso tiene una sección de C1: 0.50x0.25m, se ubica según lo indicado en la siguiente imagen. Este elemento soporta las cargas provenientes de los niveles superiores y de la estación.



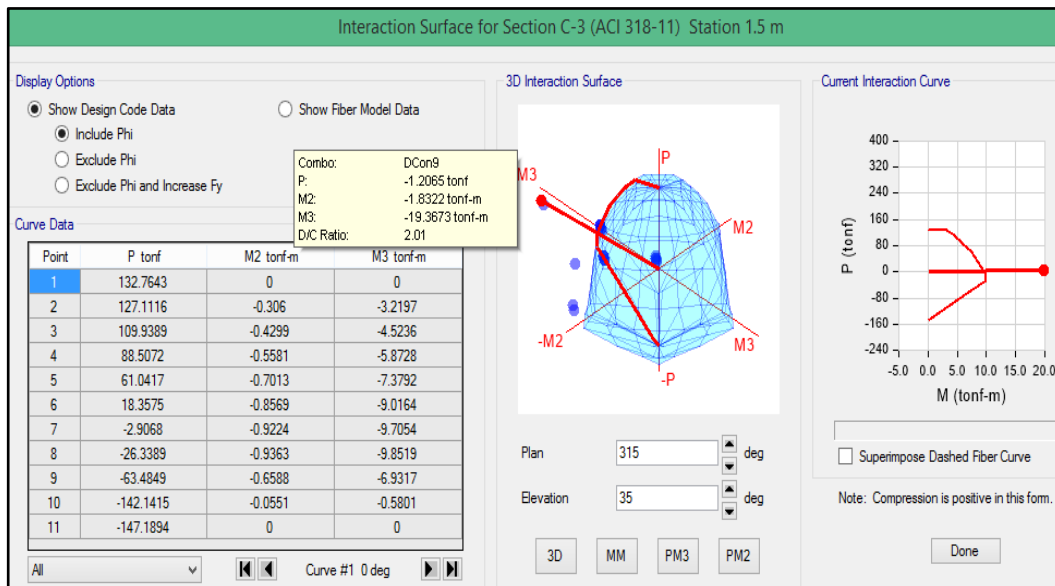


Imagen 17. Diagrama de interacción C 50x25

Diagrama de interacción carga Axial – M3-3 - M2-2

Los esfuerzos en la columna con el refuerzo de $4 \phi 3/4" + 2 \phi 5/8"$ se encuentran fuera de la zona de esfuerzos admisibles, además se tiene un ratio de esfuerzo vs capacidad de 4.777 por lo tanto se puede decir que la columna NO CUMPLE de manera eficiente ante las cargas impuestas. En la planta mostrada, se indica que las columnas de color rojo están teniendo fallas por resistencia.

IV: DISCUSIÓN

4.1. Por el objetivo General

Con los resultados obtenidos, se determinó que la edificación es vulnerable sísmicamente, no solo por contar con una sobrecarga que es la torre de telecomunicaciones, sino que su problema principal es de diseño, porque aun evaluándola sin la carga de la torre esta no cumple con el cálculo estructural para el análisis sísmico dinámico.

De manera diferente el análisis de Allauca, Leonidas (2017) en su investigación titulada “desempeño sísmico de un edificio aporticado de cinco pisos diseñado con las normas peruanas de edificaciones” concluye que la edificación cumple con el calculo estructural, cabe precisar que el edificio de análisis cuenta con columnas de lados de 50cm a 70cm según el nivel, mientras que las columnas que se tienen como base de la presente investigación cuenta con columnas de lado igual a 25cm; ambas edificaciones cuentan con cantidades similares de niveles, la del presente estudio es de 4 niveles y el de la referencia es de 5 niveles, ambos con sistema aporticado.

4.2. Por objetivos específicos

Como primer objetivo específico tiene por determinar de que manera el modelamiento con el programa etabs, determina la vulnerabilidad de una edificación con torre de telecomunicaciones. Huapaya, Raul (2017) de su trabajo de investigación “Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado a través del método estático no lineal”. Mientras que el presente estudio debido a que además de la estructura cuenta con una estructura aparte a la edificación, esta genera fuerzas distintas en función del tiempo, por ello se realiza un análisis sísmico dinámico dentro del cual también se considera el análisis estático, con lo cual se concluye que es un calculo es más adecuado y preciso para este caso de estudio.

Como segundo objetivo específico se determinó una propuesta de reforzamiento el cual consiste en añadir elementos estructurales llamadas placas, en diferentes partes de la edificación y en todos los niveles. Por otra parte, el autor Huapaya, Raúl (2017) en su investigación titulada “Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado a través del método estático no lineal” concluye que no es necesario realizar un reforzamiento debido a que las cargas generadas por los movimientos sísmicos no afectan de manera considerable a la edificación, esto debido a que la edificación si ha sido construida bajo las normas técnicas vigentes y además no cuenta con una carga viva como el caso de una torre de telecomunicaciones el cual ejerce fuerzas durante a la edificación de manera permanente, afectando el comportamiento de la misma.

V: CONCLUSIONES

- a) La edificación en donde se implantará la estación de telecomunicaciones HUERTA CLARO se ubica en Av Rafael escardo N° 966 – DISTRITO DE SAN MIGUEL Y DPTO DE LIMA. Se han evaluado los parámetros necesarios para evaluar la edificación por **RIGIDEZ LATERAL Y RESISTENCIA**.
- b) El presente estudio y verificación de la estructura existente se basa en una inspección ocular, y se debe de considerar que no se cuenta con información necesaria que determine la calidad de materiales empleados en obra , se contó con planos de Estructuras por lo que los planos presentados fueron elaborados de acorde a ellos y corroborado mediante un trabajo en campo visualizando la presencia de elementos estructurales, sus distanciamientos y sus dimensiones, por lo que lo expuesto en el presente informe debe de complementarse 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.
- c) Según lo expuesto en el presente informe, para el nivel de excitación sísmica que demanda la Norma Sismorresistente E.030 las distorsiones de entrepiso máximo probables encontradas en la estructura son 0.0272 (eje x-x quinto piso) y 0.0296 (eje y-y quinto piso), no cumpliendo en ambas direcciones con el valor máximo permisible (0.007 sea el caso). Por lo tanto se concluye que la edificación en estudio **NO CUMPLE** con la Norma Técnica Sismo Resistente del RNE vigente. Se hace mención de que al tenerse distorsiones muy superiores al límite establecido por la norma, **SE TIENE GRAN RIESGO DE FALLA EN LOS ELEMENTOS VERTICALES POR EFECTOS DE SEGUNDO ORDEN** ante eventos sísmicos moderados.
- d) Se realizó el análisis a las vigas de la edificación, encontrando que por flexión la sección **NO CUMPLE** con lo exigido por el Reglamento Nacional de Edificación E060. El análisis por **cortante** de las vigas indica que estas **SI CUMPLEN** con lo exigido por el RNE vigente.
- e) De igual manera se analizó la columna más cargada encontrando que cumplen con la cuantía mínima como elemento de confinamiento y no cumple con los requerimientos de flexo-compresión, por lo que se concluye que las columnas **NO CUMPLEN** con lo exigido por el Reglamento Nacional de Edificación E060 Y E.070.
- f) Las cargas impuestas por la construcción de la Estación base Celular a la edificación no

influyen considerablemente en el comportamiento estructural de la misma, concluyéndose que aún sin la instalación de la Estación Base Celular, la edificación ya presenta deficiencias en su comportamiento estructural.

- g) Se recomienda supervisión técnica constante durante la ejecución de la obra, verificando permanentemente que los elementos estructurales involucrados en la implementación del Sitio no presenten signos de corrosión, agrietamientos, pérdida de adherencia concreto/acero y otros problemas que pudieran afectar la estabilidad estructural de los mismos. Cualquier señal de deterioro que se observe durante la ejecución de la obra deberá ser comunicada inmediatamente al proyectista para su evaluación respectiva.
- h) Luego del análisis de los elementos estructurales involucrados en la implementación de la Estación de Telecomunicaciones, con sus cargas iniciales de trabajo y con las cargas adicionales según proyecto a ejecutar y considerando las capacidades portantes que presentan, se concluye que la estructura **NO TENDRA** un adecuado comportamiento estructural según lo estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones. Tal y como se puede verificar en la memoria de cálculo, la falla de la edificación viene dada por sus 2 parámetros principales de evaluación estructural: **FALLA POR RIGIDEZ Y FALLA POR RESISTENCIA.**

VI: RECOMENDACIONES

- a) Debido a que la edificación presenta una condición crítica al concluirse una **FALLA POR RIGIDEZ LATERAL Y FALLA POR RESISTENCIA**, es necesaria la intervención inmediata de la edificación con un reforzamiento que pueda disminuir considerablemente su vulnerabilidad sísmica, para de esta manera garantizar un muy bajo riesgo en la edificación para lo cual deberá coordinarse con la propietaria de la edificación para la explicaciones respectivas y de autorización para realizar una propuesta de reforzamiento.
- b) Realizar ensayos de diamantina, esclerometría y profocope.
- c) Se recomienda hacer un resane estructural a las vigas y columnas que presentan grietas en la zona del tanque elevado por ser de influencia directa de las cargas provenientes de la estructura de telecomunicaciones.
- d) Se recomienda el siguiente esquema de reforzamiento, el cual necesariamente deberá ser coordinado con la propietaria de la edificación.

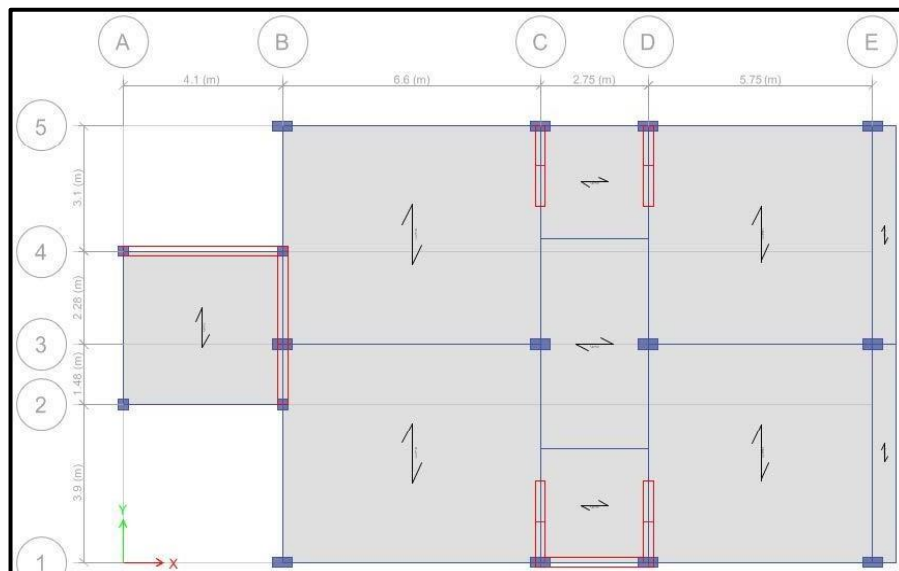


Imagen 18. Propuesta de reforzamiento

- P1: Placa de C°A° de L=2.00m, desde el primer al 4to piso.
- P2: Placa de C°A°, desde el primer al 4to piso.
- P3 y P4: Placa de C°A°, todos los niveles
- R1: Encamisado de la columna en todos los niveles

REFERENCIAS

Abanto, Tomas 2007. Análisis y diseño de edificaciones de albañilería, republica del Perú.
Alonso G., José L. 2014. Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones. Caracas : Pag Marketing Soluciones C.A., 2014. 978-980-7658-04-1.

Arequipa, Corporación Aceros. 2015. Manual de Construcción para el maestro de obras.
Arequipa : s.n., 2015.

Delgado, Genaro 2016. Diseño de estructuras aporticadas de concreto armado republica del Perú.

Hernández S., Roberto, Fernández C., Carlos y Baptista L., Maria. 2010. Metodología de la Investigación: Quinta edición. México D.F. : McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. DE C.V., 2010. 978-607-15-0291-9.

Kuroiwa, Julio. 2016. Manual sobre Reducción de Riesgo de Viviendas en Perú. 2016.

Norma E.020 Cargas. Reglamento Nacional de Edificaciones.

Norma E.030 Diseño Sismorresistente. Reglamento Nacional de Edificaciones.

Norma E.050 Suelos y Cimentaciones. Reglamento Nacional de Edificaciones.

Norma E.060 Concreto Armado. Reglamento Nacional de Edificaciones.

Ottazzi P., Gianfranco. 2014. Diseño en Concreto Armado. Lima : EDIGRAFASA S.R.L., 2014. ISBN:978-612-45252-0-9.

Oviedo, Ricardo 2016. Diseño sismorresistente de edificaciones de concreto armado, Republica del Perú.

Pacheco Zuñiga, Julio. 2010. El Maestro de Obra tecnología de la construcción. Lima :

SENCICO, 2010. ISBN.

Quezada Carlos 2015. Etabs 2015, Republica del Perú.

Valderrama, Santiago 2018. Pasos para la elaborar proyectos de investigación científica, cuantitativa, cualitativa y mixta, Republica del Perú.

Vasquez, Oscar 2017. Reglamento nacional de edificaciones, Republica del Perú.

ANEXOS

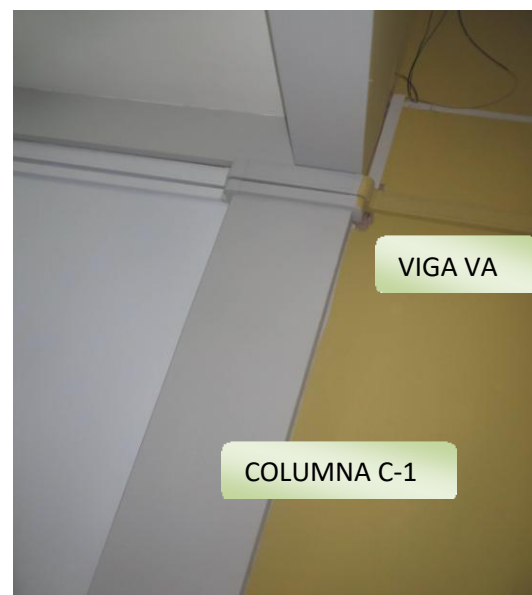
8.1. Matriz de consistencia

1.- PROBLEMA GENERAL	1.- OBJETIVO GENERAL	1.- HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
¿Cómo el análisis estructural determina la vulnerabilidad sísmica de una edificación con torre de telecomunicaciones en el distrito de san miguel - lima, 2018?	Determinar la vulnerabilidad sísmica de una edificación con torre de telecomunicaciones en el distrito de san miguel - lima, 2018; mediante el análisis estructural.	El análisis estructural determina la vulnerabilidad sísmica de una edificación con torre de telecomunicaciones en el distrito san miguel - lima, 2018.	Análisis estructural	modelamiento con el programa ETABS	análisis dinámico	ficha de recolección de datos
					análisis de desplazamiento	
					verificación de esfuerzos	análisis de datos y resultados con el Software Etabs
2.- PROBLEMAS ESPECÍFICOS	2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2.- HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
¿De qué manera el modelamiento con el programa Etabs determina la vulnerabilidad de una edificación con torre de telecomunicaciones en el distrito de san miguel - lima, 2018?	Determinar mediante el modelamiento con el programa Etabs la vulnerabilidad estructural de una edificación con torre de telecomunicaciones en el distrito de san miguel - lima, 2018.	El modelamiento con el programa Etabs determina la vulnerabilidad estructural de una edificación con torre de telecomunicaciones en el distrito san miguel - lima, 2018.	Vulnerabilidad	Vulnerabilidad sísmica	Vulnerabilidad estructural	ficha de recolección de datos

8.2. Panel Fotográfico



Foto n° 1: vista panorámica de la edificación donde se desarrollará el proyecto.



Fotos n° 2 y 3 : se verifica la presencia de vigas y columnas en ejes correspondientes al primer piso tal como lo indican los planos.



Fotos n° 4 y 5: vista frontal del tanque elevado el cual se encuentra en la azotea en la misma dirección que la escalera principal.



Fotos n° 6 y 7: se observa la presencia de grietas en las columnas que soportan al tanque elevado el cual en nuestro modelamiento corresponde a las columnas del quinto piso

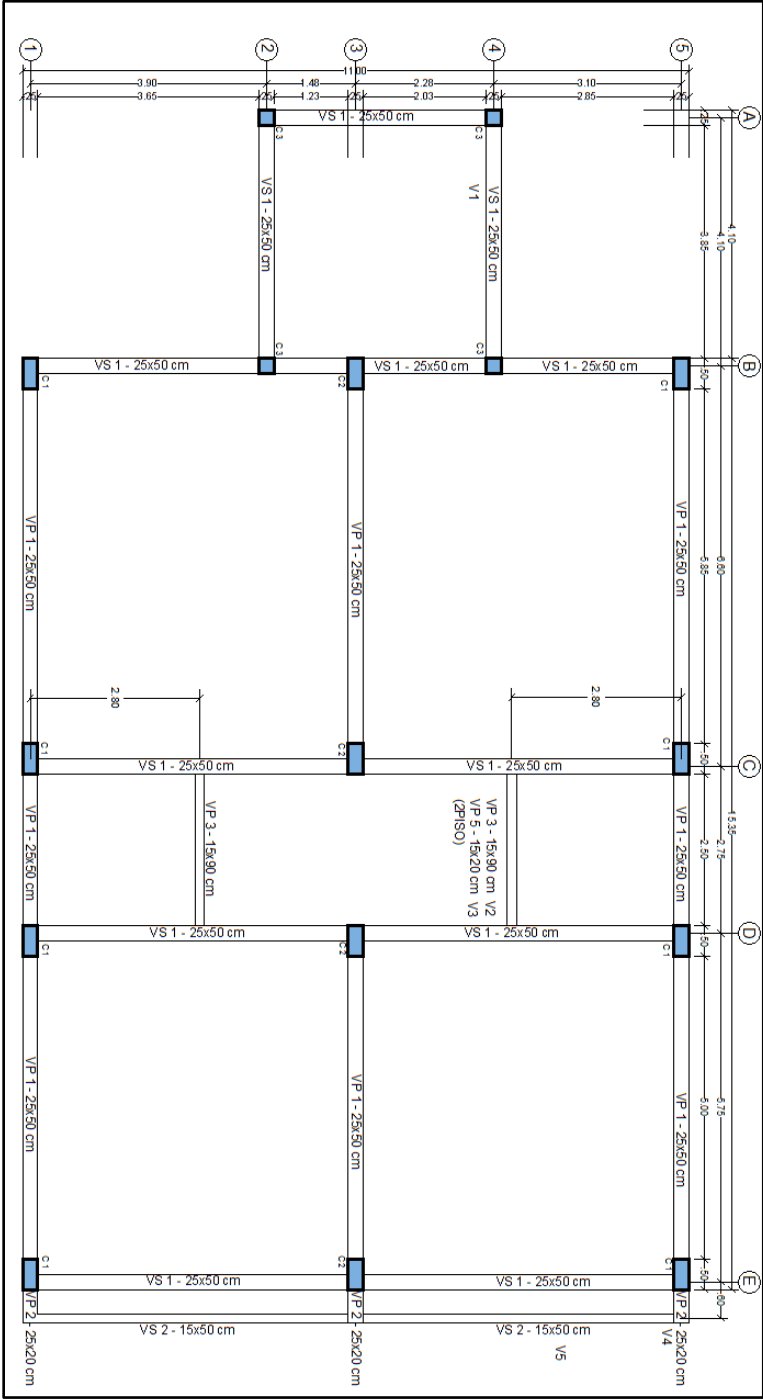


Fotos n° 7 Y 8: se observa la presencia de grietas en las columnas y viga que soportan al tanque elevado para lo cual se recomienda hacer un resane estructural

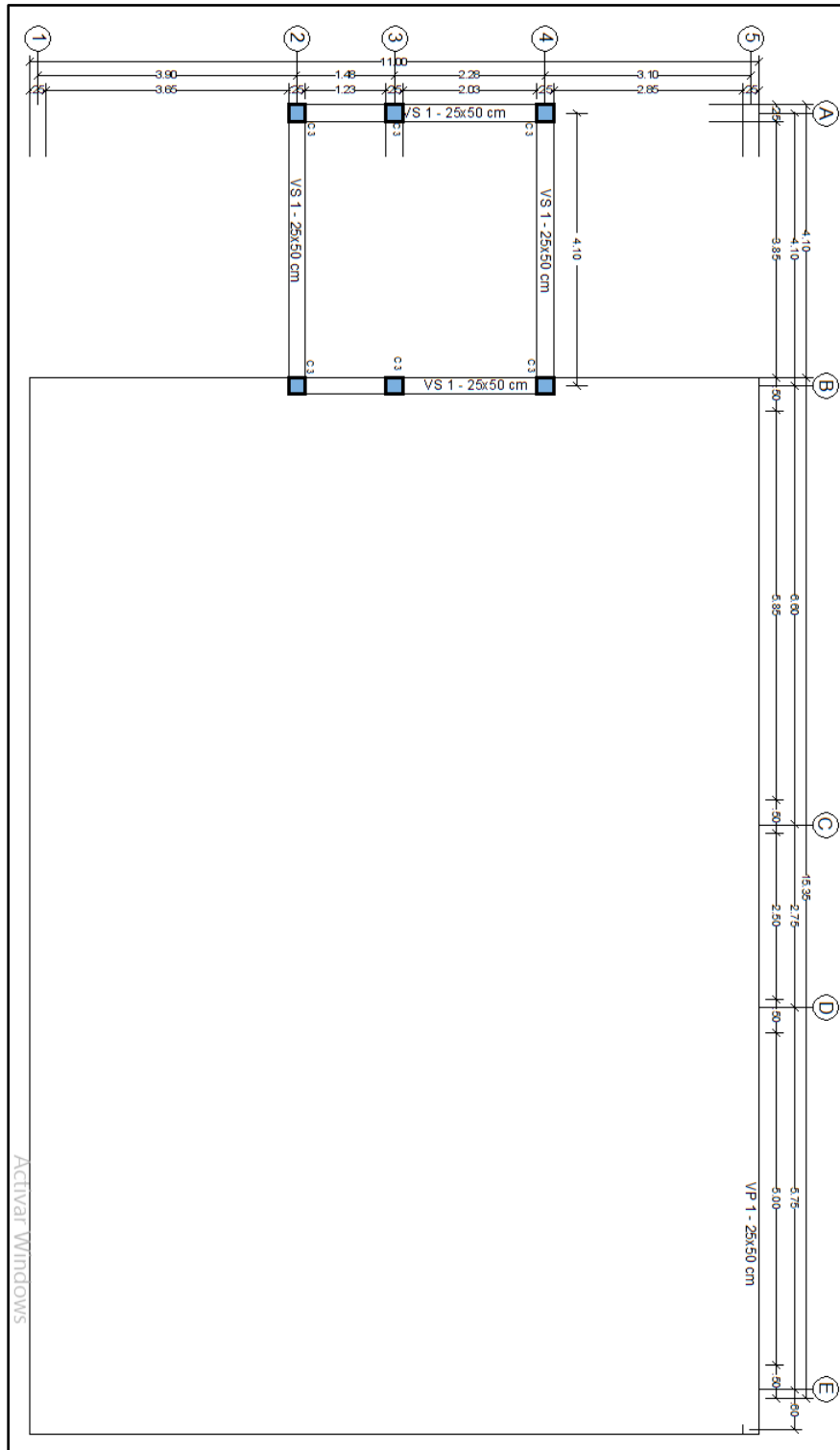


Fotos n° 8: se observa la presencia de daños en la estructura del tanque elevado

8.3. planos



Planta - estructuras 1er al 4to nivel



Planta - estructuras 5to nivel

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

