



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis estructural y propuestas de reforzamiento de la edificación
Galerías de Ayacucho, Huánuco-2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Torres Reyna, Yerson Abner (ORCID: 0000-0002-7243-8672)

ASESOR:

Mg. Pinto Barrantes, Raúl Antonio (ORCID: 0000-0002-9573-0182)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA — PERÚ

2021

Dedicatoria

Esta tesis la dedico en primer lugar a Dios por darme el don de la vida y las fuerzas para seguir adelante, a mi madre Damaciana Reyna Santiago, mi padre Abner Torres Atanacio que siempre me inculcaron valores y principios brindándome sus apoyos incondicionales a mis hermanas, familiares y amigos.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme la dicha de estar junto a mi familia, a mis padres por brindarme sus respaldos en cada decisión durante la elaboración de esta tesis, a mis familiares y agradezco también a mi asesor de tesis al Magister Raúl Antonio Pinto Barrantes, por compartirme sus conocimientos y de tenerme paciencia para guiarme y poder seguir adelante.

Índice de contenido

| | |
|---|-----|
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Índice de contenido..... | iv |
| Índice de tablas..... | v |
| Índice de gráficos y figuras..... | vii |
| Resumen..... | x |
| Abstract..... | xi |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 12 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 17 |
| III. METODOLOGÍA..... | 66 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación..... | 66 |
| 3.2. Variable y operacionalización..... | 67 |
| 3.3. Población muestra y muestreo..... | 69 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 70 |
| 3.5. Procedimientos..... | 71 |
| 3.6. Método de análisis de datos..... | 72 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 72 |
| IV. RESULTADOS..... | 72 |
| V. DISCUSIÓN..... | 120 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 122 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 123 |
| REFERENCIAS..... | 125 |
| ANEXOS..... | 135 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. <i>Cargas vivas</i> | 24 |
| Tabla 2. <i>Factor de zona “Z”</i> | 26 |
| Tabla 3. <i>Categoría de las edificaciones</i> | 27 |
| Tabla 4. <i>Clasificación de los perfiles de suelo</i> | 27 |
| Tabla 5. <i>Parámetro de sitio</i> | 28 |
| Tabla 6. <i>Parámetro de sitio</i> | 28 |
| Tabla 7. <i>Coeficiente básico de reducción</i> | 30 |
| Tabla 8. <i>Irregularidades estructurales en altura</i> | 30 |
| Tabla 9. <i>Irregularidades estructurales en planta</i> | 31 |
| Tabla 10. <i>Relación longitud y diámetro</i> | 37 |
| Tabla 11. <i>Factores de reducción ambiental de diferentes sistemas FRP</i> | 42 |
| Tabla 12. <i>Límite de tensión en la fibra de carbono para carga de servicio sostenida más cíclica</i> | 49 |
| Tabla 13. <i>Factores de reducción para el refuerzo a cortante con FRP</i> | 54 |
| Tabla 14. <i>Desventajas y ventajas del uso del encamisado</i> | 63 |
| Tabla 15. <i>Resultados de los ensayos a compresión de las muestras extraídas de columnas</i> | 72 |
| Tabla 16. <i>Análisis de resultados del ensayo de diamantina de acuerdo al ACI 318</i> | 73 |
| Tabla 17. <i>Resultados de los ensayos a compresión de las muestras extraídas de vigas</i> | 73 |
| Tabla 18. <i>Análisis de resultados del ensayo de diamantina según la ACI 318</i> | 74 |
| Tabla 19. <i>Resultado de tipos de fracturas</i> | 75 |
| Tabla 20. <i>Determinación de cargas</i> | 78 |
| Tabla 21. <i>Parámetros de la norma E.030</i> | 82 |
| Tabla 22. <i>Distribución de fuerzas sísmicas por niveles</i> | 83 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 23. <i>Parámetro para el análisis sísmico dinámico de la norma E.030</i> | 83 |
| Tabla 24. <i>Valores de espectro de diseño</i> | 84 |
| Tabla 25. <i>Derivadas de pisos máximos- espectro X</i> | 85 |
| Tabla 26. <i>Parámetros para el análisis sísmico estático según la norma E.030</i> | 85 |
| Tabla 27. <i>Distribución de fuerzas sísmicas por niveles</i> | 86 |
| Tabla 28. <i>Parámetro para el análisis sísmico dinámico según la norma E.030</i> | 87 |
| Tabla 29. <i>Valores de espectro de diseño</i> | 87 |
| Tabla 30. <i>Derivadas de pisos máximos-espectro Y</i> | 88 |
| Tabla 31. <i>Parámetros de la norma E.030 con cuatro niveles</i> | 89 |
| Tabla 32. <i>Distribución de fuerzas sísmicas por niveles</i> | 90 |
| Tabla 33. <i>Parámetro para el análisis sísmico dinámico de la norma E.030</i> | 90 |
| Tabla 34. <i>Valores de espectro de diseño con cuatro niveles</i> | 91 |
| Tabla 35. <i>Derivadas de pisos máximos - espectro X con cuatro niveles</i> | 92 |
| Tabla 36. <i>Derivadas de pisos máximos - espectro Y con cuatro niveles</i> | 92 |
| Tabla 37. <i>Análisis de momento-curvatura</i> | 99 |
| Tabla 38. <i>Resultados del análisis con reforzamiento con fibra de carbono en flexión y corte</i> | 109 |
| Tabla 39. <i>Resumen de los puntos para el diagrama de interacción</i> | 114 |
| Tabla 40. <i>Resumen de los puntos para el diagrama de interacción</i> | 119 |

Índice de gráficos y figuras

| | |
|--|----|
| <i>Figura 1.</i> Tipos de cargas..... | 23 |
| <i>Figura 2.</i> Estructura sometida a esfuerzo sísmico | 25 |
| <i>Figura 3.</i> Zonificación del Perú..... | 26 |
| <i>Figura 4.</i> Representación de un sistema del análisis estático | 32 |
| <i>Figura 5.</i> Comportamiento de un edificio ante un sismo | 34 |
| <i>Figura 6.</i> Equipamientos de ensayo de diamantina | 37 |
| <i>Figura 7.</i> Medición de las muestras..... | 37 |
| <i>Figura 8.</i> Refuerzo con fibra de carbono | 39 |
| <i>Figura 9.</i> Propiedades de FRP en tensión..... | 41 |
| <i>Figura 10.</i> Fibra de carbono en refuerzo a flexión | 43 |
| <i>Figura 11.</i> Fibra de carbono en esfuerzo a cortante | 43 |
| <i>Figura 12.</i> Elemento reforzado con FRP y diferentes fallas que se producen | 46 |
| <i>Figura 13.</i> Tipos de anclajes externos..... | 46 |
| <i>Figura 14.</i> Sistema de reforzamiento con fibra de carbono | 47 |
| <i>Figura 15.</i> deformación interna y distribución de esfuerzos..... | 50 |
| <i>Figura 16.</i> Distribución del esfuerzo y deformaciones internas para una sección rectangular..... | 52 |
| <i>Figura 17.</i> Tipos de envoltura en viga para esfuerzo a corte con FRP | 54 |
| <i>Figura 18.</i> Dimensiones para los cálculos de refuerzo a cortante mediante fibra de carbono..... | 55 |
| <i>Figura 19.</i> Limpiado de la sección donde se realiza el pegado de la fibra de carbono | 57 |
| <i>Figura 20.</i> Eliminación de los defectos en el hormigón..... | 58 |
| <i>Figura 21.</i> Modo de proceso de corte..... | 58 |
| <i>Figura 22.</i> Proceso de mezclado..... | 59 |
| <i>Figura 23.</i> Proceso de colocación del adhesivo sobre la superficie..... | 59 |

| | |
|---|----|
| <i>Figura 24.</i> Proceso de desenrollado de la fibra de carbono. | 60 |
| <i>Figura 25.</i> Eliminación de los defectos en el hormigón..... | 60 |
| | 61 |
| <i>Figura 26.</i> Proceso de la aplicación de epóxico en los agujeros | 61 |
| <i>Figura 27.</i> Proceso de la instalación de anclajes..... | 61 |
| <i>Figura 28.</i> Uso de la espátula para la aplicación de epóxico de cierre. | 62 |
| <i>Figura 29.</i> Encamisado de columna | 64 |
| <i>Figura 30.</i> Tipos de encamisados en vigas | 65 |
| <i>Figura 31.</i> Causa-Efecto de las variables..... | 66 |
| <i>Figura 32.</i> Ubicación de la edificación Galerías de Ayacucho | 76 |
| <i>Figura 33.</i> Vista frontal del edificio Galerías Ayacucho..... | 76 |
| <i>Figura 34.</i> Vista lateral del edificio Galerías Ayacucho | 77 |
| <i>Figura 35.</i> Modelamiento de la edificación | 78 |
| <i>Figura 36.</i> Dimensionamiento de columnas en el programa ETABS v.16..... | 79 |
| <i>Figura 37.</i> Dimensionamiento de vigas en el programa ETABS v.16. | 79 |
| <i>Figura 38.</i> Definición de los muros e incorporación de los materiales | 80 |
| <i>Figura 39.</i> Espectro de respuesta | 80 |
| <i>Figura 40.</i> Modelamiento en planta y en 3D de la edificación en el ETBAS v.16.. | 81 |
| <i>Figura 41.</i> Discretización y deformación de la Galería Ayacucho ante la fuerza del sismo en dirección X. | 81 |
| <i>Figura 42.</i> Diagrama de espectro de aceleraciones | 85 |
| <i>Figura 43.</i> Diagrama de espectro de aceleraciones | 88 |
| <i>Figura 44.</i> Diagrama de espectro de aceleraciones con cuatro niveles | 91 |
| <i>Figura 45.</i> Momentos flectores vista en planta del cuarto nivel | 93 |
| | 94 |
| <i>Figura 46.</i> Momentos flectores vista en elevación..... | 94 |
| <i>Figura 47.</i> Esfuerzo cortante vista en planta del cuarto nivel..... | 94 |

| | |
|---|-----|
| <i>Figura 48.</i> Momento flector máximo de la viga (VP37X40) cuarto piso | 94 |
| <i>Figura 49.</i> Cortante máximo de la viga (VP37X40) cuarto piso | 95 |
| <i>Figura 50.</i> Diagrama de momento curvatura | 100 |
| <i>Figura 51.</i> Cortante máximo en la viga (VP27X37) cuarto piso | 106 |
| <i>Figura 52.</i> Columnas sometidas a cargas carga axial | 110 |
| <i>Figura 53.</i> Diagrama de interacción de la columna C27x37 | 110 |
| <i>Figura 54.</i> Diagrama de interacción | 114 |
| <i>Figura 55.</i> Dimensiones de la nueva columna reforzada con encamisado de concreto | 116 |
| <i>Figura 56.</i> Diagrama de interacción de la columna C27X37(SP-3P) con reforzamiento | 120 |

Resumen

El presente trabajo de investigación posee por objetivo el de evaluar el análisis estructural y propuestas de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco – 2021. Basándose en una investigación de tipo aplicada, considerando un diseño experimental. El instrumento utilizado fueron los planos, el software ETABS v.16, las normas técnicas peruanas e internacionales como normativas del ensayo de diamantina. Consecuentemente los resultados obtenidos fueron que los valores obtenidos de los desplazamientos en dirección “X”, específicamente entre el cruce del eje A-A con el eje 7-7, con relación a la altura del entrepiso el desplazamiento máximo es 0.0016 y los valores obtenidos de los desplazamientos en dirección “Y”, específicamente entre el cruce del eje D-D con el eje 7-7, con relación a la altura del entrepiso el desplazamiento máximo fue 0.0014, la cual es permitido por la norma E.030 por ser inferior a 0.005. De esto se concluye que la estructura presenta un buen desempeño sísmico. Se logró obtener los parámetros sísmicos, con ello se pudo realizar el análisis estructural, la fuerza cortante basal, la distribución de fuerzas sísmicas en altura y el análisis dinámico modal espectral los cuales nos ayudan a interpretar como es el comportamiento sísmico de cada sistema estructural, durante el modelamiento se consideró las resistencias de concreto obtenidos de los ensayos de diamantina y se realizó mediante el software ETABS v16. Es un programa que incide al análisis, y una herramienta que de manera sencilla los análisis.

Palabras clave: Análisis estructural, reforzamiento estructural, análisis dinámico modal, cortante basal.

Abstract

The objective of this research work is to evaluate the structural analysis and reinforcement proposals of the Galerías de Ayacucho building, Huánuco - 2021. Based on applied research, considering an experimental design. The instrument used were the plans, the ETABS v.16 software, the Peruvian and international technical standards such as diamond test standards. Consequently, the results obtained were that the values obtained from the displacements in the "X" direction, specifically between the intersection of the A-A axis with the 7-7 axis, in relation to the height of the mezzanine, the maximum displacement is 0.0016 and the values obtained from the Displacements in the "Y" direction, specifically between the intersection of the D-D axis with the 7-7 axis, in relation to the height of the mezzanine, the maximum displacement was 0.0014, which is allowed by the E.030 standard as it is less than 0.005. From this it is concluded that the structure presents a good seismic performance. It was possible to obtain the seismic parameters, with this it was possible to carry out the structural analysis, the basal shear force, the distribution of seismic forces in height and the spectral modal dynamic analysis which help us to interpret how the seismic behavior of each structural system is, During the modeling, the concrete strengths obtained from the diamond tests were considered and it was carried out using the ETABS v16 software. It is a program that affects the analysis, and a tool that easily analyzes the.

Keywords: Structural analysis, structural reinforcement, modal dynamic analysis, basal shear.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las fallas estructurales se presentan de dos maneras, la primera; es por fallas humanas que se dan por una mala cimentación, por un mal diseño, uso de materiales de baja calidad, etc. Básicamente por las negligencias de los especialistas, además, influye también el tiempo de vida de la edificación. Y la segunda; es por fallas naturales que se producen por los movimientos sísmico que se acontecen en diferentes partes de la tierra. Sabemos que a medida que pasan los años la estructura de una edificación sufren alteraciones como fisuras, desprendimientos, asentamientos, humedad, posibles filtraciones e incluso los factores climáticos, como el viento y temperatura afectan de manera directa a la edificación. Esto con lleva a realizar reforzamientos para obtener una edificación mucho más sostenible durante un movimiento sísmico. Es por esta razón que se tomó como modelo la edificación Galerías Ayacucho, ubicado en la intersección entre el jirón Abtao y Ayacucho en el distrito, provincia y departamento de Huánuco que posee una antigüedad de más de 40 años de edad, donde actualmente podemos encontrar fisuras, filtraciones de agua, desprendimientos y entre otros. Todo eso hace que requiera alternativas de reforzamientos, incluso es aún más necesario cuando la construcción es antigua y se busca que pueda soportar el incremento de cargas.

Las edificaciones antiguas podemos observarlo en cualquier parte del mundo, incluso en los países de primer mundo, como es el caso de España que según el diario La voz de Avilés, “lugares como Avilés, Llaranes y Versalles las construcciones se encuentran en riesgo de desprendimiento, rajadura y en algunos hasta ruptura de elementos estructurales, tejados dañados y mucha humedad. Y la mayoría de sus construcciones tienen más de 50 años de antigüedad”. Según el diario El País, “Madrid abarca a unos 12 700 inmuebles, de los cuales el 70% de estos edificios se verán afectados y el 30% se caerán, todo esto aproximadamente dentro de 10 años. Además, el diario El economista nos informa que en España alrededor de dos millones de viviendas se encuentran en mal estado y necesariamente requieren obras de rehabilitación. Y estos problemas que se presentan hacen que los ciudadanos no vivan de manera segura, ya que al transitar por los alrededores se encuentran riesgo.

En Latinoamérica también encontramos estos problemas ya que los gobiernos solo se enfocan en planificar su desarrollo económico y social dejando a un lado el problema habitacional que carecen de supervisiones de viviendas que poseen deficiencias físicas en su estructura. Según el Boletín de la UNAM, Carlos Valdés Gonzales, investigador mexicano del Instituto Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México declaró que existen construcciones antiguas con columnas que soportan más de su capacidad, y en algunos casos son sustituidos por doble ladrillos. En el ámbito de las construcciones debemos de tener en cuenta que la gran mayoría de los estados de América latina se encuentran actualmente en amenaza sísmica. Un claro ejemplo es lo que paso en Chile, que según el diario CIPER nos dice que 11 de los 24 edificios que más daños sufrieron por el terremoto tuvieron la misma falla estructural como viene a ser en la armadura de fierro y en el concreto que no llegaron a soporto la presión. Mientras tanto, según la información que nos brinda el diario la Gestión nos indica que alrededor del 62% de las estructuras en Latinoamérica presentan fallos de diseño esto se pudo observar después de un desastre natural, así declaró Lucho Cáceres quien es el experto de la Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para el Proyecto (UNOPS), esto nos conlleva a analizar cuan necesario son las incorporaciones de reforzamientos estructurales.

En el Perú, las edificaciones también se encuentran propensos a evento sísmico ya que se encuentra en el cinturón de fuego que tiene una dimensión aproximadamente de 40 000 kilómetros, donde se registran el 85% de todos los movimientos sísmicos a nivel mundial, esto según la información del diario La República. Sabemos que al pasar de los años se presentan más movimientos sísmicos como nos informa la agencia peruana de noticias Andina nos dice que nuestro país llegó a registrar 800 sismos en el año 2020 siendo 68% más a comparación del 2019, respaldada por el Instituto Geofísico del Perú (IGP), y se podría decir que es algo critico ver eso en nuestro país, por lo que la gran mayoría de las construcciones se encuentran sin patrón arquitectónico, no te brindan seguridades mínimas así mismo lo observamos de manera desafiante a la naturaleza es por ello recomendable analizar y diseñar cuidadosamente los edificios. El diario el comercio nos muestra que el 70% de los edificios en Lima son informales, según la información brindada por la Cámara Peruana de la

Construcción (CAPECO). Incluso, la corrupción hace que las edificaciones no se construyan con formalidad, incumpliendo con las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), un claro ejemplo es el que nos informa RPP Noticias, que dos obras realizadas en la facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Pedro Ruiz, presentan fallos estructurales sin mucho tiempo de haber culminado y según las investigaciones dan índices de corrupción. Estos déficits estructurales van en aumento específicamente con el pasar de los años, la estructura se vuelve más indefenso cuando adicionan nuevos niveles sabiendo que carecen de reforzamiento.

En tanto en la ciudad de Huánuco, los problemas estructurales siempre se han presentado, teniendo en cuenta que el 25% de las construcciones son antiguas y fueron construidas con material rustico es lo que nos informa el diario El Correo, y las calles son estrechas y esto en situaciones sísmicas ponen en riesgo la vida de los ciudadanos, es por ellos que se debería realizar un análisis estructural de los edificios con el fin de optar con reforzamientos si lo requieran.

Después de un desastre sísmico es un buen momento para poder evaluar los resultados de como quedaron las edificaciones, ya que de esa manera se observa que partes de la estructura es más frágil y vulnerable, pero no es necesario esperar que ocurra un terremoto como fue en el año 2007 donde tuvimos una gran pérdida tanto humanas como económicas, para empezar a analizar las estructuras, hoy en día contamos con tecnologías que nos ayudarían mucho para obtener estos cálculos, como es el ETABS, SAP 2000, REVIT, etc. Con las cuales se lograrán obtener diseños y análisis estructurales más óptimo y de manera rápida y brindar seguridad al edificio mediante técnicas y opciones de reforzamiento. Pero tenemos que recalcar que en el Perú no tenemos un amplio conocimiento acerca de los reforzamientos estructurales y se desconoce mucho el tema, existen edificaciones que por sus años de antigüedad o el cambio de uso que le dan necesariamente requieren un tipo de reforzamiento con objetivo de aumentar su vida útil y así brindar seguridad en momentos de sismo.

Es por eso que es necesario analizar bajo las normas internacionales y nacionales como es el reglamento nacional de edificaciones (RNE), específicamente en la norma E.020 (especializado en cargas), E.030 (especializado en diseño

sismorresistente), E.060 (técnico en concreto armado), E.070 (Albañilería), NTP 339.059:2017, ACI (369-06) y la norma ACI 440.2R teniendo en cuenta ciertos puntos básicos, para así obtener un análisis óptimo y confiable de la estructura.

En la presente investigación se realizará el análisis estructural de la edificación Galerías de Ayacucho con el fin de proponer reforzamientos estructurales, para una proyección de adición de un nivel, a continuación, les presentaremos los siguientes problemas considerados.

El problema general que se planteó fue la siguiente; ¿Como será el análisis estructural y propuestas de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco-2021?, del mismo modo los problemas específicos son los siguientes: ¿Cuál será el resultado del análisis sísmico estático para decidir la propuesta de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco-2021?; ¿Cuál será el resultado del análisis sísmico dinámico para decidir la propuesta de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco-2021?, y ¿Cuáles serán los elementos estructurales más afectados según el análisis sísmico para decidir la propuesta de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco-2021?

Teniendo en cuenta para ello como hipótesis general: Según el análisis estructural se determina propuestas de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco-2021. Para una mayor profundización requerimos las siguientes hipótesis específicas: El análisis sísmico estático decide la propuesta de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco-2021; El análisis sísmico dinámico decide la propuesta de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco-2021 y por último los elementos estructurales más afectados según el análisis sísmico decide la propuesta de reforzamiento final de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco-2021. La presente investigación se justifica en los siguientes aspectos: según su beneficio, se busca una relación existente entre el análisis estructural y los reforzamientos estructurales, ya que son dos aspectos fundamentales para tener una edificación segura ante un evento sísmico. En el ámbito social, en base a los resultados y conclusiones que se obtuvieron la sociedad se verá favorecida al analizar con eficacia los reforzamientos que se incorporarán en los elementos estructurales, enfocado para un buen desempeño

del inmueble, en consecuente, los beneficiados serán todas las personas que trabajan dentro del edificio y los que transitan por sus alrededores, en la cual no estarán expuestos a riesgos estructurales y podrán desarrollar sus actividades con normalidad. En el aspecto teórico, se justificó por el análisis realizado al contenido y provee una visión crítica de las situaciones actuales que se presentan en los edificios antiguos, y aportar conocimientos existentes sobre la importancia de reforzamientos estructurales para la elaboración de futuras investigaciones y va ser útil para mejorar el comportamiento sísmico de la edificación. Los resultados se considerarán como conocimientos en la ingeniería, ya que se está demostrando el uso de reforzamientos para mejorar el comportamiento sísmico del edificio. En lo metodológico, la elaboración del proyecto de investigación se basó en instrumentos de recolección de datos validados y confiables, donde se realizó la técnica de observación directa y de análisis documental por medio de instrumentos que se han establecido por el método científico para el análisis estructura. La investigación servirá de guía para otros trabajos de investigación, siempre y cuando sea demostrada su validez y confiabilidad. En el aspecto práctico, en este trabajo de investigación se enfoca en mejorar el desempeño sísmico de la edificación y brindar soluciones que permitan adicionar un nivel. El resultado que se obtendrá del análisis estructural permitirá que se planteen sistemas de reforzamiento, para mejorar el comportamiento de la edificación durante un movimiento sísmico y que cumplan con los reglamentos, para ello, se tendrá en cuenta la mejor alternativa y que sea favorable económicamente.

Como objetivo general: Evaluar el análisis estructural y propuestas de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco-2021. Objetivo específico: Realizar el análisis sísmico estático para decidir la propuesta de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco-2021; Realizar el análisis sísmico dinámico para decidir la propuesta de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco-2021 y por último determinar los elementos estructurales más afectados según el análisis sísmico para decidir la propuesta de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco-2021.

II. MARCO TEÓRICO

Para poder realizar el análisis estructural y propuestas de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, se ha considerado como antecedentes, investigaciones tanto nacionales e internacionales, que les presento a continuación:

Cabello (2020). La presente investigación posee como objetivo general verificar el análisis estructural de los sistemas aporticado y dual, Lima 2019. La presente investigación fue elaborada mediante una metodología de investigación aplicada de tipo experimental teniendo un enfoque cuantitativo con el método analítico-sintético. Obteniendo como resultado que en los parámetros sísmicos calculados en el sistema aporticado nos resulta, que su derivación máxima en dirección X-X es igual a 0.006, representando que es 30% menos al desempeño sísmico que debería tener un edificio dual; de la misma manera en la dirección Y-Y posee un valor de 0.006 que resulta un 17% menos para este sistema, es por ello que no presentan un mejor desempeño sísmico. Obteniendo como conclusión, de que se pudo obtener los parámetros sísmicos como es el momento de volteo, la cortante basal y las máximas derivadas tanto en el análisis estático como dinámico, ya que lo ayudo a interpretar y analizar cómo fue el comportamiento sísmico de cada elemento estructural bajo la norma técnica peruana 2018, mediante el programa ETABAS v16 se logró dicho proceso.

Calizaya (2017) La investigación posee como objetivo general analizar y comparar el diseño sísmico de un edificio para oficinas por capacidad y resistencia, ubicada en el Centro Poblado de los Ángeles-Moquegua, por medio de ambas metodologías de diseño. Usando una investigación de tipo descriptiva comparativa, ya que se realizó una comparación entre el método por resistencia y por capacidad. Obteniendo como resultado en la comparación de periodos que el método A posee una capacidad de 0,153033 en tanto B de 0,114274 por lo que el método A tiene una mayor capacidad. Por otro lado, en comparación a la frecuencia B posee una resistencia media de 9,764255 y A de 7,42105. En tanto en los desplazamientos A posee un promedio de 4,7703 y B un 3,488 y por último en derivas de entrepiso en dirección X no se puede afirmar diferencias en cuanto en dirección Y, se obtuvo que A tiene un promedio de 0,00475 y el método B un 0,003325. Llegaron a la conclusión que los criterios considerados para el análisis estructural influyen de

manera explicativa. Además, se pudo observar la importancia y necesidad del acero en los cálculos por corte a partir del diseño por flexión en cada elemento estructural llegando a trabajar tanto en flexión como en flexocompresión.

Estrada y Yoplac (2019) la presente investigación presenta como objetivo general, realizar la evaluación técnica y económica de reforzamiento estructural tomando en cuenta como elemento las vigas de concreto armado que serán fortalecidas con fibras de carbono en el Edificio Multifamiliar Huaraz Breña – Lima 2019. La metodología presenta un enfoque mixto; es decir, la cualitativa y cuantitativa. Obteniendo como resultado, en reforzamiento por flexión, que las vigas superan la mínima resistencia de momento de refuerzo sin la incorporación de la fibra de carbono, pero la viga incorporada con fibras de carbono cumple con las tensiones bajo la aplicación de cargas que se requiere para el óptimo comportamiento. Por tanto, en los reforzamientos por corte la viga analizada supera la resistencia mínima sin la incorporación de la fibra de carbono, pero al incorporar este material de reforzamiento cumple en soportar la combinación de cargas y comportarse de manera óptimo en casos de incendios. Llegando a la conclusión que los refuerzos en las vigas con fibras de carbono estas pueden llegar a aumentar su capacidad de resistencia aproximadamente entre en un 10% a 20% tanto en flexión como en corte.

Gonzales (2015) la presente investigación presenta como objetivo general determinar el comportamiento de un edificio que posee más de 50 años de antigüedad destinado para laboratorios de materiales, simulando una intensidad de un sismo usando como herramientas Software de diseño. Así como una metodología la de evaluación de funciones de vulnerabilidad estructural de una población de edificios simulados en tres dimensiones. Logrando obtener como resultado que la rigidez secante del edificio resulta que al aumentar la escala se puede observar el aumento del desplazamiento. La falla por colapso se presenta porque la rigidez decrece en el momento de la excitación, optando un valor de 1,0 en consecuencia a un desplazamiento máximo. Llegando a la conclusión que el índice de reducción de rigidez secante (IRRS) no resulto favorable para que la estructura pueda colapsar. El sismo de Sayula se determinó que no fue suficiente para poder colapsar el edificio a pesar que se escaló 4 veces más, y las fuerzas

cortantes de entrepiso no exceden de los 0.006 veces en la diferencia de elevaciones.

Mercado y Sabogal (2016) La presente investigación presenta como objetivo general, determinar en qué nivel se encuentra la vulnerabilidad sísmica de los dos edificios aporticadas de concreto reforzado usando el análisis sismo estático no lineal. Presentando mediante una metodología de un enfoque descriptivo, para analizar la capacidad estructural del edificio. Obteniendo como resultado en el edificio Concasa considerando 640 rotulas en los elementos estructurales, en el sentido "X" según la curva de capacidad nos dice que existe un desplazamiento máximo de 1.08m con un cortante basal de 1352.23 Ton, originando que la mayoría de las vigas colapsen. Por tanto, en la dirección "Y", se llegó a observar un desplazamiento máximo de 1.28 m, mostrándonos un comportamiento casi lineal, y un cortante basal máximo de 8430 ton, obteniendo el colapso de la mayoría de columnas y vigas. Por su parte en el edificio del Banco del estado, en dirección "X" se observó que no presentan inicio de colapso, ya que en vigas y columnas las rotulas colapsan en los de seguridad de vida, siendo un comportamiento idóneo. Y en "Y" presenta un desplazamiento máximo de un metro con corte de 510 ton. Llegaron a la siguiente conclusión que el edificio Concasa posee un mejor comportamiento sísmico que del Banco del estado, ya que según el análisis Pushover, se obtuvieron valores más altos en fuerza cortante y desplazamiento, esto nos da entender que las fuerzas aplicadas en un punto son mayores. Además, menciona que el edificio Concasa posee una aceleración espectral de 0.2, caso contrario con el Bando del estado que no presentan puntos de interacción. Por último, las rotulas del primer edificio son de menor porcentaje que sufrieron colapso, y todo lo contrario paso en el segundo edificio ya que la mayoría poseen un nivel de daño alto.

Vivanco (2018) la presente investigación presenta como objetivo general el de analizar los resultados obtenidos de la evaluación y reforzamiento estructural del Centro Médico Municipal a través del método del encamisado. Basada en una investigación de tipo aplicada, de nivel descriptivo explicativo, mediante un diseño experimental correlacional y el método aplicado es científico, inductivo deductivo, con una orientación cuantitativa. Obteniendo como resultado de las comparaciones

de los elementos estructurales con y sin reforzamiento, mostraron que existen tres elementos a reforzar junto a ocho zapatas, las cuales todos se diseñaron aumentando sus dimensiones para aumentar la capacidad resistente a la compresión e incorporando acero de refuerzo. Llegando a la siguiente conclusión de que el Centro Médico Municipal requiere reforzamiento estructural mediante el método del encamisado o conocido también como enchaquetado. Ya que en las vigas secundarias y principales que se encuentran entre los ejes G-G y 4-6, del mismo modo entre el eje 2-2 y C-F respectivamente se encontraron fallas. Además, según el ensayo de esclerometría indicaba un $F'c = 160 \text{ kg/cm}^2$ para ambos elementos.

Burbano y Cevallos (2019). La investigación presenta como objetivo general analizar el comportamiento estructura de la edificación de la Cámara de Industria de la Construcción a través de un modelamiento analítico con el fin de determinar la situación actual y la deformación de la edificación, con el objetivo de proponer reforzamientos estructurales si lo requiera con un posible adicionamiento de un nivel más. Consideraron para la investigación una metodología de tipo experimental. Obteniendo como resultado en el ensayo de refracción sísmica donde los perfiles sísmicos llegaron a una profundidad de 30 metros con velocidades de las ondas de corte junto con la velocidad media de corte. De la misma manera el resultado del ensayo de penetración estándar determina que el suelo es de tipo D. Llegando a la conclusión que las evaluaciones realizadas in situ indicaron que la edificación está conformada por todos elementos estructurales tanto de hormigón armado y mampostería, donde la resistencia del hormigón es de 390 kg/cm^2 producto del ensayo de esclerometría. Además, señala que existe coincidencia con los detalles mencionados en el plano, sin embargo, se observó regularidades en los aceros longitudinales.

Mugo (2014) The general objective is to structurally analyze using the finite element method, taking a residential building as a sample. the methodology that the author opted was the finite element method, The results obtained in comparison between the manual calculations with the FEM, in the maximum bending stress they had 32.52 MPa and 33,5004 MPa respectively, in the maximum bending in the manual calculations it was 8,259 mm and with FEM 8,678 mm, in the permissible defect of

flexion was obtained 5.556 mm in both methods and finally with respect to the allowed stress is 177.5 MPa also in both methods. reaching the conclusion that most of the structural elements are resistant and safe, only some beams were of concern for the reliability result. However, when different loads are considered, they experience greater stress, which is why he recommends a design with higher safety data.

Da Silva (2016) el autor propuso como objetivo general el de gestar un proyecto considerando refuerzo estructural para un edificio multifamiliar que se ubica en Lisboa de tipología "placa". Obtendo como resultado, de acordo com a análise modal, o maior valor em peso é dado no primeiro andar com 2.084,36 Kn e no quinto nível com uma deformação máxima de 14 cm. De acordo com o deslocamento espectral na direção negativa e positiva do "X" é 6,36cm e 6,12 respectivamente, produzindo um colapso, e na direção positiva e negativa "Y" é 1,76 e 2,21 cm de deslocamento. além disso, de acordo com as probabilidades dos estados de dano, verifica-se que o edifício desmoronou 100% em uma das direções calculadas. concluindo assim que através da comparação entre a resistência e o deslocamento da estrutura, o método de reforço com gesso será na fachada posterior, e nas vigas da fachada principal com fibras de carbono.

Henkes (2018) O autor propôs como objetivo analisar modelos estruturais de edifícios de concreto armado na NBR 6118, ABNT (2014) acrescentando dois modelos semelhantes. La metodología de la investigación posee un enfoque deductivo, que através del análisis se obtener resultados de cada elemento que se ecuentran sometidos a cargas. obtuvo como resultado en los momentos flectores que existen grandes diferencias en los resultados de cada modelo. En el análisis de los dos primeros modelos, los momentos negativos poseen una diferencia de 13.30%. Además, en el tramo 1 y 3 los momenots flectores resultando no mayor al 0.28%, pero en el tramo 2 el momento positivo resulta ser 20.41% y en el negativo 2.81%. Llegaron a la conclusion que en el análisis de los seis modelos existen muchas variaciones, al comparar el modelo 1 con el 2 se observo que el uso de offset en las vigas hace que reduzca el momento flector, pero se sabe que no viene a ser el comportamiento real de la edificación. Mientras en el análisis de columnas

en el modelo 4 se determinó una baja relación en los momentos flectores en comparación al modelo 3.

Para la presente investigación se tomó en cuenta los siguientes conceptos respectivamente.

Análisis estructural: Con respecto al concepto de análisis estructural, Estrada (2016) nos dice que hace referencia al cálculo de esfuerzos, fuerzas internas, deslizamientos y deformaciones que se pueda producir en los elementos estructurales, por medio de cálculos y conceptos de la resistencia de materiales y mediante la mecánica de sólidos. (“concepto de análisis estructural”, párr. 3). En conclusión, es el estudio que se hace a la estructura mediante cálculos y procedimientos para determinar los esfuerzos y deformaciones que se pueden producir por acciones de agentes externos. En la actualidad, muchos propietarios de inmuebles que poseen fallas estructurales no realizan un análisis, ya sea por motivo económico o falta de interés, poniendo así en peligro a las personas. Y esto hace acorde lo que menciona la Norma Técnica Peruana la E.030 diseño sismorresistente (2018, p 4) nos explica primordialmente que evitemos pérdidas humanas, que la edificación sea capaz de brindarnos los servicios básicos y tratar de minimizar todo el daño posible.

Para el análisis estructural, se realizarán dos análisis sísmicos como, el estático, el dinámico modal espectral, con la finalidad de brindar solución a la problemática que nos planteamos. Además, para un mejor análisis detallaremos las dimensiones mínimas que deben de tener los elementos para así dar propuestas que solucionen dichos problemas.

Tipo de cargas estructurales: Son los pesos que son aplicadas a todos los elementos de la estructura estas se irán distribuyendo de manera uniforme, cada uno de estas cargas representa un material distinto, y las fuerzas de las cargas se dirigen siempre a las zapatas y estas al suelo.

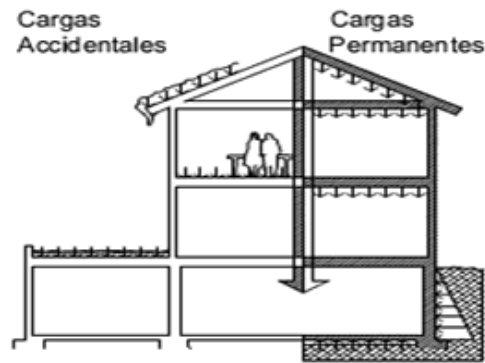


Figura 1. Tipos de cargas

Fuente: Arkiplus

Las cargas muertas: Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) la norma E.020 Cargas nos indica que son, el peso verdadero de los materiales, los dispositivos que se requieren para cada servicio de la edificación, equipos, tabiques y los elementos adicionales, teniendo en cuenta principalmente su propio peso, y pudiendo ser permanente o en algunos casos variable (p. 200). En síntesis, son cargas estables, que pueden estar presentes a lo largo de la vida de la estructura, de la misma manera existen cargas como de los equipos y tabiquería que al cambiar de posición son consideradas cargas vivas.

Las cargas Vivas: Según la Norma Técnica Peruana la norma de Cargas E.020, 2014 menciona que vienen a ser todos los pesos móviles que se pueden desplazar de un lugar a otro, tales como el peso de las personas, de los equipos requeridos, muebles, etc. (p. 200). Son las cargas no permanentes, estas son consideradas como fuerzas uniformes y deben de ser diseñadas con las cargas máximas ya que puede variar el uso que le den a la infraestructura.

El reglamento nacional de edificaciones nos brinda ciertos datos mínimos de cargas vivas que debemos de considerar para el diseño de la estructural.

Tabla 1. Cargas vivas

| OCUPACIÓN O USO | CARGAS REPARTIDAS (kg/m²) |
|------------------------|---|
| Almacenaje | 500 |
| Baños | 300 |
| OFICINAS | |
| Corredores y escaleras | 400 |
| Salas de archivos | 500 |
| Tiendas | 500 |

Fuente: Norma E.020 (RNE, 2014)

Análisis Sísmico: Acerca del concepto de análisis sísmico, Chávez y Ascencios (2015) sostiene al respecto:

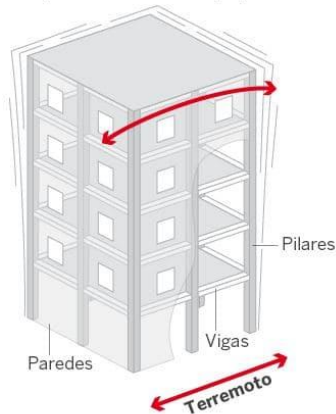
Se trata de analizar el posible comportamiento de la infraestructura a cada momento cuando sus elementos reciban las cargas vivas, muertas y las sísmica. Tomando en referencia la norma técnica peruana (NTP) E.030 basado en diseño sismorresistente, donde recomienda realizar los dos tipos de análisis, tanto estático como dinámico (p. 42).

Por lo tanto, en un análisis sísmico se evalúa el comportamiento de los elementos estructurales, por medio de los tipos de análisis y considerando el sentido más desfavorable para observar cómo reacciona en un evento sísmico. Según la norma E.030 el análisis dinámico tiempo historia no es exigido, solo se usa con fines de verificación de las dos anteriores.

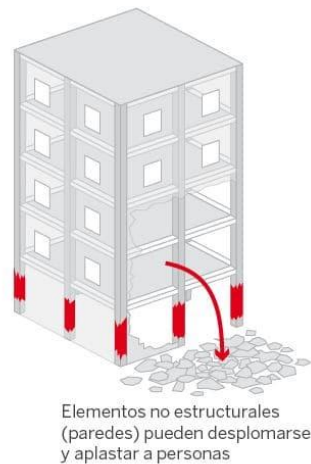
Este análisis se ejecuta con la intención de determinar las fuerzas internas que se originan en la edificación por el movimiento vibratorio de la tierra (Choquehuanca, 2017, p.31). Por ello se tiene que tener en cuenta los parametros que se mencionaran a continuacion.

Fallos que suelen producirse en un inmueble no sismorresistente

1 El terremoto produce **movimientos laterales**, para los que el edificio no está preparado



2 Los daños del edificio **se concentran en una planta** (muchas veces, la planta baja)



3 La planta dañada deja de poder soportar las cargas verticales y el edificio **se desploma**

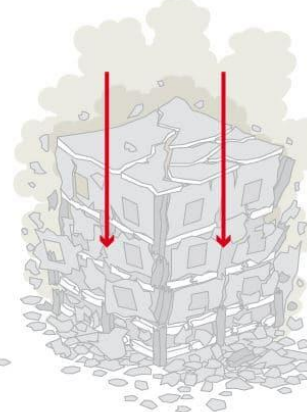


Figura 2. Estructura sometida a esfuerzo sísmico

Fuente: Ovacen

Zonificación (Z): Según la norma técnica peruana (NTP) E.030, 2018. Nuestro país se divide en cuatro zonas, basándose en la distribución espacial de la sismicidad calculada, también los movimientos sísmicos y la atenuación de estos con la distancia del foco donde se produce dichos movimientos.

Como se observa en la figura N° 3, la edificación Galerías Ayacucho que se analizara se encuentra localizado en la zona 2, con un factor de correspondencia 0.25 que se utilizara para los cálculos respectivos.



Figura 3. Zonificación del Perú

Fuente: Norma E.030 (RNE 2018)

Tabla 2. Factor de zona “Z”

| FACTOR DE SONA "Z" | |
|--------------------|-------------|
| ZONA | Z |
| 4 | 0.45 |
| 3 | 0.35 |
| 2 | 0.25 |
| 1 | 0.1 |

Fuente: Norma E.030 (RNE 2018)

Categoría de las edificaciones (U): Existen diferentes tipos de edificaciones, estas se clasifican según su función. El edificio de estudio posee una categoría “C” consideradas edificaciones comunes, por lo tanto, el valor de Factor “U” es de 1.0, según la información brindada por el Reglamento Nacional de Edificaciones E.030, 2018.

Tabla 3. Categoría de las edificaciones

| Tabla N° 5 CATEGORIA DE LAS EDIFICACIONES | | |
|--|--|----------------------------|
| CATEGORIA | DESCRIPCION | FACTOR <i>U</i> |
| A Edificaciones esenciales | <p>A1: Son los que se encuentran en la zona 4 y 3. Edificaciones como los hospitales, establecimientos de salud, institutos y similares.</p> <p>A2: Son los edificios que deben de tener los menos daños posibles.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Centro de salud que no se encuentran incluidos en la categoría de tipo A1, excluyendo los edificios administrativos o de consulta externa. • Puertos, aeropuertos, centrales de comunicación, estaciones de bombero, cuarteles de la fuerza armada y policiales. • Generadores y transformación de electricidad, reservorios y planta de tratamiento de agua. <p>Construcciones pueden presentar un peligro como las fábricas, grandes hornos y almacén de sustancias inflamables y toxico.</p> | 1,5 |
| B Edificaciones Importantes | Son construcciones que albergan una gran cantidad de individuos como son los teatros, centros comerciales, la prisión, estadios, museos, lugares donde aguardan archivos primordiales, las bibliotecas e incluimos los graneros y almacenes de abastecimiento | 1,3 |
| C Edificaciones Comunes | En estas podemos entrar la mayoría de las construcciones, como son las viviendas, hoteles, depósitos, oficinas, restaurantes e incluso las instalaciones industriales que no generen problemas de incendios o filtraciones de contaminantes. | 1,0 |
| D Edificaciones Importantes | En esta categoría podemos encontrar la construcción de depósitos, casetas de guardianía, entre otros. | Ver nota 3 |

Fuente: Norma E.030 (RNE, 2018)

Para las condiciones geotécnicas, nos basaremos según el perfil de suelo y el parámetro de sitio (S , TP y TL): se considera el perfil que describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de ampliación del suelo S , y de los TP y TL según las tablas.

Tabla 4. Clasificación de los perfiles de suelo

| Tabla N° 2 CLASIFICACION DE LOS PERFILES DE SUELO | | | |
|--|--------------------------------|----------------|-------------------------|
| Perfil | \bar{V}_s | N_{60} | S_u |
| S0 | > 1500 m/s | - | - |
| S1 | 500 m/s a 1500 m/s | > 50 | >100 kPa |
| S2 | 180 m/s a 500 m/s | 15 a 50 | 50 kPa a 100 kPa |
| S3 | < 180 m/s | < 15 | 25 kPa a 50 kPa |
| S4 | Clasificación basada en el EMS | | |

Fuente: Norma E.030 (RNE, 2018)

Tabla 5. Parámetro de sitio

| Tabla N° 3 FACTOR "S" | | | | |
|--------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| SUELO ZONA | S ₀ | S ₁ | S ₂ | S ₃ |
| Z ₄ | 0,80 | 1,00 | 1,05 | 1,10 |
| Z ₃ | 0,80 | 1,00 | 1,15 | 1,20 |
| Z ₂ | 0,80 | 1,00 | 1,20 | 1,40 |
| Z ₁ | 0,80 | 1,00 | 1,60 | 2,00 |

Fuente: Norma E.030 (RNE, 2018)

Tabla 6. Parámetro de sitio

| Tabla N° 4 Periodo "T _P " y "T _L " | | | | |
|---|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Perfil de suelo | | | |
| | S ₀ | S ₁ | S ₂ | S ₃ |
| T _P (s) | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 1,0 |
| T _L (s) | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,6 |

Fuente: Norma E.030 (RNE, 2018)

En el presente proyecto de investigación se tomará en cuenta el perfil de suelo "S2", ya que según el resultado del estudio de suelo señala que posee una capacidad portante de. Por lo tanto, como la edificación se encuentra en Z2, el parámetro de sitio equivale a 1.2, en consecuente los valores de TP y TL son 0.6 y 2.0 respectivamente.

Para obtener el periodo fundamental de la vibración (T) utilizaremos la fórmula que nos indica la Norma E.030 del 2018, en el artículo 28.5.4.

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

Donde:

h_n : Altura total del edificio

$C_T = 35$

- Para edificios aporticadas de concreto armado, pero sin muro de corte.
- Para edificios aporticadas dúctiles de acero con coaliciones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

$$C_T = 45$$

- Para edificios aporricadas de concreto armado incorporados de muros en los ascensores y escaleras.
- Para edificios aporricadas de acero arriostradas.

$$C_T = 60$$

- Para edificios de albañilería confinada y para los de concreto armado duales, de muros estructurales y de ductilidad limitada.

Ya que el inmueble de Galerías Ayacucho presenta un sistema de albañilería confinada en dirección “X” y “Y” el valor de $C_T = 60$, y se considerara una altura con los tres niveles.

El factor de ampliación sísmica según la norma técnica peruana E.030 (2018, p. 12) de diseño sismorresistente manifiesta que el factor de ampliación sísmica (C), se determina por medio de las características del lugar, según las tres formulas como se muestra a continuación.

$$T < T_p \qquad C = 2.5$$

$$T_p < T < T_L \qquad C = 2.5 \times \left(\frac{T_p}{T}\right)$$

$$T > T_L \qquad C = 2.5 \times \left(\frac{T_p \times T_L}{T^2}\right)$$

Donde:

C = Factor de ampliacion sísmica.

T_p = Periodo de planta

T_L = Periodo lateral

T = Periodo de la edificación

Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R): según la Norma Técnica Peruana E.030 (2018, p. 19) diseño sismorresistente nos indica que resulta por el producto del coeficiente R_o de la tabla N°7 con los factores I_a y I_p de las tablas N°8 y N°9 respectivamente.

Tabla 7. Coeficiente básico de reducción

| Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES | |
|--|---|
| Sistema Estructural | Coeficiente Básico de Reducción R_0 (*) |
| Acero: | |
| Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF) | 8 |
| Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF) | 7 |
| Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF) | 6 |
| Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF) | 8 |
| Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF) | 6 |
| Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF) | 8 |
| Concreto Armado: | |
| Pórticos | 8 |
| Dual | 7 |
| De muros estructurales | 6 |
| Muros de ductilidad limitada | 4 |
| Albañilería Armada o Confinada. | 3 |
| Madera (Por esfuerzos admisibles) | 7 |

Fuente: Norma E.030 (RNE, 2018)

La edificación tomada como modelo posee un sistema de albañilería armada, por lo que su valor de reducción es de “3”.

Para los factores de irregularidades I_a y I_p , los valores se determinarán según las tablas que se presentan a continuación respectivamente.

Tabla 8. Irregularidades estructurales en altura

| TABLA N°8 | |
|--|-------------------------|
| IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA | FACTOR DE IRREGULARIDAD |
| Irregularidades de rigidez - piso blando | 0.75 |
| Irregularidades de resistencia - piso débil | 0.75 |
| Irregularidad extrema de rigidez | 0.50 |
| Irregularidad extrema de resistencia | 0.50 |
| Irregularidad de masa o peso | 0.90 |
| Irregularidad geométrica vertical | 0.90 |
| Discontinuidad en los sistemas resistentes | 0.80 |
| Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes | 0.60 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Irregularidades estructurales en planta

| TABLA N°9 | |
|---|-------------------------|
| IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA | FACTOR DE IRREGULARIDAD |
| Irregularidades torsionales | 0.75 |
| Irregularidad torsional extrema | 0.60 |
| Esquinas entrantes | 0.90 |
| Discontinuidad del diafragma | 0.85 |
| Sistemas no paralelos | 0.90 |

Fuente: Elaboración propia

Análisis sísmico estático: Según la NTP E.030 (2019, p 21. Art. 28) en este análisis sísmico las fuerzas actúan en el centro de masas en cada nivel que posee la estructura. En la presente investigación se aplicará el análisis estático lineal donde Chavesta (2019), menciona que el análisis estático lineal es aplicable generalmente en estructuras regulares que tengan una corta altura, donde podemos calcular los desplazamientos, fuerzas aplicables para el diseño y la distribución de fuerzas sísmicas (p. 29). Para el diseño de la estructura se tendrán en cuenta las fuerzas sobre la altura de la estructura, fuerzas sísmicas y de la misma manera las fuerzas internas, bajo una rigidez elástica lineal.

El edificio se encuentra conformado con un grado de libertad con una rigidez tipo elástica y un amortiguamiento viscoso. La cortante basal se distribuye en todos los niveles de la edificación como fuerzas en sentido horizontal. La desventaja que presenta este método es que no consideran los modos superiores y los datos reales producto del sismo ya que son calculadas de manera indirecta es por ello que se aplican en construcciones regulares y de mediana altura como se mencionó anteriormente.

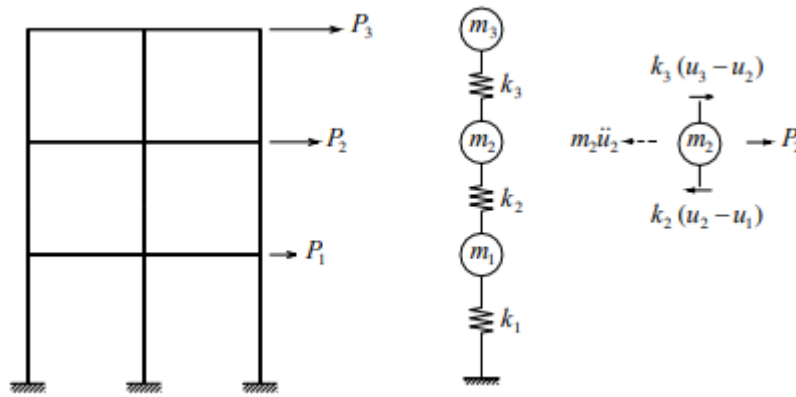


Figura 4. Representación de un sistema del análisis estático

Fuente: Análisis sísmico de edificio (1990-1991)

Sin embargo, la norma E.030 menciona que tanto estructuras regulares como irregulares se pueden realizar mediante este análisis siempre y cuando se encuentran en la zona sísmica 1. En otras zonas necesariamente deben ser regulares, según el artículo 19, y no sobrepasar de los 30 metros de altura, para edificaciones de albañilería confinada, armada y con muros portantes de concreto armado no deben de pasar los 15 metros de altura, por mas que sean irregulares.

La fuerza cortante total que se aplica en la base de la estructura está representada por la siguiente la expresión.

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

Donde:

Z= Factor de zona

U= Categoría de edificación y factor de uso

C= Factor de ampliación sísmica

S= Factor de suelo

P= Estimación del peso

R= Coeficiente de reducción

Se tiene que tener en cuenta el valor de C/R ya que no se considera menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

Para el cálculo de las fuerzas sísmicas en alturas se determinan por la siguiente formulas, estas

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^j}$$

Donde:

n = Numero de pisos del edificio

K = Exponente relacionado con el periodo

V = Fuerza cortante

- ❖ Cuando T es menor o igual a 0.5 segundos entonces $K= 1.0$
- ❖ Cuando T es mayor a 0.5 segundos entonces $K= (0.75 + 0.5T) \leq 2.0$

Análisis dinámico modal espectral, es un método para conocer los desplazamientos y las fuerzas que se presentan en los elementos estructurales. Así mismo Rodríguez (2016) sostiene al respecto que la vibración del suelo es transmitida primero a la cimentación, luego hacia las columnas y por último a las vigas y losas llegando así a todos los elementos de la estructura, por esta razón, se originan desplazamiento de las masas en forma concerniente con respecto al suelo (p. 13). De la misma manera Godfrey, Schmidt, Esquivel y Liu (2020) señala que el análisis espectral permite evaluar las propiedades dinámicas como las frecuencias al mismo tiempo estas ayudan a observar lo que genera las resonancias en la estructura y a través de interpretación de los registros de vibración ambiental se permite estimar las formas y el amortiguamiento modal (p. 75). Las vibraciones ambientales es producto por el uso cotidiano de la estructura, por la acción de la fuerza del viento, el tránsito de los vehículos cercanas al inmueble y los microtemores.

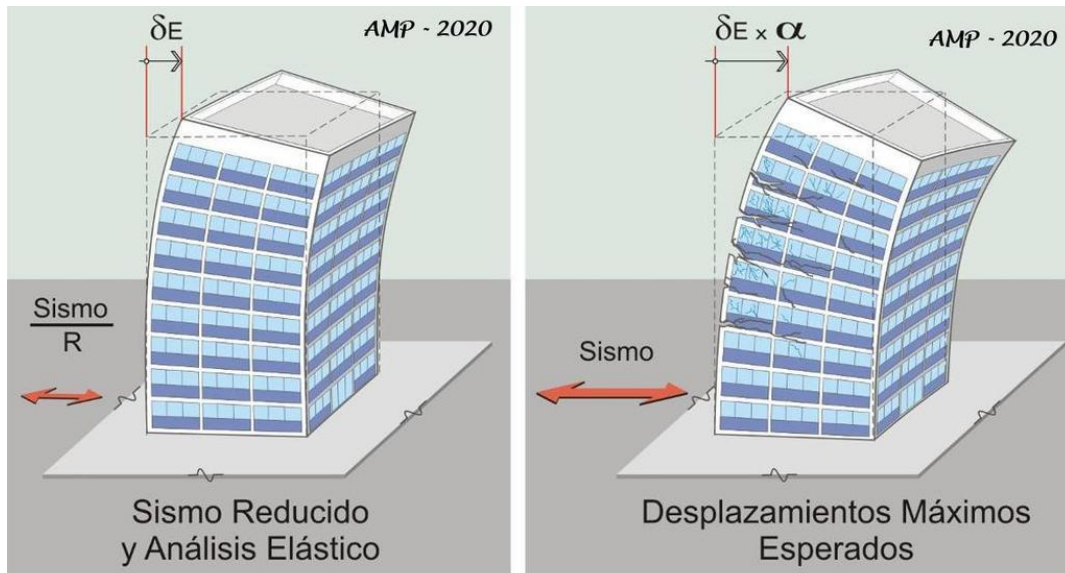


Figura 5. Comportamiento de un edificio ante un sismo

Fuente: Comentario a la norma E.030 diseño sismorresistente

Acerca del modo de vibración la Norma Técnica Peruana E.030 (2018) nos indica que toda estructura es apta para el análisis dinámico espectral, considerando las características de rigidez y la distribución de masas, teniendo en cuenta que en cada dirección se considera la suma de masas sea al menos el 90% de la masa total. De la misma manera para la fuerza cortante mínima nos indica que la dirección de análisis según el artículo 25, se debe de tener en cuenta que en el primer entrepiso no puede ser menor que el 80% del resultado obtenido según la distribución de la fuerza sísmica en altura, esto en estructuras regulares y en las irregulares no deben ser menores al 90%. Si no se cumpliese los parámetros se debe de incrementar el cortante.

Aceleración espectral: Según la norma Técnica Peruana E.030 (2018, p. 24) Para cada uno de las direcciones tanto en "X" como en "Y", se usará un espectro inelástico de pseudo - aceleraciones definido mediante la siguiente formula.

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

Donde:

Z= Factor de zona

U= Categoría de edificación y factor de uso

C = Factor de ampliación sísmica

S = Factor de suelo

g = Gravedad

R = Coeficiente de reducción

Teniendo en cuenta que para la dirección vertical se podrá usar un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro calculado para las direcciones horizontales. Excepto para las zonas de periodos muy cortos ($T < 0,2T_p$) en la que se considera:

$$T < 0,2T_p \qquad C = 1 + 7,5 \left(\frac{T}{T_p} \right)$$

El ensayo que se va a realizar durante este tiempo de investigación es el ensayo de diamantina, considerado como un ensayo destructivo que se realizan sobre testigos de concreto para determinar ciertas características físicas del material, y dicho ensayo genera alteraciones, daños o roturas del elemento que fue sometido. Según la norma ASTM C42-04 el ensayo de diamantina se realiza cuando se desconoce la calidad del concreto, cuando se visualiza que la edificación se encuentra sobre exigida y principalmente cuando se quiere conocer la resistencia del concreto en estructuras antiguas. Es por ello que se aplicará este ensayo, porque la edificación a modelar posee una antigüedad de más de 40 años y se desconoce la resistencia del concreto que es fundamental para el modelamiento. Y través de este método de ensayo no solo se puede determinar la resistencia a la compresión sino también a la tracción indirecta y a la flexión del concreto, esto según la norma ASTM C42-04.

El manual de ensayos de materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) (2016), consiste en que se le aplique una carga axial a la muestra extraída conocido también como testigo, hasta que se observe la primera falla. La resistencia a la compresión es el resultado que se da gracias a la división entre la fuerza aplicada con la sección transversal. Cabe resaltar que los valores que se pueda obtener dependen de muchos factores, como es el tamaño y forma del testigo, de la temperatura, de la edad, de los procedimientos del mezclado y las condiciones de humedad.

Este método de ensayo se encuentra respaldado por las siguientes normas, NTP 339.034:2015 (para la determinación de la resistencia a la compresión de muestras cilíndricas), NTP 339.037:2015 (Refrentado de muestras cilíndricas de concreto), NTP 339.187:2013 (Determina los vacíos, densidad y absorción de concreto), NTP 339.211:2015 (Determina el espesor de elementos mediante la extracción de corazones diamantinos), NTP 339.216:2016 (Uso de almohadillas de neopreno), ASTM 1542:2016 (Medición de la longitud de los núcleos), ASTM C42 (obtención y ensayo de núcleos perforados), RNE 060:2009 y del manual de ensayo del MTC la E 704, E 707 y E 709.

Con respecto a los equipos que se usan, la NTP 339.034:2015 nos indica que la máquina de compresión debe de calibrarse anualmente, máximo sin exceder los 13 meses y poseer una velocidad de carga indicada. Además, la NTP 339.059:2017 hace referencia al uso de un taladro que posee una broca con una corona diamantada con un sistema de enfriamiento para la obtención de corazones diamantinos, una sierra con hoja diamantada o con carburo de silicio para el perfilado de las muestras, una balanza de precisión de 5 gramos. y una wincha, en preferencia un vernier para la medición de los diámetros y la profundidad de punto de muestra.



Figura 6. Equipamientos de ensayo de diamantina

Fuente: Elaboración propia

Para la extracción de corazones diamantinos el diámetro mínimo es de 3.70 pulgadas o ser como mínimo dos veces el tamaño máximo del agregado grueso, pero es preferible escoger el mayor. Sin embargo, existen excepciones cuando la distancia entre refuerzos es menor, y solo ahí se utilizan diámetros inferiores a los 94 mm. Con respecto a la longitud mínima es preferible que este entre 1.9 a 2.1 veces al diámetro. En caso de que la relación longitud/diámetro (L/D) exceda 2.1, se tiene que reducir hasta que la relación se encuentre entre los parámetros ya mencionados. Si las longitudes son menores que 1.75 en relación longitud/diámetro, necesariamente se utilizan los factores de corrección que se muestran a la tabla N° 10 cabe resaltar que, si posee como longitud máxima de menos del 95% con respecto al diámetro o si mide menos que el diámetro, no podrá ser ensayado.



Figura 7. Medición de las muestras

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Relación longitud y diámetro

| RELACIÓN L/D | FACTOR DE CORRECCIÓN |
|--------------|----------------------|
| 1.75 | 0.98 |
| 1.50 | 0.96 |
| 1.25 | 0.93 |
| 1.00 | 0.87 |

Fuente: NTP 339.059:2015

La NTP 339.059:2017 hace mención que luego de la extracción dejemos que el agua de la superficie se evapore durante un lapso no mayor a una hora de haber sido extraído, para luego colocarlo en bolsas herméticas o en contenedores que no absorban para mitigar la pérdida de humedad. Y procurar que no se expongan a la luz solar, y el proceso de capeado no debe ser mayor de dos horas y mantenerlo los testigos en las bolsas o recipientes, excepto durante el capeado, y el tiempo mínimo para el ensayo de compresión es de cinco días de ser extraídas.

Reforzamiento estructural Para definir acerca del reforzamiento estructural, Jacome (2014) Sostiene al respecto:

[...] el reforzamiento consiste en hacer que aumente la capacidad de una estructura existente. La necesidad de realizar un reforzamiento de una estructura se debe por varios factores, como cuando se cambia el uso de la edificación por la que fue construida y diseñada originalmente. El objetivo del reforzamiento de una estructura surge como una necesidad para hacer frente a una carencia de resistencia de la misma estructura (p. 44).

En síntesis, los reforzamientos se van a dar cuando se presentan irregularidades después de que se haga un análisis estructural de la edificación, ya que se requiere incrementar sus capacidades de carga, cuando se presentan deficiencias estructurales. De la misma manera Navarrete (2017) menciona que:

Para poder reforzar una edificación debemos encontrar factores como deterioros, daños físicos o químicos, frágil ante agentes mecánicos, errores constructivos y de diseño, el uso de la edificación es distinto a lo proyectado, actualización de normas técnica, entre otros. Con la finalidad de recuperar la estabilidad de la estructura, ya sea reparando, reforzando y/o vigilar la estructura continuamente (p. 2).

En resumen, los reforzamientos estructurales cambian las propiedades de los elementos estructurales del inmueble con propósito de evitar la demolición de la edificación y estas propiedades que sufren mejoras son.

- ✓ Capacidad de carga
- ✓ Serviciabilidad
- ✓ Rigidez
- ✓ Ductilidad

- ✓ Disipación de energía
- ✓ Amortiguamiento

Tipos de reforzamientos: Con el pasar de los años se han hecho diferentes estudios para poder contar con diferentes sistemas de reforzamientos, con el objetivo de brindar protección y garantía tanto al dueño de la edificación como a los usuarios.

A continuación, le presento los principales sistemas de reforzamiento que se van a considerar para la investigación:

- Material fibra de carbono (FRP)
- Encamisado en concreto reforzado

El reforzamiento estructural con láminas de fibra de carbono viene a ser con lamina de fibra de carbono nace con el fin de soportar cargas subestimadas, movimientos sísmicos, corregir fallos constructivos o de diseño, recuperar la capacidad de carga de los aceros por la corrosión, etc. La fibra de carbono es similar al grafito y se elabora con dos mecanismos, una de ellas es la fibra y una matriz. La fibra puede ser de diferentes materiales, pero la principal es de carbono, y la matriz está elaborado por un termorrígido con una resina epoxi que conforma elaborado por un termorrígido con una resina epoxi que conforma aproximadamente un 75% además, une a las fibras y les proporciona dureza.



Figura 8. Refuerzo con fibra de carbono

Fuente: Sika Colombia S.A.A. (2017)

Ventajas del uso de fibras de carbono: Las ventajas del uso de fibras de carbono son muchísimas para la construcción por ser uno de los sistemas sencillos del mundo, entre ellas Moncayo [et al] (2016) menciona que:

Las fibras te brindan una mayor resistencia a cualquier impacto, es un buen aislador de corriente eléctrica y resistente al fuego y es un excelente aislador térmico. Al aumentar la resistencia la estructura posee una capacidad mayor a esfuerzos de tensión y confinamiento de cada elemento. (p.60).

En conclusión, poseen ventajas muy concretas, tanto así que puede soportar un calor mayor a 1000°C, las características que posee son muy benéficas para una estructura. Además, poseen también ventajas como:

- Fácil el manipuleo y el uso de las fibras
- No requiere mucho mantenimiento debido a que tiene buena durabilidad.
- Mejora el edificio para posibles movimientos sísmico, contando con una buena ductilidad y del mismo modo aumenta la capacidad de absorción de energía.
- No es corrosiva

Comportamiento de los materiales de fibra de carbono según sus propiedades físicas; Respecto a su densidad la fibra de carbono varía desde 1.8 a 2.2 gr/cm³ siendo de esta manera 4 a 6 veces menor que la del acero corrugado, beneficiando así a la estructura al no aumentar más cargas. En tema de las altas temperaturas las fibras pueden llegar a soportar más de los 1000 °C, mucho más que un acero corrugado que solo soporta 538 °C, es por ello que su coeficiente de expansión termal de la fibra difiere tanto en la dirección longitudinal como transversal. Presenta un módulo de elasticidad donde $E = (700 - 2300)kg/cm^2$, su esfuerzo de rotura-tensión $f_u = (15 - 40)kg/cm^2$ siendo 10 veces el acero de $f_y = 4200 kg/cm^2$ y una deformación de falla $\delta u = 0.0160mm/mm$.

El uso de fibras de carbono como reforzamiento estructural es adecuado para solicitaciones de flexión, cortante y carga axial bajo la norma ACI 440, a

continuación, se menciona algunas propiedades que también posee de la fibra de carbono.

- Posee una dilatación reducida, la cual ayuda a tener una alta conductividad térmica.
- Se considera como un material de aislamiento
- Son muy resistentes al cambio de temperatura.
- Es mucho más rígido que el acero

Las fibras de carbono como se mencionó anteriormente nos brindan muchas propiedades a favor de la estructura, pero debemos diferenciar las propiedades si se trata únicamente de las fibras o propiedades del sistema que conforman tanto la resina más la fibra. Ya que la norma ACI 440, menciona la posibilidad de diseñar por los dos métodos mencionados, porque presentan diferentes esfuerzos y deformaciones.

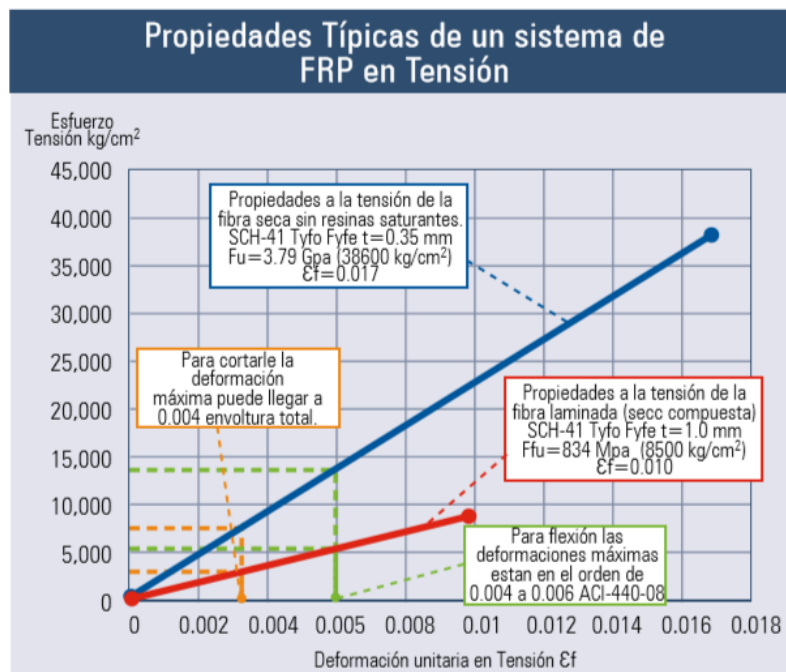


Figura 9. Propiedades de FRP en tensión

Fuente: norma ACI 440.2R (2017)

Según la figura 9 determinamos que si consideramos solo el área de la fibra sin la resina las propiedades serán descritas por la curva de color azul llegando a soportar 38 600 kg/cm² y tendrá una deformación unitaria de $\epsilon_f = 0.017$, teniendo un espesor de 0.35mm. Por otro lado, si se considera con la resina, sus propiedades

serán brindadas por la curva de color rojo donde el área será de 1 mm, el soporte máximo es de 8 500 kg/cm² y su deformación unitaria es de $\epsilon_f = 0.010$.

En la tabla 11, se aprecia en las diferentes ubicaciones que puede incorporarse las fibras de carbono, estas condiciones ambientales son en la exposición interna donde el factor de reducción tiene un valor más cercano a la unidad, exposición externa y en un ambiente agresivo, en estos casos el factor de reducción es más lejanas a la unidad porque se encuentran expuestos a la humedad, factores climáticos. (ACI 440.2R-17, 2017. P.23).

Tabla 11. Factores de reducción ambiental de diferentes sistemas FRP

| Condiciones ambientales | Tipo de fibra | Factor de reducción ambiental C_E |
|---|---------------|-------------------------------------|
| Exposición interna | Carbon | 0.95 |
| | Glass | 0.75 |
| | Aramid | 0.85 |
| Exposición externa (puentes, muelles y estacionamientos no cerrados) | Carbon | 0.85 |
| | Glass | 0.65 |
| | Aramid | 0.75 |
| Ambiente agresivo (plantas químicas y plantas de tratamientos residuales) | Carbon | 0.85 |
| | Glass | 0.50 |
| | Aramid | 0.70 |

Fuente: Norma ACI 440.2R (2017)

Los campos de aplicación de la fibra de carbono son amplios, primero ayuda el refuerzo a flexión y los elementos estructurales sometidos a flexión son la losa, viguetas y las vigas estas pueden ser rectangulares, tipo “I” o “T”, etc. el método que se aplica en estos elementos es el pegado de las láminas sobre la sección traccionada. El adhesivo cumple la función de transmitir los esfuerzos cortantes entre las fibras de carbono y el concreto. Debemos de recordar que las fibras no deben de usarse en esfuerzo a compresión, ya que es muy débil frente a ese tipo de esfuerzo y puede originar pandeo de gran medida.



Figura 10. Fibra de carbono en refuerzo a flexión

Fuente: López Molina Javier (2012)

Para el refuerzo a cortante la colocación de las fibras se pone en sentido de los estribos en cara exterior de la viga, pilares y o de otros elementos adheridos con la resina. Esto puede ayudar a obtener dos veces la capacidad a cortante incluso aporta en un mejor comportamiento dúctil. Se puede usar el sistema de unión mediante la aplicación de tiras en forma de “L” o “U” que consiste en envolver los lados del elemento.

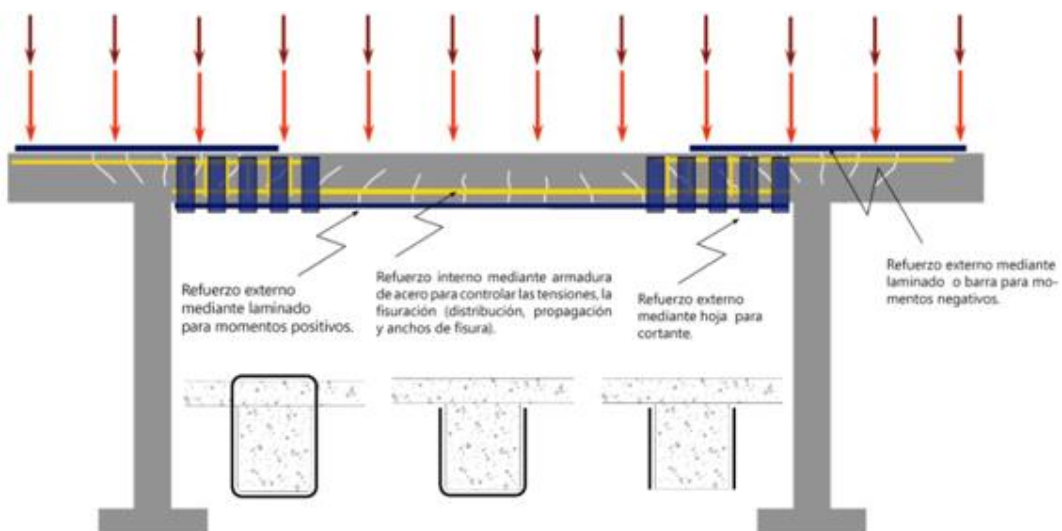


Figura 11. Fibra de carbono en esfuerzo a cortante

Fuente: Master Builders

Para los refuerzos de confinamiento los elementos estructurales deben de estar sometidos a esfuerzo de compresión como son las columnas y pilas. El proceso de

incorporación de la fibra es que se envuelve todo el cuerpo del elemento a reforzar en forma de anillo en sentido de la base hacia arriba, las capas permitidas son hasta 5 hojas superpuestas. Cuando los elementos son sometidos a fuerzas por compresión la fibra comprime logrando así que el efecto Poisson se dilate transversalmente. La capacidad de carga del elemento sometido a este refuerzo puede duplicar, mientras la capacidad de deformación llega a incrementarse 10 veces más.

Los refuerzos en muros no son muy habituales, estos se encuentran afectados por fuerzas de sismo y fuerzas verticales originado por lo de las cargas. Se pueden aplicar en albañilería como en muros de concreto. Con un sistema de pegado de tejidos sobre la sección, este método ayuda a aumentar la capacidad portante del muro para que pueda soportar las fuerzas ya mencionadas.

La resistencia a la flexión se ve aumentada cuando se unen los polímeros reforzados con fibra en dirección a la cara del elemento a flexión, este incremento de resistencia va desde 10 a 160%. En la resistencia a flexión nominal el diseño ϕM_n requiere que la flexión de un miembro sea excedida su demanda de momento, así como se muestra en la siguiente formula, es decir que se multiplica por un factor de resistencia de la tabla 11, y el factorizado del momento ultimo M_u , resulta partir de las cargas ($\alpha_{DL}M_{DL} + \alpha_{LL}M_{LL} + \dots$).

$$\phi M_n \geq M_u \quad \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

ϕ = Factor de reducción de fuerza

M_n = Resistencia a la flexión nominal (N-mm)

M_u = Momento factorizado (N-mm)

La norma ACI 440 recomienda que el momento factorizado se hallara usando los factores de carga mencionados en la ACI 318. El factor de reducción (ϕ) se aplica como adicional para FRP, (ψf_s) cumple la función de mejorar la confiabilidad y de los diferentes modos de fallas.

- ✓ Falla tipo 1: Trituración del concreto antes de que cede el acero.

- ✓ Falla tipo 2: Cede el acero en la tensión seguidamente se produce la ruptura de las fibras de carbono.
- ✓ Falla tipo 3: Cede el acero en la tensión seguidamente se produce la trituración del concreto.
- ✓ Falla tipo 4: Cizallamiento de las láminas de carbono que cubren el concreto.
- ✓ Falla tipo 5: Desunión entre la fibra de carbono y el concreto.

El aplastamiento del concreto se origina siempre y cuando la compresión y la tensión se logra aprovechar al máximo, la deformación ($\epsilon_c = \epsilon_{cu} = 0.003$), la ruptura de los adhesivos se produce cuando el FRP alcanza su deformación de diseño ($\epsilon_f = \epsilon_{fu}$), mucho antes que el concreto logre alcanzar su tensión máxima.

La desunión se produce cuando la fuerza del sustrato no logra soportar la FRP, para prevenir las grietas y desprendimientos debe limitarse a la tensión como se define con la ecuación.

$$\epsilon_{fd} = 0.083 \sqrt{\frac{f'_c}{nE_f t_f}} \leq 0.9\epsilon_{fu} \quad (\text{in.-lb}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\epsilon_{fd} = 0.41 \sqrt{\frac{f'_c}{nE_f t_f}} \leq 0.9\epsilon_{fu} \quad (\text{SI}) \quad \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

ϵ_{fd} = Deformación de unión de refuerzo de FRP (mm/mm)

f'_c = Resistencia a la compresión del concreto (MPa)

E_f = Modulo de elasticidad a la tracción (MPa)

n = Numero de pliegues de refuerzo de FRP

t_f = Espesor nominal de una lámina de refuerzo (mm)

ϵ_{fu} = Deformación unitaria ultima por tracción de FRP (mm/mm)

La ecuación anterior es produce del promedio de los valores de las deformaciones que se producen en la fibra en el punto de desunión para apreciar los ensayos flexión durante el tiempo del despegado para determinar el coeficiente de ajuste de 0.41. para la confiabilidad de las fibras se adiciona el factor de reducción de resistencia. Los anclajes ayudan a que no se produzcan las desuniones, además, aumenta la tensión efectiva hasta la ruptura. En la montada de la fibra de carbono

el valor de $\epsilon\epsilon_{fd}$ varía desde $0.6\epsilon_{fu} - 0.9\epsilon_{fu}$, pero depende de las dimensiones del acero y de la fibra de carbono

Sobre los reforzamientos de elementos estructurales la norma ACI 440.2R (2017) presenta guías para reforzar la tensión de los elementos estructura donde se adiciona la fibra de carbono.

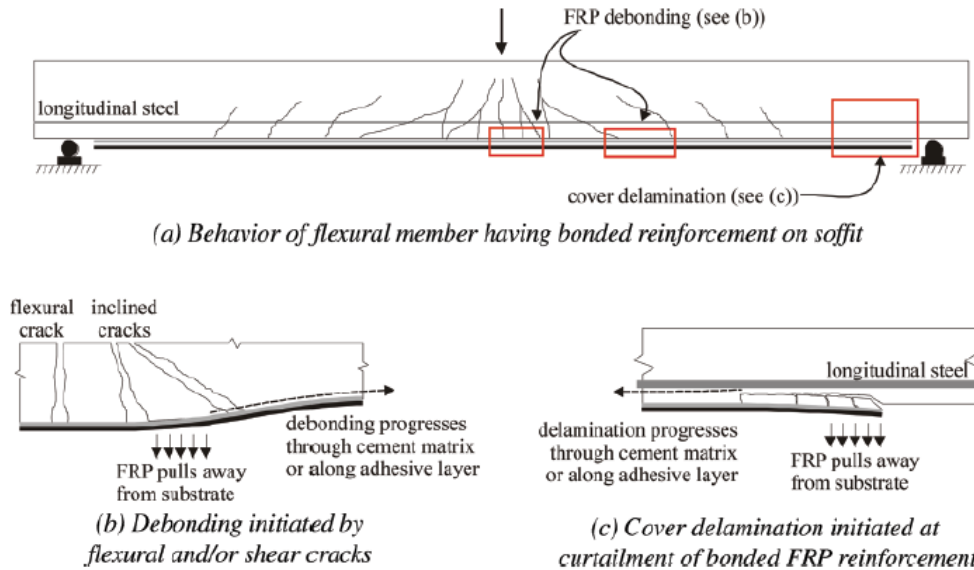


Figura 12. Elemento reforzado con FRP y diferentes fallas que se producen.

Fuente: Norma ACI 440.2R (2017)

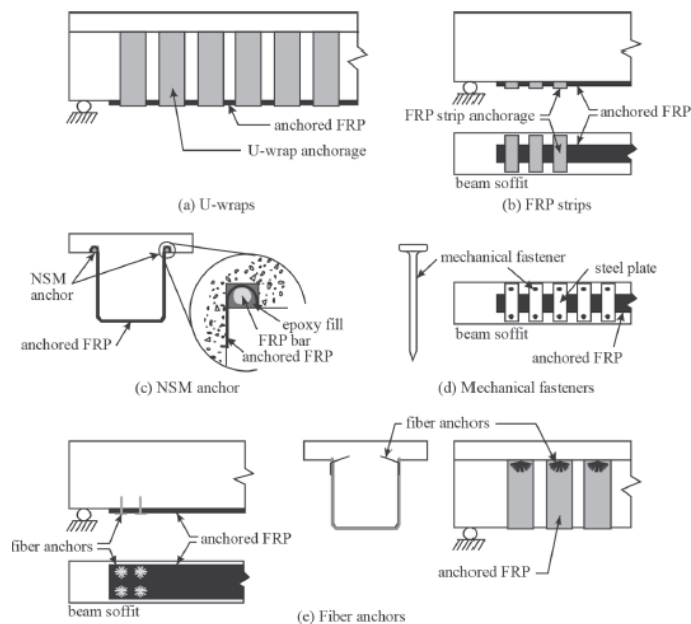


Figura 13. Tipos de anclajes externos

Fuente: Norma ACI 440.2R (2017)

En los refuerzos de flexión de plafones cóncavos la presencia de curvaturas puede llevar a que se origine tensiones de tracción a los adhesivos y en el área donde se une la fibra de carbono con el concreto. Además, las tensiones de tracción producen las desuniones o fallas interlaminares ocasionando que la efectividad disminuya. Si las curvaturas son más de 1 metro de longitud con una elevación de 5 mm, la sección debe ser resanado.

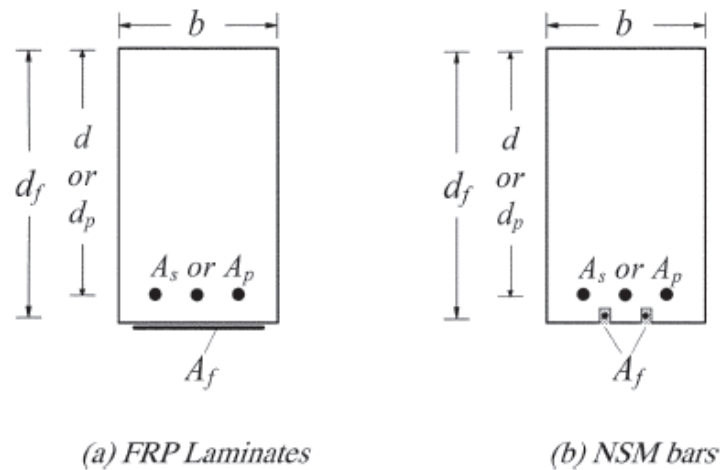


Figura 14. Sistema de reforzamiento con fibra de carbono

Fuente: Norma ACI 440.2R (2017)

Sabemos que las fibras de carbono se comportan como elásticos hasta que llegue el punto de falla. Es por eso que se tiene que considerar las deformaciones que se presentan en este reforzamiento, y el nivel de deformación se determina al grado que ha llegado el FRP, la máxima deformación se presenta cuando en el concreto se origina aberturas en el momento en que la fibra se rompa o se desprege del concreto. La deformación efectiva del refuerzo viene dada por la siguiente formula.

$$\epsilon_{fe} = \epsilon_{cu} \left(\frac{d_f - c}{C} \right) - \epsilon_{bi} \leq \epsilon_{fd} \quad \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

ϵ_{fe} = Esfuerzo efectivo (mm/mm)

ϵ_{fd} = Distancia

C = Distancia de la fibra de compresión extrema al eje neutro (mm)

d_f = Profundidad efectiva del refuerzo de FRP (mm)

ϵ_{bi} = Deformación en el sustrato de concreto por el momento flector (mm/mm)

ϵ_{fd} = Deformación de unión de refuerzo de FRP

La tensión efectiva en el reforzamiento de fibras de carbono es el máximo nivel de tensión que puede ser desarrollado en el reforzamiento antes de la falla de flexión en la sección. Este estrés efectivo se puede encontrar en la tensión en la fibra, asumiendo un comportamiento perfectamente elástico. Tal como se puede apreciar en la ecuación.

$$f_{fe} = E_f \epsilon_{fe} \quad \dots\dots\dots (5)$$

Donde:

f_{fe} = Tensión efectiva en fibras (MPa)

E_f = Modulo de elasticidad a la tracción de fibras de carbono (MPa)

ϵ_{fe} = Esfuerzo efectivo en el refuerzo alcanzado en la falla (mm/mm)

El factor de reducción de resistencia donde el uso de estas fibras para el refuerzo a flexión hace que el elemento pierda ductilidad, estas pérdidas en la mayoría de los casos es casi insignificante. Pero si se presentan perdidas considerables de ductilidad se debe de comprobar y evaluar el nivel de deformación que se presenta en el acero en el estado limite ultimo. Cuando se refuerza el concreto con acero no pretensado, se llega a obtener una ductilidad adecuada si el acero se deforma en el momento de compresión del concreto o cuando llega el punto de fallo del FRP, incluyendo que se puedan presentar deslizamientos o desprendimientos de al menos 0.005 de acuerdo a la normativa del ACI 318.

$$\phi = \begin{cases} 0.90 & \text{for } \epsilon_t \geq 0.005 \\ 0.65 + \frac{0.25(\epsilon_t - \epsilon_{sy})}{0.005 - \epsilon_{sy}} & \text{for } \epsilon_{sy} < \epsilon_t < 0.005 \\ 0.65 & \text{for } \epsilon_t \leq \epsilon_{sy} \end{cases} \quad \dots\dots\dots (6)$$

Donde:

ϵ_{sy} = Deformación correspondiente al límite elástico del refuerzo de acero no pretensado (mm/mm).

ϵ_t = Tensión de tracción en el acero (mm/mm)

El factor de reducción tendrá un valor de 0.90 para sección dúctiles y 0.65 en frágiles. En la ecuación anterior se debe de tener en cuenta que el acero presenta un límite elástico de 80ksi o 550 MPa.

La capacidad de servicio debe de cumplir con lo que se menciona en la norma ACI 318, por eso los esfuerzos externos de las fibras de carbono se utiliza el análisis de sección transversal. Para que no se presenten deformaciones inelásticas en el concreto los aceros internos no deben de ceder ante las cargas de servicio, las cuales su límite elástico es de 80% y así también la carga límite en el concreto debe ser el 60% de la resistencia del concreto.

$$\begin{aligned} f_{s,s} &\leq 0.80f_y \\ f_{c,s} &\leq 0.60f_c' \end{aligned} \quad \text{..... (8)}$$

Para tratar de que no se presenten rupturas por fluencia de la fibra por medio de fallas o esfuerzo sostenible las tensiones serán comprobadas mediante el análisis elástico y ver si se encuentren dentro del rango elástico, como se mencionó anteriormente las fibras de carbono logran soportar 0.9 veces sus resistencias ultimas, mucho antes que se produzcan la rotura por fluencia. Para calcular la tensión de refuerzo se usa el método del análisis elástico y un momento debido a las cargas más el momento máximo producido por las cargas de fatiga. El esfuerzo sostenido se expresa de la siguiente manera.

$$f_{f,s} \leq \text{Esfuerzo limite de rotura por fluencia plástica} \quad \text{..... (9)}$$

Tabla 12. Límite de tensión en la fibra de carbono para carga de servicio sostenida más cíclica.

| Tipo de esfuerzo | Tipo de Fibra | | |
|---|---------------|----------------|----------------|
| | Vidrio (GFRP) | Aramida (AFRP) | Carbono (CFRP) |
| Esfuerzo límite de rotura por fluencia plástica | $0,20 f_{fu}$ | $0,30 f_{fu}$ | $0,55 f_{fu}$ |

Fuente: Norma ACI 440.2R (2017)

Aplicación a una sección rectangular no pretensado reforzada con acero, los datos obtenidos del cálculo de la última fuerza deben de brindar una compatibilidad entre la fuerza y la deformación tomando en cuenta el tipo de falla. El método implica en considerar una supuesta profundidad al eje neutro "c", para calcular la deformación y el equilibrio de las fuerzas internas en cada elemento y si estas fuerzas no brindan un equilibrio se considerará otra profundidad y se repetirá el procedimiento.

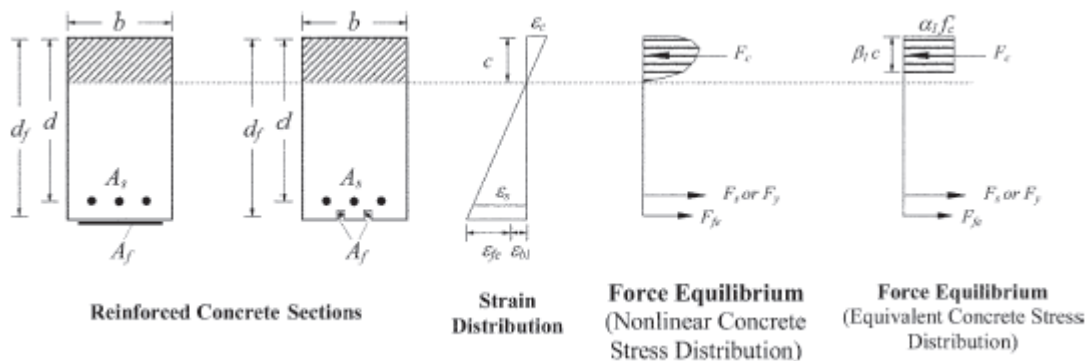


Figura 15. deformación interna y distribución de esfuerzos

Fuente: Norma ACI 440.2R (2017)

El nivel de deformación en las fibras de refuerzo es calculado por la ecuación N° 4, ya que se toma en cuenta el tipo de falla que se presenta, y para poder obtener el nivel del esfuerzo efectivo se logra obtener usando la ecuación N° 5, de la misma manera para hallar el nivel de deformación de las barras de refuerzo se calcula mediante la ecuación N° 10. La tensión en las barras de acero se logra determinar a partir de las deformaciones que se presentan en los aceros asumiendo un comportamiento tensión-deformación elásticas-perfectamente plástica como se indica en la ecuación N° 11.

$$\epsilon_s = (\epsilon_{fc} + \epsilon_{bi}) \left(\frac{d-c}{d_f-c} \right) \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$f_s = E_s \epsilon_s \leq f_y \quad \dots\dots\dots (11)$$

Con la tensión en las fibras de carbono y el acero de refuerzo para la profundidad considerada del eje neutro, el equilibrio de las fuerzas internas se comprueba mediante la ecuación N° 12.

$$\alpha_1 f'_c \beta_1 b c = A_s f_s + A_f f_{fe} \quad \dots\dots\dots (12)$$

Donde:

α_1 = Multiplicador en F'_c para determinar la intención de una distribución de tensión rectangular

F'_c = Resistencia a la compresión del concreto (MPa)

β_1 = Relación de profundidad del eje neutro

b = Ancho de la cara de compresión (mm)

c = Distancia entre la fibra de carbono y el eje neutro (mm)

A_s = Área del acero (mm²)

f_s = Tensión del acero del refuerzo (MPa)

f_{fe} = Tensión efectiva en FRP

A_f = Área de refuerzo externo de fibras (mm²)

Las variables α_1 y β_1 en la ecuación anterior viene a ser parámetros que definen la sección rectangular, a la distribución no lineal del esfuerzo. Si la falla se da por trituración del concreto entonces el valor de $\alpha_1 = 0.85$ y de $\beta_1 = 0.85$. se debe de tener en cuenta que el valor mínimo de $\beta_1 = 0.65$, ya que este se reduce 0.05 por cada 1000 psi de f'_c .

La profundidad hasta el eje neutro “c”, se encuentra juntamente compensando con las ecuaciones N°4, 5, 10, 11 y 12, de esta manera se obtiene el equilibrio de las fuerzas internas y las deformaciones. Las deformaciones y tensiones se hallan

mediante las ecuaciones N° 4, 5, 10 y 11, se considera un valor inicial para “c” luego se prosigue por la ecuación N° 12.

La resistencia nominal a la flexión de las fibras de carbono se va desarrollar mediante la ecuación N° 13. El valor de reducción ψ_f será de 0.85, este valor se obtiene gracias a las propiedades estáticas de la resistencia a flexión.

$$\phi M_n = \phi \left[A_s f_s \left(d - \frac{\beta_1 c}{2} \right) + \psi_f A_f f_{fe} \left(h - \frac{\beta_1 c}{2} \right) \right] \dots\dots\dots (13)$$

La distribución de la tensión en el elemento estructural se puede calcular mediante la ecuación N°14. Equivalente al concreto armado, donde la profundidad al eje neutro kd , el área de la fibra de carbono se llega a obtener multiplicando el área de FRP por la relación modular de la fibra de carbono al concreto. Cabe resaltar que la primera deformación no influye mucho a la profundidad del eje neutro. (ACI 440.2R, 2017. P. 28)

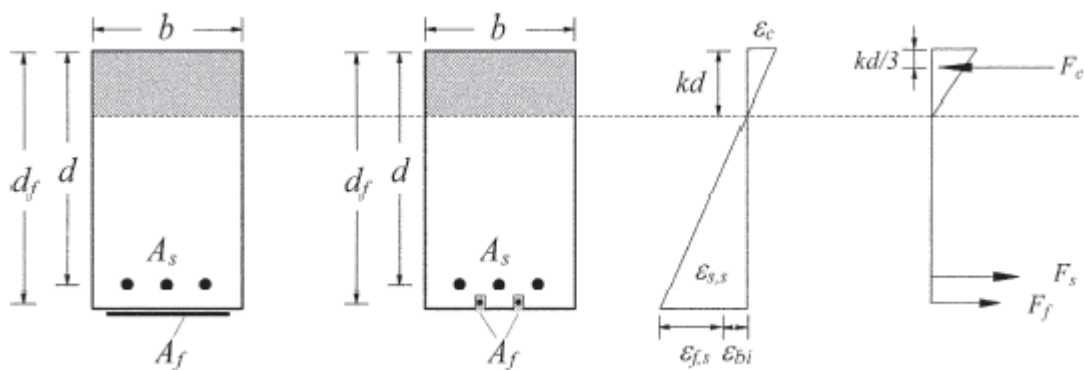


Figura 16. Distribución del esfuerzo y deformaciones internas para una sección rectangular.

Fuente: Norma ACI 440.2R (2017)

$$f_{s,s} = \frac{\left[M_s + \epsilon_{bs} A_f E_f \left(d_f - \frac{kd}{3} \right) \right] (d - kd) E_s}{\left[A_s E_s \left(d - \frac{kd}{3} \right) (d - kd) + A_f E_f \left(d_f - \frac{kd}{3} \right) (d_f - kd) \right]} \dots\dots\dots (14)$$

Donde:

$f_{s,a}$ = Tensión en refuerzo del acero

A_f = Área de refuerzo de las fibras (mm²)

A_s = Área del acero de refuerzo no pretensado (mm²)

d_f = Profundidad del refuerzo de FRP (mm)

E_f = Módulo de elasticidad a la tracción de FRP (MPa)

E_s = Módulo de elasticidad del acero (MPa)

M_s = Momento en refuerzo de acero (N-mm)

ε_{bi} = Deformación en el sustrato de concreto al momento de la incorporación de las fibras (mm/mm)

La resistencia a cortante de un elemento estructural incorporado con sistema de fibra de carbono debe ser mayor a la resistencia cortante requerida, donde la resistencia a cortante debe ser analizada mediante el factor de reducción de resistencia ϕ y la requerida se calcula usando los factores de carga según la ACI-318.

$$V_u \leq \phi V_n \quad \dots\dots\dots (15)$$

Donde:

V_n = Cortante nominal (N)

V_u = Cortante nominal (N)

ϕ = Factor de reducción de fuerza

El corte nominal del refuerzo con fibra de carbono es determinado mediante la contribución del refuerzo y del acero de refuerzo como también del concreto, adicionando un factor de reducción ψ_f , para la contribución del refuerzo con fibras de carbono.

$$\phi V_n = \phi(V_s + V_c + \psi_f V_f) \quad \dots\dots\dots (16)$$

Donde:

V_c = Resistencia al corte nominal proporcionado por el concreto

V_s = Resistencia al corte nominal compensado por los estribos

V_f = Resistencia al corte nominal compensado por la fibra de carbono.

ψ_f = Factor de reducción

ϕ = Factor de reducción

El factor de reducción depende de las caras que es envuelta, así como se muestra en la tabla

Tabla 13. Factores de reducción para el refuerzo a cortante con FRP

| | |
|-----------------|--|
| $\psi_f = 0.95$ | Elementos completamente envueltos |
| $\psi_f = 0.85$ | 3 caras envueltas en U o capas adheridas a la superficie |

Fuente: Norma ACI 440.2R (2017)

Existen tres tipos de envoltura para el incremento a esfuerzo cortante tanto en vigas o columnas. El primero consiste en envolver completamente el elemento estructural y es considerado como el sistema más óptimo y más utilizado en columnas ya que no existe inconveniente para la envoltura en sus cuatro caras. En el caso de las vigas se envuelve las tres caras en forma de "U" o solo en la sección de las caras paralelas peraltadas.



Figura 17. Tipos de envoltura en viga para esfuerzo a corte con FRP

Fuente: Norma ACI 440.2R (2017)

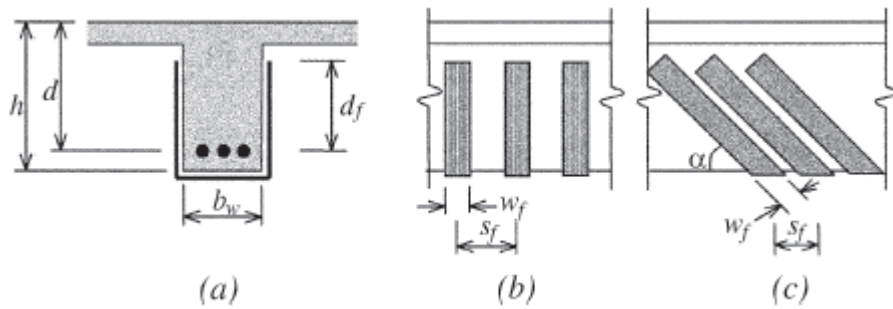


Figura 18. Dimensiones para los cálculos de refuerzo a cortante mediante fibra de carbono.

Fuente: Norma ACI 440.2R (2017)

El sistema de la fibra de carbono aplicado para la resistencia a cortante se basada en un patrón de fisura asumido y en la orientación de la fibra, donde el refuerzo de la fibra de carbono se puede calcular mediante la tensión de tracción y estad dado según la ecuación 17.

$$V_f = \frac{A_{fv} f_{fe} (\sin \alpha + \cos \alpha) d_{fv}}{s_f} \dots\dots\dots (17)$$

$$A_{fv} = 2nt_f w_f \dots\dots\dots (18)$$

Donde:

f_{fe} = Tensión efectiva en la fibra de carbono (MPa)

d_{fv} = Profundidad del refuerzo de la fibra como se indica en la figura 18 (mm)

h = Altura de la sección del concreto (mm)

t_f = Espesor nominal de la fibra de carbono.

w_f = Ancho de la fibra de carbono (mm)

s_f = Distancia entre los ejes de las fibras de carbono (mm)

n = Numero de laminas

α = Ángulo que se forma entre la fibra de carbono y la franja del concreto.

Debemos de saber que el esfuerzo a tensión en aplicación a refuerzo a cortante último es directamente proporcional al nivel de deformación que puede ser aplicado en el refuerzo a cortante cuando este se encuentre en estado ultimo.

$$f_{fe} = \varepsilon_{fe} E_f \dots\dots\dots (19)$$

La deformación efectiva es considerada como la deformación máxima que logra alcanzar la fibra de carbono en la carga ultima, donde es manejable por la falla del sistema de FRP y del concreto armado. Para un mejor desempeño debemos de tener en cuenta todos los modos de fallas.

Cuando el elemento estructural es envuelto por completo, se origina una perdida del concreto ya que su deformación es menor que la deformación última del refuerzo. Es por ello, que para tratar de evitar este modo de falla la deformación máxima será limitada a 0.4% para elementos que sean envueltos completamente con la fibra de carbono.

$$\epsilon_{fe} = 0.004 \leq 0.75\epsilon_{fu} \quad \dots\dots\dots (20)$$

Para las envolturas en forma de "U", se aprecia el fallo por delaminación del concreto antes que se origine la perdida de la traba del agregado. Es por esta razón que los esfuerzos de adherencia son analizados para poder determinar el grado de utilidad de estos reforzamientos, además, determinar el nivel de deformación efectiva. Donde la deformación efectiva es obtenida mediante el uso del coeficiente de reducción de adherencia K_v , es aplicable a cortante.

$$\epsilon_{fe} = K_v\epsilon_{fu} \leq 0.004 \quad \dots\dots\dots (21)$$

El cálculo del coeficiente de reducción de adherencia se logra obtener según la ecuación 22 y se encuentra expresado de acuerdo a la resistencia del hormigón, la forma de la envoltura, y de igual manera la rigidez de la lámina.

$$K_v = \frac{k_1 k_2 L_e}{11,900 \epsilon_{fu}} \leq 0.75 \quad \dots\dots\dots (22)$$

La longitud de adherencia efectiva, se calcula mediante la ecuación 23, hace referencia a la longitud donde contiene la mayoría de los esfuerzos de adherencia.

$$L_e = \frac{23.300}{(n t_f E_f)^{0.588}} \quad \dots\dots\dots (23)$$

Los factores "K1" y "K2" dependen de la resistencia del concreto y el sistema de envoltura, y para calcular el coeficiente de reducción de adherencia depende de los factores mencionados.

$$k_1 = \left(\frac{f'_c}{27}\right)^{2/3} \dots\dots\dots (24)$$

$$k_2 = \begin{cases} \frac{d_{fv} - L_e}{d_{fv}}, & \text{para refuerzo en U} \\ \frac{d_{fv} - 2L_e}{d_{fv}}, & \text{para refuerzo por 2 caras} \end{cases} \dots\dots\dots (25)$$

Para determinar el valor Kv debe haber sido validado tanto en alto cortante y bajo momento, y esto se puede observar en las vigas simplemente apoyadas con cargas uniformes. Sin embargo, este método, no valida el esfuerzo a cortante en secciones que se encuentran aplicadas bajo alto cortante y momento. Pero, por otro lado, Kv es conservador para dichos casos.

Para los límites de refuerzo a cortante se consideran la suma de los esfuerzos cortantes tanto en la fibra como en los aceros de refuerzo. Donde el total de estos refuerzos a cortante son limitados bajo la norma ACI 318, y este limite se obtiene de acuerdo a la ecuación 26.

$$V_s + V_f \leq 0,66\sqrt{f'_c}bd \dots\dots\dots (26)$$

Para tener un mejor funcionamiento de la fibra de carbono se tiene que seguir los siguientes pasos.

En primer lugar, la superficie deberá de estar libre de impurezas o algún residuo de hormigón como se muestra en la figura 17.



Figura 19. Limpieza de la sección donde se realiza el pegado de la fibra de carbono.

Fuente: Guillermo La Torre y Silva (2019)

Eliminar ondulaciones más de 5mm y los hoyos para ello se realizar manualmente o se puede utilizar un mortero epóxico. Pero si se encuentra defectos más grandes el resanado se debe hacer en dirección de la tracción del refuerzo.

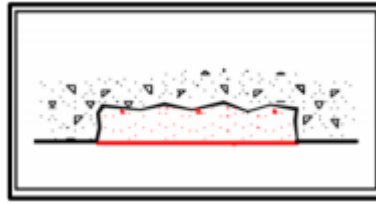


Figura 20. Eliminación de los defectos en el hormigón.

Fuente: Guillermo La Torre y Silva (2019)

El material es entregado en rollos con un ancho estandarizado, en el proceso del corte se tiene que hacer en sentido del ancho de la fibra, ya que si se corta de manera longitudinal provoca que los tejidos se desasen y en momento del pegado resulta ser mucho más trabajo y difícil. Los cortes se realizan con tijera o con una cuchilla y una regla. Los trabajos realizados debe ser un ambiente libre de obstáculos.

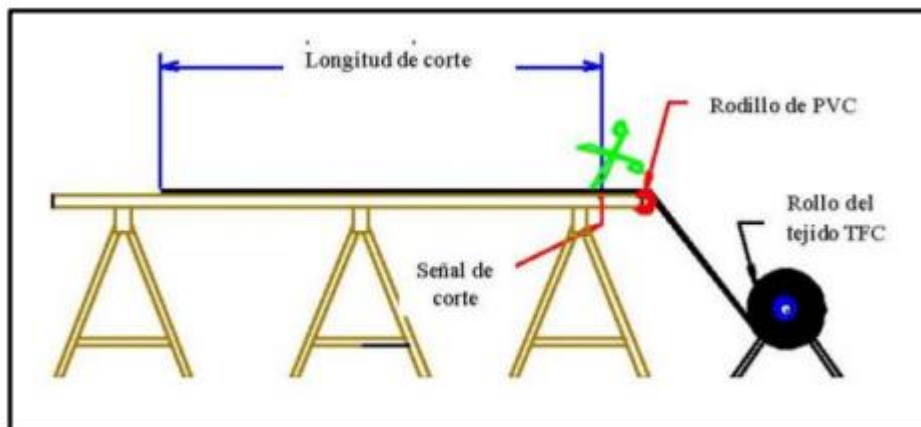


Figura 21. Modo de proceso de corte.

Fuente: Guillermo La Torre y Silva (2019)

Se prosigue con la preparación de la resina que viene a ser un producto biocomponente, sabemos que esta viene conformada por una base mas el endurecedor. El mezclado se hace en uno de los contenedores de las resinas en una proporción de 3:1 en peso o volumen mediante una mezcladora mecánica helicoidal en un lapso de 2-5 minutos aproximadamente hasta lograr una mezcla homogénea.



Figura 22. Proceso de mezclado.

Fuente: Javier López Molina (2012)

Se da inicio con la primera capa de epóxico utilizando como material el rodillo con poco tejido con el fin de penetrar en las zonas irregulares y la capa debe de estar de $700 \text{ g/m}^2 \pm 50$ gramos para tener una impregnación perfecta con la superficie. Una vez limpio el soporte la resina se aplicará como si estuviéramos pintando para tapar todas las imperfecciones hasta llegar al espesor requerido.



Figura 23. Proceso de colocación del adhesivo sobre la superficie.

Fuente: Javier López Molina (2012)

Para la incorporación de bandas de tejido se debe realizar sobre una capa de epóxico húmeda, en el momento de la colocación es recomendable usar un desenrollador, el proceso se realiza desde la una extremidad a otra, se deben de tener en cuenta el sentido de la colocación, como recomendación es bueno realizar un trazo recto antes de la colocación de bandas. Al momento del uso de las bandas

no realizar un estiramiento excesivo y deben de esta sin pliegues, al finalizar el tejido debe encontrarse totalmente aplacado y evitar las burbujas de aire. Se presionará con el rodillo incorporado una banda adhesiva para que el exceso de resina se adentre en el tejido. Al finalizar la adherencia, el tejido debe de encontrarse pegajoso.

Es recomendable no realizar uniones longitudinales, por la tensión que se producen en esos puntos y en consecuencia originar que se despeguen en un lapso de tiempo.



Figura 24. Proceso de desenrollado de la fibra de carbono.

Fuente: Guillermo La Torre y Silva (2019)



Figura 25. Eliminación de los defectos en el hormigón.

Fuente: Javier López Molina (2012)

Para la incorporación de anclajes con la fibra de carbono se perforará para luego llenarla de epóxico, para empujar los anclajes se usa un alambre como herramienta para incrustarlo en el orificio y seguidamente realizar el proceso de instalación de los anclajes. Se debe de tener en cuenta que el laminado de las fibras se coloca antes de la perforación.



Figura 26. Proceso de la aplicación de epóxico en los agujeros
Fuente: Guillermo La Torre y Silva (2019)



Figura 27. Proceso de la instalación de anclajes.
Fuente: Guillermo La Torre y Silva (2019)

La aplicación de la capa de epóxico de cierre, hace referencia a la segunda capa de resina, la cual ayuda a una infiltración al tejido para ello se usa una espátula que se pasara en sentido de las fibras cuyas dimensiones deben ser menor al ancho del tejido. Y su proceso de aplicación es cuando se termino la colocación del tejido. El revestimiento es el acabado que se le brinda para que no se note las fibras teniendo así una mejor estética.

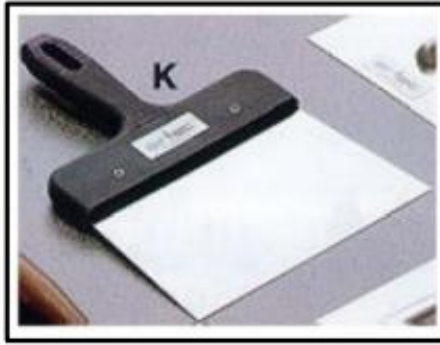


Figura 28. Uso de la espátula para la aplicación de epóxico de cierre.

Fuente: Guillermo La Torre y Silva (2019)

El otro sistema de reforzamiento es el encamisado de concreto armado, esta técnica de reforzamiento es conocido también como enchaquetado adicionando un nuevo concreto con reforzamiento para obtener una mayor resistencia y rigidez. Según la compañía (Sika: 2017). El objetivo de todo reforzamiento es brindar mayor resistencia a la estructura. Los elementos estructurales cumplen la función de brindar seguridad a la estructura en todo momento como en los terremotos, impactos, en el cambio de uso que le dan, etc. Por esta razón estos elementos necesiten reforzamiento o un reacondicionamiento. Uno de las mejores opciones es el encamisado ya que presenta una gran compatibilidad con el material original y con los refuerzos, menciona Guillermo y Silva (2019, p. 42). En conclusión, el encamisado aumenta la sección del elemento por reforzar, con el fin de que soporten cargas subestimadas en comparación al proyecto original.

Las técnicas de encamisado es el reforzado con concreto armado se recomienda un espesor mayor a 7 cm, para que el concreto proporcione una buena resistencia y los refuerzos con cuantía similar al original. En este concreto es recomendable echar aditivos super fluidificantes, para tener mayor trabajabilidad y facilite el proceso en obra. Guillermo y Silva (2019, p. 4). En las consideraciones constructivas se deben de tener en cuenta los siguientes aspectos constructivos para obtener un reforzamiento optimo. Las cuales se mencionan a continuación:

- La superficie debe de estar limpias y rugosas para que tengan una buena adherencia entre el concreto existente con el nuevo.
- El tamaño máximo de los agregados debe de ser igual al tamaño mínimo de la separación los aceros de refuerzo.

- El refuerzo en las columnas se debe de prolongar hasta en las losas, para que tenga continuidad y aumentar la resistencia a flexión.
- Para obtener un comportamiento monolítico durante los movimientos sísmicos entre el elemento existente y el refuerzo, es primordial contar con un mecanismo de transferencia de cortante en la zona de unión.

A continuación, se presenta las ventajas y desventajas del uso del encamisado.

Tabla 14. *Desventajas y desventajas del uso del encamisado.*

| VENTAJAS | DESVENTAJA |
|---|--|
| Posee un menor costo | Tiene un peso propio elevado |
| Se realiza con mano de obra no tan calificada | Aumenta las dimensiones de vigas y columnas |
| Aumenta la capacidad del elemento estructural | Los espacios arquitectónicos se reducen debido al recrecido de los elementos |
| Hace las estructuras más seguras | No pueden entrar en carga hasta pasado un tiempo prudencial, normalmente un mes. |
| Efecto de zunchado (elemento situado entre la unión de un muro de carga y un forjado que se encarga de que las cargas se repartan lo más homogéneamente posible). | Requiere un mayor tiempo |

Fuente: Guillermo y Silva (2019)

Sabemos que las columnas en una edificación jamás deben de ser elementos débiles, ya que se encuentran sometidas a cargas axiales, compresión, flexión y fuerza cortante. Por lo tanto, el encamisado en columnas Ayala y Giraldo (2018), nos indican que deben de ser compatibles y adherentes con el concreto de refuerzo, para ello el área debe presentar rugosidad, solidez, limpieza y cohesión. (p. 23). El encamisado en las columnas consiste en envolver a dicho elemento con mallas electrosoldadas en todas sus caras, teniendo en cuenta un nuevo recubrimiento, de esta manera podemos contrarrestar las fallas por cortante y a flexión, y llegar a tener un mecanismo conocido como columna fuerte-viga débil.

Recomendaciones de la norma ACI (369-06) en columnas; el encamisado debe ser de manera uniforme por todas las caras de la columna, en situaciones que no se requiere en todas las caras es necesario los elementos de conexión para que transfieran las cargas a la columna a través de ganchos soldados o el uso de

conectores entre el refuerzo longitudinal y manejar la misma resistencia de concreto, pero no menor a 210 kg/cm².

- Es recomendable encamisar las cuatro caras de la columna.
- Tratar de general un comportamiento monolítico
- Considerar un espesor mínimo de 10 y 4 cm para concreto premezclado y lanzado respectivamente.
- El concreto nuevo debe de tener una resistencia igual o mayor por 50 kg/cm² con la que fue diseñada.



Figura 29. Encamisado de columna

Fuente: Garzón, Julio (2009)

El encamisado en vigas se da como una continuación al encamisado de la columna, proporciona beneficios al incrementar la resistencia y rigidez, se aplica cuando las dimensiones no son las adecuadas con respecto a las cargas que soportan y requieren aumento de sección.

Recomendaciones de encamisado en vigas según el (ACI 369), que ayudan a incrementar la capacidad a flexión y cortante. Además, Cañas señala que estas se basan en la incorporación del acero faltante, confeccionando surcos, utilizando como instrumento el uso de sierra metálica, para luego rellenarlo con concreto de alta resistencia. Este método es aplicable para acero de refuerzo y cortante (2010, p 4).

Existen diferentes tipos de encamisado en vigas, a continuación, les presento tres formas de encamisar una viga.

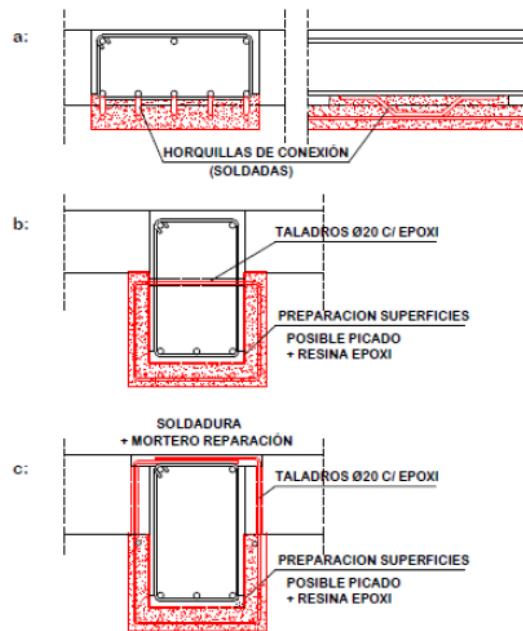


Figura 30. Tipos de encamisados en vigas

Fuente: Rio Bueno (2018)

En la imagen del inciso “a” el encamisado se ubica en la cara inferior de la viga para incrementar la resistencia a flexión positiva, está la conexión es de manera directa a los aceros longitudinales por medio de anclajes que se une mediante la soldadura. Por otro lado, en la imagen del inciso “b” el encamisado puede ir en tres o cuatro caras de la viga, con la finalidad de aumentar la resistencia en momento positivo y negativo incluyendo la resistencia cortante, este tipo de encamisado se usa especialmente en vigas peraltadas. Y por último en el inciso “c”, viene a ser un sistema de refuerzo eficiente ya que nos ayuda a tener un incremento considerado a comparación de los anteriores, mejorando así a esfuerzo a flexión como a cortante. Y el encamisado debe de estar en toda la longitud de la viga.

- Las vigas deben de estar encamisadas en toda su longitud de manera continua.
- Considerar un espesor mínimo de 8 y 4 cm para concreto premezclado y lanzado respectivamente.
- Si no se conoce con exactitud la cantidad de acero de refuerzo, la cuantía se debe limitar al 50% del área total de la sección compuesta.

Elementos estructurales: Nos referimos a las partes que ayudan a la estructural a mantenerse en pie, entre ellos tenemos al cimiento, columnas, vigas, muros portantes, y todo esto varía de acuerdo a comportamiento y propósito del proyecto.

Reforzamiento por fisuras en los elementos estructurales, se producen las fisuras en los elementos estructurales cuando se presentan tensiones que van más allá de su capacidad, es necesario un estudio profundizado y detallado y ver las diferentes causas que producen esta enfermedad en el concreto. Pueden ser de origen químico o físico (Toirac, 2004, p. 75). Además, para un mejor análisis se deben de realizarse mediciones de las fisuras, su ubicación y el ángulo para poder identificar el motivo de estas grietas. Según los cálculos se determina si se reemplaza completamente al elemento o una porción de ella, para aplicar los tipos de reforzamiento, y los reforzamientos que se aplicaran son con fibras de carbono y el encamisado.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Diseño de investigación

Acerca del concepto Domínguez y Sánchez (2009), nos dicen que en la investigación experimental podemos manipular libremente las variables (p. 5). Del mismo modo Borja (2016) sostiene al respecto que es aquella investigación que para la verificación de la hipótesis se requiere manipular caprichosamente las variables, ya que tiene una relación causa – efecto (p. 14). Por lo tanto, al manipular las variables observamos el resultado de dichas variables, para luego describir el por qué o de qué modo llega a esa situación. Por ello la presente investigación posee un enfoque cuantitativo y diseño experimental.

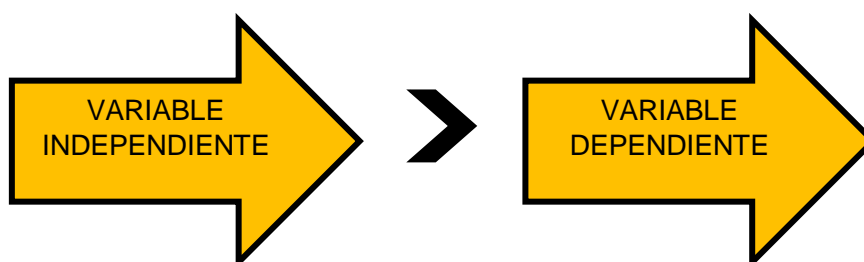


Figura 31. Causa-Efecto de las variables

Fuente: Elaboración propia

Según Huapaya y Ginocchio (2018) mencionan que la investigación de tipo aplicada son trabajos originales elaborados para obtener conocimientos nuevos y se encuentra dirigido hacia un objeto en específico (p. 43). De la misma manera Borja (2016) señala que busca operar, edificar, cambiar la realidad problemática que tenemos. Teniendo más interés en resolver la problemática antes de que surja un conocimiento universal (p. 10). Es por ello que en proyectos de ingeniería civil buscamos solucionar algún problema. Como es el caso de realizar un análisis estructural para establecer un posible reforzamiento de la estructura tomada como modelo.

Es por ello que la presente investigación es de tipo aplicada ya que nos basamos en teorías existentes para dar una solución.

3.2. Variable y operacionalización

Variables

Según Amiel (2007) se considera variable a todo aquello que posee sus propias características que las ayudan a distinguirse de los demás, y lo podemos estudiar, medir, controlar, manipular, calcular en una investigación.

Variable independiente

Amiel (2007) es el motivo, o explicación de ocurrencia de otro fenómeno. En el experimento es la variable que puede manipular el investigador y se le suele denominar tratamiento.

Variable independiente (X): Análisis estructural

✓ Definición conceptual:

Estrada (2016) nos dice que hace referencia al cálculo de esfuerzos, fuerzas internas, deslizamientos y deformaciones que se pueda producir en los elementos estructurales, por medio de cálculos y conceptos de la resistencia de materiales y mediante la mecánica de sólidos. (“concepto de análisis estructural”, párr. 3).

✓ Definición Operacional:

El análisis estructural nos ayudara a determinar los esfuerzos, deslizamientos y fuerzas internas mediante la aplicación de cargas estructurales y una simulación

sísmica por el método estático, dinámico y tiempo historia estas serán estudiadas por las siguientes dimensiones: Cargas estructurales, Análisis sísmico y técnicas de ensayos.

➤ Dimensión 1: Cargas estructurales

Indicadores: Cargas muertas

Indicadores: Cargas vivas

○ Instrumentos:

Software ETABS v.16

Planos

Norma Técnica Peruana E0.20

➤ Dimensión 2: Análisis Sísmico

Indicadores: Análisis estático

Indicadores: Análisis dinámico modal espectral

Indicadores: Análisis tiempo- historia

○ Instrumento:

ETABS v.16

Norma técnica peruana E0.30

➤ Dimensión 3: Técnicas de ensayo

Indicadores: Diamantina

○ Instrumento:

Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (ASTM C42-04)

NTP 339.054:2017

✓ Escala de medición

➤ De razón

Variable dependiente

Son las consecuencias o los resultados producto de las variables independientes. Siendo el producto de las operaciones y el manipuleo de las variables independientes (Cabezas, Andrade y Torres, 2018, p. 58).

Variable dependiente (Y): Reforzamiento estructural

✓ Definición conceptual

Jacome (2014) Sostiene al respecto:

[...] el reforzamiento consiste en hacer que aumente la capacidad de una estructura existente. La necesidad de realizar un reforzamiento de una estructura se debe por varios factores, como cuando se cambia el uso de la edificación por la que fue construida y diseñada originalmente. El objetivo del reforzamiento de una estructura surge como una necesidad para hacer frente a una carencia de resistencia de la misma estructura (p. 44).

✓ Definición operacional

Los reforzamientos ayudan a que podamos aumentar la capacidad de soporte de los elementos estructurales mediante la aplicación de reforzamientos como la fibra de carbono o el uso de encamisado, esta variable será estudiada por las siguientes dimensiones: elementos estructurales y sistemas de reforzamiento.

➤ Dimensión 1: Elementos estructurales

Indicadores: Columnas

Indicadores: Vigas

Indicadores: Losas

- Instrumento

Software ETABS v.16

➤ Dimensión 2: Sistema de reforzamiento

Indicadores: Fibra de carbono

Indicadores: Encamisado

- Instrumento

Software ETABS v.16

Instituto Americano del Concreto (ACI 4402R) y (ACI 369)

✓ Escala de medición

➤ Nominal

3.3. Población muestra y muestreo

Población

Para definir acerca de población, Sánchez, Reyes y Mejía (2018) sostienen al respecto:

Hace referencia a un grupo en específico que necesariamente tengan características que se relacionan entre sí. Estos pueden ser personas, objetos, animales que poseen características que serán identificados durante la investigación para poder analizarlos, las cuales necesariamente se involucran en la formulación de hipótesis en la investigación (p. 102).

Por lo tanto, son un conjunto de aquellos que tienen relación en sí, y el autor recalca que población no solo hace referencia a personas sino también a animales, objetos, plantas, etc. Y a estos lo podemos determinar cómo universo de estudio.

En la presente investigación la población está conformada por aquellas edificaciones que poseen sistemas estructurales similares y que se encuentren alrededor del edificio tomada como estudio.

Muestra:

Existen muchas teorías acerca de la muestra, en ese sentido López (2004) nos dice que viene a ser un subconjunto representativo de la población de la investigación dada (p. 69), Este sub conjunto puede ser determinado según el sistema de muestreo que pueden ser de tipo probabilístico o no probabilístico.

Para la investigación se considerará como muestra a la edificación Galerías de Ayacucho.

Muestreo:

Viene a ser el conjunto de procesos que se ejecutan para determinar la distribución total de una población llamada muestra (Sánchez, Reyes y Mejía. 2018, p. 93) por lo tanto viene a ser una selección de individuos con el objetivo de estudiarlos y poder conocer total de la población.

En esta investigación el muestreo viene a ser los elementos estructurales que serán estudiados de la edificación Galerías de Ayacucho.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

➤ Técnicas de recolección de datos

Según Gil (2016) con respecto al concepto de técnicas de recolección de datos menciona lo siguiente:

Hace referencia a la recolección global de toda la información de los medios técnicos. Al mencionar medios técnicos hace referencia a los instrumentos, que viene a ser objetos externos e independientes así también a los recursos que son utilizados con el propósito de obtener y registrar toda la información (parr. 3).

Las técnicas de recolección de datos poseen seis grupos de división: entre ellas está la observación, las pruebas y test, preguntas, entrevistas, análisis de documento y por último técnicas sociométrica y grupales.

Para la investigación Se utilizará la técnica de observación directa, y análisis documental ya que se usarán los planos respectivos, además se tomarán en cuenta las normas de diseño, libros, artículos e incluyendo tesis de diferentes ámbitos.

➤ Instrumento de recolección de datos

Según Baena (2017) afirma que los instrumentos vienen a ser los apoyos necesarios para que las técnicas que se emplean para la recolección cumplan su objetivo (p. 69). Dentro de los apoyos podemos encontrar los libros, publicaciones periódicas, los impresos, películas, videos, estadísticas, entrevistas, fichas, etc.

En la investigación se considerará como instrumento los planos de diseño del resultado del levantamiento de la edificación, el software ETBAS v16, las normas técnicas peruanas, como también se realizarán ensayos para poder determinar las características del concreto.

3.5. Procedimientos

La investigación consideró como muestreo la edificación Galerías de Ayacucho con una proyección de un aumento de un pisos, para ello se solicitó el permiso y autorización a la Diócesis de Huánuco la cual es propietaria del inmueble para obtención de los planos, luego se procedió el modelamiento de la edificación en el software ETBAS v. 16, para luego realizar el primer análisis sísmico, Los ensayos de diamantina se realizó conjuntamente durante el modelamiento, con el objetivo de obtener los resultados lo más rápido posible porque se volvió a realizar un nuevo

modelamiento y un nuevo análisis sísmico con los datos de los ensayos, y por ultimo propusimos reforzamientos de fibras de carbono y el encamisado para la estructura.

3.6. Método de análisis de datos

El método de análisis de la investigación se desarrolló de tipo estadístico inferencial o denominada también inductiva. Ya que después de analizar y estudiar los datos y resultados se considerarán decisiones argumentadas. Así mismo, se cuantificarán todos los datos obtenidos del análisis estructural y de los ensayos de laboratorios, además se observará el comportamiento de cada elemento estructural de la edificación en un eventual movimiento sísmico considerando como principio las normas por especialidad.

3.7. Aspectos éticos

Salazar, Icaza y Alejo (2018), los temas de los trabajos de investigación despiertan curiosidad en el individuo, estos trabajos son guardados y publicados, para que más adelante otras personas los utilicen, es por ello que proponen enfatizar la ética en la investigación. La presente investigación se va a realizar de manera imparcial con la veracidad de los datos y resultados obtenidos y la información serán procesadas en el programa Turnitin con la finalidad de garantizar la originalidad y así evitar cualquier tipo de semejanzas basándose en información que nos brinda ISO 690: 2010 para las respectivas informaciones citadas.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados de los ensayos a compresión de los corazones diamantinos

Tabla 15. Resultados de los ensayos a compresión de las muestras extraídas de columnas.

| MUESTRA | ALTURA (cm) | DIÁMETRO (cm) | ÁREA (cm ²) | RELACIÓN L/D | FACTOR DE CORRECCIÓN | TIPO DE FALLA | CARGA MÁXIMA (kg) | RESISTENCIA (kg/cm ²) |
|---------|-------------|---------------|-------------------------|--------------|----------------------|---------------|-------------------|-----------------------------------|
| C1 | 13.30 | 6.80 | 36.32 | 1.96 | 1.00 | 4 | 3367.40 | 92.70 |
| C2 | 13.21 | 6.80 | 36.32 | 1.94 | 1.00 | 4 | 4195.90 | 115.50 |
| C3 | 13.46 | 6.79 | 36.22 | 1.98 | 1.00 | 2 | 2618.10 | 72.00 |

Fuente: Elaboración propia

En los resultados se obtiene como máximo un valor de resistencia (f'_c) de 115.50 kg/cm² y como mínimo de 72.00 kg/cm². Además, se presentaron fallas de tipo “2” y “4”. La relación longitud diámetro (L/D) que posee cada espécimen se encuentra

dentro del rango establecido según la NTP 339.034:2015. Con respecto a los resultados de las resistencias se encuentran muy por debajo en comparación a la resistencia especificada ($f'c=175-140$ kg/cm²) tomando como referencia el posible plano de la edificación. La resistencia mínima a compresión es de 72 kg/cm², el reglamento nacional de edificaciones ha sufrido cambios con el pasar del tiempo, ya que anteriormente la resistencia mínima es menor a comparación con los actuales. Y con el pasar de los años el concreto junto con el acero van perdiendo su resistencia y esto se dan por los factores ya mencionados en la introducción que afecta a una edificación con el pasar de los años.

Y según el ACI 318-99, en el capítulo 20 menciona que para considerar el concreto de la muestra estructuralmente optima el promedio de los tres corazones diamantinos debe ser mayor o igual que el 85% de la resistencia especificada ($f'c$), además, ningún corazón debe ser menor que el 75% de la resistencia especificada ($f'c$).

Tabla 16. *Análisis de resultados del ensayo de diamantina de acuerdo al ACI 318*

| MUESTRA | RESISTENCIA SEGÚN ENSAYO (Kg/cm ²) | RESISTENCIA ESPECIFICADA (Kg/cm ²) | 85% $f'c$ (Kg/cm ²) | 75% $f'c$ (Kg/cm ²) | ACI - 318 |
|---------|--|--|---------------------------------|---------------------------------|-----------|
| C-1 | 92.70 | 140 | 112.00 | 105.00 | No cumple |
| C-2 | 115.50 | 140 | 112.00 | 105.00 | Cumple |
| C-3 | 72.00 | 140 | 112.00 | 105.00 | No cumple |

Fuente: Elaboración propia

Según la información de la tabla 14 el concreto es considerado no adecuado estructuralmente según el análisis basado en la norma ACI 318.99, ya que no cumple con la resistencia mínima que debe ser mayor o igual al 75% de la resistencia de diseño.

Tabla 17. *Resultados de los ensayos a compresión de las muestras extraídas de vigas*

| MUESTRA | ALTURA (cm) | DIAMETRO (cm) | AREA (cm ²) | RELACION L/D | FACTOR DE CORRECCION | TIPO DE FALLA | CARGA MAXIMA (KG) | RESISTENCIA (kg/cm ²) |
|---------|-------------|---------------|-------------------------|--------------|----------------------|---------------|-------------------|-----------------------------------|
| V-1 | 13.80 | 6.80 | 36.32 | 2.03 | 1.00 | 3 | 10381.70 | 285.90 |
| V-2 | 12.49 | 6.80 | 36.32 | 1.84 | 1.00 | 2 | 4694.30 | 129.30 |
| V-3 | 13.25 | 6.79 | 36.22 | 1.95 | 1.00 | 3 | 5567.70 | 154.00 |

Fuente: Elaboración propia

En los resultados se obtiene como máximo un valor de resistencia ($f'c$) de 285.90 kg/cm² y como mínimo de 129.30 kg/cm². Además, se presentaron fallas de tipo “2” y “3”. La relación longitud diámetro (L/D) que posee cada espécimen se encuentra dentro del rango establecido según la NTP 339.034:2015.

Y según el ACI 318-99, en el capítulo 20 menciona que para considerar el concreto de la muestra estructuralmente óptima el promedio de los tres corazones diamantinos debe ser mayor o igual que el 85% de la resistencia especificada ($f'c$), además, ningún corazón debe ser menor que el 75% de la resistencia especificada ($f'c$).

Tabla 18. Análisis de resultados del ensayo de diamantina según la ACI 318

| MUESTRA | RESISTENCIA SEGÚN ENSAYO (Kg/cm ²) | RESISTENCIA ESPECIFICADA (Kg/cm ²) | 85% $f'c$ (Kg/cm ²) | 75% $f'c$ (Kg/cm ²) | ACI - 318 |
|---------|--|--|---------------------------------|---------------------------------|-----------|
| V-1 | 285.90 | 175 | 148.75 | 131.25 | Cumple |
| V-2 | 129.30 | 175 | 148.75 | 131.25 | No cumple |
| V-3 | 154.00 | 175 | 148.75 | 131.25 | Cumple |

Fuente: Elaboración propia

Según la información de la tabla N°16 el concreto es considerado adecuado estructuralmente según el análisis basado con la norma ACI 318.99, ya que cumple ser mayor o igual al 75% de la resistencia de diseño.

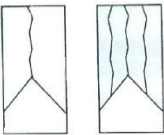


4.1.1. Fallas típicas en patrones de tipos de fracturas

Las fallas producidas en el ensayo a compresión fueron de tipo 2; cual se origina un cono en la base, y el desplazamiento de grietas de sentido vertical. De tipo 3; las grietas verticales van desde la base hasta la otra cara del espécimen. De tipo 4; se producen grietas en sentido diagonal.

Las fallas típicas, producidas en el ensayo a compresión para probetas con una esbeltez igual a 2, se presentan en la tabla N° 17. La falla de tipo cono, se observa cuando se logra una carga de compresión bien aplicada sobre una probeta de prueba bien preparada, es la falla ideal. La falla columnar, se observa en probetas que presentan una cara de aplicación cóncava y/o por deficiencias en el material de refrentado o también por concavidad en una de las placas de carga. La falla de tipo columnar y cono, se observa en probetas que presentan una cara de aplicación

de carga convexa y/o por deficiencias del material de refrentado, rugosidades en el plato cabeceador o placas de carga. La falla de cono y corte, se observa cuando las caras de aplicación de carga de la probeta se desvían 21 ligeramente de las tolerancias de paralelismo establecidas, o por ligeras desviaciones en el centro de la probeta para la aplicación de carga. La falla de corte, se observa comúnmente cuando las caras de aplicación de carga se encuentran cercanas al límite de tolerancia especificada (ASTM C39-86)

Tabla 19. Resultado de tipos de fracturas

| MUESTRA | TIPO DE FALLA | DESCRIPCIÓN | GRÁFICO |
|------------|---------------|--|---|
| C-3 V-2 | 2 | Cono bien formado en una sola base y generación de grietas verticales, o cono no bien formado en la otra base. |  |
| V-1 V-2 | 3 | Grietas verticales desde una base hasta la otra. |  |
| C-1 C-2 | 4 | Corte diagonal sin grietas en ambas bases. |  |

Fuente: Elaboración propia

4.2. Descripción y ubicación del edificio a modelar

El análisis estructural y propuestas de reforzamiento se realizará en la edificación Galerías de Ayacucho, ubicado en la intersección de los jirones Abtao y Ayacucho en el distrito, provincia y departamento de Huánuco, el inmueble consta de tres niveles denominado edificio comercial, ya que sus ambientes son aptos para esta actividad, donde el primer nivel posee un área de 208.83 m² que conformado por cuatro tiendas cada uno con sus respectivos

SS.HH, el segundo y tercero con un área de 247.08 m², ambos poseen cuatro oficinas con sus respectivos SS. HH. Con proyección para un nivel más.

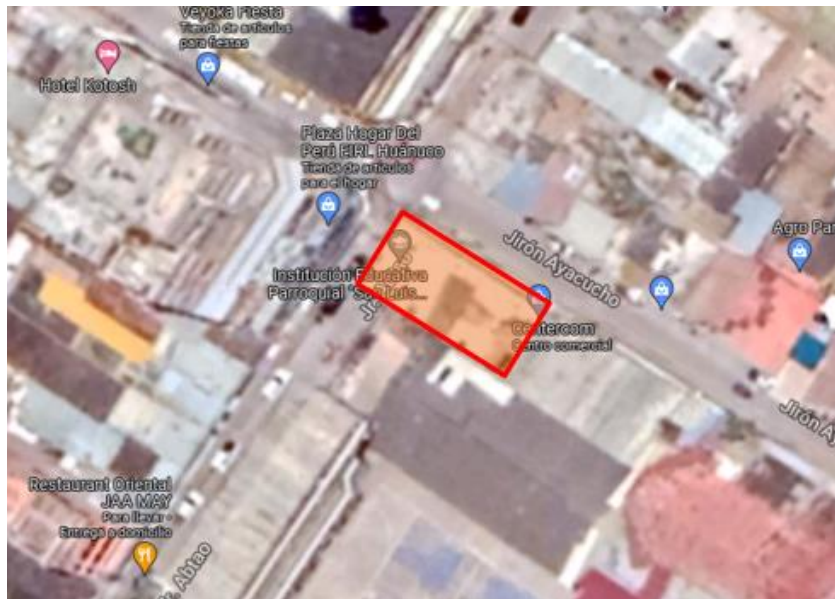


Figura 32. Ubicación de la edificación Galerías de Ayacucho

Fuente: Elaboración propia



Figura 33. Vista frontal del edificio Galerías Ayacucho

Fuente: Elaboración propia



Figura 34. Vista lateral del edificio Galerías Ayacucho

Fuente: Elaboración propia

4.2.1. Especificaciones técnicas del inmueble

- Cimiento y sobrecimiento: Concreto Ciclópeo
- Muros: Ladrillo cerámico tipo Kink Kong
- Columnas y vigas de amarre: Concreto armado
- Techo: Concreto armado con armadura horizontal
- Revoques: Cielo Razo enlucido con mortero, cemento – arena
- Carpintería de madera: Puertas y ventanas de madera en la parte exterior
- Herrería: Fierro angular y cortinas metálicas en las tiendas.

4.2.2. Determinación de cargas

Las cargas que se aplicaron al edificio, son establecidas de acuerdo a lo que indica la Norma E.020 Cargas.

Tabla 20. *Determinación de cargas*

| CLASIFICACIÓN | DESCRIPCIÓN | VALOR (kg/m ²) |
|---------------------|------------------------|----------------------------|
| Carga viva | Ambientes | 300 |
| | Corredores y escaleras | 400 |
| Carga muerta | Peso propio | Calculado por ETABS V.16 |
| | Acabado | 100 |
| | Muros | 150 |

Fuente: Elaboración propia

4.3. Modelamiento estructural

Con los datos obtenidos se procedió al modelamiento de la edificación utilizando como instrumento el programa ETABS v.16, Cabe resaltar que para contar con los planos se tuvo que realizar el levantamiento de la edificación existente, ya que no contaba con los planos actualizados. A continuación, se detallará el procedimiento y los resultados de acuerdo la norma E.030.

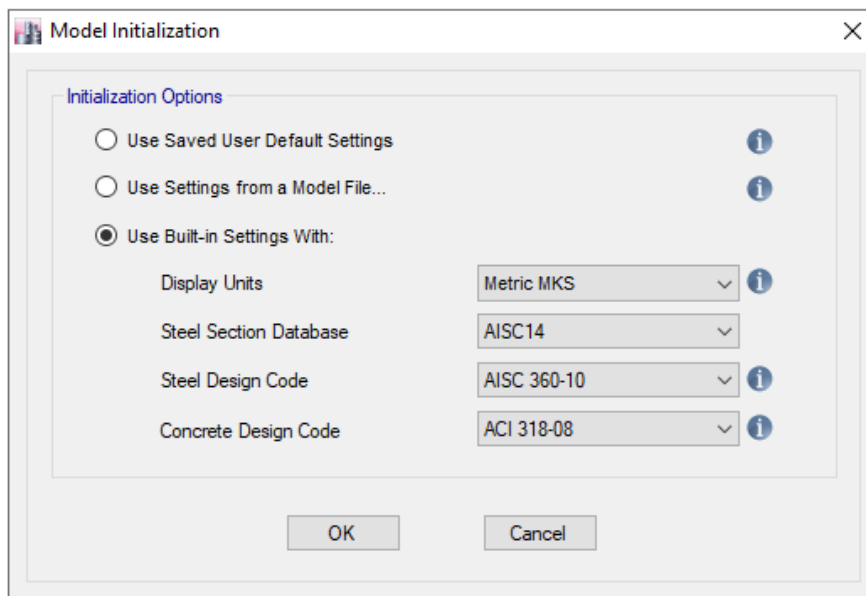


Figura 35. Modelamiento de la edificación

Fuente: elaboración propia

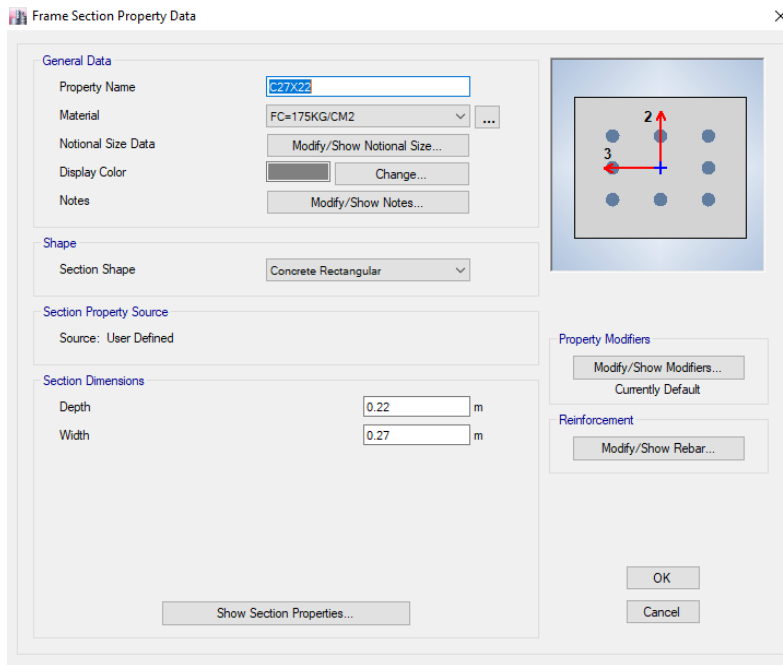


Figura 36. Dimensionamiento de columnas en el programa ETABS v.16.

Fuente: Elaboración propia

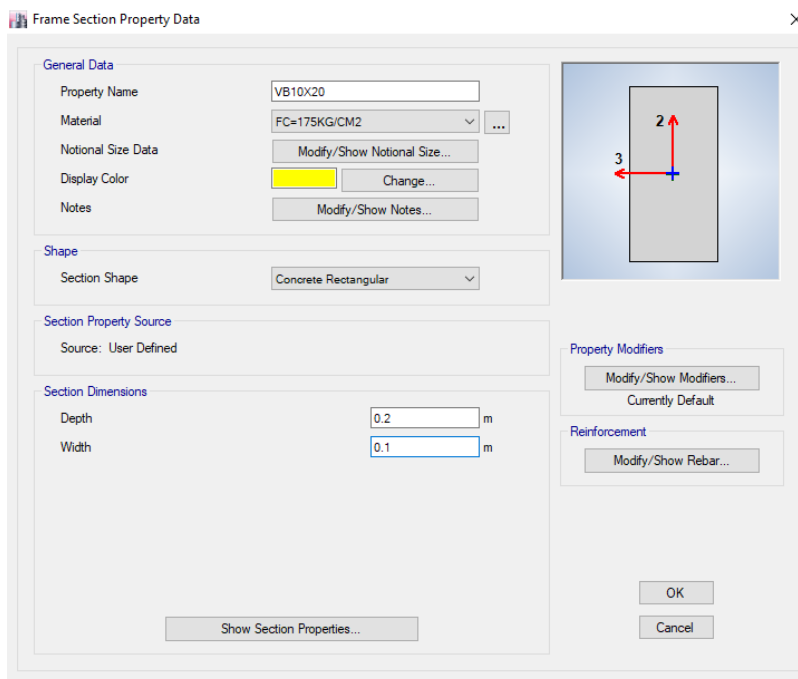


Figura 37. Dimensionamiento de vigas en el programa ETABS v.16.

Fuente: Elaboración propia

Enseguida se continuo con el diseño de los muros que fueron ubicados en el lugar de acuerdo a los planos, se aplicó la discretización con la finalidad de tener resultados mucho mejor, la cual se observa en la siguiente imagen.

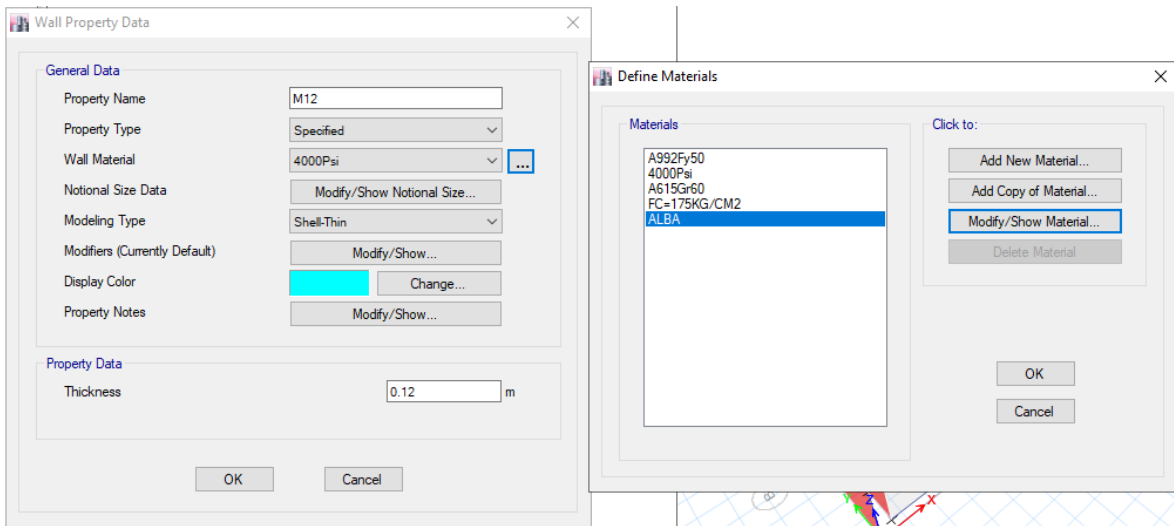


Figura 38. Definición de los muros e incorporación de los materiales

Fuente: Elaboración propia

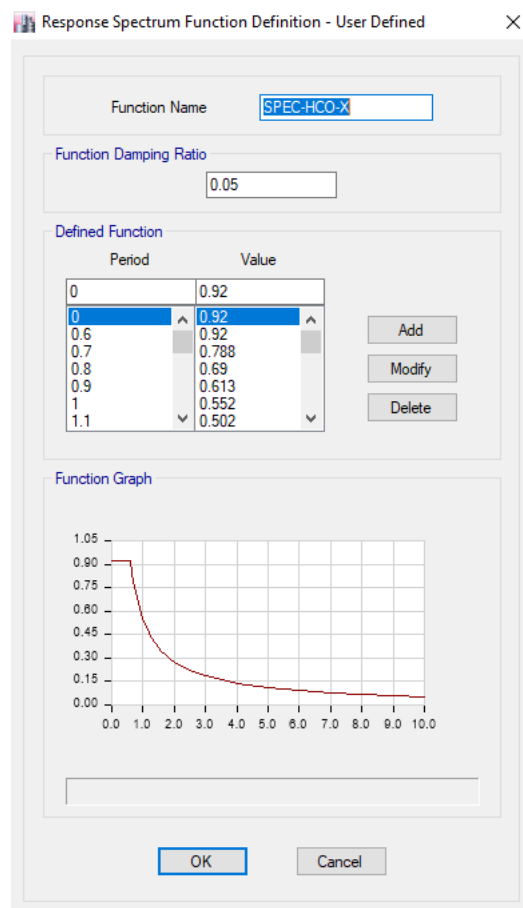


Figura 39. Espectro de respuesta

Fuente: Elaboración propia

No se consideró el peso propio de la edificación ya que eso lo analiza automáticamente el software ETABS v.16.

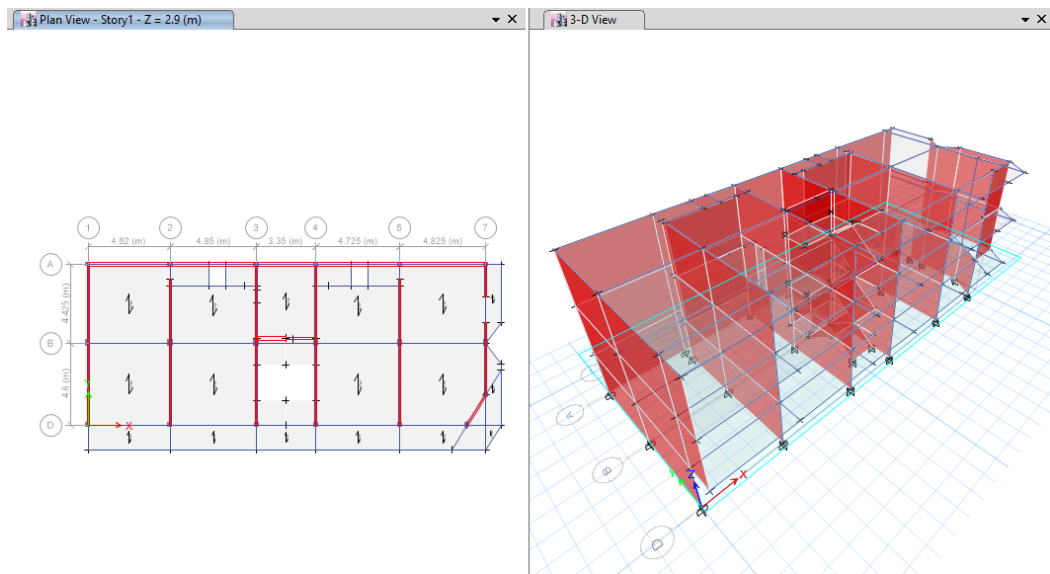


Figura 40. Modelamiento en planta y en 3D de la edificación en el ETBAS v.16

Fuente: Elaboración propia

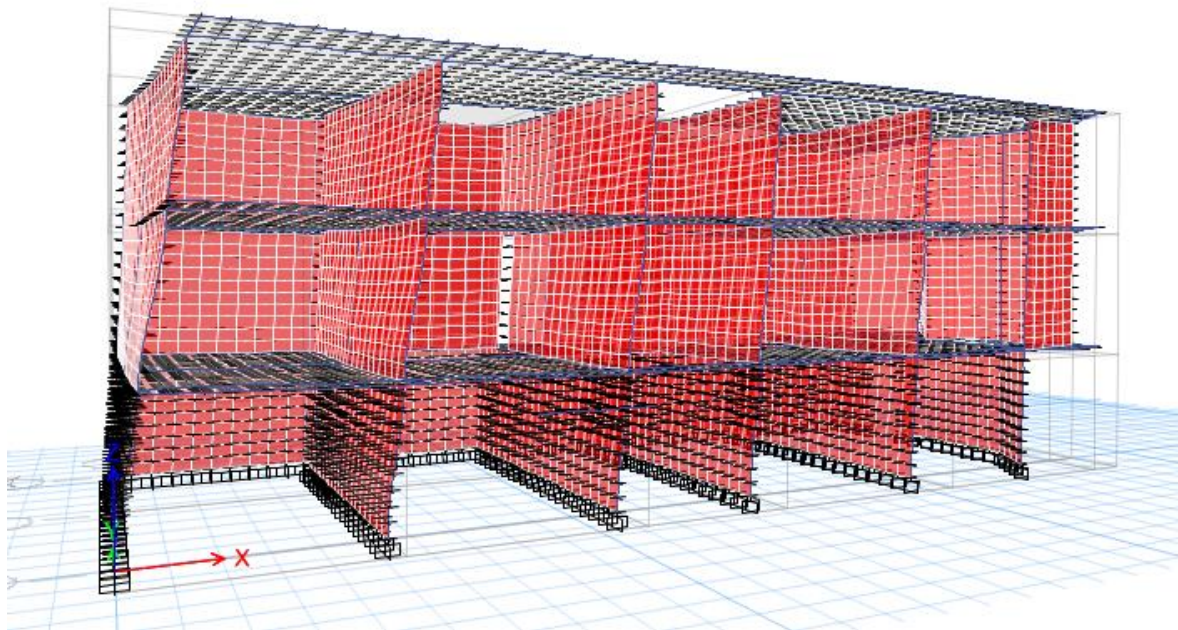


Figura 41. Discretización y deformación de la Galería Ayacucho ante la fuerza del sismo en dirección X.

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la discretización para obtener el comportamiento de la edificación mucho más realista con mayor precisión

4.4. Espectro de pseudoaceleración o espectro de diseño sísmico.

Determinaremos el comportamiento del edificio bajo los parámetros que nos indica la norma E.030, para el espectro de aceleraciones tanto para dirección “X” y “Y”.

4.4.1. Análisis sísmico estático en dirección X-X

Para el análisis se asumieron todos los datos de los parámetros que se consideraron para el análisis sísmico, y para conocer el valor de “R” necesariamente se tiene que saber la existencia de irregularidades, la cual se conoció después de que se hizo el modelamiento previo donde se verificó que no presentaba ninguna irregularidad. En la dirección X-X la estructura trabaja como un sistema de albañilería.

Tabla 21. *Parámetros de la norma E.030*

| DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS | | |
|------------------------------|---------|-------|
| DESCRIPCION | SIMBOLO | VALOR |
| Factor de zona | Z | 0.25 |
| Factor de uso o importancia | U | 1.00 |
| Factor de suelo | S | 1.20 |
| Periodo | T | 0.152 |
| Periodo de planta | Tp | 0.60 |
| Periodo lateral | TL | 2.00 |
| Factor de ampliación sísmica | C | 2.50 |
| Coefficiente de reducción | R | 3.00 |
| Altura del edificio | Hn | 9.10 |
| Elemento resistente | Ct | 60.00 |

Fuente: Elaboración propia

Se considero el peso total de la carga muerta más el 25 % de la carga viva por considerarse una edificación común.

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

$$P = 100\%D + 25\%L$$

$$P = 860.08 \text{ ton} + 228.89 \text{ ton}$$

$$P = 1088.97 \text{ ton.}$$

$$V = \frac{0.25 \times 1 \times 2.5 \times 1.20}{3} \times 1088.97 \text{ Ton}$$

$$V = 272.243 \text{ Ton.}$$

$$\frac{C}{R} \geq 0.11 \quad \frac{2.50}{3} = 0.833 \geq 0.11 \dots \dots \dots \text{Cumple}$$

Para el cálculo de las fuerzas sísmicas en alturas se determinó por la siguiente formulas.

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^j}$$

El valor de K= 1 ya que el periodo es menor a 0.5 segundos.

Tabla 22. Distribución de fuerzas sísmicas por niveles

| NIVEL | hi | Hi | Pi | $P_i H_i^{(k=1)}$ | α_i | Fi |
|----------|------|------|---------|-------------------|------------|---------|
| 3 | 3.10 | 9.10 | 359.98 | 3275.80 | 0.50 | 137.049 |
| 2 | 3.10 | 6.00 | 360.45 | 2162.71 | 0.33 | 90.481 |
| 1 | 2.90 | 2.90 | 368.54 | 1068.77 | 0.16 | 44.714 |
| Σ | | | 1088.97 | 6507.28 | 1.00 | 272.243 |

Fuente: Elaboración propia

Se realizo el cálculo de las fuerzas cortante basal por cada nivel, es por eso que se tuvo en cuenta los pesos por pisos y las alturas, ya que se corrobora que la suma total de las fuerzas sísmicas en altura es igual con los de la fuerza cortante basal.

4.4.2. Análisis sísmico dinámico en dirección X-X

Tabla 23. Parámetro para el análisis sísmico dinámico de la norma E.030

| DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS | | |
|------------------------------|---------|-------|
| DESCRIPCION | SIMBOLO | VALOR |
| Factor de zona | Z | 0.25 |
| Factor de uso o importancia | U | 1.00 |
| Factor de suelo | S | 1.20 |
| Periodo | T | 0.152 |
| Periodo de planta | Tp | 0.60 |
| Periodo lateral | TL | 2.00 |
| Factor de ampliación sísmica | C | 2.50 |
| Coficiente de reducción | R | 3.00 |

| | | |
|---------------------|----|-------|
| Altura del edificio | Hn | 9.10 |
| Elemento resistente | Ct | 35.00 |

Fuente: Elaboración propia

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

$$S_a = \frac{0.25 \times 2.5 \times 1.20}{3} \times 9.81$$

$$S_a = 2.453 \text{ m/s}^2$$

Tabla 24. Valores de espectro de diseño

| T | C | Sa | T | C | Sa |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.00 | 2.500 | 2.453 | 1.50 | 1.000 | 0.981 |
| 0.10 | 2.500 | 2.453 | 1.60 | 0.938 | 0.920 |
| 0.20 | 2.500 | 2.453 | 1.70 | 0.882 | 0.866 |
| 0.30 | 2.500 | 2.453 | 1.80 | 0.833 | 0.818 |
| 0.40 | 2.500 | 2.453 | 1.90 | 0.789 | 0.774 |
| 0.50 | 2.500 | 2.453 | 2.00 | 0.750 | 0.736 |
| 0.60 | 2.500 | 2.453 | 2.50 | 0.600 | 0.589 |
| 0.70 | 2.143 | 2.102 | 3.00 | 0.500 | 0.491 |
| 0.80 | 1.875 | 1.839 | 3.50 | 0.429 | 0.420 |
| 0.90 | 1.667 | 1.635 | 4.00 | 0.375 | 0.368 |
| 1.00 | 1.500 | 1.472 | 5.00 | 0.300 | 0.294 |
| 1.10 | 1.364 | 1.338 | 6.00 | 0.250 | 0.245 |
| 1.20 | 1.250 | 1.226 | 7.00 | 0.214 | 0.210 |
| 1.30 | 1.154 | 1.132 | 8.00 | 0.188 | 0.184 |
| 1.40 | 1.071 | 1.051 | 10.00 | 0.150 | 0.147 |

Fuente: Elaboración propia

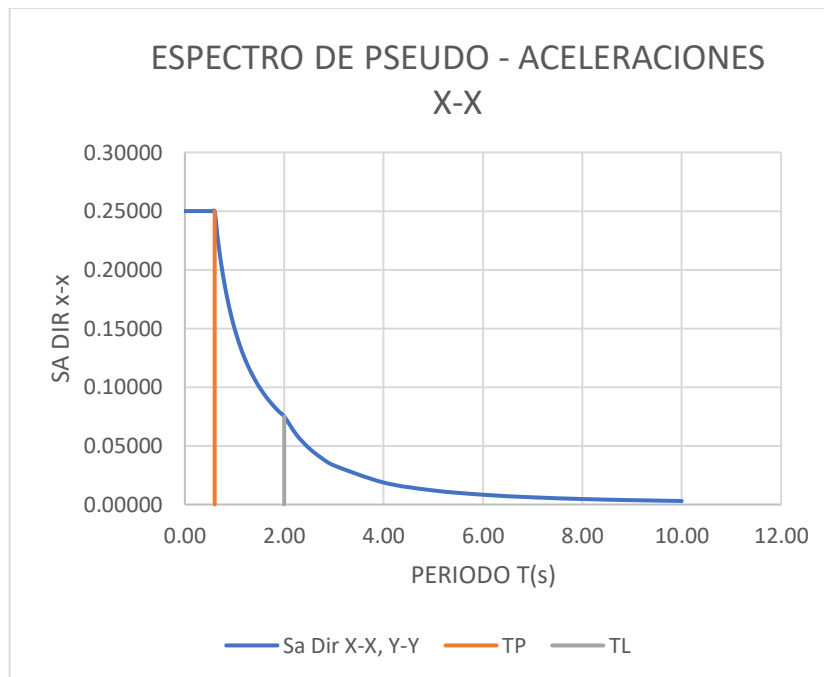


Figura 42. Diagrama de espectro de aceleraciones

Fuente: Elaboración propia

4.4.3. Control de desplazamiento lateral en edificaciones dirección X-X

Tabla 25. Derivadas de pisos máximos- espectro X

| EJE: D-D, cruce con el eje 7-7 (es de mayor desplazamiento, gobierna y representa eje X) | | | | |
|---|------------------------------|-------------------------|--------------|---|
| Desplazamiento absoluto (mm) | Desplazamiento relativo (mm) | Altura de entrepiso (m) | Δ / h | |
| | | | Valor | Comentario |
| P3 = 12.49 | 3.73 | h3 = 3.10 | 0.0012 | ¡¡Excelente!!, es menor que límite permitido de 0.005 |
| P2 = 8.76 | 5.00 | h2 = 3.10 | 0.0016 | ¡¡Excelente!!, es menor que límite permitido de 0.005 |
| P1 = 3.76 | 3.76 | h1 = 2.90 | 0.0013 | ¡¡Excelente!!, es menor que límite permitido de 0.005 |

Fuente: Elaboración propia

Los valores obtenidos de los desplazamientos en dirección “X”, específicamente entre el cruce del eje D-D con el eje 7-7, el desplazamiento relativo en el primer, segundo y tercer piso se obtuvo 3.76, 5.00 y 3.73 mm respectivamente, con relación a la altura del entrepiso el desplazamiento máximo fue 0.0016, la cual es permitido ya que es inferior a 0.005 indicado en la norma E.030.

4.4.4. Análisis sísmico estático en dirección Y-Y

Para el análisis se asumieron todos los datos de los parámetros que se consideraron para el análisis sísmico, y para conocer el valor de “R” necesariamente se tiene que saber la existencia de irregularidades, la cual se conoció después de que se hizo el modelamiento previo donde se verifico que no presentaba ninguna irregularidad. En la dirección Y-Y la estructura trabaja como un sistema de albañilería.

Tabla 26. Parámetros para el análisis sísmico estático según la norma E.030

| DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS | | |
|------------------------------------|----------------|--------------|
| DESCRIPCIÓN | SÍMBOLO | VALOR |
| Factor de zona | Z | 0.25 |
| Factor de uso o importancia | U | 1.00 |
| Factor de suelo | S | 1.20 |
| Periodo | T | 0.152 |
| Periodo de planta | Tp | 0.60 |
| Periodo lateral | TL | 2.00 |
| Factor de ampliación sísmica | C | 2.50 |

| | | |
|---------------------------|----|-------|
| Coefficiente de reducción | R | 3.00 |
| Altura del edificio | Hn | 9.10 |
| Elemento resistente | Ct | 60.00 |

Fuente: Elaboración propia

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

$$P = 100\%D + 25\%L$$

$$V = \frac{0.25 \times 1 \times 2.5 \times 1.20}{3} \times 1088.97 \text{ Ton}$$

$$P = 860.08 \text{ ton} + 228.89 \text{ ton}$$

$$P = 1088.97 \text{ ton.}$$

$$V = 272.243 \text{ Ton}$$

$$\frac{C}{R} \geq 0.11 \quad \frac{2.50}{3} = 0.833 \geq 0.11 \dots\dots\dots \text{Cumple}$$

Para el cálculo de las fuerzas sísmicas en alturas se determinan por la siguiente formulas.

$$F_i = \alpha_i . V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^j}$$

El valor de K= 1 ya que el periodo es menor a 0.5 segundos.

Tabla 27. Distribución de fuerzas sísmicas por niveles

| NIVEL | hi | Hi | Pi | $P_i H_i^{(k=1)}$ | α_i | Fi |
|----------|------|------|---------|-------------------|------------|---------|
| 3 | 3.10 | 9.10 | 359.98 | 3275.80 | 0.50 | 137.049 |
| 2 | 3.10 | 6.00 | 360.45 | 2162.71 | 0.33 | 90.481 |
| 1 | 2.90 | 2.90 | 368.54 | 1068.77 | 0.16 | 44.714 |
| Σ | | | 1088.97 | 6507.28 | 1.00 | 272.243 |

Fuente: Elaboración propia

Se realizo el cálculo de las fuerzas cortante basal por cada nivel, para eso se tuvo en cuenta los pesos por pisos y las alturas, ya que se corrobora que la suma total de las fuerzas sísmicas en altura es igual con los de la fuerza cortante basal.

4.4.5. Análisis sísmico dinámico en dirección Y-Y

Tabla 28. *Parámetro para el análisis sísmico dinámico según la norma E.030*

| DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS | | |
|------------------------------|---------|-------|
| DESCRIPCION | SIMBOLO | VALOR |
| Factor de zona | Z | 0.25 |
| Factor de uso o importancia | U | 1.00 |
| Factor de suelo | S | 1.20 |
| Periodo | T | 0.152 |
| Periodo de planta | Tp | 0.60 |
| Periodo lateral | TL | 2.00 |
| Factor de ampliación sísmica | C | 2.50 |
| Coficiente de reducción | R | 3.00 |
| Altura del edificio | Hn | 9.10 |
| Elemento resistente | Ct | 60.00 |

Fuente: Elaboración propia

➤ Dirección horizontal

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

$$S_a = \frac{0.25 \times 2.5 \times 1.20}{3} \cdot 9.81$$

$$S_a = 2.453 \text{ m/s}^2$$

Tabla 29. *Valores de espectro de diseño*

| T | C | S _a | T | C | S _a |
|------|-------|----------------|-------|-------|----------------|
| 0.00 | 2.500 | 2.453 | 1.50 | 1.000 | 0.981 |
| 0.10 | 2.500 | 2.453 | 1.60 | 0.938 | 0.920 |
| 0.20 | 2.500 | 2.453 | 1.70 | 0.882 | 0.866 |
| 0.30 | 2.500 | 2.453 | 1.80 | 0.833 | 0.818 |
| 0.40 | 2.500 | 2.453 | 1.90 | 0.789 | 0.774 |
| 0.50 | 2.500 | 2.453 | 2.00 | 0.750 | 0.736 |
| 0.60 | 2.500 | 2.453 | 2.50 | 0.600 | 0.589 |
| 0.70 | 2.143 | 2.102 | 3.00 | 0.500 | 0.491 |
| 0.80 | 1.875 | 1.839 | 3.50 | 0.429 | 0.420 |
| 0.90 | 1.667 | 1.635 | 4.00 | 0.375 | 0.368 |
| 1.00 | 1.500 | 1.472 | 5.00 | 0.300 | 0.294 |
| 1.10 | 1.364 | 1.338 | 6.00 | 0.250 | 0.245 |
| 1.20 | 1.250 | 1.226 | 7.00 | 0.214 | 0.210 |
| 1.30 | 1.154 | 1.132 | 8.00 | 0.188 | 0.184 |
| 1.40 | 1.071 | 1.051 | 10.00 | 0.150 | 0.147 |

Fuente: Elaboración propia



Figura 43. Diagrama de espectro de aceleraciones

Fuente: Elaboración propia

4.4.6. Control de desplazamiento lateral en edificaciones dirección Y-Y

Tabla 30. Derivadas de pisos máximos-espectro Y

| EJE: 7-7, cruce con el eje A-A (es de mayor desplazamiento, gobierna y representa eje Y) | | | | |
|--|------------------------------|-------------------------|--------------|--|
| Desplazamiento absoluto (mm) | Desplazamiento relativo (mm) | Altura de entrepiso (m) | Δ / h | |
| | | | Valor | Comentario |
| P3 = 10.85 | 3.15 | h3 = 3.10 | 0.0010 | ¡¡Excelente!!, es menor que el límite permitido de 0.005 |
| P2 = 7.70 | 4.41 | h2 = 3.10 | 0.0014 | ¡¡Excelente!!, es menor que el límite permitido de 0.005 |
| P1 = 3.29 | 3.29 | h1 = 2.90 | 0.0011 | ¡¡Excelente!!, es menor que el límite permitido de 0.005 |

Fuente: Elaboración propia

Los valores obtenidos de los desplazamientos en dirección “Y”, específicamente entre el cruce del eje 7-7 con el eje A-A, el desplazamiento relativo en el primer, segundo y tercer piso se obtuvo 3.29, 4.41 y 3.15 mm respectivamente, con relación a la altura del entrepiso el desplazamiento máximo fue 0.0014, la cual es permitido por la norma E.030 ya que es menor a 0.005.

4.5. Espectro de pseudoaceleración o espectro de diseño sísmico con cuatro niveles

4.5.1. Análisis sísmico estático en dirección X-X y Y-Y con cuatro niveles

Para el análisis se asumieron todos los datos de los parámetros que se consideraron para el análisis sísmico a diferencia de los cálculos anterior se adicionó un piso más, ya que la edificación fue construida para que tuviera cuatro pisos.

Tabla 31. Parámetros de la norma E.030 con cuatro niveles

| DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS | | |
|------------------------------|---------|-------|
| DESCRIPCION | SIMBOLO | VALOR |
| Factor de zona | Z | 0.25 |
| Factor de uso o importancia | U | 1.00 |
| Factor de suelo | S | 1.20 |
| Periodo | T | 0.203 |
| Periodo de planta | Tp | 0.60 |
| Periodo lateral | TL | 2.00 |
| Factor de ampliación sísmica | C | 2.50 |
| Coficiente de reducción | R | 3.00 |
| Altura del edificio | Hn | 12.20 |
| Elemento resistente | Ct | 60.00 |

Fuente: Elaboración propia

Se considero el 100% de la carga muerta más el 25 % de la carga viva por considerarse una edificación común.

$$P = 100\%D + 25\%L$$

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

$$V = \frac{0.25 \times 1 \times 2.5 \times 1.20}{3} \times 1448.95 \text{ Ton}$$

$$V = 362.238 \text{ Ton.}$$

$$\frac{C}{R} \geq 0.11 \quad \frac{2.50}{3} = 0.833 \geq 0.11 \dots\dots\dots \text{Cumple}$$

Para el cálculo de las fuerzas sísmicas en alturas se determinó por la siguiente formulas.

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^j}$$

El valor de K= 1 ya que el periodo es menor a 0.5 segundos.

Tabla 32. Distribución de fuerzas sísmicas por niveles

| NIVEL | hi | Hi | Pi | $P_i H_i^{(k=1)}$ | α_i | Fi |
|----------|-----|-------|---------|-------------------|------------|---------|
| 4 | 3.1 | 12.20 | 359.98 | 4391.76 | 0.40 | 145.963 |
| 3 | 3.1 | 9.10 | 359.98 | 3275.82 | 0.30 | 108.874 |
| 2 | 3.1 | 6.00 | 360.45 | 2162.70 | 0.20 | 71.879 |
| 1 | 2.9 | 2.90 | 368.54 | 1068.77 | 0.10 | 35.521 |
| Σ | | | 1088.97 | 10899.04 | 1.00 | 362.238 |

Fuente: Elaboración propia

Se realizó el cálculo de las fuerzas cortante basal por cada nivel, es por eso que se tuvo en cuenta los pesos por pisos y las alturas, ya que se corrobora que la suma total de las fuerzas sísmicas en altura es igual con los de la fuerza cortante basal.

4.5.2. Análisis sísmico dinámico en dirección X-X y Y-Y con cuatro niveles

Tabla 33. Parámetro para el análisis sísmico dinámico de la norma E.030

| DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS | | |
|------------------------------|---------|-------|
| DESCRIPCION | SIMBOLO | VALOR |
| Factor de zona | Z | 0.25 |
| Factor de uso o importancia | U | 1.00 |
| Factor de suelo | S | 1.20 |
| Periodo | T | 0.203 |
| Periodo de planta | Tp | 0.60 |
| Periodo lateral | TL | 2.00 |
| Factor de ampliación sísmica | C | 2.50 |
| Coeficiente de reducción | R | 3.00 |
| Altura del edificio | Hn | 12.20 |
| Elemento resistente | Ct | 60.00 |

Fuente: Elaboración propia

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

$$S_a = \frac{0.25 \times 1 \times 2.5 \times 1.20}{3} \times 9.81$$

$$S_a = 2.453 \text{ m/s}^2$$

Tabla 34. Valores de espectro de diseño con cuatro niveles

| T | C | S _a | T | C | S _a |
|------|-------|----------------|-------|-------|----------------|
| 0.00 | 2.500 | 2.453 | 1.50 | 1.000 | 0.981 |
| 0.10 | 2.500 | 2.453 | 1.60 | 0.938 | 0.920 |
| 0.20 | 2.500 | 2.453 | 1.70 | 0.882 | 0.866 |
| 0.30 | 2.500 | 2.453 | 1.80 | 0.833 | 0.818 |
| 0.40 | 2.500 | 2.453 | 1.90 | 0.789 | 0.774 |
| 0.50 | 2.500 | 2.453 | 2.00 | 0.750 | 0.736 |
| 0.60 | 2.500 | 2.453 | 2.50 | 0.600 | 0.589 |
| 0.70 | 2.143 | 2.102 | 3.00 | 0.500 | 0.491 |
| 0.80 | 1.875 | 1.839 | 3.50 | 0.429 | 0.420 |
| 0.90 | 1.667 | 1.635 | 4.00 | 0.375 | 0.368 |
| 1.00 | 1.500 | 1.472 | 5.00 | 0.300 | 0.294 |
| 1.10 | 1.364 | 1.338 | 6.00 | 0.250 | 0.245 |
| 1.20 | 1.250 | 1.226 | 7.00 | 0.214 | 0.210 |
| 1.30 | 1.154 | 1.132 | 8.00 | 0.188 | 0.184 |
| 1.40 | 1.071 | 1.051 | 10.00 | 0.150 | 0.147 |

Fuente: Elaboración propia

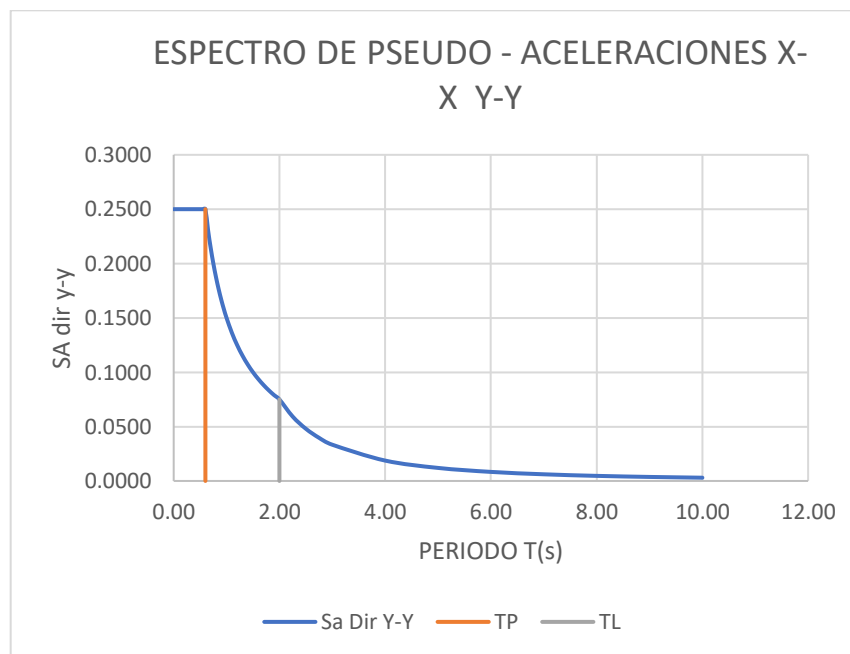


Figura 44. Diagrama de espectro de aceleraciones con cuatro niveles

Fuente: Elaboración propia

4.5.3. Control de desplazamiento lateral en edificaciones dirección X-X

Tabla 35. Derivadas de pisos máximos - espectro X con cuatro niveles

| EJE: D-D, cruce con el eje 7-7 (es de mayor desplazamiento, gobierna y representa eje X) | | | | | |
|---|------------------------------|-------------------------|--------------|---|--|
| Desplazamiento absoluto (mm) | Desplazamiento relativo (mm) | Altura de entrepiso (m) | Δ / h | | |
| | | | Valor | Comentario | |
| P4 = 28.00 | 8.00 | h4 : 3.10 | 0.0026 | ¡¡Excelente!!, es menor que límite permitido de 0.005 | |
| P3 = 20.00 | 7.00 | h3 : 3.10 | 0.0023 | ¡¡Excelente!!, es menor que límite permitido de 0.005 | |
| P2 = 13.00 | 7.60 | h2 : 3.10 | 0.0025 | ¡¡Excelente!!, es menor que límite permitido de 0.005 | |
| P1 = 5.40 | 5.40 | h1 : 2.90 | 0.0019 | ¡¡Excelente!!, es menor que límite permitido de 0.005 | |

Fuente: Elaboración propia

Adicionando un piso más valores obtenidos de los desplazamientos en dirección “X”, específicamente entre el cruce del eje D-D con el eje 7-7, el desplazamiento relativo en el primer, segundo, tercer y cuarto piso se obtuvo 5.40, 7.60, 7.00 y 8.00 mm respectivamente, con relación a la altura del entrepiso el desplazamiento máximo fue 0.0026, a pesar de que se adicione un nivel más la edificación presenta un buen comportamiento sísmico, la cual es permitido ya que es inferior a 0.005 indicado en la norma E.030.

4.5.4. Control de desplazamiento lateral en edificaciones dirección Y-Y

Tabla 36. Derivadas de pisos máximos - espectro Y con cuatro niveles

| EJE: 7-7, cruce con el eje A-A (es de mayor desplazamiento, gobierna y representa eje Y) | | | | | |
|---|------------------------------|-------------------------|--------------|--|--|
| Desplazamiento absoluto (mm) | Desplazamiento relativo (mm) | Altura de entrepiso (m) | Δ / h | | |
| | | | Valor | Comentario | |
| P4 = 20.10 | 4.50 | h4 = 3.10 | 0.0015 | ¡¡Excelente!!, es menor que el límite permitido de 0.005 | |
| P3 = 15.60 | 5.40 | h3 = 3.10 | 0.0017 | ¡¡Excelente!!, es menor que el límite permitido de 0.005 | |
| P2 = 10.20 | 6.00 | h2 = 3.10 | 0.0019 | ¡¡Excelente!!, es menor que el límite permitido de 0.005 | |
| P1 = 4.20 | 4.20 | h1 = 2.90 | 0.0014 | ¡¡Excelente!!, es menor que el límite permitido de 0.005 | |

Fuente: Elaboración propia

Adicionando un piso más valores obtenidos de los desplazamientos en dirección “X”, específicamente entre el cruce del eje D-D con el eje 7-7, el desplazamiento relativo en el primer, segundo, tercer y cuarto piso se obtuvo 4.20, 6.00, 5.40 y 4.50 mm respectivamente, con relación a la altura del entrepiso el desplazamiento máximo fue 0.0019, a pesar de que se adicione un nivel más la edificación presenta

un buen comportamiento sísmico, la cual es permitido ya que es inferior a 0.005 indicado en la norma E.030.

Todos los datos mencionados fueron obtenidos mediante el software ETABS v. 2016, donde se pudo observar que ninguno de los pisos de la edificación exceda el límite de distorsión del valor de 0.005. Sin embargo, se analizó los principales elementos estructurales.

4.6. Verificación de resistencia de los elementos estructurales

4.6.1. Verificación de vigas en flexión y cortante

En este apartado planteó un diseño de refuerzo con fibra de carbono aplicada en viga a flexión. Para ello nos basamos lo que se indica en la norma ACI 440.2R.2017, y se demostró los procedimientos de cálculo paso a paso. Se analizó específicamente la viga ubicada entre el tramo del eje “1” y “2” con el eje “B”, donde se presentó un mayor momento flector y cortante con la finalidad de comprobar si la resistencia de dicha viga soporta las cargas actuantes y el incremento de cargas adicionales, o en el caso contrario que requiere reforzamiento mediante la aplicación de fibra de carbono en la cara traccionada de la viga.

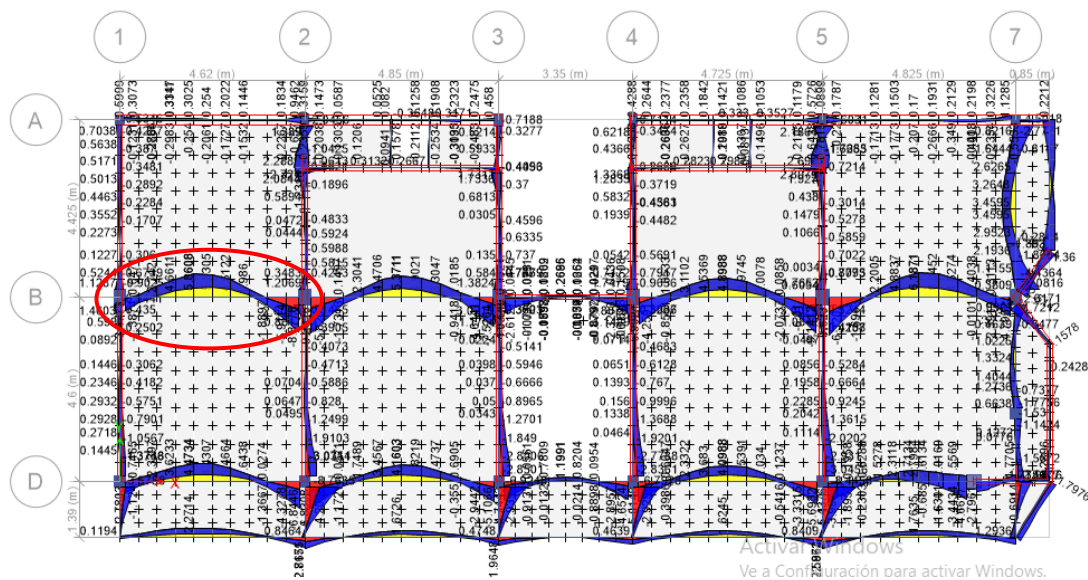


Figura 45. Momentos flectores vista en planta del cuarto nivel

Fuente: Elaboración propia

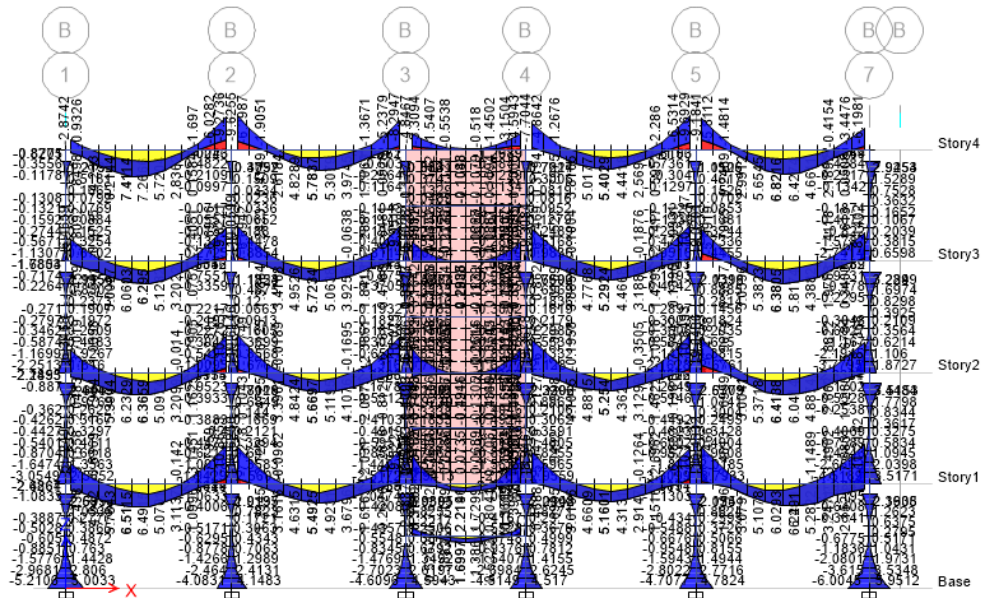


Figura 46. Momentos flectores vista en elevación

Fuente: Elaboración propia

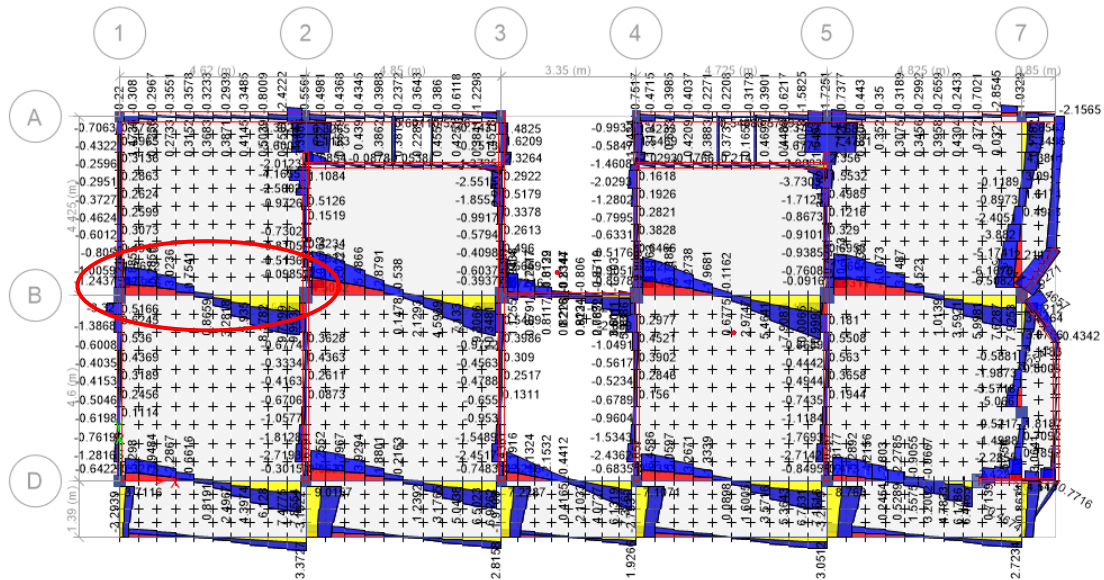


Figura 47. Esfuerzo cortante vista en planta del cuarto nivel

Fuente: Elaboración propia

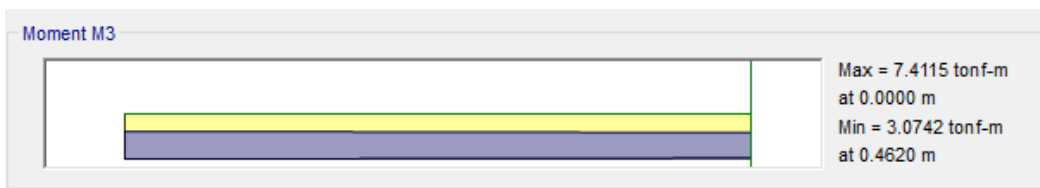


Figura 48. Momento flector máximo de la viga (VP37X40) cuarto piso

Fuente: Elaboración propia

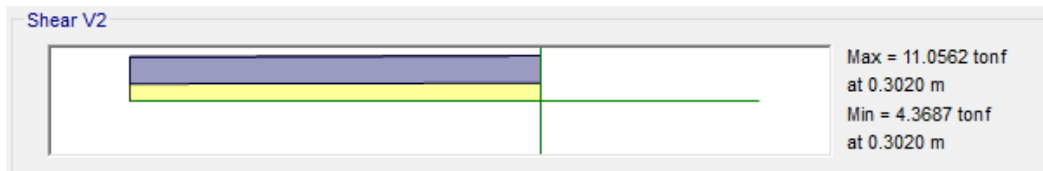


Figura 49. Cortante máximo de la viga (VP37X40) cuarto piso

Fuente: Elaboración propia

Para poder determinar si un elemento a flexión necesita reforzamiento debe de cumplir que ϕM_n tiene que ser menor que M_u , en caso contrario no requerirá reforzamiento. cabe resaltar que el momento nominal se obtiene a través de cálculo usan el programa Excel y el momento último es brindado por el software ETABS.

$$\phi M_n \geq M_u$$

Dato:

$$\phi M_n = 7.412 \text{ Tn.m}$$

$$M_u = 7.412 \text{ Tn.m}$$

Se pudo comprobar que el momento unitario no es mayor que el momento último es por ellos que se aplicó el reforzamiento mediante la incorporación de fibra de carbono.

4.6.1.1. Análisis de reforzamiento con FRP en vigas

Los cálculos se realizaron en las hojas de Excel.

Propiedades de la sección de vigas

$$\begin{aligned} b &= 37 \text{ cm} \\ h &= 40 \text{ cm} \\ r &= 4 \text{ cm} \\ f'c &= 129.3 \text{ kg/cm}^2 \\ f_y &= 2800 \text{ kg/cm}^2 \\ \beta_1 &= 0.85 \\ d &= 33.775 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s &= 9.66 \text{ cm}^2 \\ \emptyset &= 0.90 \end{aligned}$$

➤ Cálculo de la cuantía balanceada

$$\rho_{bal} = \frac{0.85\beta_1 f'c}{f_y} \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) = 0.02275$$

- Cálculo de la cuantía según la norma ACI 318

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = 0.00773$$

$$\rho_{max} = 0.75\rho_{bal} = 0.01706$$

- Cálculo de la cuantía mínima

$$\rho_{min} = 0.8 \frac{\sqrt{f'c}}{f_y} = 0.00325$$

- Cálculo del área mínima se escoge el resultado de mayor valor, con el propósito de representar las deficiencias que se presenta durante el proceso constructivo.

$$A_{smin} = \frac{0.8\sqrt{f'c}}{f_y} bd = 4.060 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = \frac{14}{f_y} bd = 6.248 \text{ cm}^2$$

- Cálculo de la profundidad equivalente en compresión del concreto

$$a = \frac{(A_s)f_y}{0.85f'c \cdot b} = 6.651 \text{ cm}$$

- Cálculo del momento resistente nominal ϕM_n

$$\phi M_n = \phi * f_y * A_s \left(d - \frac{a}{2} \right) = 7412.329 \text{ kgf-m}$$

- A. Cálculo del momento último, carga ultima y curvatura para el instante de primer agrietamiento.

- Módulo de elasticidad del concreto y del acero y la relación modular.

$$E_c = 15000\sqrt{f'c} = 170565 \text{ kgf/cm}^2$$

$$E_s = 2 \times 10^6 = 2000000 \text{ kgf/cm}^2$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = 11.73$$

- Cálculo del valor del eje neutro

$$c = \frac{\frac{bh^2}{2} + As(n-1)d}{bh + As(n-1)} = 20.901 \text{ cm}$$

- Cálculo de la inercia

$$I = \frac{bh^3}{12} + bh\left(\frac{h}{2} - c\right)^2 + As(n-1)(d-c)^2 = 215707.2 \text{ cm}^4$$

- Cálculo del esfuerzo máximo a tracción del concreto

$$f_r = 2\sqrt{f'_c} = 22.74 \text{ kg/cm}^2$$

- Cálculo del momento para el primer agrietamiento

$$M_{cr} = \frac{f_r I}{h - c} = 2568.56 \text{ kgf-m}$$

- Cálculo de la carga ultima de agrietamiento de acuerdo al momento de agrietamiento.

$$P = \left(M_{cr} - \frac{WL^2}{8} \right) * \frac{6}{L} = 2.216 \text{ tnf}$$

$$w = 355 \text{ kg-m}$$

$$L = 4.51 \text{ m}$$

- Cálculo del esfuerzo del concreto a compresión

$$f_c = \frac{M(c)}{I} = 24.89 \text{ kgf/cm}^2$$

- Cálculo del esfuerzo del acero

$$f_s = \frac{M(d-c)}{I} n = 179.75 \text{ kgf/cm}^2$$

- Cálculo de la deformación unitaria del concreto

$$\epsilon_{cr} = \frac{f_r}{E_c} = 0.00013$$

- Cálculo del ángulo de curvatura en la sección

$$\phi_{cr} = \frac{\epsilon_{cr}}{h - c} = 0.0007 \text{ 1/m}$$

B. Cálculo del momento, carga ultima y ángulo de curvatura cuando el acero entra a fluencia

Cálculo de la cuantía y de la profundidad del eje neutro a la primera cedencia del acero a tensión

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = 0.00773$$

$$k = \sqrt{\rho^2 n^2 + 2\rho n} - \rho n = 0.27374$$

Tenemos que tener en cuenta que si el valor del esfuerzo en la fibra a compresión es mayor al 70% de la resistencia del concreto f'_c , se debe de calcular dicha profundidad usando una curva de deformación-esfuerzo. Sin embargo, se puede calcular basándose en la fórmula de la línea recta.

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{2 \times 10^6} = 0.0014$$

$$f_c = \frac{E_c * k * \epsilon_y}{(1 - k)} \leq 0.70 f'_c = 77.2489 \text{ kgf/cm}^2 \leq 91 \text{ kgf/cm}^2$$

El resultado de la ecuación es de 77.2489 kgf/cm² es menor del 70% de la resistencia por tal motivo se afirma que cumple la profundidad del eje neutro.

➤ Cálculo del momento para la primera cedencia del acero cuando entra a fluencia

$$M_y = f_c * b * \frac{kd}{2} \left(d - \frac{kd}{3} \right) = 4725.26 \text{ kgf.m}$$

➤ Cálculo de la carga para la primera cedencia del acero

$$P = \left(M_y - \frac{WL^2}{8} \right) * \frac{6}{L} = 5.085 \text{ tnf}$$

$$w = 355 \text{ kg.m}$$

$$L = 4.51 \text{ m}$$

➤ Cálculo de la inercia de la sección agrietada

$$I = \frac{b(kd)^3}{3} + A_s(n)(d - kd)^2 = 0.00078 \text{ m}^4$$

➤ Cálculo del esfuerzo del concreto a esfuerzo de compresión

$$f_c = \frac{My(kd)}{I} = 56.082 \text{ kgf/cm}^2$$

- Cálculo del esfuerzo del acero de refuerzo

$$f_s = \frac{M_y(d - kd)}{I} n = 1744.65 \text{ kgf/cm}^2$$

- Cálculo del ángulo de curvatura en la sección transversal

$$\varphi_{cr} = \frac{\epsilon_y}{d - kd} = 0.00571 \text{ 1/m}$$

C. Cálculo del momento último, inercia y curvatura de la sección de concreto reforzado

- Cálculo del valor de "a"

$$a = \frac{(A_s)fy}{0.85f'c \cdot b} = 6.651 \text{ cm}$$

- Cálculo del momento ultimo resistente por parte del concreto

$$M_u = 0.85 * f'c * a * b * \left(d - \frac{a}{2}\right) = 8235.92 \text{ kgf.m}$$

- Cálculo de la carga para el momento ultimo

$$P = \left(M_u - \frac{WL^2}{8}\right) * \frac{6}{L} = 9.756 \text{ tnf}$$

$$w = 355 \text{ kg-m}$$

$$L = 4.51 \text{ m}$$

- Cálculo del momento de la inercia de la sección agrietada

$$I = \frac{b(c)^3}{3} + A_s(n)(d - c)^2 = 0.00082 \text{ m}^4$$

- Cálculo del esfuerzo del acero

$$f_s = \frac{Mu(d - c)}{I} n = 3049.25 \text{ kgf/cm}^2$$

- Cálculo del ángulo de curvatura en la sección transversal

$$\varphi_{cr} = \frac{\epsilon_y}{c} = 0.01789 \text{ 1/m}$$

Tabla 37. Análisis de momento-curvatura

| | Punto | Carga (ton.) | Momento (tn.m) | Curvatura Ø |
|-----------------------------|-------|-----------------|-------------------|----------------|
| Carga de agrietamiento | A | 2.065 | 2.455 | 0.00069 |
| Carga de inicio de fluencia | B | 3.668 | 3.660 | 0.00549 |
| Carga ultima | C | 6.160 | 5.533 | 0.02766 |

Fuente: Elaboración propia

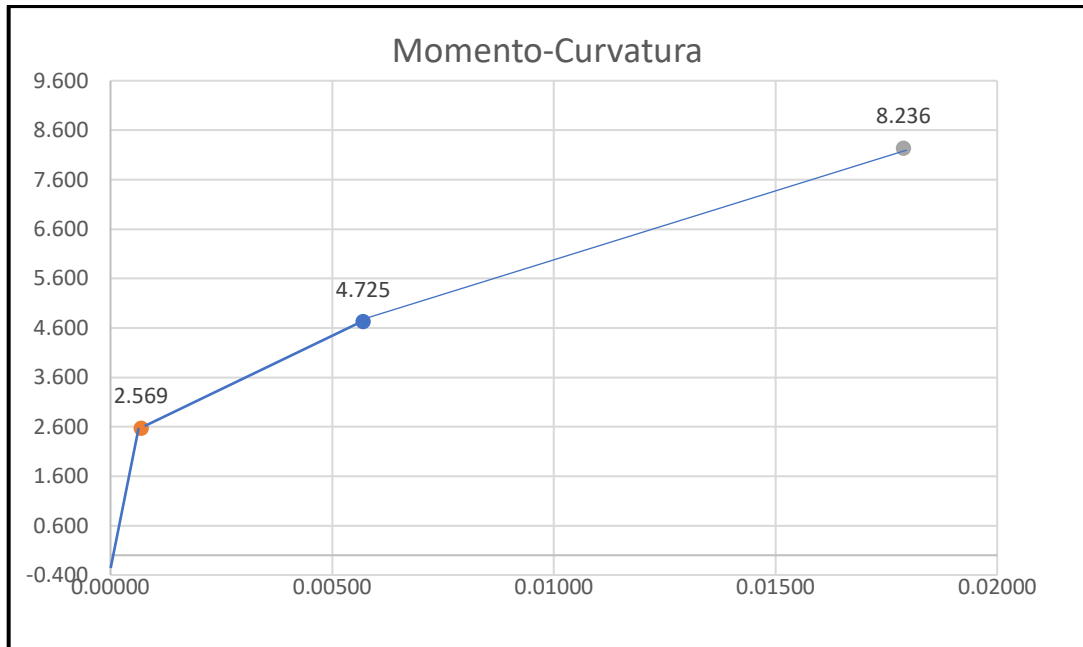


Figura 50. Diagrama de momento curvatura

Fuente: Elaboración propia

4.6.1.2. Reforzamiento a flexión con fibra de carbono

Datos:

$$\begin{aligned}
 C_e &= 0.950 \\
 f_{fu} &= 960.000 \text{ N/mm}^2 \\
 \varepsilon_{fu} &= 0.013 \\
 f'_c &= 12.680 \text{ N/mm}^2 \\
 A_s &= 966.000 \text{ mm}^2 \\
 h &= 400.000 \text{ mm} \\
 b &= 370.000 \text{ mm} \\
 d &= 337.750 \text{ mm} \\
 E_s &= 196000 \text{ N/mm}^2 \\
 f_y &= 274.585 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

- Cálculo del esfuerzo último del refuerzo da la fibra de carbono

$$f_{fu} = C_e * f'_{fu} = 912$$

- Cálculo de la deformación última del refuerzo de la fibra de carbono

$$\varepsilon_{fu} = C_e * \varepsilon'_{fu} = 0.01264$$

Procedimiento N° 02, Cálculos preliminares del concreto y del acero

- Cálculo del módulo de elasticidad del concreto

$$E_c = 4732.36 \sqrt{f'_c} = 16851.41 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_s = \frac{A_s}{bd} = 0.00773$$

- Cálculo de la relación modular del acero y del concreto

$$n_s = \frac{E_s}{E_c} = 11.631$$

- Cálculo de la sección del refuerzo de fibra de carbono

$$\begin{aligned} t_f &= 1.016 \text{ mm} \\ w_f &= 90.000 \text{ mm} \\ n &= 1 \text{ und} \end{aligned}$$

$$A_f = n t_f w_f = 91.44 \text{ mm}^2$$

- Cálculo de la cuantía de refuerzo de fibra de carbono

$$E_f = 73100 \text{ N/mm}^2$$

$$n_f = \frac{E_f}{E_c} = 4.33792$$

Procedimiento N° 03, Cálculos de la determinación del estado de deformación existente en la cara inferior.

- Cálculo de la profundidad del eje neutro

$$c = \frac{-A_s * n_s + \sqrt{(A_s * n_s)^2 + \frac{4 * b * A_s * n_s * d}{2}}}{b} = 116.039 \text{ mm}$$

- Cálculo del momento de inercia

$$\begin{aligned} I_{cr} &= \frac{bc^3}{3} + A_s n_s (d - c)^2 = 745000123.4 = 745 \text{ m}^4 \\ &= 7.45E+08 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- Cálculo del momento de carga muerta

$$\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3 = 23535.84 \text{ N/m}^3$$

$$\omega_c = 3483.30 \text{ N/m}$$

$$M_{DL} = \frac{\omega * L^2}{8} = 8856.34 \text{ KN/mm}$$

➤ Cálculo de la deformación unitaria

$$\varepsilon_{bi} = \frac{M_{DL}(h - c)}{I_{cr} * E_c} = 2.00E-04$$

Procedimiento N°04, Cálculo del coeficiente dependiente de adherencia del sistema de la fibra de carbono

$$n * E_f t_f = 74269.6 \text{ N/mm}$$

$$K_m = \left\{ \frac{1}{60\varepsilon_{fu}} \left(1 - \frac{nE_f t_f}{360000} \right) \right\} \leq 0.9 \dots \dots \dots nE_f t_f \leq 180000 \text{ N/mm}$$

$$K_m = \left\{ \frac{1}{60\varepsilon_{fu}} \left(\frac{90000}{nE_f t_f} \right) \right\} \leq 0.9 \dots \dots \dots nE_f t_f > 180000 \text{ N/mm}$$

$$K_m = \frac{1}{60\varepsilon_{fu}} \left(1 - \frac{nE_f t_f}{360000} \right) = 1.0470 \leq 0.9$$

$$K_m = 0.90$$

Procedimiento N°05, cálculo de la estimación de la profundidad del eje neutro

El valor recomendado para poder determinar la profundidad es que $c = 0.20d$.

$$c = 0.20d = 67.55 \text{ mm}$$

Se considera.

$$c = 0.298 d \quad c = 100.65 \text{ mm}$$

Procedimiento N° 06, Calculo del nivel efectivo de deformación unitaria en las fibras de carbono.

$$K_m \varepsilon_{fu} = 0.01137$$

$$\varepsilon_{fe} = \varepsilon_{cu} \left(\frac{h - c}{c} \right) - \varepsilon_{bi} \leq K_m \varepsilon_{fu}$$

$$\varepsilon_{fe} = 0.0087 \leq 0.01137$$

$$\varepsilon_{fe} = 0.01137$$

Procedimiento N° 07, cálculo de la deformación del acero de refuerzo.

$$\varepsilon_s = (\varepsilon_{fe} + \varepsilon_{bi}) \left(\frac{d - c}{h - c} \right) = 0.0092$$

El valor de la deformación del acero debe de resultar mayor a 0.005, lo cual cumple con lo mencionado.

Procedimiento N° 08, cálculo del nivel de resistencia del acero de refuerzo y de la fibra de carbono.

$$f_s = (E_s \varepsilon_s) \leq f_y$$

$$f_s = 1796.43 \text{ N/mm}^2 \leq 274.585 \text{ N/mm}^2$$

$$f_s = 274.585 \text{ N/mm}^2$$

➤ Cálculo del esfuerzo en el refuerzo con fibra de carbono

$$f_{fe} = E_{f*} \varepsilon_{fe} = 831.257 \text{ N/mm}^2$$

Procedimiento N° 09, verificación de equilibrio

$$c = \frac{A_s f_s + A_f f_{fe}}{\gamma f_c \beta_1 b} = 100.676 \text{ mm}$$

Se verifica que el valor que se propuso del eje neutro es aceptable ya que se obtiene el mismo resultado en la verificación, en caso contrario que sean diferentes se tendrán que repetir los procedimientos del número seis al nueve proponiendo diferentes valores para “c”

Procedimiento N° 10, Calculo del valor de la resistencia de diseño a flexión

➤ Cálculo del factor de reducción de resistencia

$$\phi = \left\{ \begin{array}{l} 0.90 \quad \text{para } \varepsilon_t \geq 0.005 \\ 0.65 + \frac{0.25(\varepsilon_t - \varepsilon_{sy})}{0.005 - \varepsilon_{sy}} \quad \text{para } \varepsilon_{sy} < \varepsilon_t < 0.005 \\ 0.65 \quad \text{para } \varepsilon_t \leq \varepsilon_{sy} \end{array} \right\}$$

El factor de seguridad que se en el sistema constructivo de la fibra de carbono $\psi=0.85$.

- Cálculo del momento resistente de la fibra de carbono

$$\phi M_n = \phi \left[A_s f_s \left(d - \frac{\beta_1(c)}{2} \right) + \psi_f A_f f_{fe} \left(h - \frac{\beta_1(c)}{2} \right) \right] = 91185743.87 \text{ N.mm}$$

$$\phi M_n = 91.1857 \text{ KN.m}$$

Procedimiento N° 12, verificación de los esfuerzos de servicio tanto de las fibras de carbono y del acero de refuerzo.

- Cálculo del valor de "K"

$$k = \sqrt{(\rho_s n_s + \rho_f n_f)^2 + 2 \left(\rho_s n_s + \rho_f n_f \left(\frac{h}{d} \right) \right) - (\rho_s n_s + \rho_f n_f)}$$

$$k = 0.34964$$

$$k * d = 118.089$$

- Cálculo del nivel de esfuerzo en el acero de refuerzo

$$f_{ss} = \frac{\left[M_s + \varepsilon_{bi} A_f E_f \left(h - \frac{kd}{3} \right) \right] (d - kd) E_s}{A_s E_s \left(d - \frac{kd}{3} \right) (d - kd) + A_f E_f \left(h - \frac{kd}{3} \right) (h - kd)}$$

- Cálculo para la verificación del nivel de esfuerzo del acero

$$f_{ss} \leq 0.80 f_y = 219.67 \text{ N/mm}^2$$

- Cálculo del nivel de esfuerzo en la fibra de carbono

$$f_{fs} = f_{ss} \left(\frac{E_f}{E_s} \right) \frac{h - kd}{d - kd} - \varepsilon_{bi} E_f$$

- Cálculo para la verificación del nivel de esfuerzo de la fibra de carbono

$$f_{fs} \leq 0.55 * f_{fu} = 480 \text{ N/mm}^2$$

Se analizó los resultados obtenidos donde:

$$\phi M_n \geq M_u$$

Dato:

$$\phi Mn = 9.298 \text{ Tn.m}$$

$$Mu = 7.412 \text{ Tn.m}$$

Con los datos obtenidos logramos que el valor del momento nominal sea mayor al momento último, logrando un aumento de aproximadamente 25% y una diferencia de 1.886 Tn.m.

4.6.2. Análisis para el reforzamiento con FRP a corte

Una vez que se analizó la viga por esfuerzo a flexión, se va a demostrar mediante calculo si la viga logra soportar los esfuerzos cortantes, en caso contrario se aplicara el reforzamiento usando fibras de carbono basándonos a la normativa del ACI 440.2R

Para la incorporación de reforzamientos se debe de demostrar que el esfuerzo cortante nominal sea menor que el esfuerzo cortante último, para ello se analizó mediante las formula que se mencionarán a continuación.

$$\phi Vn \geq Vu$$

Paso N°01. Cálculo de la resistencia nominal al cortante originada por esfuerzo cortante.

$$Vs = \frac{Av * Fy * d}{s}$$

Datos:

$$Av = 0.71 \text{ cm}^2 \text{ (El área del acero de estribo)}$$

$$Fy = 2800 \text{ kg/cm}^2 \text{ (esfuerzo de fluencia del acero)}$$

$$d = 34.10 \text{ cm}$$

$$s \leq \frac{d}{2} = \frac{34.10}{2} = 17.05 = 17 \text{ cm}$$

$$Vs = \frac{Av * Fy * d}{s} = 3987.69 \text{ kgf}$$

Paso N°02. Cálculo de la resistencia nominal al cortante originada por el concreto

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} * b * d$$

Datos:

$$f'_c = 129.3 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 37 \text{ cm}$$

$$d = 34.10 \text{ cm}$$

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} * b * d = 7603.810 \text{ kgf}$$

Paso N°03. Cálculo del esfuerzo cortante nominal

$$V_n = V_c + V_s = 11.5915 \text{ tn.}$$

$$\phi V_n = 8.694 \text{ Tn}$$

Paso N°04. El valor del esfuerzo cortante último se obtiene de los resultados del software ETABS

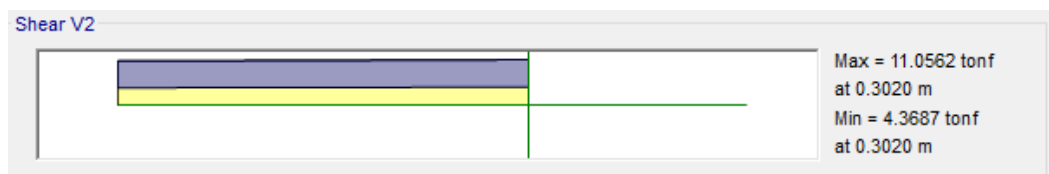


Figura 51. Cortante máximo en la viga (VP27X37) cuarto piso

Fuente: Elaboración propia

$$V_u = 11.056 \text{ Tn}$$

El valor de esfuerzo cortante nominal no es mayor o igual al esfuerzo cortante último, es por ello que requiere reforzamiento.

$$\phi V_n = 8.694 \text{ Tn}$$

$$V_u = 11.056 \text{ Tn}$$

4.6.2.1. Diseño a cortante de 90° mediante la fibra de carbono

Datos:

$$\begin{aligned}C_e &= 0.950 \\f'_{fu} &= 960.000 \text{ N/mm}^2 \\ \varepsilon'_{fu} &= 0.013 \\f'_c &= 12.680 \text{ N/mm}^2 \\A_s &= 966.000 \text{ mm}^2 \\h &= 400.000 \text{ mm} \\b &= 370.000 \text{ mm} \\d &= 337.750 \text{ mm} \\E_s &= 196000 \text{ N/mm}^2 \\f_y &= 274.585 \text{ N/mm}^2 \\t_f &= 1.016 \text{ mm} \\w_f &= 45.000 \text{ mm} \\n &= 1 \text{ und} \\E_f &= 73100 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Paso N° 01. Cálculo de las propiedades de la fibra de carbono

- Cálculo del esfuerzo último del refuerzo de fibra de carbono

$$f_{fu} = C_E * f'_{fu} = 912 \text{ N/mm}^2$$

- Cálculo de la deformación unitaria ultima de la fibra de carbono

$$\varepsilon_{fu} = C_E * \varepsilon'_{fu} = 0.01264$$

Paso N°02. Cálculo del nivel de deformación afectiva en el reforzamiento a cortante en la fibra de carbono.

- Cálculo de la longitud de la adherencia activa

$$L_e = \frac{23300}{(nt_f E_f)^{0.58}} = 34.857 \text{ mm}$$

- Valor de los coeficientes K1 y K2

$$K_1 = \left(\frac{f'c}{27}\right)^{2/3} = 0.835$$

$$K_2 = \frac{d_f - 2L_e}{d_f} = 0.5352$$

- Valor del coeficiente de reducción de adherencia

$$K_v = \frac{K_1 K_2 L_e}{11,900 \varepsilon_{fu}} \leq 0.75$$

$$K_v = 0.07122 \leq 0.75$$

- Valor de la deformación efectiva

$$\varepsilon_{fe} = K_v \varepsilon_{fu} = 0.00095 \leq 0.004$$

Paso N° 03. Cálculo de la contribución del refuerzo FRP en la capacidad a cortante.

- Cálculo del área de refuerzo a cortante con la fibra de carbono.

$$A_{fv} = 2nt_f w_f = 91.44 \text{ mm}^2$$

- Cálculo del esfuerzo efectivo mediante la ley de Hooke en el FRP

$$f_{fe} = \varepsilon_{fe} E_f = 69.2432 \text{ N/mm}^2$$

- Contribución a cortante del FRP

$$V_f = \frac{A_{fv} f_{fe} (\sin \alpha + \cos \alpha) d_f}{s_f} = 3529.26 \text{ N} = 359.885 \text{ kgf}$$

Paso N° 04. Cálculo de la capacidad a cortante

Para la capacidad a cortante el valor del factor de reducción $\psi = 0.85$, porque la FRP se pueden presentar en tres caras envueltas en U o adheridas a la sección en capas.

- Cálculo de la cortante nominal para el concreto

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d = 7531.34 \text{ kgf}$$

- Cálculo del cortante nominal

$$\phi V_n = \phi(V_c + V_s + \Psi_f V_f) = 12095.6 \text{ kgf}$$

Paso N° 05. Procedimiento de la verificación del límite de reforzamiento a cortante.

$$V_s + V_f \leq 0.66\sqrt{f'_c} * b * d$$

$$6752.82 \leq 9378.65 \text{ kgf}$$

Se analizó los resultados obtenidos donde:

$$\phi V_n \geq V_u$$

Dato:

$$\phi V_n = 12.096 \text{ Tn.m}$$

$$V_u = 11.056 \text{ Tn.m}$$

Con los datos obtenidos logramos que el valor del corte nominal sea mayor al corte último, logrando un aumento de aproximadamente 17% y una diferencia de 1.904 Tn.m.

Tabla 38. Resultados del análisis con reforzamiento con fibra de carbono en flexión y corte.

| | ϕM_n | M_u (tn) | % Aumento | ϕV_n (tn) | V_u (tn) | % Aumento |
|---------|------------|------------|-----------|-----------------|------------|-----------|
| Sin FRP | 7.412 | 7.412 | 25 | 8.694 | 11.056 | 17 |
| Con FRP | 9.298 | | | 12.096 | | |

Fuente: Elaboración propia

4.6.3. Verificación de columnas en corte y flexo-compresión

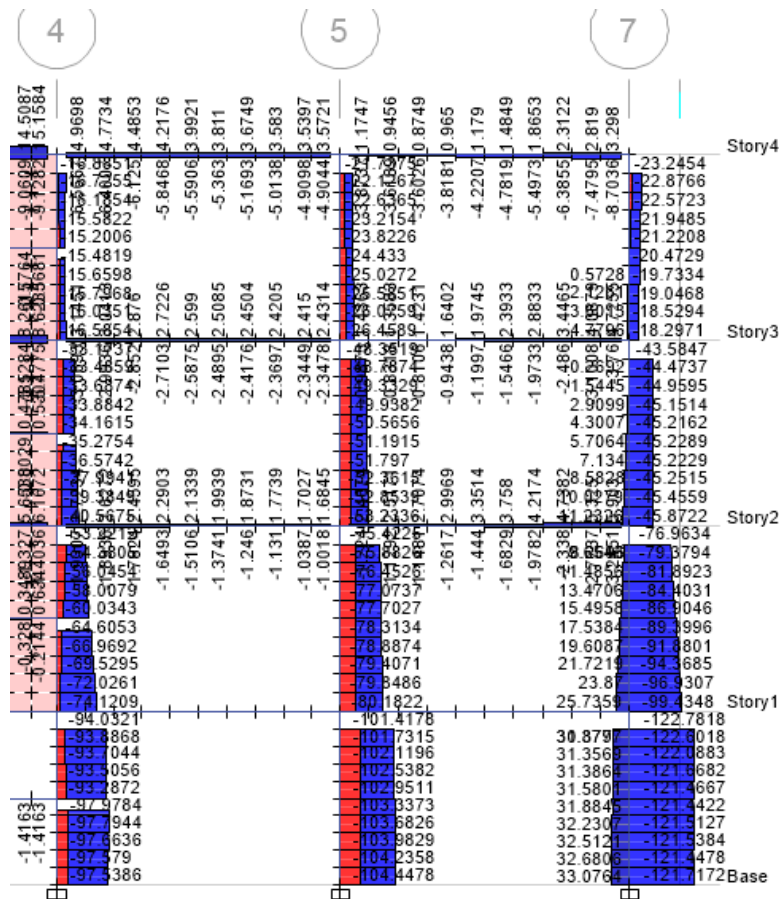


Figura 52. Columnas sometidas a cargas carga axial

Fuente: Elaboración propia

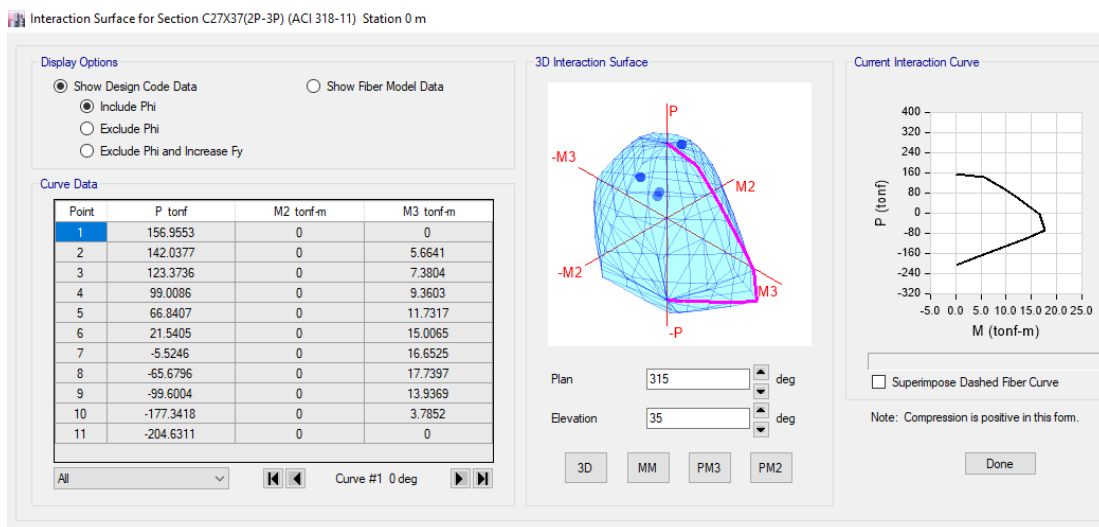


Figura 53. Diagrama de interacción de la columna C27x37

Fuente: Elaboración propia.

En la figura se observa el grafico de interacción de la columna C27x37(2P-3P), donde podemos apreciar ciertos puntos de demanda al límite del diagrama, esto hace referencia a que la columna se encuentra sobrecargada, por lo tanto, requiere reforzamiento. De la misma manera se realizó la comprobación mediante la hoja de cálculo de Excel.

4.6.3.1. Verificación por flexo-compresión de la columna C27X37(SP-3P)

Datos:

| Distancia (cm) | Área (cm ²) |
|----------------|-------------------------|
| 6.00 | 3.90 |
| 18.50 | 3.90 |
| 31.00 | 3.90 |

| | | | |
|-----|---|--------|--------------------|
| b | = | 27 | cm |
| h | = | 37 | cm |
| f'c | = | 92.7 | kg/cm ² |
| fy | = | 2800 | kg/cm ² |
| Ag | = | 999 | cm ² |
| εc | = | 0.003 | |
| εy | = | 0.0014 | |

Paso N°01. Cálculo del centro plástico

$$Y_o = \frac{0.85 \times f'c \times Ag \frac{h}{2} + As1fyd1 + As2fyd2 + \dots + Asnfydn}{0.85 \times f'cAg + As1fy + As2fy + \dots + Asfyn} = 18.500 \text{ cm}$$

Paso N° 02. Cálculo del Cb.

$$\frac{Cb}{d} = \frac{\epsilon_c}{\epsilon_c + \epsilon_y} = 21.136 \text{ cm}$$

Paso N°03. Para el cálculo de la falla balanceada se consideró que Cb=C

$$\frac{\epsilon_1}{\epsilon_c} = \frac{C_b - d_1}{C_b}$$

| | |
|----|--------|
| ε1 | 0.0021 |
| ε2 | 0.0004 |
| ε3 | 0.0014 |

$$f_s = E_s \times \varepsilon$$

| | | |
|-----|------|--------------------|
| fs1 | 2800 | kg/cm ² |
| fs2 | 748 | kg/cm ² |
| fs3 | 2800 | kg/cm ² |

Paso N° 04. Cálculo de la fuerza resultante (Pn)

$$\beta = 0.85$$

$$a = \beta \times C = 17.966 \text{ cm}$$

$$C_c = 0.85 \times f'_c \times a \times b = 38.222 \text{ Tn.}$$

➤ Cálculo de las fuerzas (F)

$$F = f_s * A$$

| | | |
|----|-------|----|
| F1 | 10.92 | Tn |
| F2 | 2.92 | Tn |
| F3 | 10.92 | Tn |

➤ Fuerza resultante

$$P_n = 0.85 \times f_c \times ab + A_{s1} \times f_{s1} + A_{s2} \times f_{s2} - A_{s3} f_{s3} - \dots = 41.141 \text{ Tn}$$

Paso N° 05. Cálculo del momento nominal

$$M_n = 0.85 \times f_c \times ab \left(Y_o - \frac{a}{2} \right) + A_{s1} f_{s1} (Y_o - d_1) + A_{s2} f_{s2} (Y_o - d_2) + \dots + A_{sn} f_{sn} (Y_o - d_n)$$

$$M_n = 636.759 \text{ Tn. cm} = 6.368 \text{ Tn. m}$$

Paso N° 06. Cálculo del punto de compresión pura

$$P_n = -A_s \times f_y = -32.760 \text{ Tn}$$

Paso N° 07. Cálculo del punto de compresión pura

$$P_o = 0.85 f_c (A_g - A_s) + A_s \cdot f_y = 110.554 \text{ Tn}$$

$$P_n \text{ max} = 0.80 * P_o = 88.443 \text{ Tn}$$

Paso N° 08. Se consideraron el valor de “C” menores a “Cb”, con la finalidad de trabajar en la zona de falla dúctil.

➤ $C = 24.00$ cm

| | |
|----|--------|
| ε1 | 0.0023 |
| ε2 | 0.0007 |
| ε3 | 0.0009 |

| | | |
|-----|------|--------------------|
| fs1 | 2800 | kg/cm ² |
| fs2 | 1375 | kg/cm ² |
| fs3 | 1750 | kg/cm ² |

| | | |
|----|------|----|
| F1 | 10.9 | Tn |
| F2 | 5.36 | Tn |
| F3 | 6.83 | Tn |

$$a = \beta \times C = 20.40 \text{ cm}$$

$$Cc = 0.85 \times f'c \times a \times b = 43.400 \text{ Tn.}$$

$$P_n = 52.858 \text{ Tn}$$

$$M_n = 1.394 \text{ Tn}$$

➤ $C = 28.00$ cm

| | |
|----|--------|
| ε1 | 0.0024 |
| ε2 | 0.0010 |
| ε3 | 0.0003 |

| | | |
|-----|--------|--------------------|
| fs1 | 2800 | kg/cm ² |
| fs2 | 2035.7 | kg/cm ² |
| fs3 | 642.86 | kg/cm ² |

| | | |
|----|------|----|
| F1 | 10.9 | Tn |
| F2 | 7.94 | Tn |
| F3 | 2.51 | Tn |

$$a = \beta \times C = 23.80 \text{ cm}$$

$$Cc = 0.85 \times f'c \times a \times b = 50.634 \text{ Tn.}$$

$$P_n = 66.986 \text{ Tn}$$

$$M_n = 5.020 \text{ Tn}$$

➤ $C = 18.00$ cm

| | |
|----|--------|
| ε1 | 0.0020 |
| ε2 | 0.0001 |
| ε3 | 0.0022 |

| | |
|-----|------|
| fs1 | 2800 |
| fs2 | 167 |
| fs3 | 2800 |

| | | |
|----|------|----|
| F1 | 10.9 | Tn |
| F2 | 0.65 | Tn |
| F3 | 10.9 | Tn |

$$a = \beta \times C = 15.30 \text{ cm}$$

$$Cc = 0.85 \times f'c \times a \times b = 32.550 \text{ Tn.}$$

$$P_n = 31.900 \text{ Tn}$$

$$M_n = 6.262 \text{ Tn}$$

➤ $C = 16.00$ cm

| | |
|----|--------|
| ε1 | 0.0019 |
| ε2 | 0.0005 |
| ε3 | 0.0028 |

| | | |
|-----|-------|--------------------|
| fs1 | 2800 | Kg/cm ² |
| fs2 | 937.5 | Kg/cm ² |
| fs3 | 2800 | Kg/cm ² |

| | | |
|----|------|----|
| F1 | 10.9 | Tn |
| F2 | 3.66 | Tn |
| F3 | 10.9 | Tn |

$$a = \beta \times C = 13.60 \text{ cm}$$

$$Cc = 0.85 \times f'c \times a \times b = 34.039 \text{ Tn.}$$

$$P_n = 30.383 \text{ Tn}$$

$$M_n = 6.713 \text{ Tn}$$

Resumen:

| Tracción Pura | Ø Tracción Pura | Carga nominal | Compresión pura | Ø Carga nominal |
|---------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|
| -32.760 | -22.932 | 88.443 | 110.554 | 61.910 |

Tabla 39. Resumen de los puntos para el diagrama de interacción

| Pn (Tn) | Mn (Tn.m) | ØPn (Tn) | ØMn (Tn.m) |
|---------|-----------|----------|------------|
| 41.141 | 6.368 | 28.798 | 4.457 |
| 52.858 | 1.394 | 37.000 | 0.975 |
| 66.986 | 5.020 | 46.890 | 3.514 |
| 30.383 | 6.713 | 21.268 | 4.699 |
| 31.900 | 6.262 | 22.330 | 4.383 |

Fuente: Elaboración propia.

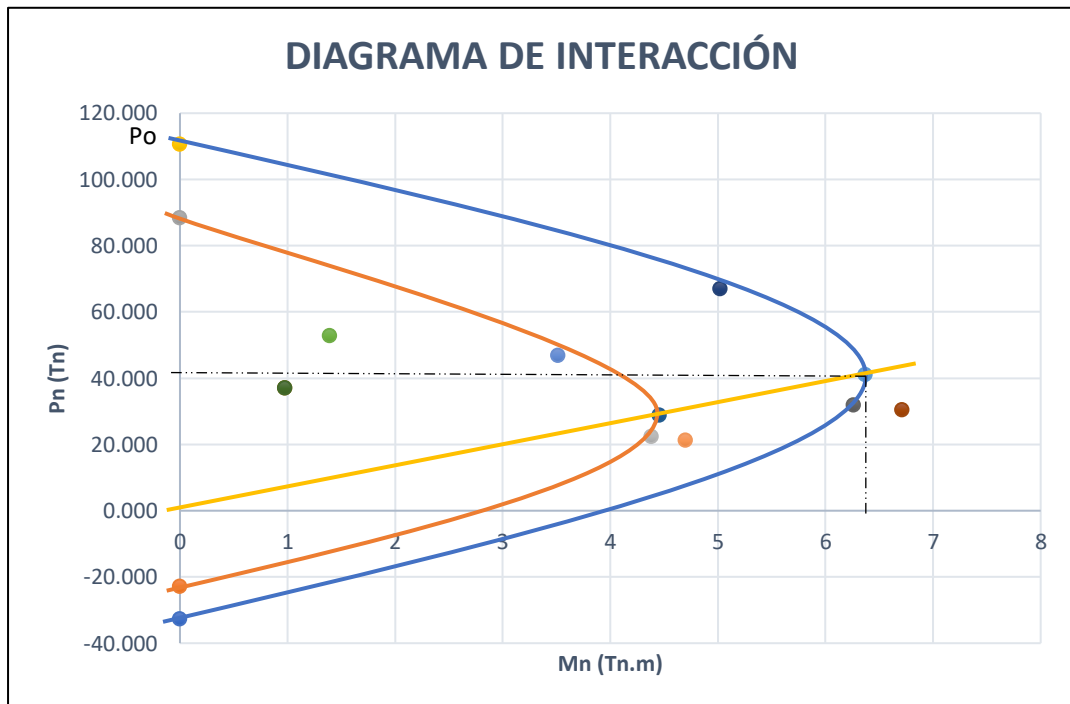


Figura 54. Diagrama de interacción

Fuente: Elaboración propia

4.6.3.2. Reforzamiento de columna con encamisado de concreto armado

➤ Cálculo de las nuevas dimensiones de la columna a reforzar.

$$b \ 27.00 \ \text{cm}$$

$$h \ 37.00 \ \text{cm}$$

$$f'c \ 92.70 \ \text{kg/cm}^2$$

$$fy \ 2800.0 \ \text{kg/cm}^2$$

$$\epsilon_c \ 0.003$$

$$\epsilon_y \ 0.0014$$

Con el objetivo para calcular la nueva área de la columna debemos de considerar el 50% de la carga axial con la que se está aplicando, sin embargo, para este análisis se considerara el 60% de la carga axial para que mejore su desempeño.

$$P = 167874.2 \ \text{Kg}$$

$$\phi = 0.70$$

$$60\%P = 0.8 * \phi * 0.85 * f'c * Ag$$

$$Ag = \frac{60\%P}{0.8 * \phi * 0.85 * f'c} = 2282.698 \ \text{cm}^2$$

$$Ag = (2z + 27) * (2z + 37) - (27 * 37)$$

Despejando el valor de "z" y reemplazando el valor de Ag.

$$z = 12.751 \ \text{cm} = 15 \ \text{cm}$$

Reemplazando el valor de "z" para el cálculo de la nueva sección.

$$A1 = (2z + 27) * (2z + 37) - (27 * 37) = 2820.00 \ \text{cm}^2$$

Debemos de considerar que el valor del área debe de estar entre el 1% y el 6%.

$$As = 0.01 * A1 = 28.200 \ \text{cm}^2$$

$$0.01 \leq As \leq 0.06$$

Se está considerando 4Ø3/4'' y 8Ø5/8''.

$$4Ø3/4 = 11.40 \ \text{cm}^2$$

$$8\phi 5/8 = 15.84 \text{ cm}^2$$

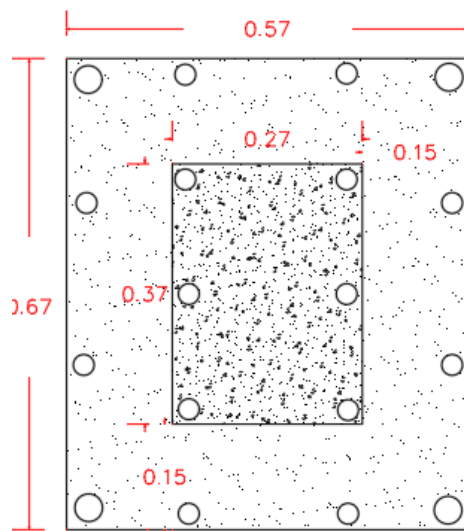


Figura 55. Dimensiones de la nueva columna reforzada con encamisado de concreto

Fuente: Elaboración propia

Dimensiones de la nueva sección de la columna

| Distancia (cm) | Área (cm ²) |
|----------------|-------------------------|
| 6 | 9.66 |
| 21 | 3.96 |
| 36 | 3.96 |
| 51 | 9.66 |

| | | |
|-----|--------|--------------------|
| b | 57 | cm |
| h | 67 | cm |
| f'c | 92.70 | kg/cm ² |
| fy | 2800.0 | kg/cm ² |
| εc | 0.003 | |
| εy | 0.0014 | |
| Ag | 3819 | cm ² |
| d | 51 | cm |

➤ Cálculo del centro plástico

$$Y_o = \frac{0.85 \times f'c \times Ag \frac{h}{2} + As1fyd1 + As2fyd2 + \dots + Asnfydn}{0.85 \times f'cAg + As1fy + As2fy + \dots + Asnfy} = 32.489 \text{ cm}$$

- Cálculo del "Cb"

$$\frac{Cb}{d} = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_c + \varepsilon_y} \rightarrow C_b = 34.773 \text{ cm}$$

- Considerando C=Cb para la falla balanceada

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_c} = \frac{Cb - d}{Cb}$$

$$f_s = E_s \times \varepsilon$$

$$F = f_s * A$$

| | | | | | |
|----|--------|-----|-----------------------------|----|-----------|
| ε1 | 0.0025 | fs1 | 2800.000 kg/cm ² | F1 | 27.048 Tn |
| ε2 | 0.0012 | fs2 | 2376.471 kg/cm ² | F2 | 9.411 Tn |
| ε3 | 0.0001 | fs3 | 211.765 kg/cm ² | F3 | 0.839 Tn |
| ε4 | 0.0014 | fs4 | 2800.000 kg/cm ² | F4 | 27.048 Tn |

- Cálculo de la fisuración insipiente

$$a = \beta \times C = 29.557$$

- Cálculo de la posición del eje neutro y altura del bloque comprimido

$$C_c = 0.85 \times f'_c \times a \times b = 132.749 \text{ Tn.}$$

- Cálculo del valor de Pn

$$P_n = 0.85 \times f'_c \times ab + A_{s1} \times f_{s1} + A_{s2} \times f_{s2} - A_{s3} f_{s3} - \dots = 141.321 \text{ Tn.}$$

- Cálculo del momento nominal

$$M_n = 0.85 \times f'_c \times ab \left(Y_o - \frac{a}{2} \right) + A_{s1} f_{s1} (Y_o - d_1) + A_{s2} f_{s2} (Y_o - d_2) + \dots + A_{sn} f_{sn} (Y_o - d_n)$$

$$M_n = 3679.280 \text{ Tn. cm}$$

$$M_n = 36.793 \text{ Tn. m}$$

- Cálculo del punto de tracción

$$P_n = -A_s \times f_y = -73.3 \text{ Tn.}$$

➤ Cálculo del punto de compresión pura

$$P_o = 0.85f_c(A_g - A_s) + A_s \cdot f_y = 375.044 \text{ Tn}$$

$$P_n \text{ max} = 0.80 * P_o = 300.035 \text{ Tn}$$

A. Cálculo para la falla dúctil

Considerando que le valor de $C \leq C_b$

➤ $C = 30 \text{ cm}$

| | | | | | | | |
|--------------|--------|-----|------|--------------------|----|--------|----|
| ϵ_1 | 0.0024 | fs1 | 2800 | kg/cm ² | F1 | 27.048 | Tn |
| ϵ_2 | 0.0009 | fs2 | 1800 | kg/cm ² | F2 | 7.128 | Tn |
| ϵ_3 | 0.0006 | fs3 | 1200 | kg/cm ² | F3 | 4.752 | Tn |
| ϵ_4 | 0.0021 | fs4 | 2800 | kg/cm ² | F4 | 27.048 | Tn |

$$a = \beta \times C = 25.50$$

$$C_c = 0.85 \times f'_c \times a \times b = 134.621 \text{ Tn}$$

$$P_n = 136.997 \text{ Tn}$$

$$M_n = 34.265 \text{ Tn.m}$$

➤ $C = 25 \text{ cm}$

| | | | | | | | |
|--------------|---------|-----|------|--------------------|----|---------|----|
| ϵ_1 | 0.00228 | fs1 | 2800 | kg/cm ² | F1 | 27.048 | Tn |
| ϵ_2 | 0.00048 | fs2 | 960 | kg/cm ² | F2 | 3.8016 | Tn |
| ϵ_3 | 0.00132 | fs3 | 2640 | kg/cm ² | F3 | 10.4544 | Tn |
| ϵ_4 | 0.00312 | fs4 | 2800 | kg/cm ² | F4 | 27.048 | Tn |

$$a = \beta \times C = 21.25$$

$$C_c = 0.85 \times f'_c \times a \times b = 95.44 \text{ Tn}$$

$$P_n = 88.79 \text{ Tn}$$

$$M_n = 33.294 \text{ Tn.m}$$

B. Calculo para falla frágil

➤ $C = 37 \text{ cm}$

| | | | | | | | |
|--------------|---------|-----|---------|--------------------|----|--------|----|
| ϵ_1 | 0.00251 | fs1 | 2800.00 | kg/cm ² | F1 | 27.048 | Tn |
|--------------|---------|-----|---------|--------------------|----|--------|----|

| | | | | | |
|--------------|---------|-----|----------------------------|----|-----------|
| ϵ_2 | 0.00130 | fs2 | 2594.59 kg/cm ² | F2 | 10.275 Tn |
| ϵ_3 | 0.00008 | fs3 | 162.16 kg/cm ² | F3 | 0.642 Tn |
| ϵ_4 | 0.00114 | fs4 | 2270.27 kg/cm ² | F4 | 21.931 Tn |

$$a = \beta \times C = 31.45$$

$$C_c = 0.85 \times f'_c \times a \times b = 141.252 Tn$$

$$P_n = 157.286 Tn$$

$$M_n = 36.107 Tn.m$$

➤ C= 40 cm

| | | | | | |
|--------------|--------|-----|----------------------------|----|-----------|
| ϵ_1 | 0.0026 | fs1 | 2800.00 kg/cm ² | F1 | 27.048 Tn |
| ϵ_2 | 0.0014 | fs2 | 2800.00 kg/cm ² | F2 | 11.088 Tn |
| ϵ_3 | 0.0003 | fs3 | 600.00 kg/cm ² | F3 | 2.376 Tn |
| ϵ_4 | 0.0008 | fs4 | 1650.00 kg/cm ² | F4 | 15.939 Tn |

$$a = \beta \times C = 34.00$$

$$C_c = 0.85 \times f'_c \times a \times b = 152.705 Tn$$

$$P_n = 177.278 Tn$$

$$M_n = 35.125 Tn.m$$

| Tracción pura | Ø Tracción pura | Carga nominal | Compresión pura | Ø Carga nominal |
|---------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|
| -76.272 | -53.390 | 300.035 | 375.044 | 210.024 |

Tabla 40. Resumen de los puntos para el diagrama de interacción

| Pn (Tn) | Mn (Tn.m) | Ø Pn (Tn) | Ø Mn (Tn.m) |
|---------|-----------|-----------|-------------|
| 164.611 | 34.351 | 115.227 | 24.046 |
| 136.997 | 34.265 | 95.898 | 23.986 |
| 105.532 | 33.294 | 73.872 | 23.306 |
| 182.067 | 33.050 | 127.447 | 23.135 |
| 204.068 | 31.324 | 142.848 | 21.927 |

Fuente: Elaboración propia

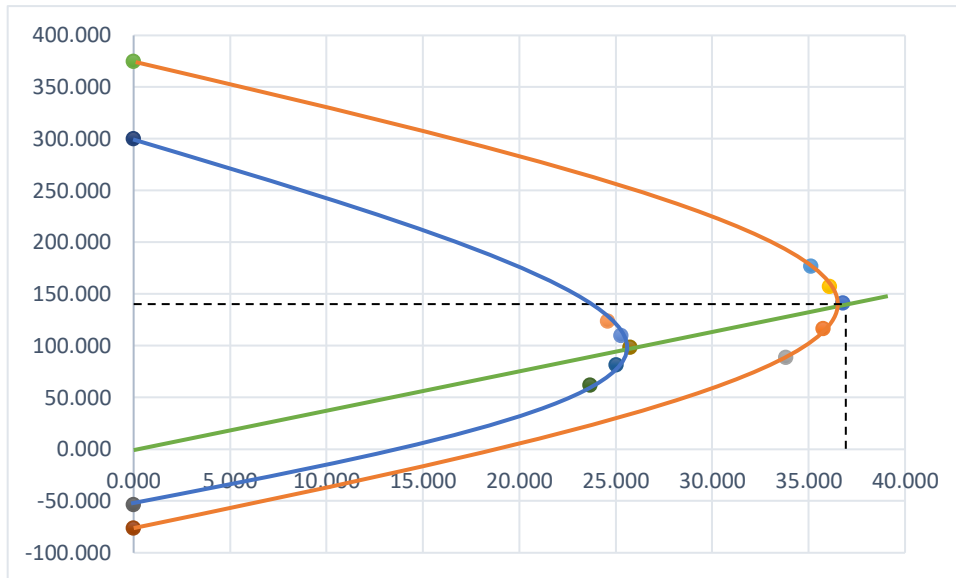


Figura 56. Diagrama de interacción de la columna C27X37(SP-3P) con reforzamiento.

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la figura 56, la curvatura que esta desarrolla para los diferentes valores axiales, todas las intersecciones se encuentran dentro de la región, por lo tanto, garantizan un comportamiento dúctil, y previenen las fallas frágiles.

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se planteó como objetivo general realizar el análisis estructural y propuestas de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco-2021. El modelamiento se hizo utilizando el software ETABS teniendo en cuenta los datos de los parámetros de la norma E.030 se determinó mediante el análisis que la galería no requiere reforzamiento. Los indicadores presentan como antecedentes realizados por Cabello (2020), que realizo el análisis estructural de su edificación de sistema dual y aperticado, logrando obtener los valores de los parámetros sísmicos y realizo el modelamiento del análisis sísmico mediante el software ETABS bajo la norma E.030. Así mismo teniendo afinidad con Gonzales (2015) a través de herramientas computacionales como el ECOgcw pudo determinar los comportamientos del edificio de laboratorio considerando acciones permanentes y variables para el análisis estático lineal, de acuerdo al reglamento de construcción de Federal. De la misma manera guardando relación con el objetivo

de Vivanco (2018) el de analizar los resultados obtenidos del análisis y reforzamiento estructural, obteniendo parámetros sísmicos y diseñando en el ETABS, para saber si se requiere o no reforzamiento. También guarda relación Mercado y Sabogal (2016) logrando su objetivo de determinar el nivel de vulnerabilidad de su edificio usando el análisis sísmico estático mediante el software ETABS, así pudo conocer las fallas en elementos estructurales, así mismo Calizaya (2018) demuestra que el análisis estructural y diseño sísmico radican en la norma E.030 de diseño sismorresistente para conocer cuál de los es más efectivo los cálculos.

En cuanto a la hipótesis de la presente investigación que, si; Se determina que, si deciden las propuestas de reforzamiento en los elementos estructurales a través de los resultados obtenido, sin embargo, los desplazamientos máximos que se obtuvieron fueron de 0.0014 y 0.0016 en dirección "Y" y "X" respectivamente y adicionando un piso más los desplazamientos fueron 0.0026 y 0.0019 en dirección "X" y "Y" respectivamente, por lo tanto no es necesario el reforzamiento. Teniendo una afinidad con Cabello (2020), donde muestra que mediante los datos obtenidos del análisis dinámico se proponen reforzamientos, de acuerdo a sus resultados señala que en el sistema dual el desplazamiento máximo en dirección "X" y "Y" es 0.006. De igual manera guarda relación con Mugo (2014), después del análisis del edificio los elementos estructurales resultaron ser fuertes y resistentes, pero adicionando más cargas estos fallaron y aplico reforzamiento. De la misma manera Burbano y Cevallos (2019) estableció reforzamientos de encamisado de hormigón armado y fibras de carbono para mejorar el comportamiento en la ductilidad, para resistir los efectos de las cargas gravitacionales. Sin embargo, difiere en los resultados con Vivanco (2018), de acuerdo a los resultados del análisis sísmico y del ensayo de diamantina propone el reforzamiento estructural en tres elementos y en ocho zapatas mediante el método del encamisado.

Con respecto al problema específico del presente proyecto de investigación cuáles serán los elementos estructurales más afectados según el análisis sísmico para decidir propuestas de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho. Se muestra que los elementos estructurales de las Galerías de Ayacucho presentan un buen desempeño sísmico por lo que su deformación y desplazamiento están

dentro de los parámetros máximos. Presenta relación con Estrada y Yoplac (2017), donde el elemento a reforzar son sus vigas mediante las fibras de carbono que cumplen con las tensiones bajo la aplicación de cargas con un óptimo comportamiento, sin embargo, aplico reforzamiento con fibra de carbono para optimizar más el desempeño sísmico. De la misma manera contando una afinidad con Vivanco (2018) en su investigación presentado con la hipótesis donde el análisis estructural se relaciona directamente con el reforzamiento, llegando al mismo resultado que existen elementos a reforzar, las cuales se aumentaron sus dimensiones.

VI. CONCLUSIONES

1. Se logró obtener los parámetros sísmicos, con ello se pudo realizar el análisis estructural, la fuerza cortante basal, la distribución de fuerzas sísmicas en altura y el análisis dinámico modal espectral los cuales nos ayudan a interpretar como es el comportamiento sísmico de cada sistema estructural, durante el modelamiento se consideró las resistencias de concreto obtenidos de los ensayos de diamantina y se realizó mediante el software ETABS v16. Es un programa que incide al análisis, y una herramienta que de manera sencilla los análisis.
2. Aplicando los parámetros sísmicos según la norma E.030 en el análisis dinámico modal espectral se tiene como resultado el desplazamiento lateral máximo en dirección X-X es 0.0016 y en dirección Y-Y resulta 0.0014 siendo un sistema de albañilería, la cual cumple de acuerdo a la normativa donde nos dice que la distorsión máxima es de 0.005.
3. Aplicando los parámetros sísmicos cuando se le adiciona un nivel más, en el análisis dinámico modal espectral posee como desplazamiento lateral máximo en dirección X-X es 0.0026 y en dirección Y-Y resulta 0.0019, las cuales se encuentran dentro de la normativa donde menciona que la distorsión máxima es de 0.005.
4. La resistencia obtenidos de los ensayos de diamantina se usó para el modelamiento en el software ETABS, las resistencias ($f'c$) obtenidas en las columnas fueron de 92.70, 115.50 y 72.00 kg/cm². En las vigas fueron 285.90, 129.30 y 154.00 kg/cm². Los datos obtenidos son respaldados por la NTP 339.034-2017 y NTP 339.059- 2014.

5. Se analizaron las vigas y columnas independientemente, y se verificó que la viga VP(27X37), necesita reforzamiento en flexión y en corte, por lo tanto se propuso el reforzamiento mediante fibra de carbono, ya que es sistema mucho más óptimo en este tipo de fallas, además con el reforzamiento dicha viga posee un mejor desempeño sísmico.

6. Se analizó las columnas sobre esforzadas mediante el diagrama proporcionada por el software ETABS. Donde se identificó que la columna C27X37(SP-3P) se encontraba sobre esforzada, se comprobó mediante los cálculos realizados en Excel y se propuso el sistema de reforzamiento del encamisado ya que ayuda a proporcionar una nueva sección a la columna aumentando su capacidad de carga, incorporado el reforzamiento la columna presenta un mejor desempeño sísmico.

7. La edificación Galerías de Ayacucho presenta un buen desempeño sísmico a pesar que es una edificación antigua, los resultados dependieron de muchos factores como son las cargas de la edificación, la estructura presenta una carga liviana y con la ayuda de los muros estructurales evitan que tengan una mayor distorsión entre pisos.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda ejecutar un análisis de viabilidad de la edificación Galerías de Ayacucho mediante una evaluación minuciosa estructural tomando en cuenta limitaciones, específicamente identificar las patologías que posee la estructura. Con propuestas de reforzamiento analizándolo sísmicamente bajo la aplicación de normas.

Analizar la edificación de la parte de la subestructura, mediante el estudio de mecánica de suelos, para proseguir con la investigación en la parte de cimentación y evaluar el óptimo reforzamiento con una buena relación costo-beneficio.

Supervisar el trabajo constructivo cuando se le incorpore los sistemas de reforzamiento, con la finalidad de que su comportamiento de estos reforzamientos sea mucho más efectivo durante un movimiento sísmico ya que se verificaron que presentan fallos en corte, flexión y compresión.

Buscar más métodos de refuerzo, uno que sea seguro y económico porque en la actualidad existen muchos sistemas de refuerzo. Realizar todo un análisis completo

al refuerzo, viendo sus ventajas y desventajas, altera o no altera a la edificación, dificultad constructiva, esperar el tiempo para su óptimo funcionamiento. Debemos de percatarnos que el refuerzo tenga normativas nacionales o internacionales que le respalda el uso.

REFERENCIAS

AMIEL, José. Las variables en el método científico [en línea]. Lima: Julio 2007, v.73 n.3 [fecha de consulta: 7 de setiembre de 2021].

Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2007000300007

ISSN: 1810634X

ARROYO, Ruperto. Investigan fallas en construcción de dos edificios de Universidad Pedro Ruiz [en línea]. RPP noticias. 21 de agosto de 2017. [fecha de consultas 02 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://rpp.pe/peru/lambayeque/investigan-fallas-en-construccion-de-dos-edificios-en-universidad-pedro-ruiz-noticia-1071607?ref=rpp>

AYALA, Julie y GIRALDO, Miguel. Estudio del método de recrecido en concreto armado para el refuerzo de vigas y columnas de una edificación. Tesis (título en ingeniería civil). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2018. 133pp.

Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/13328/GiraldoVargasMiguelAngel2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación [en línea]. 3° ed. México: Grupo editorial patria, 2017 [fecha de consulta: 9 de junio de 2021].

Disponible en: http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf

ISBN: 9786077447481

BURBANO, Angie y CEVALLOS, Andrea. Análisis estructural y propuestas de reforzamiento del edificio de la cámara de la industria de la construcción con proyección para el incremento de un piso adicional. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas, 2019. 188 pp.

Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/16088>

BRUALLA, Alba. Los fondos buscan en España edificios en mal estado para rehabilitarlos [en línea]. El Economista. 22 de agosto de 2015. [fecha de consulta. 2 de mayo 2021].

Disponible en: <https://www.eleconomista.es/empresas-finanzas/noticias/6952440/08/15/Los-fondos-buscan-en-Espana-edificios-en-mal-estado-para-rehabilitarlos.html>

BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros [en línea]. Chiclayo, 2016 [fecha de consulta 05d de julio 2021].

Disponible en: <https://studylib.es/doc/8929463/metodologia-de-investigacion-cientifica-para-ingenieros>

CABELLO Bob. Análisis estructural comparativo entre los sistemas estructurales de concreto armado aporticado y dual, Lima 2019. Tesis (título en ingeniería civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 108 pp.

Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/54075/Cabello_BBG_L-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CABEZAS, Edison, ANDRADE, Diego y TORRES, Johana. Introducción a la metodología de la investigación [en línea]. Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2018. [fecha de consulta: 9 de junio de 2021].

Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>

ISBN: 9789942765444

CALIZAYA, Ginno. Análisis estructural y diseño sísmico comparativo por capacidad y resistencia, de un edificio para oficinas en el centro poblado de los ángeles - Moquegua 2017. Tesis (título en ingeniería civil) Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui, 2017. 306 pp.

Disponible en: <http://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/411>

CAÑAS, Rafael. Técnicas de reforzamiento de estructuras construidas de concreto que presentan deficiencias estructurales. Tesis (Grado de licenciatura en Ingeniería en Construcción) Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2010. 27pp.

Disponible:

https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6167/tecnicas_reforzamiento_estructuras_construidas_concreto_deficiencias%20estructurales.pdf?sequence=1

CONOCER zonas de riesgo y tipos de construcción evita que un fenómeno natural sea desastre social [en línea]. (octubre, 2017). México: Universidad Nacional Autónoma de México. [fecha de consulta: 15 de mayo del 2021].

Disponible en: https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2017_682.html

CHAVESTA, Erick. Análisis estático no lineal para estimar el desempeño sísmico de una estructura aporticada de 5 pisos en la ciudad de Lima. Tesis (título en ingeniería civil). Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal, 2019. 173 pp.

Disponible

en:

http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2810/UNFV_CHAVESTA_RUELAS_ERICK_PEDRO_ADRIAN_TITULO_PROFESIONAL_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CHÁVEZ, José. ASCENCIOS, Jorge. Análisis estructural y diseño sísmico de un edificio de 9 pisos con semisótano. Tesis (título en ingeniería civil) Arequipa: Universidad Católica de San María, 2015. 322 pp.

Disponible en: <https://1library.co/document/yeve057z-analisis-estructural-diseno-sismico-edificio-pisos-semisotano.html>

CHOQUEHUANCA, Kevin. Análisis y diseño estructural de una edificación de concreto armado de 5 pisos y 1 semisótano. Tesis (título de ingeniería civil). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2017. 135 pp.

Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3299>

CRISTINA DEL RIO. Los arquitectos alertan de peligros inminentes en los edificios antiguos [en línea]. La voz de Avilés. 16 de mayo de 2018. [fecha de consulta: 02 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://www.elcomercio.es/aviles/arquitectos-alertan-peligros-20180515001108-ntvo.html>

DA SILVA, Pedro. Projeto de reforço de um edificio de habitação. Do grau de Mestre em Engenharia Civil. Lisboa: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2016. 118 pp.

Disponible en: <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/6509>

DOMINGUEZ, Silva, SANCHEZ Enrique y SANCHEZ Gabriel. Guia para elbaorar una tesis. Mexico: McGraw–HILL/INTERAMERICANA EDITORES. S.A. de CV, 2009 [25 de mayo del 2021)

Disponible en: <http://catedranaranja.com.ar/wp/wp-content/uploads/guaparaelaborarunatesis-.pdf>

ISBN: 9789701073445

ESTRADA, Martín. Análisis estructural básico [en línea]. Colombia: Universidad Piloto de Colombia, 2016 [fecha de consulta: 1 de mayo de 2021].

Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=3ptYDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=analisis+estructural&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjdp7uey73wAhW_EVkFHfiiC2sQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=analisis%20estructural&f=false

ISBN: 9789588957463

ESTRADA, Mayra y YOPLAC, Jorvi. Evaluación técnica y económica de reforzamiento estructural en vigas de concreto armado con fibras de carbono en el edificio multifamiliar Huaraz Breña-Lima 2019. Tesis (título en ingeniería civil) Lima: Universidad Ricardo Palma, 2019. 147 pp.

Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2645>

GIL, Juan. Técnicas e instrumentos para la recogida de información [en línea]. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia. 2016 [fecha de consulta: 6 de junio de 2021].

Disponible en:
https://books.google.com.pe/books?id=ANrkDAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=T%C3%A9cnica+e+instrumentos+de+recolecci%C3%B3n+de+datos&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

ISBN: 9788436271287

GONZALES, Roberto. Análisis estructural del edificio de laboratorio de materiales de la facultad de Ingeniería, Boca del Rio, Ver. Tesis (para optar el grado de maestría en ingeniería aplicada). Veracruz: Universidad Veracruzana, 2015. 82 pp.

Disponible en: <https://cdigital.uv.mx/handle/123456789/41546>

GUILLERMO, Aldo, SILVA, Sergio. Evaluación y desempeño de dos propuestas de reforzamiento para vigas y columnas de concreto armado en una edificación de hotel. Tesis (título de ingeniero civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019, 168 pp.

Disponible en:
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628230/Guillermo_TA.pdf?sequence=3

HENKES, Fabio. Análise de modelos estruturais para um edificio de concreto armado. Tese (Titulo de Engenheiro Civil). Brasil: Universidade Regional do Noroeste do estado do Rio Grande do SUL-UNIJUI, 2018. 64 pp.

Disponible en:
<https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/5765/F%C3%A1bio%20Augusto%20Henkes%20Huppel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

HUÁNUCO: casas antiguas en peligro por lluvias [en línea]. Correo. 4 de diciembre de 2012. [fecha de consulta: 02 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://diariocorreo.pe/peru/huanuco-casas-antiguas-en-peligro-por-lluvia-205009/?ref=dcr>

HUAPAYA, Cesar y GINOCCHIO, Juan. Guía de investigación. [en línea]. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018 [27 de mayo del 2021].

Disponible

en:

<https://cdn02.pucp.education/investigacion/2016/06/12164911/Guia-de-Investigacion-en-Ingenieria-Civil.pdf>

IDENTIFICACIÓN de modos de torsión empleando la medición de vibración ambientales y el análisis espectral en dos edificios de concreto reforzado por Richard Godfrey Montero [et al]. Ingeniería sísmica [en línea]. n°104. 10 de marzo del 2021. [fecha de consulta: 20 de agosto del 2021]

Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2020000300072&lang=es#B1

ISSN: 0185092X

INSTITUO americano del concreto. Guía para la rehabilitación sísmica de edificios de estructura de hormigón existentes y comentario. University of Texas: 2015. 39 pp.

ISBN: 9870870314193

JACOME, Pablo. Determinación de las técnicas de reforzamiento para mejorar el desempeño estructural de un edificio mixto. Tesis (título en ingeniería civil). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. 2016, pp. 177.

Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/20275>

LEON, Juan. Terremoto en Lima: Los edificios y casas que también están en alto riesgo [en línea]. El Comercio. 25 de setiembre del 2017. [fecha de consulta: 02 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/terremoto-lima-edificios-capital-alto-riesgo-noticia-460511-noticia/>

MINISTERIO de transportes y comunicaciones. Manual de ensayos de materiales.

Perú: 2016. 1269 pp.

LOPEZ, Pedro. Población, muestra y muestro [en línea]. V. 09, N° 8, 2004. [fecha de consulta: 4 de junio del 2021].

Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012

ISSN: 18150276

Mayoría de fallas en infraestructura en América Latina se vinculan al diseño [en línea]. Gestión. 25 de octubre de 2017. [fecha de consulta: 3 de mayo 2021].

Disponible en: [https://gestion.pe/tu-dinero/inmobiliarias/mayoria-fallas-infraestructura-america-latina-vinculan-diseno-221369-noticia/#:~:text=%2D%20El%2062%25%20de%20las%20fallas,\(UNOPS\)%2C%20Lucio%20C%3%A1ceres.](https://gestion.pe/tu-dinero/inmobiliarias/mayoria-fallas-infraestructura-america-latina-vinculan-diseno-221369-noticia/#:~:text=%2D%20El%2062%25%20de%20las%20fallas,(UNOPS)%2C%20Lucio%20C%3%A1ceres.)

MERCADO, Luis y SABOGAL, Carlos. Análisis de vulnerabilidad sísmica en edificios aporricados de concreto reforzado en la ciudad de Cartagena. Tesis (título en ingeniería civil). Colombia: Universidad de Cartagena, 2016. 126 pp.

Disponible en: <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/3490>

Miles de edificios artísticos, en mal estado [en línea]. El País. 27 de febrero de 1979. [Fecha de consulta: 01 de mayo de 2021]. Disponible en: https://elpais.com/diario/1979/02/28/sociedad/289004416_850215.html

MONCAYO, Theurer et al. Las fibras de carbono como una alternativa para reforzamiento de estructuras. Revista académica de ingeniería [en línea]. Vol. 20, num. 1 2016. [fecha de consulta 13 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/467/46750927006.pdf>

ISSN: 1665529

MUGO, Harum. Structural Analysis and design of a warehouse building. Thesis (Title in Mechanical Engineering and Production Technology). Finlandia: hamk university of applied sciences, 2014. 87 pp.

Disponible en: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/86345/THANDE_HARUN.pdf;jsessionid=B88CAA1EFF5457D60A30966259F44A04?sequence=1

NAVARRETE, Ivan. Procedimiento de refuerzo de estructuras de hormigón armado con materiales CFRP. Tesis (título de ingeniería civil). Chile: Universidad Técnica Federico Santa María, 2017. 134 pp.

Disponible en: <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/23583/3560900258431UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Norma Técnica Peruana (NTP) 339.034. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. I.C.S. 91.100.30. Lima: 2015. 19 pp.

Norma Técnica Peruana (NTP) 339.059. Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas seccionadas de concreto. I.C.S. 91.100.30 Lima: 2017. 22 pp.

NORMA técnica peruana. Norma E.030 Diseño sismorresistente, Perú: Servicio Nacional de Capacitación para la industria de la Construcción (SENCICO), 2018.

ISBN: 9786124622175

NORMA técnica peruana. Norma E.020 Cargas: Servicio Nacional de Capacitación para la industria de la Construcción (SENCICO), 2014. 28pp.

ISBN: 9786124622120

RAMIREZ, Pedro y SCHULER, Úrsula. Estudio de edificios de Penta revela la falla que se repite en modernas torres afectadas por el terremoto [en línea]. CIPER. 07 de abril de 2010. [Fecha de consulta: 3 de mayo de 2021]

Disponible en: <https://www.ciperchile.cl/2010/04/07/estudio-de-edificio-de-penta-revela-la-falla-estructural-que-se-repite-en-las-modernas-torres-afectadas-por-el-terremoto/>

Reforzamiento de estructuras de concreto [en línea]. Sika Colombia S.A.S, 2017 [fecha de consulta 03 julio del 2021].

Disponible en: <https://col.sika.com/dms/getdocument.get/c5fbb55d-9240-3b09-9eee-edf695806345/Reforzamiento%20Estructuras%202017.pdf>

RODRIGUEZ, Diego. Análisis sismo resistente mediante el método modal espectral de un edificio habitacional ubicado en la comunidad de Tome. Tesis (título en Ingeniería Civil). Concepción: Universidad Católica de la Santísima Concepción, 2016. 92 pp.

Disponible en: <http://repositoriodigital.ucsc.cl/bitstream/handle/25022009/1044/Diego%20Alonso%20Rodr%C3%ADguez%20Cuevas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SALAZAR, Maria, ICAZA, Maria y ALEJO, Oscar. La importancia de la ética en la investigación [en línea]. Universidad y Sociedad. Vol.10, no.1. Cienfuegos enero-marzo 2018. [fecha de consulta: 15 de julio de 2021].

Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000100305

ISSN: 22183620

SANCHEZ, Hugo, REYES, Carlos y MEJIA Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística [en línea]. Lima: Universidad Ricardo Palma, 2018 [fecha de consulta: 04 de junio del 2021].

Disponible en: <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>

Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM). Método normalizado de ensayo de obtención y ensayo de núcleos perforados y vigas aserradas de concreto. C 42/C 42M-04. USA:2004. 8 pp.

TOIRAC, José. Patologías de la construcción grietas y fisuras en obras de hormigón [en línea]. Instituto Tecnológico de Santo Domingo. Vol.29, num.1, enero-marzo 2004, pp. 72-144. [fecha de consulta: 14 de julio de 2021].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/870/87029104.pdf>

ISSN: 03787680

VINCES, Héctor. El Perú registro más de 800 sismos durante el 2020 [en línea]. Agencia peruana de noticias Andina. 1 de enero de 2021. [fecha de consulta: 02 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-el-peru-registro-mas-800-sismos-durante-2020-828236.aspx#:~:text=Un%20total%20de%20809%20eventos,cuando%20se%20reportaron%20550%20eventos>

VIVANCO, Gladys. Evaluación y reforzamiento estructural del centro médico municipal mediante el método de encamisado, distrito de Huancayo. Tesis (para optar el título de ingeniero civil). Huancayo: Universidad Peruana de los Andes, 2018. 160 pp.

Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/300>

¿Cómo influyen el Cinturón de fuego en la generación de sismos en Perú? [en línea]. La República. 27 de enero de 2021. [fecha de consulta: 02 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://larepublica.pe/sociedad/1476179-terremoto-peru-cinturon-fuego-pacifico-atmp/?ref=lr>

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: "Análisis estructural con propuestas de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco-2021"

Autor: Torres Reyna Yerson Abner

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTOS |
|--|---|---|--|---|--|---|
| Problema General: | Objetivo general: | Hipótesis general: | Variable Independiente (X) Análisis estructural | Cargas Estructurales | <ul style="list-style-type: none"> • Carga muerta • Carga viva | ETABS V.16 Norma E0.20 |
| ¿Como será el análisis estructural y propuestas de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho Huánuco - 2021? | Evaluar el análisis estructural y propuestas de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco – 2021. | Según el análisis estructural se determina propuestas de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco - 2021. | | Análisis sísmico | <ul style="list-style-type: none"> • Analisis estatico • Analisis dinámico modal espectral | ETABS V.16 Norma E 0.30 |
| Problemas Específicos: | Objetivos Específicos: | Hipótesis específicas: | | Técnica de ensayos | <ul style="list-style-type: none"> •Diamantina | Ensayo de compresion ASTM C-42 NTP 339.059:2017 NTP 339.024.2015 |
| ¿Cuál será el resultado del análisis sísmico estático para decidir la propuesta de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco-2021? | Realizar el análisis sísmico estático para decidir la propuesta de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco-2021. | El análisis sísmico estático decide la propuesta de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco – 2021. | | Variable Dependiente (Y) Reforzamiento estructural | Elementos estructurales | <ul style="list-style-type: none"> •Cimentacion • Columna • Vigas • Losas |
| ¿Cuál será el resultado del análisis sísmico dinámico modal espectral para decidir la propuesta de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco - 2021? | Realizar el análisis sísmico dinámico modal espectral para decidir la propuesta de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huancuo-2021.. | El análisis sísmico dinámico modal espectral decide la propuesta de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco – 2021. | Sistemas de reforzamiento estructural | | <ul style="list-style-type: none"> •Polimero reforzado con polimeros de Carbono (CFRP) •Encamisado | |
| ¿Cuáles serán los elementos estructurales más afectados según el análisis sísmico para decidir la propuesta de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco - 2021? | Determinar los elementos estructurales más afectados según el análisis sísmico para decidir la propuesta de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco-2021. | Los elementos estructurales más afectados según el análisis sísmico deciden la propuesta de reforzamiento final de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco – 2021. | | | | |

Anexo N°02: Matriz de la operacionalización de variables

Título: Análisis estructural y propuestas de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco-2021

Autor: Torres Reyna, Yerson Abner

| VARIABLES | DEFINICION CONCEPTUAL | DEFINICION OPERACIONAL | DIMENSION | INDICADORES | ESCALA DE MEDICION |
|--|---|---|--------------------------|--|--------------------|
| Variable Independiente (X) Análisis estructural | Estrada (2016) nos dice que hace referencia al cálculo de esfuerzos, fuerzas internas, deslizamientos y deformaciones que se pueda producir en los elementos estructurales, por medio de cálculos y conceptos de la resistencia de materiales y mediante la mecánica de sólidos. ("concepto de análisis estructural", párr. 3). | El análisis estructural nos ayudara a determinar los esfuerzos, deslizamientos y fuerzas internas mediante la aplicación de cargas estructurales y una simulación sísmica por el método estático, dinámico modal espectral estas serán estudiadas por las siguientes dimensiones: Cargas estructurales, Análisis sísmico y técnicas de ensayos. | Cargas estructurales | Carga muerta Carga viva | Razón |
| | | | Análisis Sísmico | Análisis estático Análisis dinámico modal espectral | Razón |
| | | | Técnicas de ensayo | Diamantina | Razón |
| Variable Dependiente (Y) Reforzamiento estructural | Para definir acerca del reforzamiento estructural, Jacome (2014) Sostiene al respecto: [...] el reforzamiento consiste en hacer que aumente la capacidad de una estructura existente. La necesidad de realizar un reforzamiento de una estructura se debe por varios factores, como cuando se cambia el uso de la edificación por la que fue construida y diseñada originalmente. El objetivo del reforzamiento de una estructura surge como una necesidad para hacer frente a una carencia de resistencia de la misma estructura (p. 44). | Los reforzamientos ayudan a que podamos aumentar la capacidad de soporte de los elementos estructurales mediante la aplicación de reforzamientos como la fibra de carbono o el uso de encamisado, esta variable será estudiada por las siguientes dimensiones: elementos estructurales y sistemas de reforzamiento | Elementos estructurales | Columnas Vigas Losas | Nominal |
| | | | Sistema de reforzamiento | Fibra de carbono Encamisado | Nominal |

ANEXO N° 03. RESULTADO DE L TURNITING

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?s=&u=1118077694&o=1680855834&student_user=1&lang=es

feedback studio Yerson Abner Torres Reyna | Análisis estructural y propuestas de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco...

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Análisis estructural y propuestas de reforzamiento de la edificación Galerías de Ayacucho, Huánuco-2021"

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
Torres Reyna, Yerson Abner
<https://orcid.org/0000-0002-7243-8672>

ASESOR:
Mg. Pinto Barrantes, Raúl Antonio
<https://orcid.org/0000-0002-9573-0182>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño sísmico y estructural

LIMA — PERÚ

Resumen de coincidencias ✕

14 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

| | | | |
|---|---|-----|---|
| 1 | repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet | 3 % | > |
| 2 | Entregado a Universida... Trabajo del estudiante | 2 % | > |
| 3 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | 2 % | > |
| 4 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 1 % | > |
| 5 | docplayer.es Fuente de Internet | 1 % | > |
| 6 | Entregado a Universida... | 1 % | > |

Página: 1 de 114 | Número de palabras: 24971 | Versión solo texto del informe | Alta resolución | **Activado** 🔍

ANEXO N° 04: RESULTADO DEL ENSAYO DE DIAMANTINA

www.jjgeotecniasac.com

Tel.: (01) 832-9183
 Cel: 980703014 / 947280585
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com



| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DIAMANTINOS | Código | FOR-LTC-CO-037 |
| | | Revisión | 1 |
| | | Aprobado | CC-JJ |



LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C-42

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Yerson Abner Torres Reyna
TESIS : Análisis estructural y propuestas de reforzamiento de la edificación Galerías Ayacucho, Huanuco, 2021
UBICACIÓN : Ayacucho-Huanuco. **Fecha de ensayo:** 07/10/2021

| N° de Testigo | Identificación | Fecha de Rotura | Altura (cm) | Diametro (cm) | Area (cm2) | Relacion altura / diametro | Factor de Corrección de Resistencia | Carga Maxima (kg) | Resistencia (kg/cm2) |
|---------------|----------------|-----------------|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------------------------------------|-------------------|----------------------|
| 1 | V1 | 7/10/21 | 13.80 | 6.80 | 36.32 | 2.03 | 1.000 | 10381.7 | 285.9 |
| 2 | V2 | 7/10/21 | 12.49 | 6.80 | 36.32 | 1.84 | 1.000 | 4694.3 | 129.3 |
| 3 | V3 | 7/10/21 | 13.25 | 6.79 | 36.22 | 1.95 | 1.000 | 5567.7 | 154.0 |

OBSERVACIONES:

- * Muestra extraída mediante perforadora diamantina.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA SAC

| | | |
|--|---|---|
| Elaborado por:  | Revisado por: JJ GEOTECNIA SAC  ELMER HARENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210914 | Aprobado por:  |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

ANEXO N°05: SEGUNDO RESULTADO DEL ENSAYO DE DIAMANTINA

www.jjgeotecniasac.com

| | | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------------|
| LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES | CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DIAMANTINOS | Código | FOR-LTC-CO-037 |
| | | Revisión | 1 |
| | | Aprobado | CC-JJ |





LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C42

| | |
|--|------------------------------------|
| REFERENCIA : Datos de laboratorio | Fecha de ensayo: 07/10/2021 |
| SOLICITANTE : Yerson Abner Torres Reyna | |
| TESIS : Análisis estructural y propuestas de reforzamiento de la edificación Galerías Ayacucho, Huanuco, 2021 | |
| UBICACIÓN : Ayacucho-Huanuco. | |

| N° de Testigo | Identificación | Fecha de Rotura | Altura (cm) | Diametro (cm) | Area (cm2) | Relacion altura / diametro | Factor de Corrección de Resistencia | Carga Maxima (kg) | Resistencia (kg/cm2) |
|---------------|----------------|-----------------|-------------|---------------|------------|----------------------------|-------------------------------------|-------------------|----------------------|
| 1 | C1 | 7/10/21 | 13.30 | 6.80 | 36.32 | 1.96 | 1.000 | 3367.4 | 92.7 |
| 2 | C2 | 7/10/21 | 13.21 | 6.80 | 36.32 | 1.94 | 1.000 | 4195.9 | 115.5 |
| 3 | C3 | 7/10/21 | 13.46 | 6.79 | 36.22 | 1.98 | 1.000 | 2618.1 | 72.0 |

OBSERVACIONES:

- * Muestra extraída mediante perforadora diamantina.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA SAC

| | | |
|--|--|---|
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|   |  JJ GEOTECNIA S A C "EL MER MORENO HUAMAN" INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906 |  |
| Jefe de Laboratorio | Ingeniero de Suelos y Pavimentos | Control de Calidad JJ GEOTECNIA |

Tel.: (01) 632-9183
 Cel: 980703014 / 947280585
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva
 Alt. Universitaria cdra 59, Villaso. - Los Olivos - Lima
 informes@jjgeotecniasac.com



ANEXO N°06: COTIZACION DEL ENSAYO DE DIAMANTINA



FORMATO DE COTIZACIÓN DE ENSAYOS

COT. N° 020-LEM-709

| | |
|-------------|---|
| REFERENCIA | Solicitado vía telefónica el 30/09/2021 |
| SOLICITANTE | Yerson Abner Torres Reyna |
| ATENCIÓN | --- |
| PROYECTO | Análisis estructural y propuestas de reforzamiento de la edificación Galerías Ayacucho, Huanuco, 2021 |
| UBICACIÓN | --- |
| FECHA | San Martín de Porres, 30 de Setiembre de 2021 |

EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN LABORATORIO

| ITE | CONCEPTO | NORMA | UND | CANT | PARCIAL | SUBTOTAL |
|-----|--|-------|-----|------|------------------|---------------------|
| 1.0 | ENSAYOS / Pedido 0016-5D | | | | | |
| 1.1 | EXTRACCION DE DIAMANTINA (2,3 ,4 PULGADAS) | | Und | 6 | S/. 250.00 | S/. 1,500.00 |
| 1.2 | VIATICOS (2TECNICOS) | | Und | 3 | S/. 100.00 | S/. 300.00 |
| 1.3 | MOVILIDAD | | Und | 1 | S/. 400.00 | S/. 400.00 |
| | | | | | SUB TOTAL | S/. 2,200.00 |
| | | | | | IGV | S/. 396.00 |
| | | | | | TOTAL | S/. 2,596.00 |

NOTAS / ANOTACIONES:

- * Validez de oferta 30 días desde su emisión
- * El cliente deberá proporcionar punto de luz, Agua y andamios para los trabajos de diamantinas.
- * Incluye certificados de calibración de los equipos.
- * El cliente debe proporcionar la información necesaria para la emisión de los certificados de ensayo
- * **Plazo de entrega de certificados de ensayos: Al día siguiente de cada ensayo realizado (día hábil)**
- * Posterior a la aceptación de la presente propuesta, remitir ORDEN DE SERVICIO al correo laboratorio@jigeotecniasac.com

FORMAS DE PAGO

- * 50% INICIO DE ACTIVIDADES
- * 50% CONTRAENTREGA DE RESULTADOS

CUENTAS DE PAGO:

CTA AHORROS BANCO DE CREDITO DEL PERU (BCP) AHORROS SOLES: 191-95817522-0-73
 CCI BANCO DE CREDITO DEL PERÚ (BCP): 002-191-195817522073-58
 Montos superiores a S/. 700.00 están sujetos al 12% de detracciones
 BANCO DE LA NACIÓN DETRACCIONES: 00-026-050839


JEYDI CCOTO TRUJILLO
 GERENTE

AV. A,mz 48 lt 17, Asoc Armando Villanueva-Los Olivos (Villasol)
 Telf.: (01) 726 1346 Cel. 980703014
 informes@jigeotecniasac.com www.jigeotecniasac.com

ANEXO N°07: CERTIFICADO DE CALIBRACION DE LA MAQUINA DE COMPRESION



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC-15695-2021

PROFORMA : 5784A Fecha de emisión : 2021 - 09 - 27 Página : 1 de 2

1. **SOLICITANTE** : JJ GEOTECNIA S.A.C.
DIRECCIÓN : Av. A Mza. 48 Lote. 17 Asc. Armando Villanueva Lima - Lima - Los Olivos

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **PRENSA DE CONCRETO**
Marca : ELE INTERNATIONAL Capacidad Máxima : 120000 kgf
Modelo : ADR TOUCH HEAD División de Escala, d : 0,1 kgf
N° Serie : 1887-1-00074 Procedencia : USA
Código de Ident. : NO INDICA Ubicación : LABORATORIO

3.- **FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.**

La calibración se realizó el día 21 de setiembre del 2021 en las instalaciones de JJ GEOTECNIA S.A.C.

4. **MÉTODO.**

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma ISO 7500-1 Calibration and verification of testing machines

5. **TRAZABILIDAD.**

| Trazabilidad | Patrón de Trabajo | CERTIFICADO DE CALIBRACION |
|---|--------------------------------------|----------------------------|
| Patrón de Referencia AEP Transducers | Celda de Carga CLFLEX 3MN 3000 kN | 12821 C - 2021 |

6. **CONDICIONES AMBIENTALES.**

| MAGNITUD | INICIAL | FINAL |
|------------------|---------|---------|
| TEMPERATURA | 21,5 °C | 21,9 °C |
| HUMEDAD RELATIVA | 70,0 % | 71,0 % |

7. **OBSERVACIONES.**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza de 95%.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

Verificar la indicación de cero del instrumento antes de cada medición.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP:0316



Certificado N° : TC-15695-2021

Página : 2 de 2

| RESULTADOS | | | | | | | |
|--|---------|--------------------------------|---------|-------|-------|---------------|------|
| INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN | | INDICACION PROMEDIO DEL PATRON | | ERROR | | INCERTIDUMBRE | |
| (%) | kgf | (%) | kgf | (%) | kgf | (%) | kgf |
| 0,0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,00 | 0,0 | 0,000 | 0,00 |
| 4,2 | 5000,0 | 4,2 | 5003,4 | 0,00 | -3,4 | 0,000 | 0,51 |
| 8,3 | 10000,0 | 8,3 | 10007,8 | -0,01 | -7,8 | 0,000 | 0,57 |
| 16,7 | 20000,0 | 16,7 | 20013,1 | -0,01 | -13,1 | 0,000 | 0,60 |
| 41,7 | 50000,0 | 41,7 | 50015,2 | -0,01 | -15,2 | 0,001 | 0,62 |
| 50,0 | 60000,0 | 50,0 | 60017,9 | -0,01 | -17,9 | 0,001 | 0,64 |
| 58,3 | 70000,0 | 58,3 | 70018,5 | -0,02 | -18,5 | 0,001 | 0,66 |
| 66,7 | 80000,0 | 66,7 | 80020,5 | -0,02 | -20,5 | 0,001 | 0,70 |
| 75,0 | 90000,0 | 75,0 | 90019,7 | -0,02 | -19,7 | 0,001 | 0,80 |

Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar - error

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el numero de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



ANEXO N°08: CERTIFICADO ISO DEL LABORATORIO

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

TEST & CONTROL S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Calle Condesa de Lemos N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019

Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023

ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cedula N° : 230-2019-INACAL/DA

Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA

Registro N° : LC-016

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

ANEXO N°09: SOLICITUD PARA EL ENSAYO DE DIAMANTINA

"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

SOLICITUD: Visación de los planos y autorización de ensayo de diamantina en la edificación Galerías Ayacucho

SEÑOR:
CESAR LI CHIANG RIOS
DIRECTOR GENERAL DE LA DIOCESIS DE HUÁNUCO

El suscrito, TORRES REYNA, YERSON ABNER, identificado con DNI N° 74933524, domiciliado en 1ra cuadra del Jr. Leoncio Prado prolongación Francisco Bolognesi psje manzano #114, distrito, provincia y departamento de Huánuco.

Que solicito a su despacho que se me facilite los planos y la autorización para la realización del ensayo de diamantina en la edificación de las Galerías de Ayacucho, para fines académicos según se detalla a continuación.

- Modelamiento utilizando el software ETABS v.16, adicionando movimientos sísmicos con el objetivo de poder apreciar el comportamiento de la estructura.
- Se ejecutará el ensayo de diamantina en las columnas y vigas, que consiste en sacar una muestra, para luego ser llevada al laboratorio y realizar pruebas de compresión para determinar la resistencia del concreto. Luego se volverá a dejar los elementos estructurales tal como se han encontrado antes de realizar los ensayos.
- Se le brindará a la Diócesis de Huánuco los resultados obtenidos del ensayo y del análisis estructural, que contribuirá a identificar el estado actual de la infraestructura para futuras proyecciones en la edificación de otros niveles, esto tomando en cuenta que la actual infraestructura es antigua.

Por lo expuesto.

Señor director, sírvase a acceder mi solicitud.

Huánuco, 06 de setiembre del 2021

TORRES REYNA YERSON ABNER
DNI: 74933524

DIOCESIS DE HUÁNUCO
V.B.
ADMINISTRACION
06/09/2021



OBISPADO DE HUÁNUCO CURIA DIOCESANA

"Con Cristo caminamos juntos como pueblo de Dios"
"Año del bicentenario del Perú: 200 años de independencia"

Huánuco, 06 de setiembre de 2021

Señor:

YERSON ABNER TORRES REYNA

torresreyna0418@gmail.com

Presente.-

Asunto: *Se autoriza el visado de planos y realización del ensayo de diamantina.*

De mi especial consideración:

Por intermedio del presente me dirijo a usted en mi condición de Representante Legal de la Diócesis de Huánuco, para saludarlo cordialmente y a la vez dar respuesta a la solicitud presentada a este despacho, por el cual solicita "*Visación de planos y autorización de ensayo de diamantina en la edificación de Galerías Ayacucho*", según las precisiones dadas en la carta antes referida.

En ese sentido, adicionalmente se le autoriza el acceso para el ingreso al bien inmueble de propiedad de mi representada, según la identificación técnica del lugar que ha seleccionado y con estricto cuidado que demanda las normativas vigentes aplicables para el caso concreto.

Sin otro particular, me despido de ustedes, deseándoles los mejores parabienes en el ejercicio de sus actividades.

Atentamente,

DIÓCESIS DE HUÁNUCO

LIC. CÉSAR LI CHIANG RIOS
DIRECCIÓN GENERAL

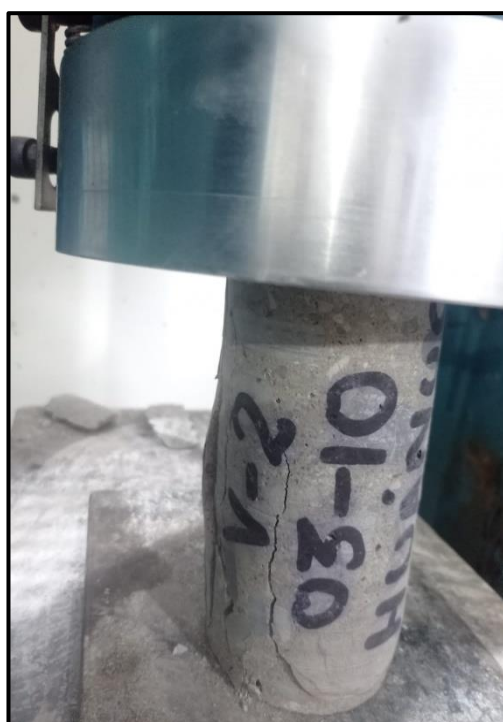
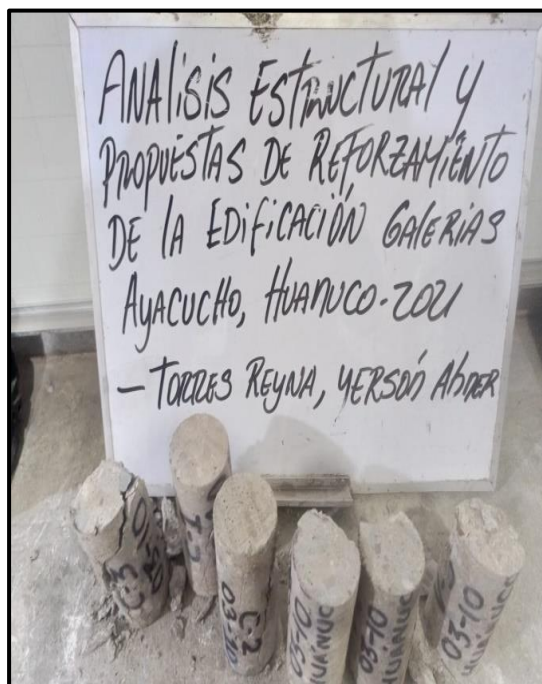
ANEXO N° 11. EXTRACCION DE CORAZONES DIAMANTINOS

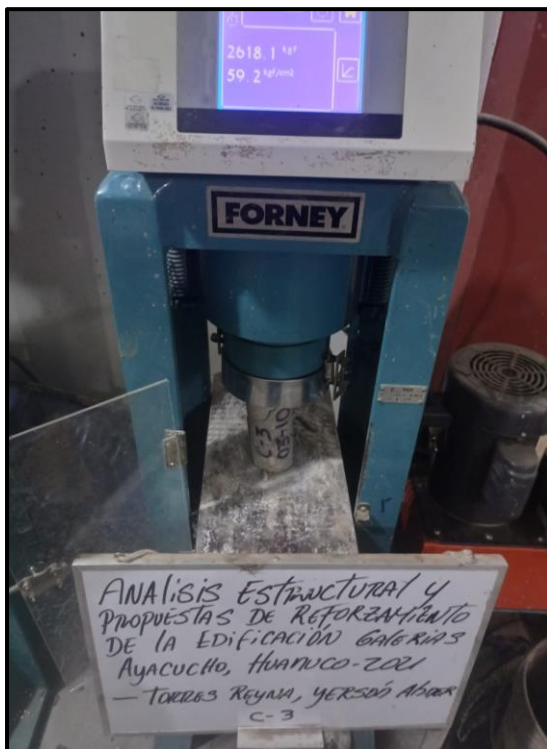
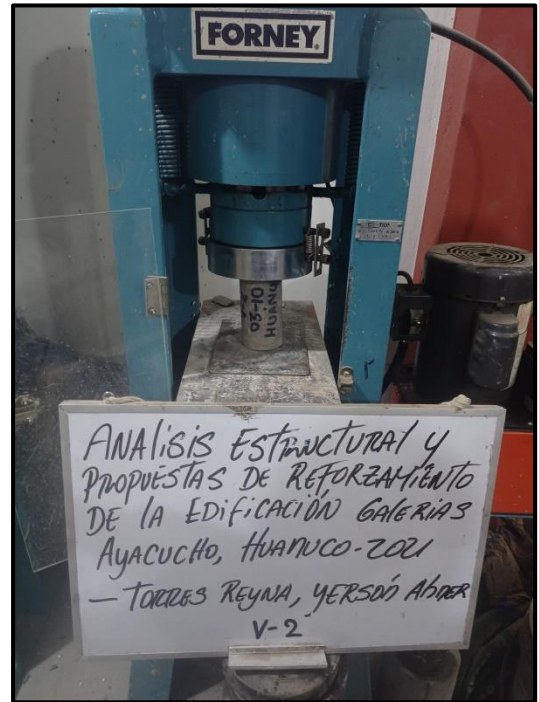


ANEXO N° 12. CORAZONES DIAMANTINOS

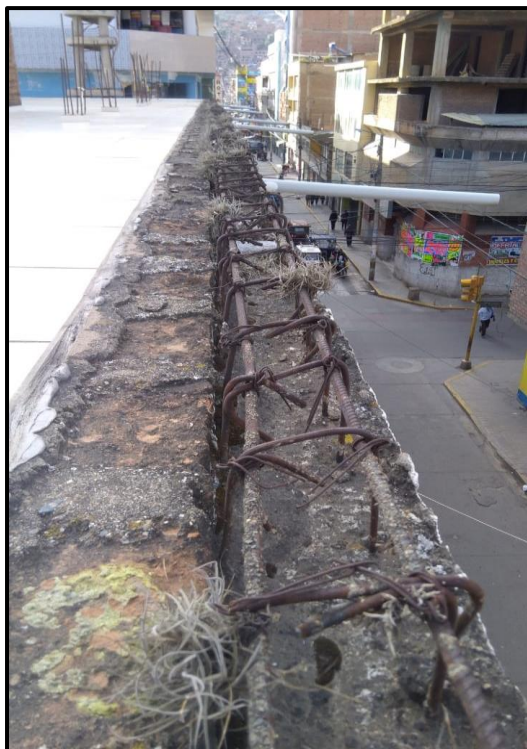


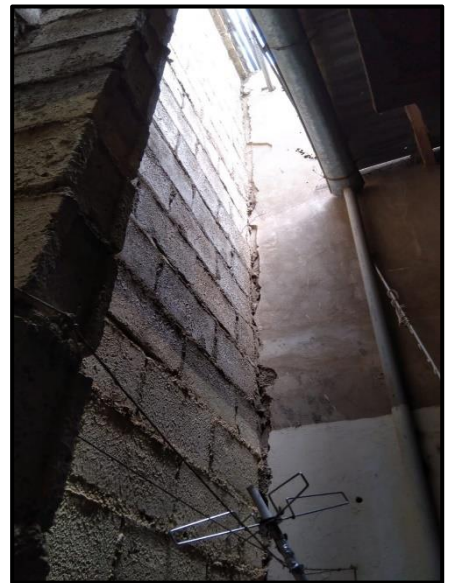
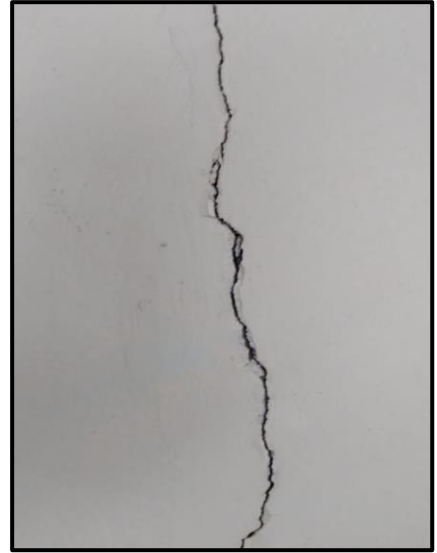
ANEXO N° 13. RUPTURA DE LAS MUESTRAS EN EL LABORATORIO





ANEXO N° 14. PATOLOGIAS DE LA EDIFICACION







ANEXO N° 15. DECLARACION DE FABRICA BRINDADA POR LA SUNARP

DE SEGURIDAD SOCIAL
de Huánuco

PASE DE DECLARATORIA DE FABRICA

| | |
|---------|--------|
| EXP. N° | 029=87 |
|---------|--------|

OFICINA DE ACOTACION Y RECAUDACION DE LA REGION LIMA EN ATENCION A LA SOLICITUD--
SOLICITADA POR :

ANTONIO KOHNER KOHNER..... Pidiendo se le otorgue el pase a la Mi-
nistración de Declaración de Fábrica por la obra de Construcción Civil que declara se en-
contrada concluida, cuyas características son las siguientes:

| | |
|----------|--------------|
| R. E. N° | 20-000633-04 |
|----------|--------------|

DECLARANTE O CONTRATISTA (S)

| | | |
|-------------------------------------|-----------|-------------|
| APELLIDOS NOMBRE (S) O RAZON SOCIAL | N° COLEG. | N° DE L. T. |
| ANTONIO SHEEN RICARDO | | 4791436 |

| | | | |
|--------------------|--------------|-----------|----------|
| DOMICILIO FISCAL | DEPARTAMENTO | PROVINCIA | DISTRITO |
| Dos de Mayo 1030-3 | Huanuco | Huanuco | Huanuco |

DEL PROPIETARIO :

| | |
|-------------------------------------|--------------------|
| NOMBRE O RAZON SOCIAL | N° L. T. |
| QUINTO CONCILIAR SAN TEODORO | 9985808 6615341 |

| | | | |
|----------------------|--------------|-----------|----------|
| DOMICILIO FISCAL | DEPARTAMENTO | PROVINCIA | DISTRITO |
| Jr. Dos de Mayo 1260 | Huanuco | Huanuco | Huanuco |

DE LA OBRA :

| | | | |
|-----------------|--------|---------|---------------|
| ESPECIFICACION | INICIO | TERMINA | VALOR DE OBRA |
| Concreto Armado | 08-85 | 2-87 | 989,299.54 |

| | | | |
|--------------|-----------|----------|-------------------|
| DEPARTAMENTO | PROVINCIA | DISTRITO | URB. JR. CALLE N° |
| Huanuco | Huanuco | Huanuco | Ayacucho y Abtao |

| | |
|---------|------|
| MANZANA | LOTE |
| | |

REGISTRACION DEL
VALOR DE LA OBRA :

| | | | |
|-----------------------|------------------------|------------|-------------------|
| VALOR DE OBRA DIRECTA | MANO DE OBRA INDIRECTA | MATERIALES | DIRECCION TECNICA |
| 18,715.94 | =.= | 771,653.65 | 98,929.94 |

DE LAS REMUNERACIONES :

| | |
|--------------------------------|---------------------|
| SEGUN LIBRO DE P.L.A. U OFICIO | SEGUN LIBRO DE CAJA |
| 133,410.14 | =.= |

Realizadas las Verificaciones, Liquidaciones y demás trámites administrativos y :
de conformidad con las Normas y Disposiciones vigentes ;
se otorga EL PASE N° 029-87.....Que certifica que el empleador soli-
citante no adeuda suma alguna pendiente de pago por concepto de aportaciones por-
ta obra declarada.
Se exhibe el presente para los fines que el interesado estime conveniente.

Huanuco, 9 de Junio de 1987

FECHA

Gerencia Zonal N° 10 Huánuco
Sub - Gerencia de I.R.A.D.

ZONA REGISTRAL N° VIII-SEDE HUANCAYO
OFICINA REGISTRAL DE HUANUCO
AREA DE ARCHIVOS

28 SEP. 2021

COPIA SIMPLE

FIRMA Y SELLO
(Jefe de la Oficina de Acota-
ción y Recaudación)

Gerencia Zonal N° 10 Huánuco

MEMORIA DESCRIPTIVA

- 01.- GENERALIDADES: El Inmueble materia de la presente Memoria, se encuentra edificado dentro de una extensión superficial de 1,128.71 m², que corresponde al área del terreno, el mismo que se encuentra inscrito en el Registro de Propiedad del Inmueble del Folio N°351, del Tomo 100, donde se precisan su extensión superficial, linderos y demás pormenores a nombre del SEMINARIO CONCILIAR -- "San Teodoro".
- 02.- UBICACION : El Inmueble se encuentra ubicado en la intersección de los Jr. Ayacucho y Abtao, Distrito, Provincia y Departamento de Huánuco.
- 03.- EDIFICACION : El Inmueble consta de 03 (tres) plantas denominado Edificio Comercial, ya que sus ambientes, están habilitados para esta actividad, con un total de 705.94 m² de área construida en su primera Etapa.
- 04.- DISTRIBUCION : 1ER PISO: 04 Tiendas con sus respectivos servicios (7/2 baño); área construida: 206.98 m²
2DO PISO: 04 Oficinas con sus respectivos servicios (7/2 baño); área construida: 249.48 m².
3ER PISO: 04 Oficinas con sus respectivos servicios (7/2 baño); área construida: 249.48 m²
- 05.- ESPECIFICACIONES TECNICAS

- Cimientos y Sobrecimientos : Concreto Ciclópeo
- Muros : Ladrillo Cerámico tipo K.K.
- Columnas y Viga de Amarre : Concreto armado
- Techo : Concreto Armado con armadura horizontal.
- Revoques: ~~Cielo Raze enlucido~~ Mortero, Cemento - Arena
- Muros enlucido ~~de yeso~~ Empizados y Mosaicos tipo veneciano.
- Carpinte ~~ra de Madera~~ : Puertas y ventanas de madera en la parte exterior.
- Herrería : Hierro angular y continas metálicas en las tiendas.
- Vidrios : Planos simples nacionales
- Cerrajería : Chapas y Bisabras nacionales.
- Instalación Sanitaria : Empotrada y solo agua fría.
- Instalación Eléctrica : Empotrada monofásica y trifásica.

Area Construida : 705.94 m².
 Fecha de terminación parcial de la Obra: Febrero de 1,987
 Costo total de la Obra de acuerdo a los materiales empleados y a la fecha de su terminación. : I/. 989,299.54
 Que se descompone de la siguiente manera :
 Mano de Obra : 118,715.94
 Dirección Técnicas : 98,929.94
 Materiales : 771,653.65



JOSE CALDERA GALDO
 Escribano de Estado
 Adscrito al Primer Juzgado de Huánuco

[Signature]
J. RICARDO MARIN SERRA
 INGENIERO CIVIL
 DEL COLEGIO D. I. G. HEROS N° 10012

SUNARP
 ZONA REGISTRAL N° VIII SEDE HUANCAYO
 OFICINA REGISTRAL HUANUCO
 ARCHIVO REGISTRAL

Título: 7568
 Fecha: 29 / 06 / 1987
 Plano: de
 Tomo: -

REGISTRAL N° VIII SEDE HUANCAYO
 OFICINA REGISTRAL DE HUANUCO
 SALA DE ARCHIVOS

28 SEP. 2021

COPIA SIMPLE

ANEXO Nº 01

DE LA MEMORIA DESCRIPTIVA:

Para determinar las áreas correspondientes a cada uno de los ambientes se detalla lo siguiente:

Primer Piso

| | | | |
|---------------|-----|--------------|----------|
| Tienda Nº 602 | - | Jr. Ayacucho | 49.36 m2 |
| " " | 606 | " | 46.26 " |
| " " | 618 | " | 46.26 " |
| " " | 628 | " | 49.86 " |

Segundo Piso

Numeración Municipal Nº 612 - Jr. Ayacucho

| | | |
|----------------|-----|----------|
| Oficina Nº 216 | | 71.68 m2 |
| " " | 215 | 57.78 " |
| " " | 214 | 57.78 " |
| " " | 213 | 62.24 " |

Tercer Piso

Numeración Municipal Jr. Ayacucho, 612

| | | |
|----------------|-----|----------|
| Oficina Nº 316 | | 71.68 m2 |
| " " | 315 | 57.78 " |
| " " | 314 | 57.78 " |
| " " | 313 | 62.24 " |

ZONA REGISTRAL Nº VIII-SEDE HUANCAYO
OFICINA REGISTRAL DE HUANCAYO
AREA DE ARCHIVOS

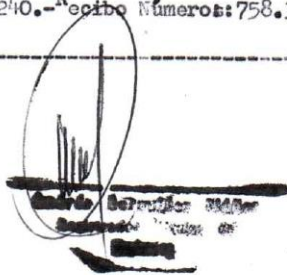
28 SEP. 2021

COPIA SIMPLE

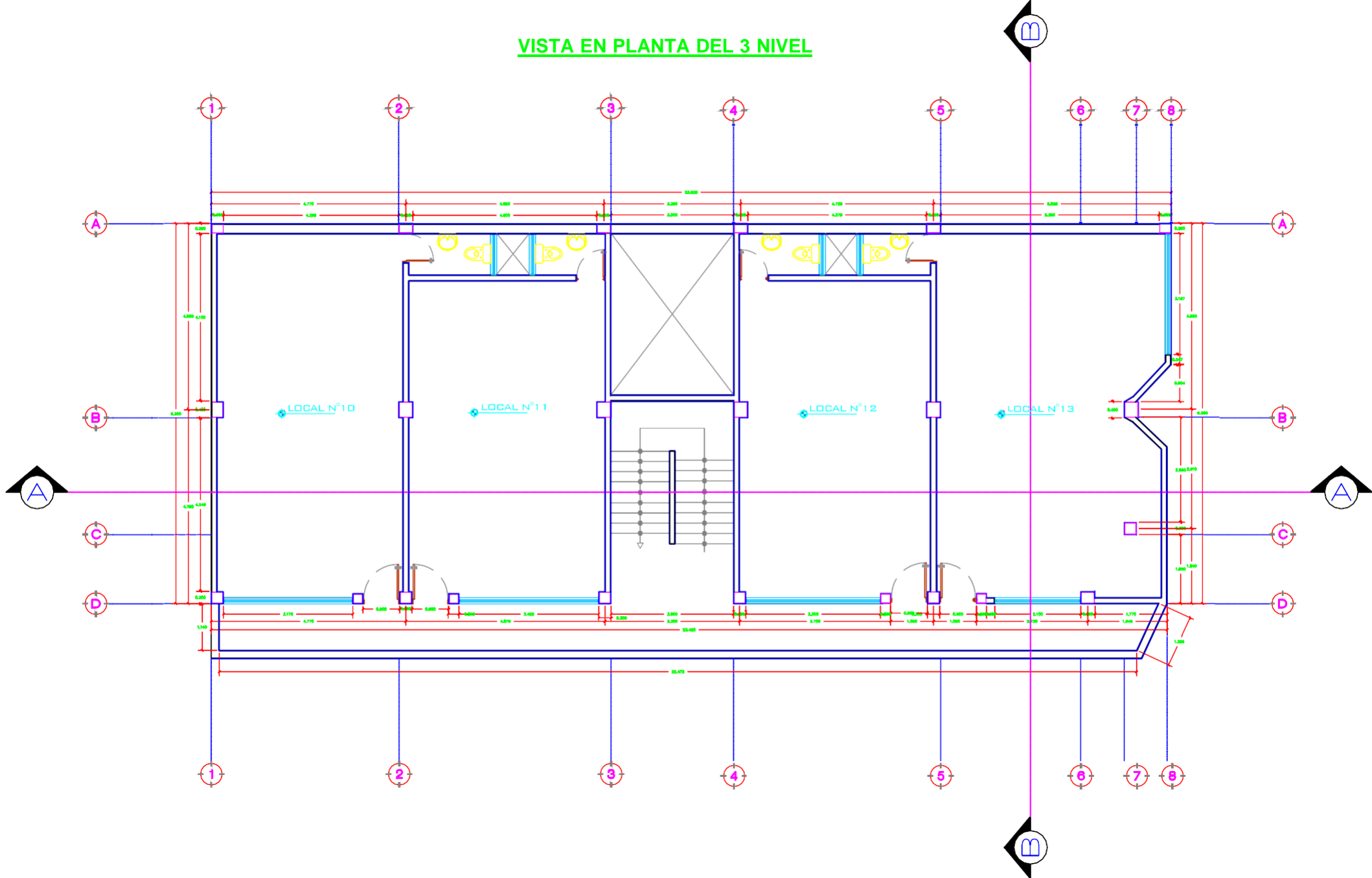

J. RICARDO MARIN SEREÑ
INGENIERO CIVIL

Se inscribió la DECLARACION DE FABRICA, en el folio 460 del tomo 100 del-
Registro de Propiedad, bajo Números: 169 orden 5 asiento.-Derechos I/. ----
2299.99, según el Arancel y Ley 11.240.-Recibo Números: 758.308.-Huancayo, 24-
de Junio de 1,987.

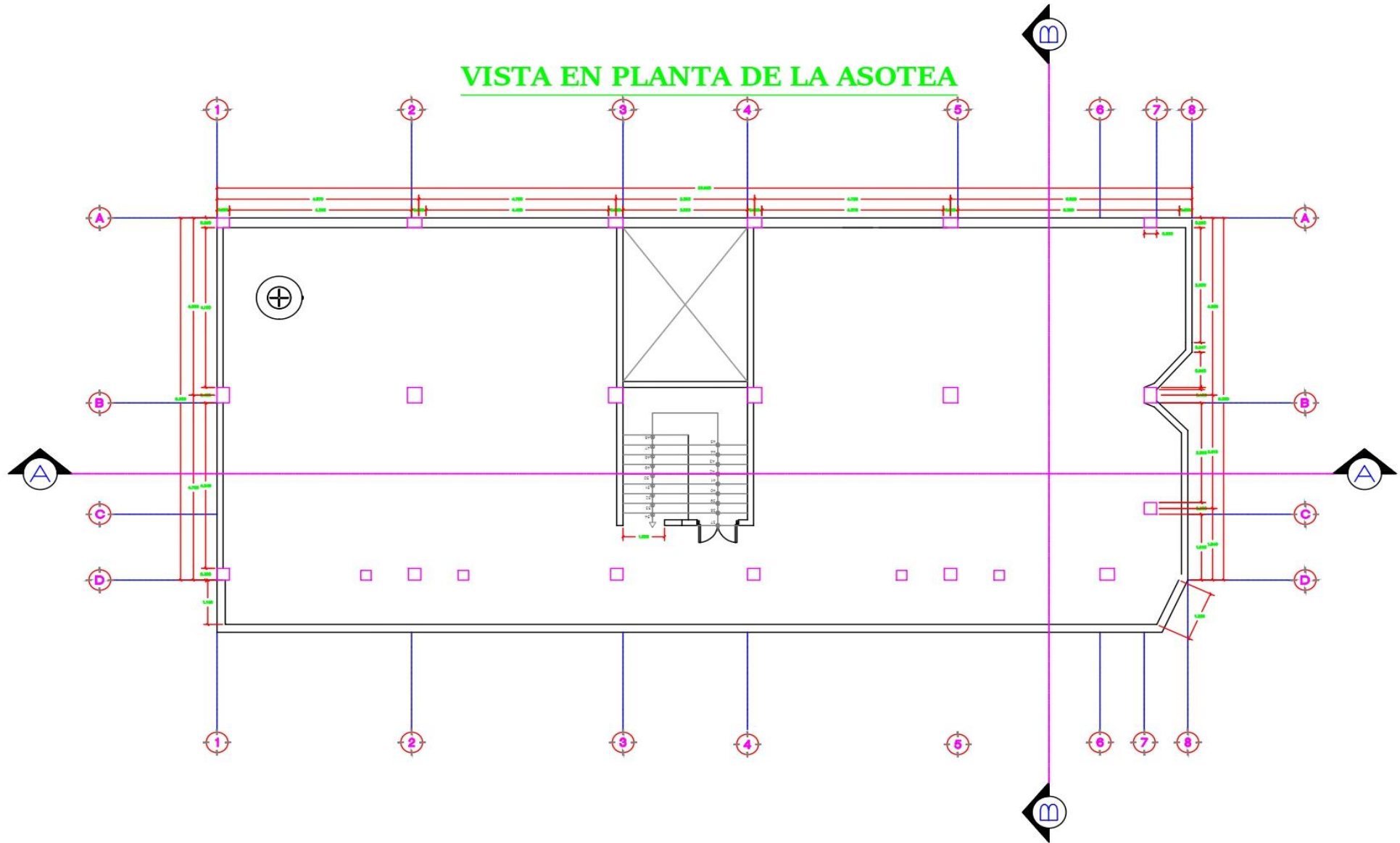
110 — 7568
226 — 18



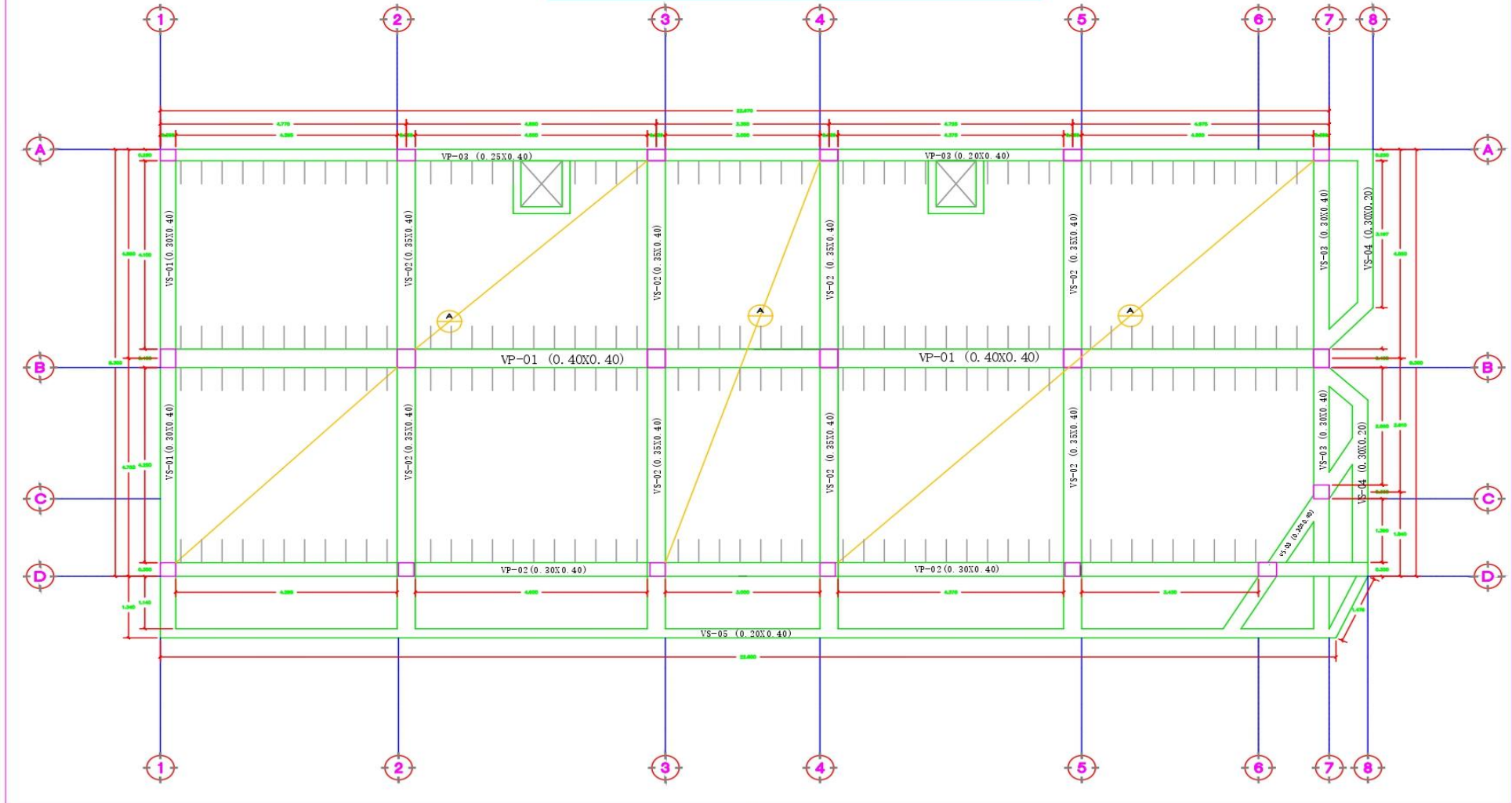
VISTA EN PLANTA DEL 3 NIVEL



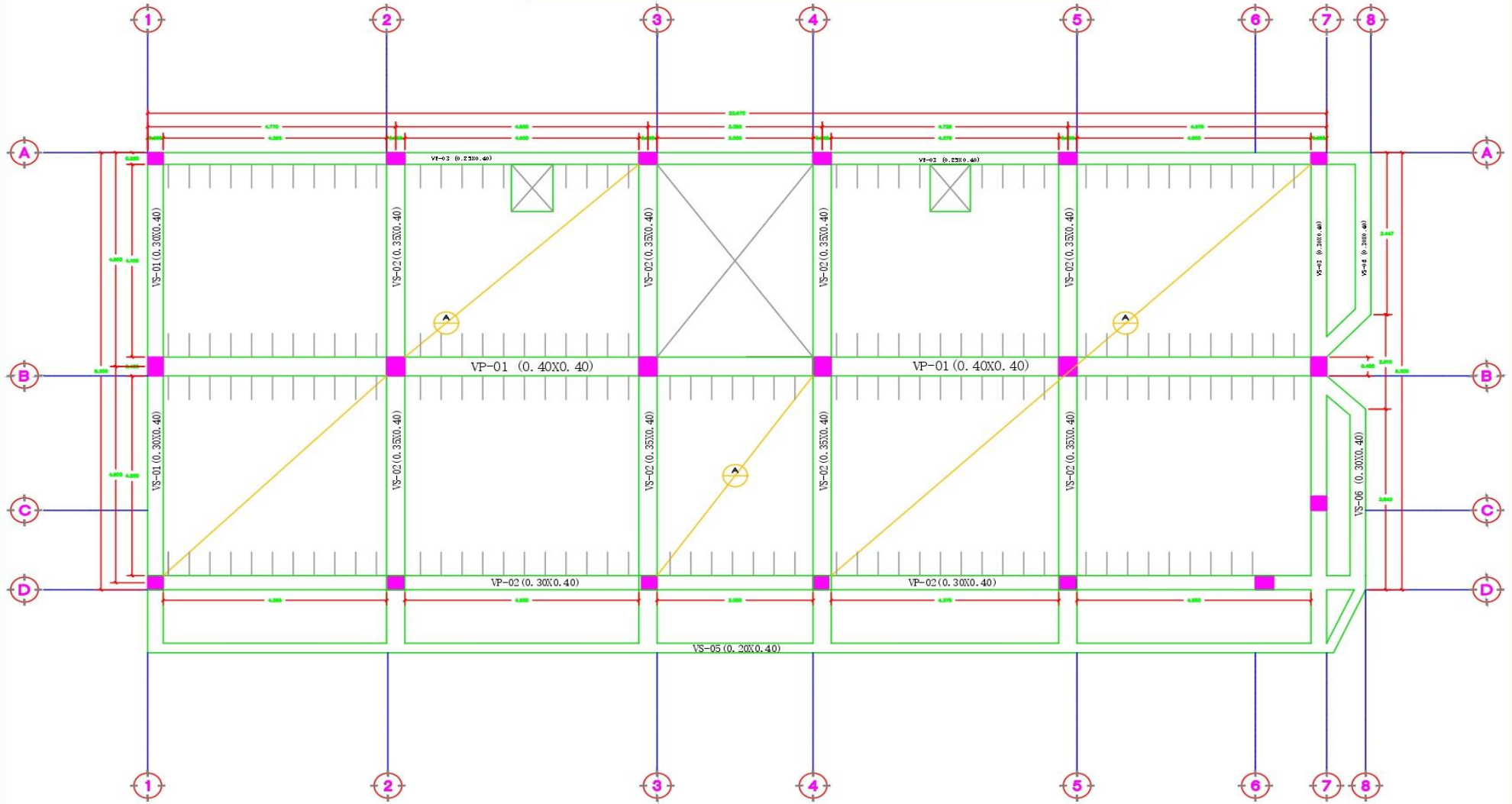
VISTA EN PLANTA DE LA ASOTEA

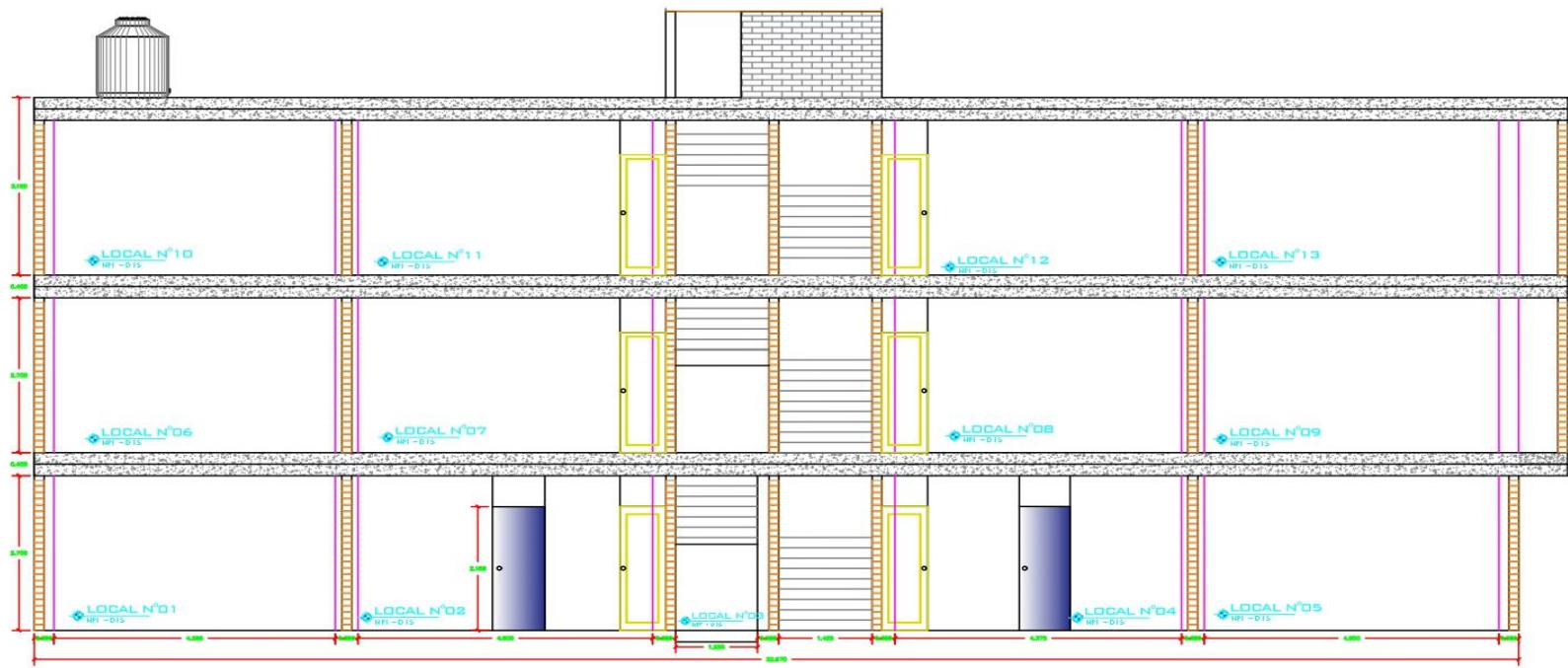


ESTRUCTURA DEL 1 NIVEL

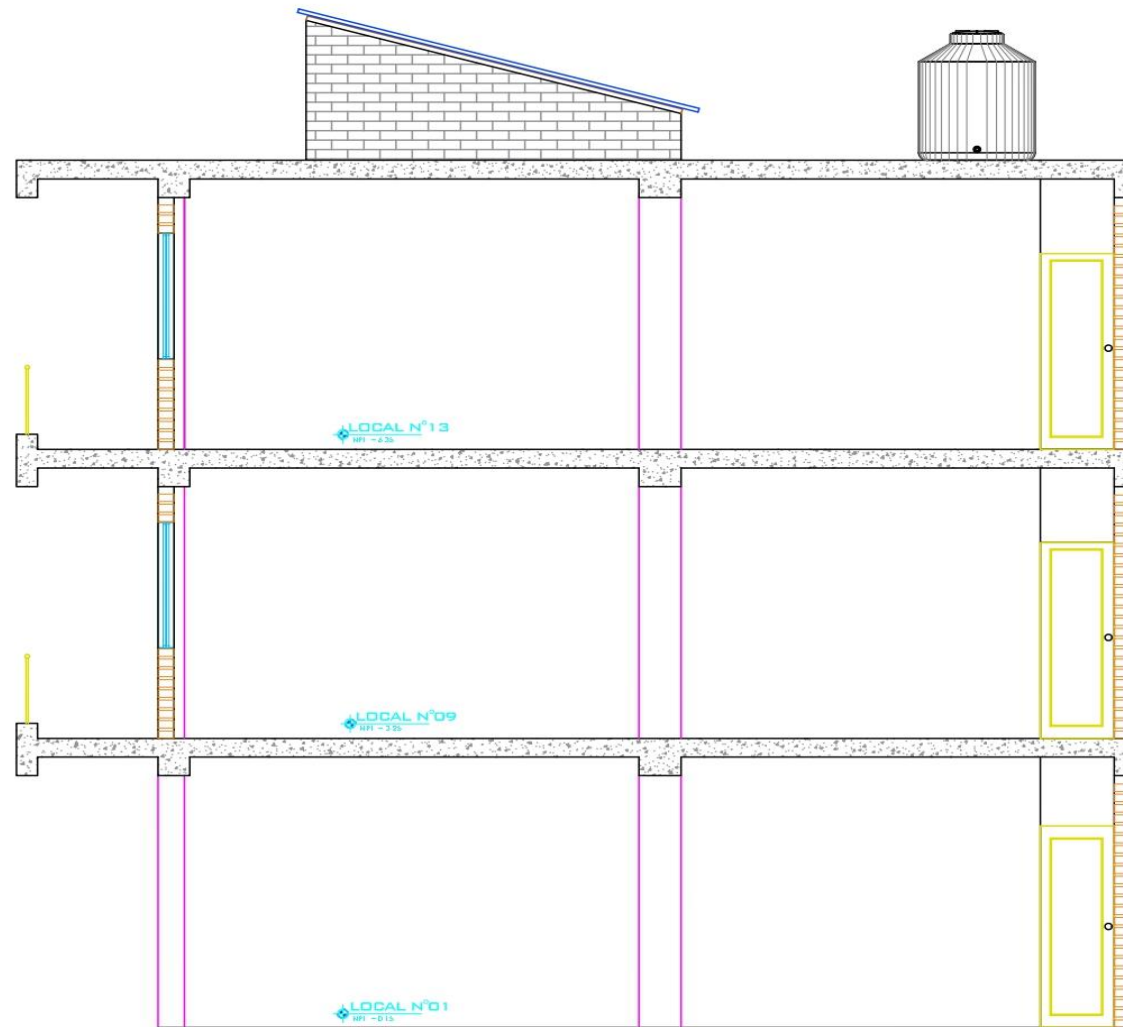


ESTRUCTURA DEL 2 Y 3 NIVEL





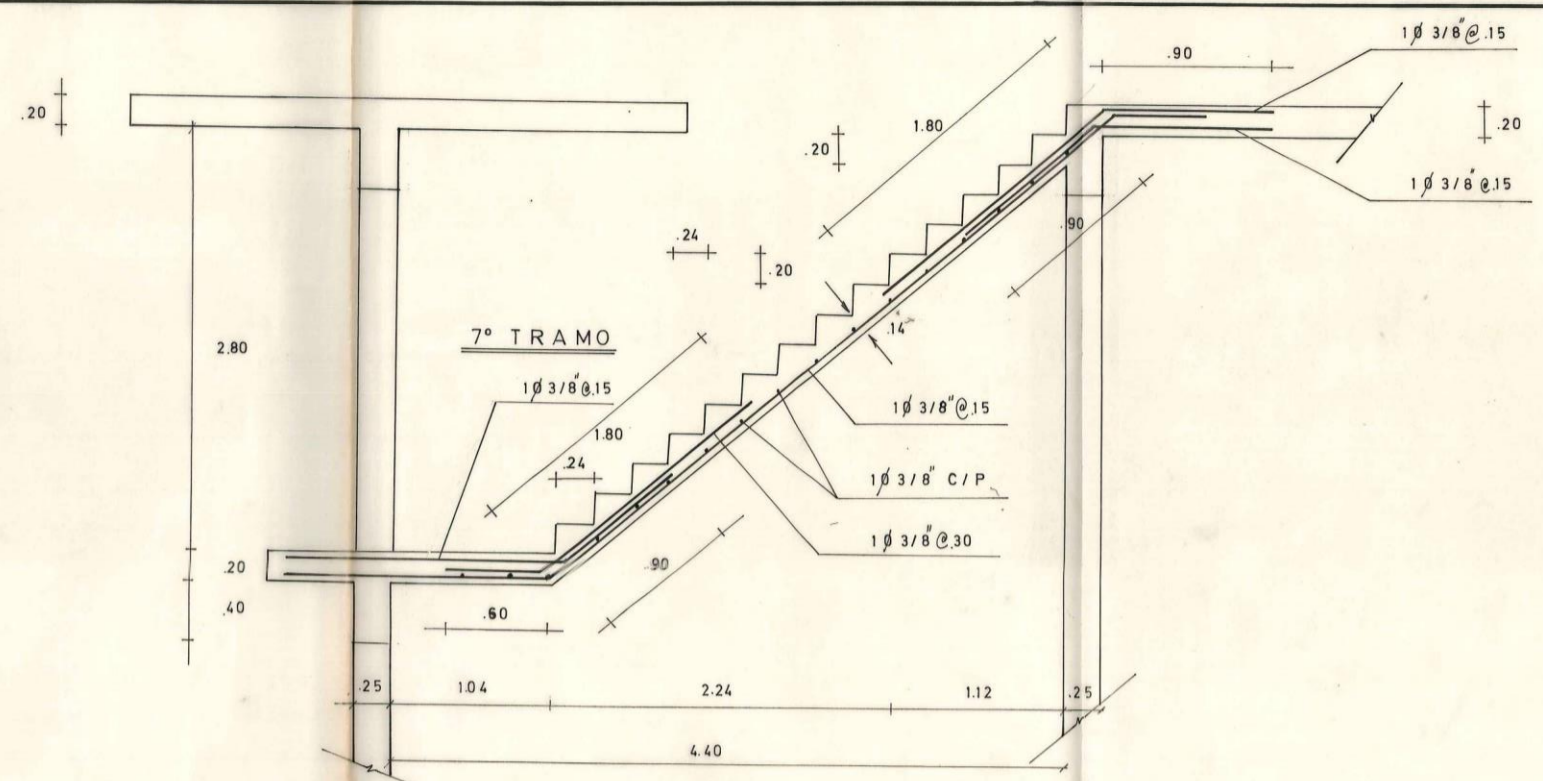
CORTE EJE A-A



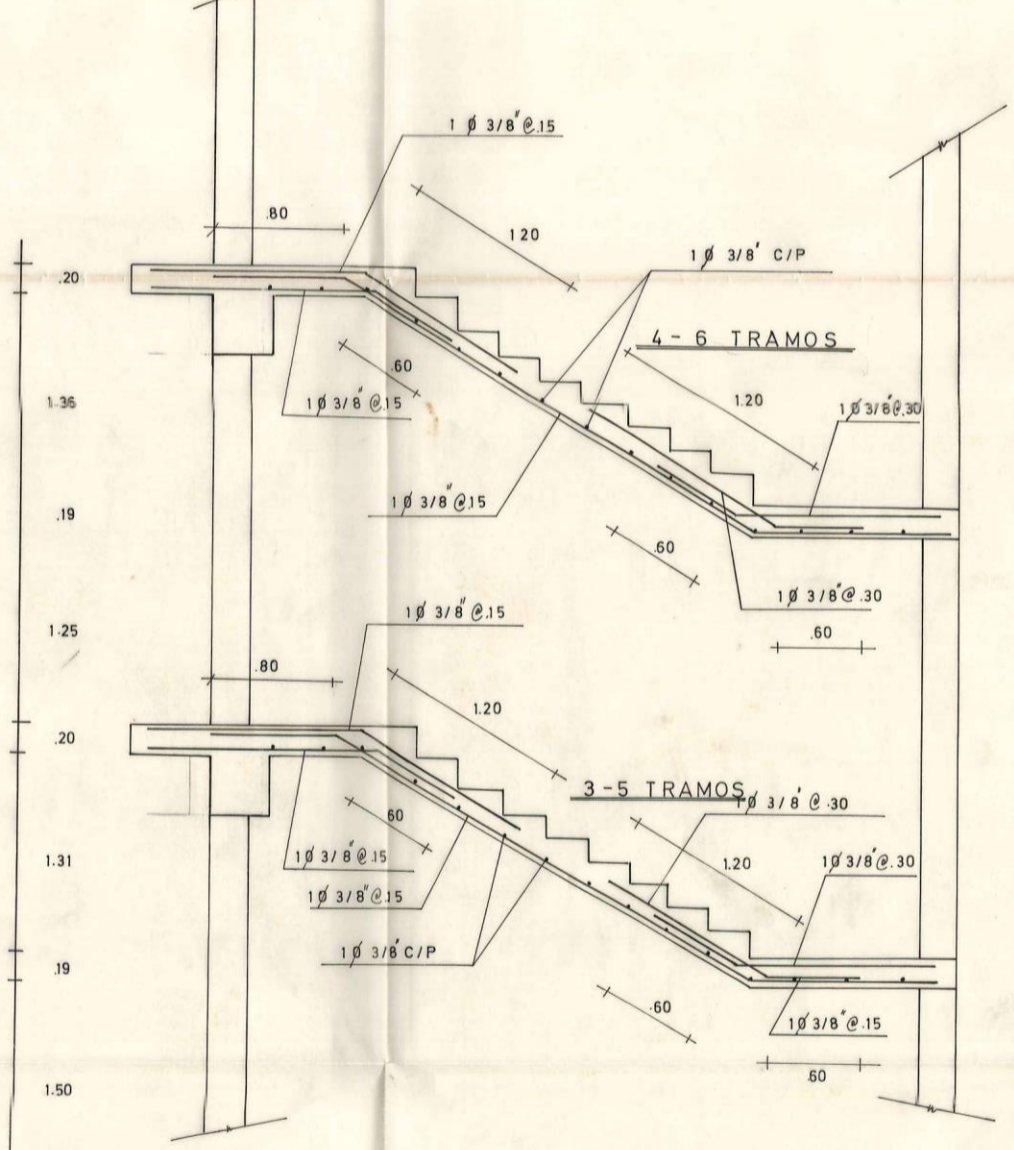
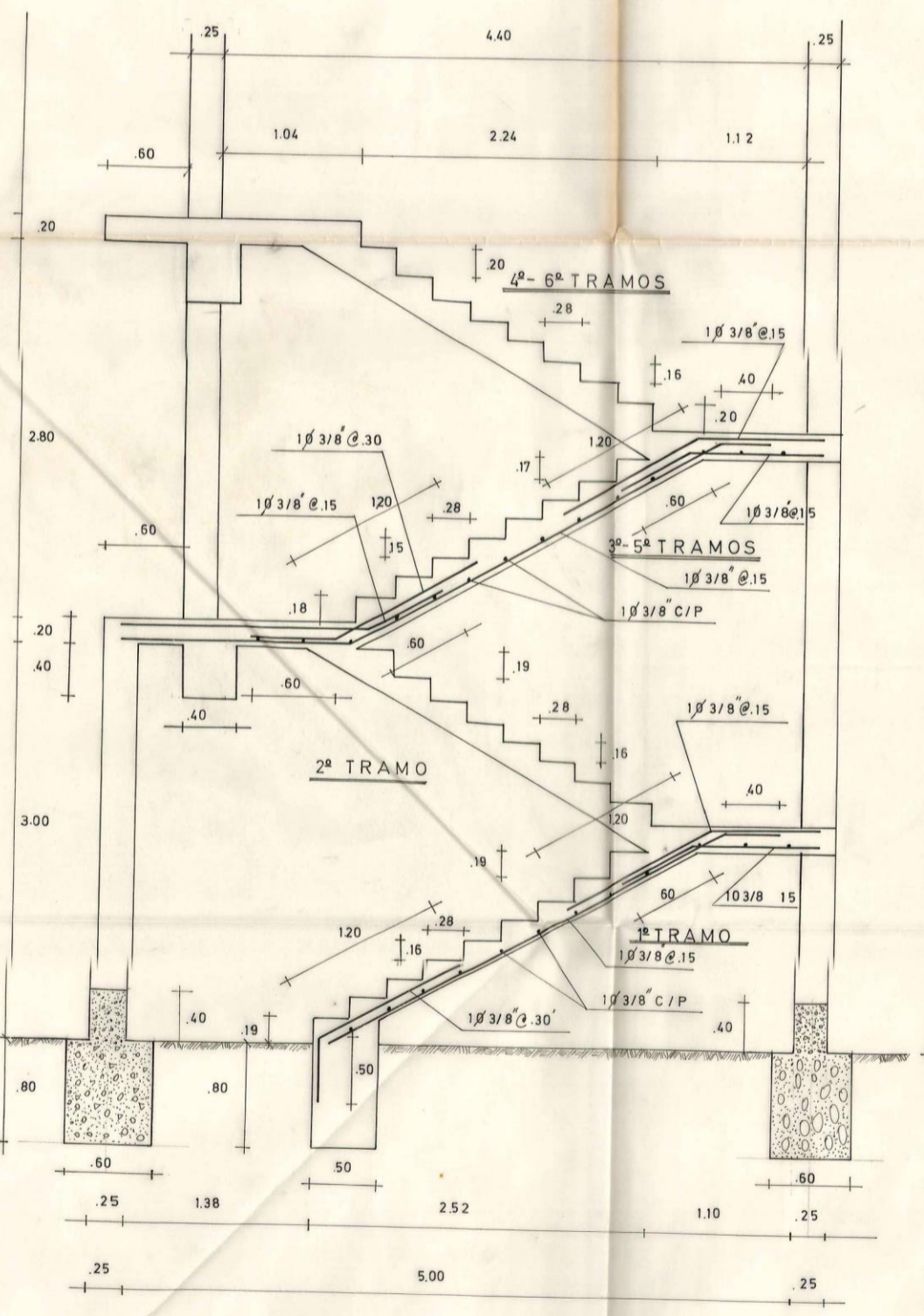
CORTE EJE B-B



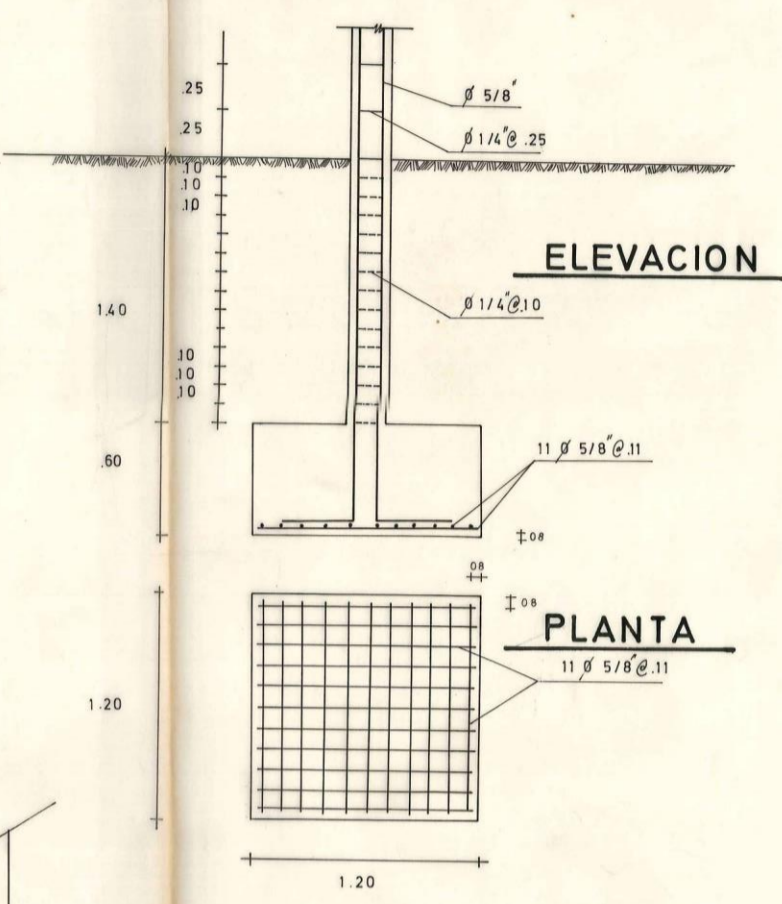
PLANO DE ELEVACIÓN



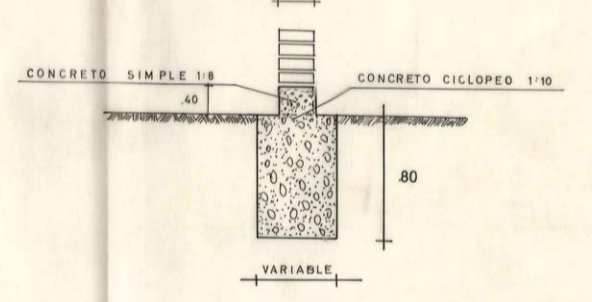
ESCALERA ESC 1:25



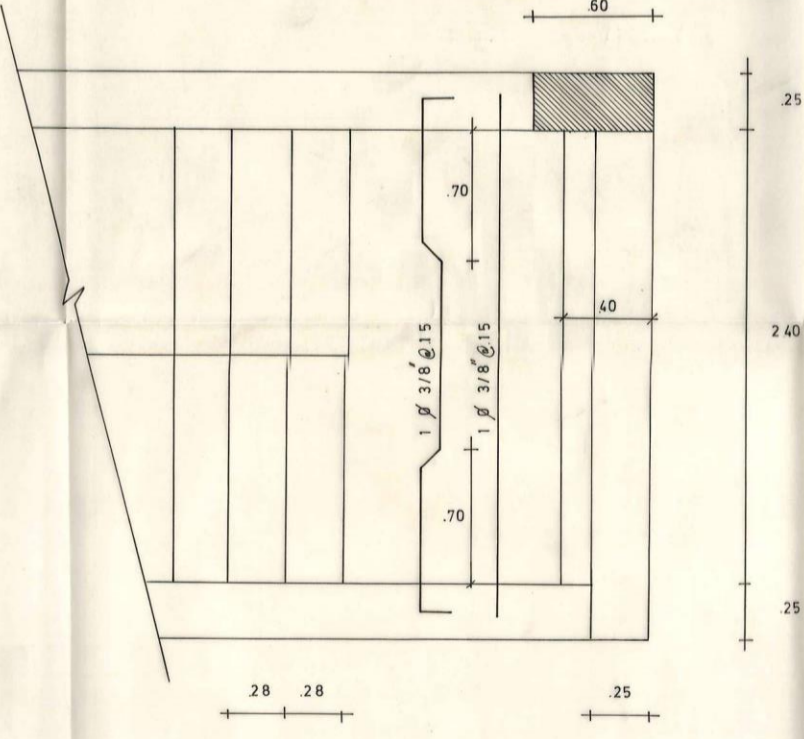
ZAPATAS ESC 1:20



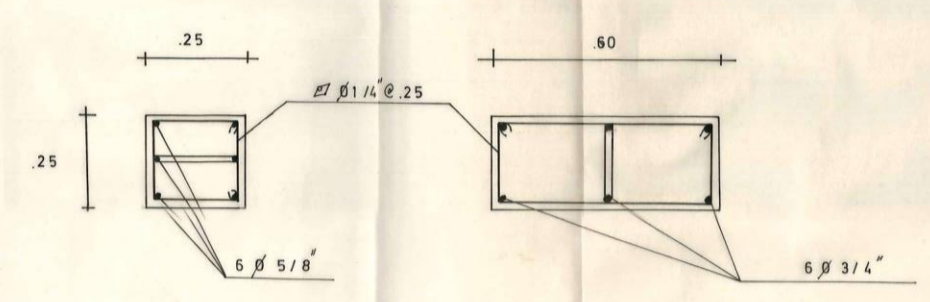
CIMENTOS ESC 1:25



DESCANSO TIPICO ESC 1:20



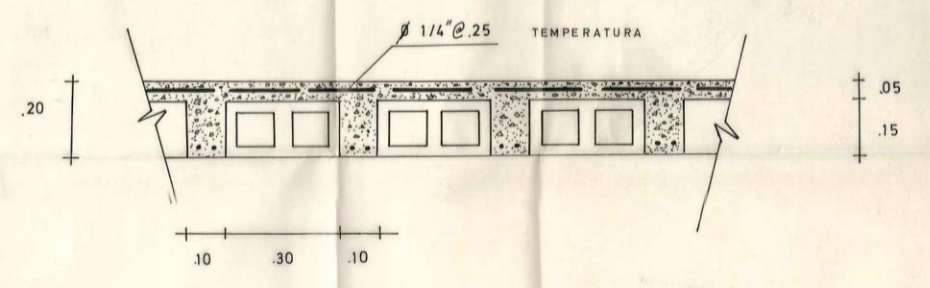
COLUMNAS ESC 1:10



| CUADRO DE COLUMNAS | | | | | f_c 175-140 Kg/cm ² | f_y 2800 Kg/cm ² |
|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| | PRIMER PISO | SEGUNDO PISO | TERCER PISO | CUARTO PISO | TANQUE | |
| P-1 | .25 X .60 6φ 3/4" | .25 X .60 6φ 3/4" | .25 X .60 6φ 5/8" | .25 X .60 6φ 5/8" | — | — |
| 175 Kg/cm ² | 11φ 1/4 @ 25 | 11φ 1/4 @ 25 | 11φ 1/4 @ 25 | 11φ 1/4 @ 25 | — | — |
| P-2 | .25 X .25 6φ 5/8" | .25 X .25 6φ 5/8" | .25 X .25 4φ 5/8" | .25 X .25 4φ 5/8" | — | — |
| 140 Kg/cm ² | 11φ 1/4 @ 25 | 11φ 1/4 @ 25 | 11φ 1/4 @ 25 | 11φ 1/4 @ 25 | — | — |
| P-3 | .25 X .25 6φ 5/8" | .25 X .25 6φ 5/8" | .25 X .25 4φ 5/8" | .25 X .25 4φ 5/8" | .25 X .25 4φ 5/8" | — |
| 140 Kg/cm ² | 11φ 1/4 @ 25 | 11φ 1/4 @ 25 | 11φ 1/4 @ 25 | 11φ 1/4 @ 25 | 11φ 1/4 @ 25 | — |

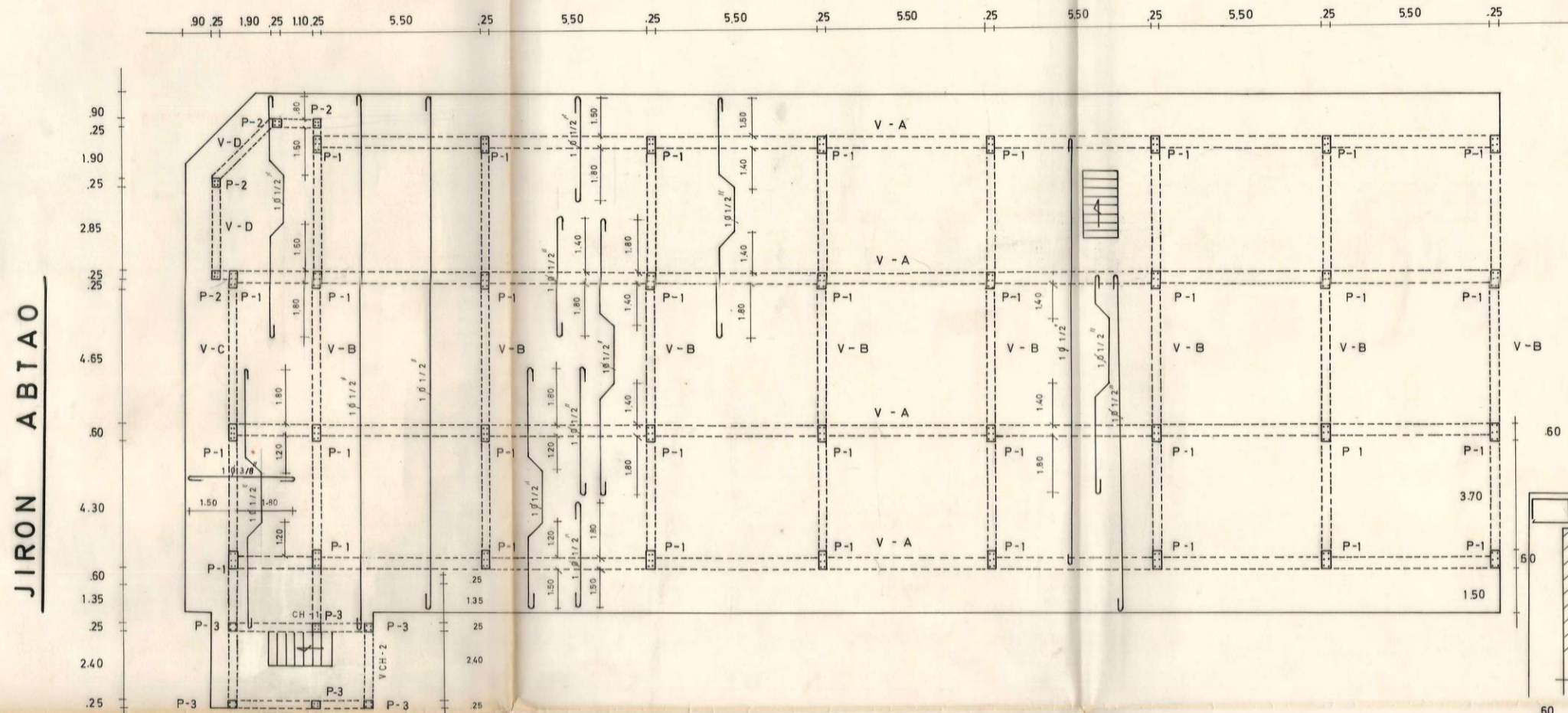
| f_c 175 - 140 Kg/cm ² COLUMNAS | RECUBRIMIENTOS |
|---|----------------|
| f_c 140 Kg/cm ² ZAPATAS | ZAPATAS 8 cm |
| f_l 2 Kg/cm ² TERRENO | COLUMNAS 4 cm |
| f_y 2800 Kg/cm ² FIERRO | VIGAS 4 cm |

DETALLE DE ALIGERADO ESC 1:10

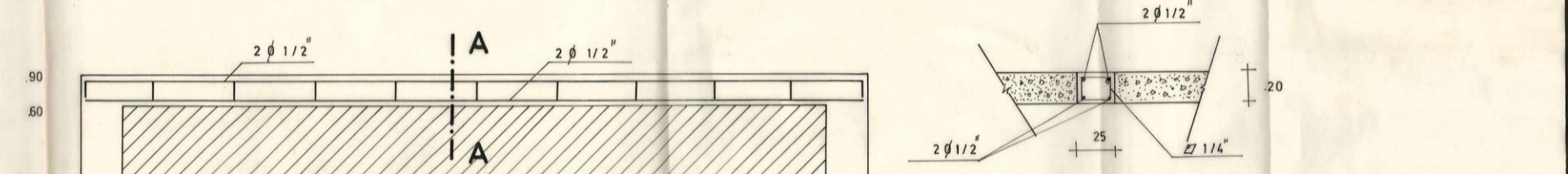


PLANO DE ESTRUCTURAS
 PROPIEDAD SEMINARIO SAN TEODORO
 UBICACION CRUCERO DE LOS JIRONES
 AYACUCHO ABTAO
 ESCALA INDICADAS
 FECHA 15 - 9 - 1969
 N° E-02

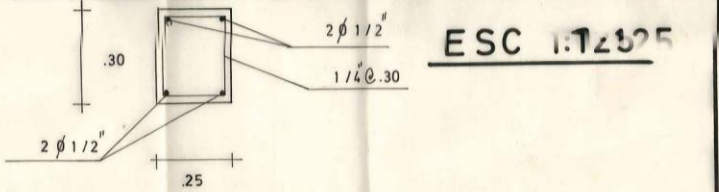
JIRON AYACUCHO
TECHO ALIGERADO ESC 1:100



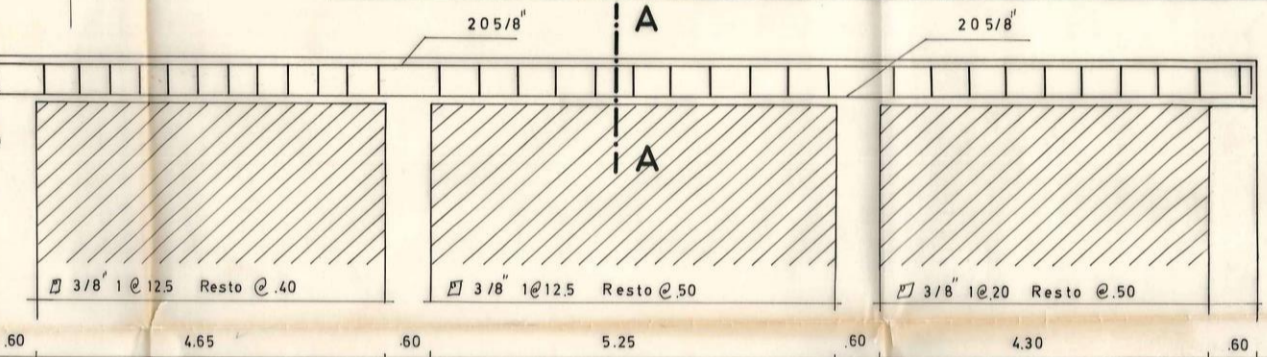
VIGA CHATA VCH 1-2 ESC 1:20 CORTE A-A



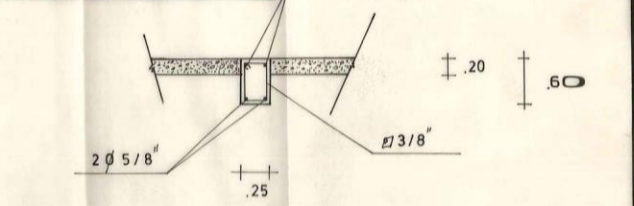
VIGA CORRIDA DE DINT ELES ESC 1:20



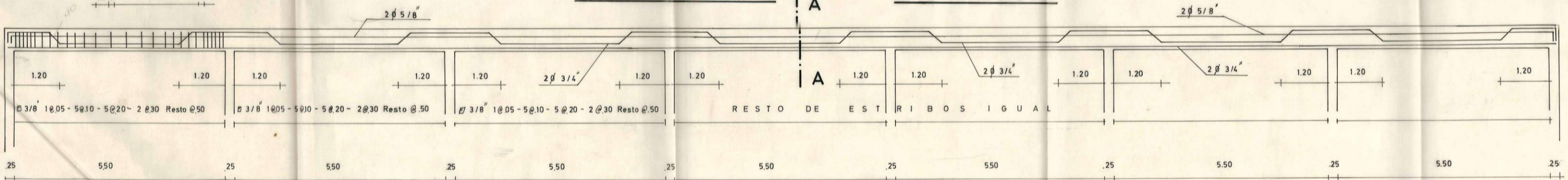
VIGA B ESC 1:20



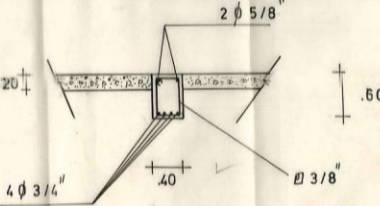
CORTE A-A



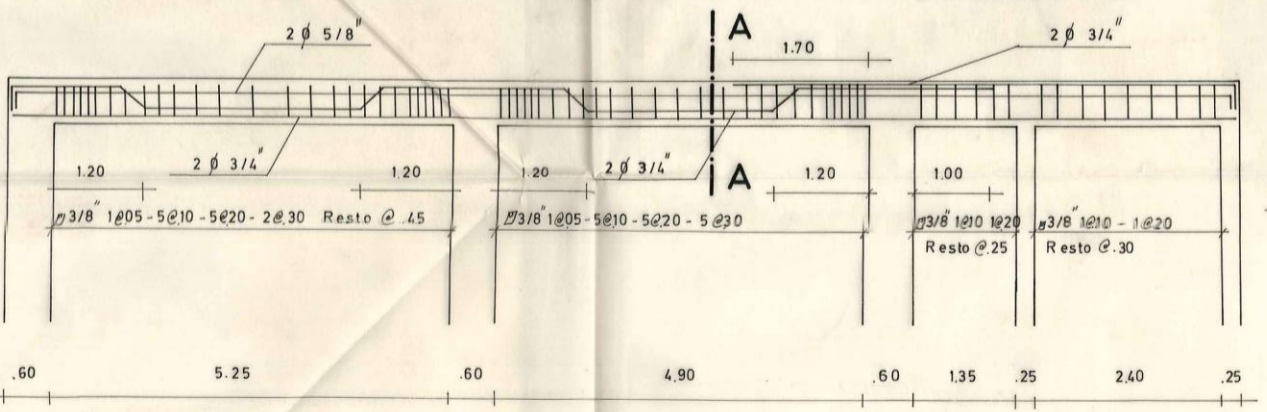
VIGA A ESC 1:50



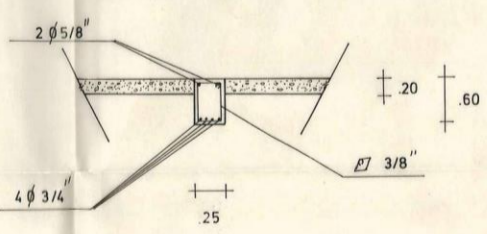
CORTE A-A



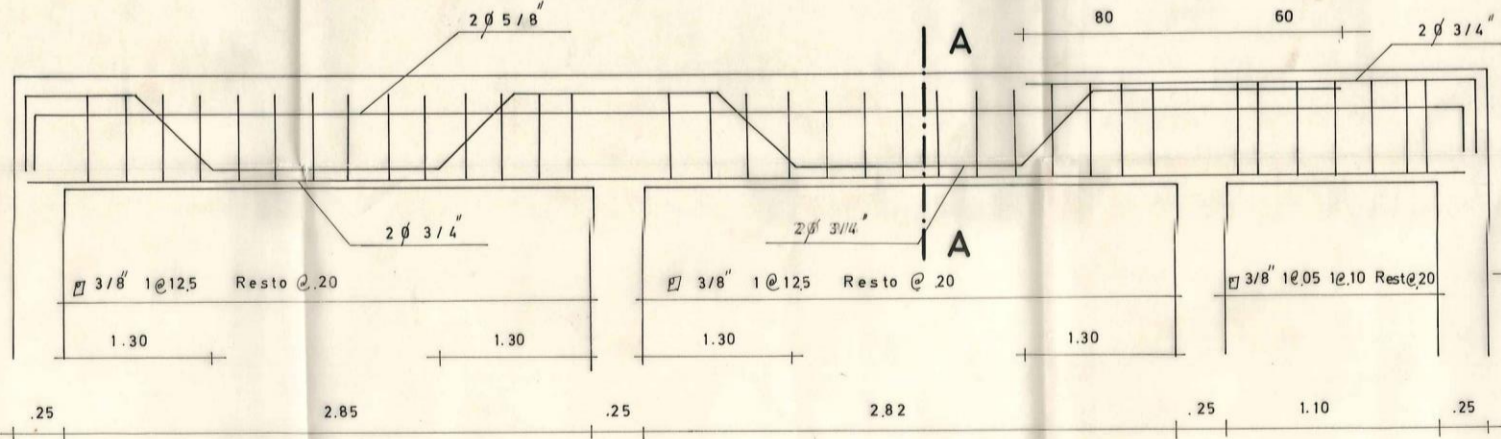
VIGA C ESC 1:50



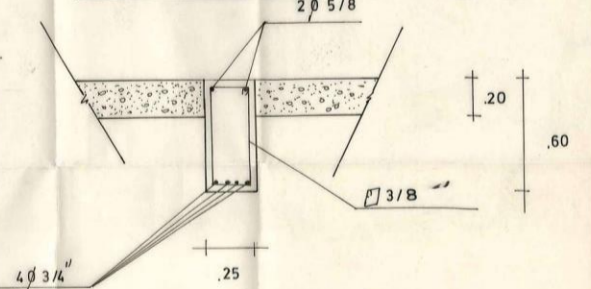
SECCION A-A



VIGA D ESC 1:20



CORTE A-A



PLANO DE ESTRUCTURAS

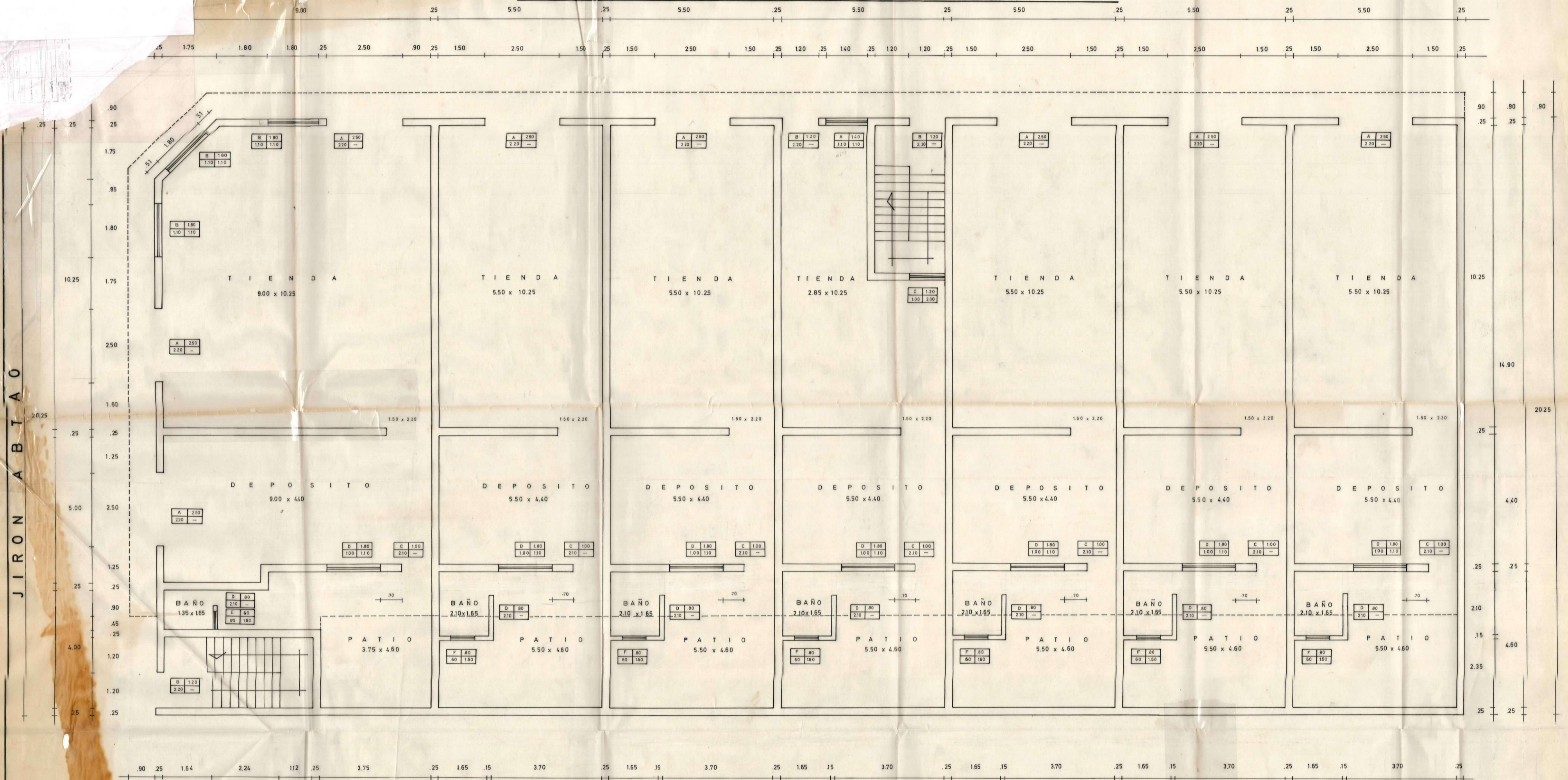
PROPIEDAD SEMINARIO SAN TEODORO
 UBICACION CRUCERO DE LOS JIRONES
 AYACUCHO - ABTAA
 ESCALA INDICADAS
 FECHA 15-9-1969
 N° E-01

Victor
 VICTOR MACHA TEJANIDEZ
 ING. CIVIL
 Registro del Colegio de Ingenieros Profesionales N° 100

JIRON AYACUCHO

44.00

PLANO DE DISTRIBUCION 1º PISO ESC 1:50

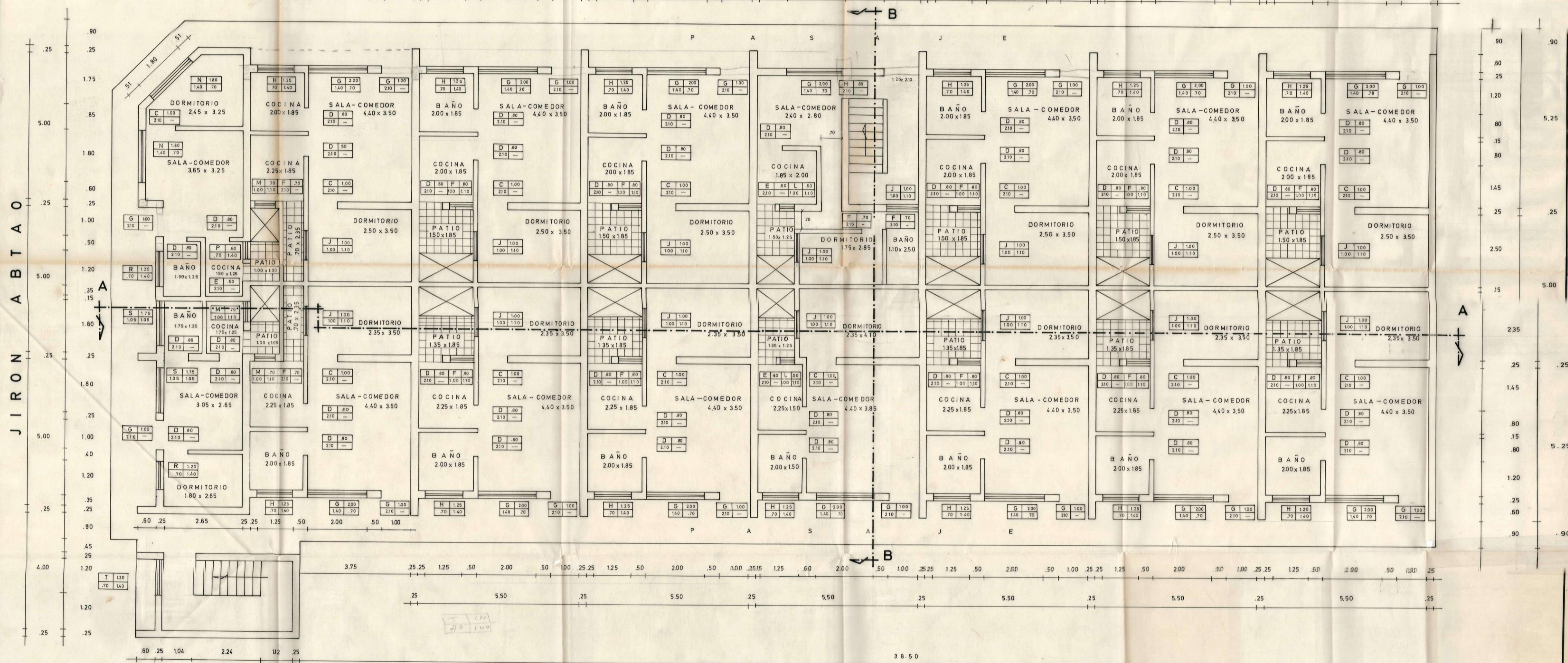


JIRON ABTAO

PLANO DE DISTRIBUCION
 PROPIEDAD SEMINARIO SAN TEODORO
 UBICACION CRUCERO DE LOS JIRONES
 AYACUCHO - ABTAO
 ESCALA 1:50
 FECHA 15-9-1969
 N° D-01

JIRON AYACUCHO

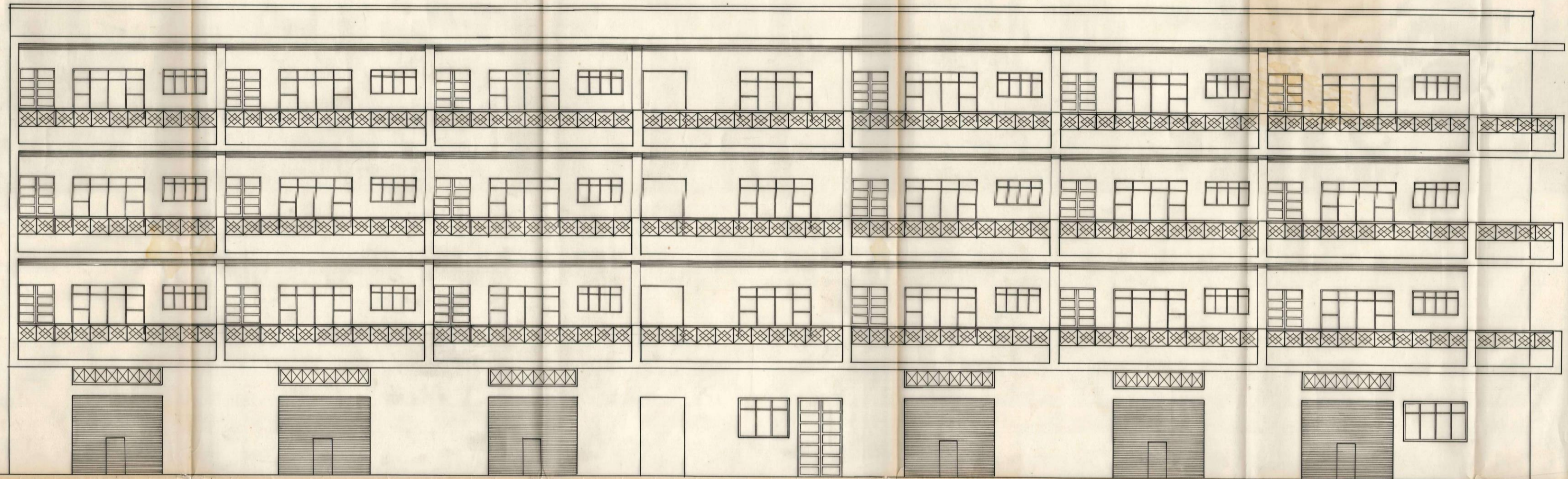
PLANO DE DISTRIBUCION 2-3-4 PISOS



JIRON AYACUCHO

PLANO DE DISTRIBUCION
 PROPIEDAD SEMINARIO SAN TEODORO
 UBICACION CRUCERO DE LOS JIRONES
 AYACUCHO ABTAO
 ESCALA 1:50
 FECHA 15-9-1969
 Nº D-02

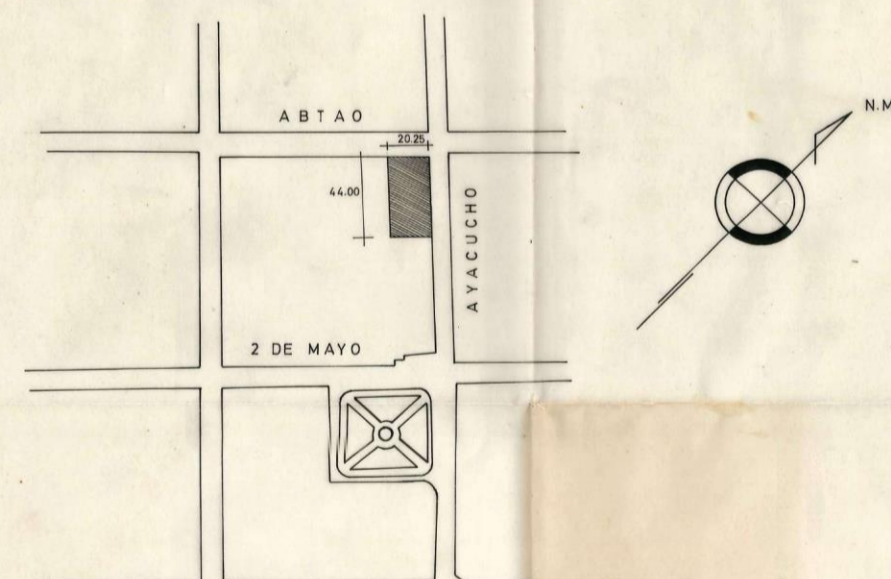
VISTA AL JIRON AYACUCHO



VISTA AL JIRON ABTAO ESC 1:50



UBICACION ESC 1:2000



PLANO DE FACHADA

PROPIEDAD SEMINARIO SAN TEODORO

UBICACION CRUCERO DE LOS JIRONES

AYACUCHO - ABTAO

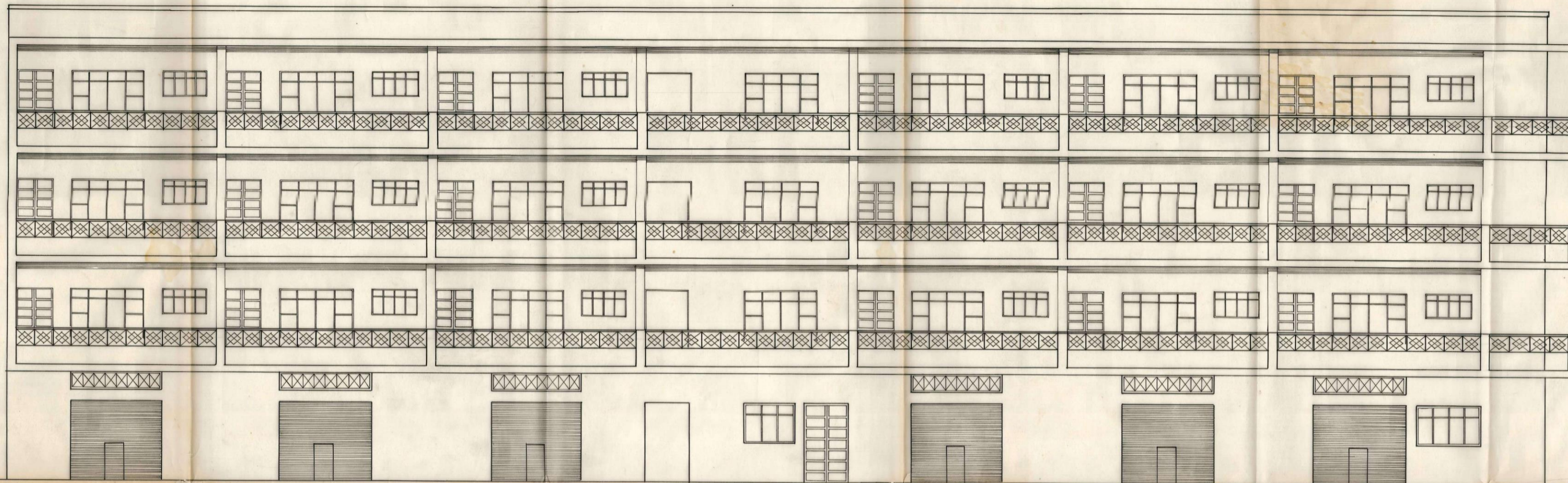
ESCALA LAS INDICADAS

FECHA 15-9-1969

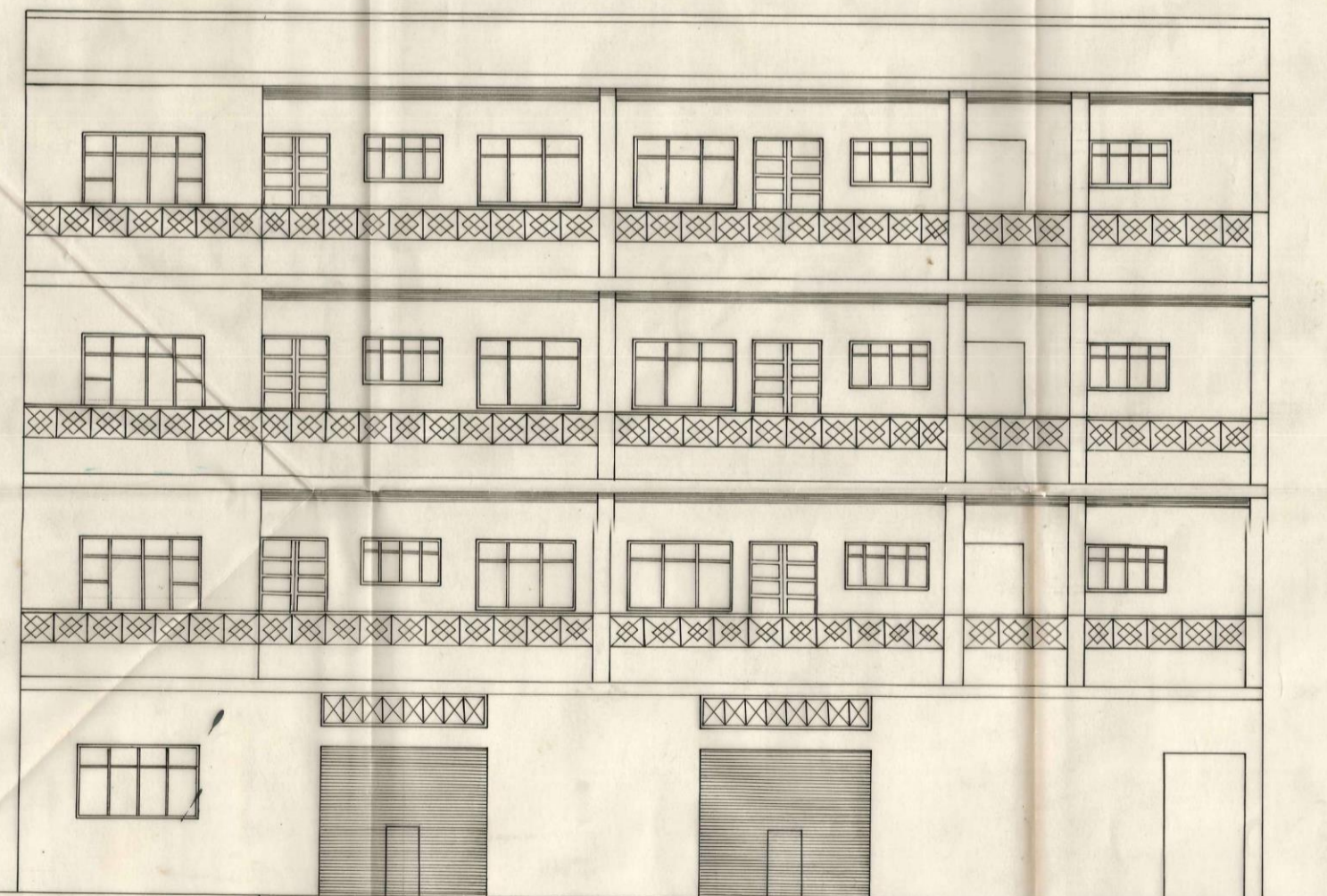
N° F-01

WICTOR SANCHEZ FERNANDEZ
ING. CIVIL
Registro del C.A. - No. 1488

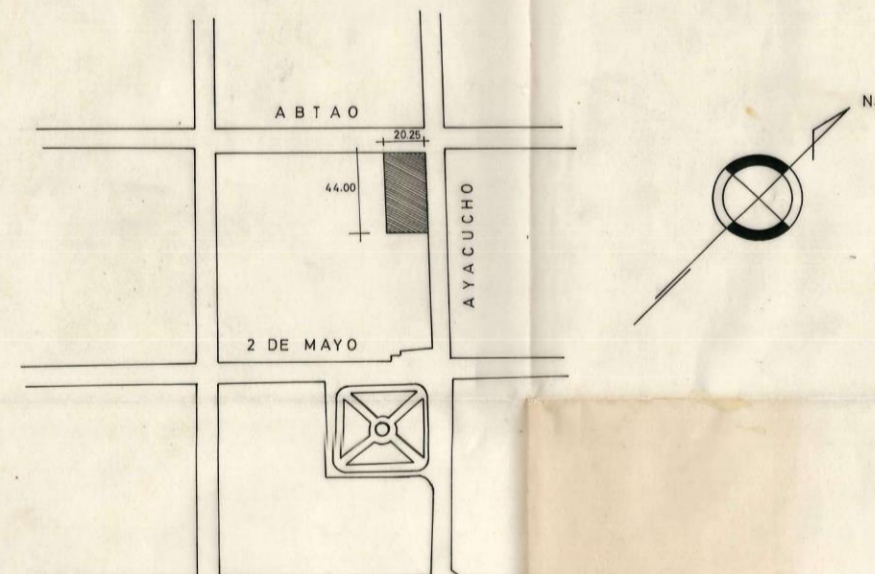
VISTA AL JIRON AYACUCHO



VISTA AL JIRON ABTAO ESC 1:50



UBICACION ESC 1:2000



PLANO DE FACHADA

PROPIEDAD SEMINARIO SAN TEODORO

UBICACION CRUCERO DE LOS JIRONES

AYACUCHO - ABTAO

ESCALA LAS INDICADAS

FECHA 15-9-1969

N° F-01

Fernandez
 FORTA REBACA FERNANDEZ
 ING. CIVIL
 Colegio del C.A. - en el Registro No. 1008