UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis comparativo entre encamisado y fibra de carbono para el reforzamiento estructural de viviendas, San Juan de Lurigancho 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Gaspar Lazaro, Miguel (ORCID: 0000-0001-8528-878X)

Guerrero Yajahuanca, Milbor (ORCID: 0000-0002-6253-402X)

ASESOR:

Msc. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (OCIRD-0000-0001-8850-8463)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

A mis padres y amistades que con su apoyo incondicional hicieron posible que este presente trabajo se concretice.

Agradecimientos

Primeramente, agradecer a Dios por darnos Salud y estabilidad en estos momentos difíciles que estamos pasando por pandemia. Mis padres por estar siempre presente en toda la etapa de mi vida universitaria.

Agradecemos a la empresa Control de Calidad del Concreto S.A.C. por la asesoría y atención en nuestros ensayos realizados en sus instalaciones, especialmente al ing. Luis Gutiérrez Barahona Y al ing. George Lázaro D.

Índice de contenidos

Dedicatoria ii
Agradecimientos iii
Índice de contenidos iv
Índice de figuras v
Índice de Tablas y Gráficos v
Resumen vii
Abstract viii
I. INTRODUCCIÓN 1
II. MARCO TEÓRICO 6
III. METODOLOGÍA 17
3.1 Tipo y diseño de investigación 18
3.2 Variable y operacionalización 18
3.3 Población 19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 19
3.4.1. Técnicas 19
3.4.2. Instrumentos 20
3.5. Procedimientos 20
3.5.1 Procedimiento metodológico 20
3.5.2 Procedimiento de ingeniería 21
3.6. Métodos de análisis de datos 23
3.7. Aspectos éticos 23
IV. RESULTADOS 24
4.1 Resultados según objetivo general: 26
4.2 Resultados según objetivo específico 1: 28
4.3 Resultados según objetivo específico 2: 31
4.4 resultados según objetivo específico 3: 35
V. DISCUSIÓN 37
VI. CONCLUSIONES 40
VII. RECOMENDACIONES. 42
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA 44
ANEXOS 48

Índice de Tablas

TABLA 1: Confinamiento con FRP Vs Encamisado de CA° (comparación de las técnicas) 16

TABLA 2: Parámetros para la definición del espectro en los 3 modelos. Según la Norma E.030 .. 22

TABLA 3: Comparación de parámetros del encamisado de concreto armado y FRP (elemento columna) 26

TABLA 4: Comparación de diferencias de resistencia de concreto diamantina y esclerómetro. ……27

TABLA 5: Relación entre método de reforzamiento y sección transversal - columna (120 m2 área construida x piso) 28

TABLA 6: Peso de la estructura y metrado de cargas en los tres modelos. 28

TABLA 7: Esfuerzos en columna crítica (eje 4b) para los tres modelos. 29

TABLA 8: Esfuerzos en el diseño de viga (eje b 3-4. viga más cargada) 30

TABLA 9: Cortante basal dinámica en ambos sistemas estructurales. 30

TABLA 10: Comparación de periodos de vibración (t) 31

TABLA 11: Modos de vibración y masa participativa 32

TABLA 12: Fuerza sísmica por piso 32

TABLA 13: Desplazamientos absolutos de los tres modelos. 33

TABLA 14: Distorsiones de entrepiso (derivas) en los tres modelos. 34

TABLA 15: Comparación presupuestal de ambos casos de reforzamiento 35

Índice de figuras

FIGURA 1: Vivienda colapsada- terremoto pisco 2007 2
FIGURA 2: Encamisado de concreto en vigas 12
FIGURA 3: Encamisado de concreto en columnas 12
FIGURA 4: Reforzamiento con fibra de carbono 13
FIGURA 5: Confinamiento de columna de CA° con FRP 13
FIGURA 6: Comportamiento esquemático esfuerzo-deformación de columnas de concreto armado confinas y no confinadas 13
FIGURA 7: Rigidez lateral 14
FIGURA 8: Diagrama de interacción esquemático 14
FIGURA 9: Diagrama de interacción 15
FIGURA 10: Espectro de diseño en la dirección X 22
FIGURA 11: Espectro de diseño en la dirección Y 22
FIGURA 12: Comparación del f´c de los tres modelos 27
FIGURA 13: Peso de la estructura de los tres modelos análisis. 29
FIGURA 14: Periodos fundamental de vibración de los tres modelos 31
FIGURA 15: Comparación de las fuerzas sísmicas: modelo 2 Vs modelo 3. 33
FIGURA 16: Comparativo de desplazamientos dos modelos 34
FIGURA 17: Costos de los dos métodos de reforzamiento 36

Resumen

La presente investigación está centrada en un análisis comparativo de técnicas de reforzamiento aplicada a una vivienda autoconstruida que necesita incrementar dos niveles superiores más, donde. El objetivo fue comparar los parámetros que diferencias las técnicas de encamisado de concreto y fibra de carbono. en primer lugar se hizo una evaluación estructural para determinar los puntos críticos de la estructura y a través de los datos obtenidos también del laboratorio y el cálculo respectivo modelarlos en el software (etabs 2016.2.1) para ver el comportamiento de los elementos estructurales siguiendo los parámetros de la normativa peruana reglamento nacional de edificaciones (0.20.0.30 y 0.60) y la normativa americana ACI (440.2r-17, 562-19 y 318) teniendo como resultado final después de hacer un análisis comparativo de ambas técnicas, que las dos técnicas en mención resultaron viables para reforzar estructuras.

Y finalmente la estructura reforzada con fibra de carbono presenta menos peso sísmico, del mismo modo los desplazamientos aplicando la fibra de carbono son mayores en un 20% a comparación del encamisado con concreto armado al aumentar a 5 niveles la estructura. La diferencia radica en el presupuesto puesto que el porcentaje es de 17% de incremento de precios al comparar una técnica con otra y si hablamos proceso constructivo la fibra de carbono resulta más eficiente a nivel de tiempo a comparación del encamisado ya que este último su proceso constructivo es más dificultoso lo que va originar que el tiempo de utilización de la vivienda se prolongue.

Palabras clave: Reforzamiento Estructural, Encamisado de Concreto Armado, Fibra de Carbono

Abstract

This research is focused on a comparative analysis of reinforcement techniques applied to a self-built house that needs to increase two more upper levels, where. The objective was to compare the parameters that differentiate concrete and carbon fiber cladding techniques. In the first place, a structural evaluation was made to determine the critical points of the structure and through the data also obtained from the laboratory and the respective calculation, model them in the software (etabs 2016.2.1) to see the behavior of the structural elements following the parameters of the Peruvian regulations, national building regulations (0.20.0.30 and 0.60) and the American ACI regulations (440.2r-17, 562-19 and 318) having as a final result after making a comparative analysis of both techniques, that the two techniques in mention they were viable to reinforce structures.

And finally, the structure reinforced with carbon fiber has less earthquake weight, in the same way the displacements applying the carbon fiber are greater by 20% compared to the cladding with reinforced concrete when increasing the structure to 5 levels. the difference lies in the budget since the percentage is a 17% price increase when comparing one technique with another and if we talk about the construction process, carbon fiber is more efficient in terms of time compared to the jacket since the latter is its process construction is more difficult which will cause the time of use of the house to be prolonged.

Keywords: Structural Reinforcement, Reinforced Concrete Jacketing, Carbon Fiber

I. INTRODUCCIÓN

La ingeniería civil sísmica y estructural en el mundo entero avanza a pasos agigantados en la actualidad se ve cómo se pueden hacer mega estructuras que hace un par de décadas eran inimaginables, sin duda las técnicas y procesos constructivos se van haciendo cada vez más eficientes pero a pesar de ello las pérdidas debido a terremotos han ido en aumento, según el portal de noticias rpp.pe el costo total que le significó a Japón el catastrófico terremoto de 9 grados y el tsunami que golpeó el noreste del país el 11 de marzo del 2011 fue de US$ 309 mil millones (6% del PBI) y dejó 15854 muertos (redacción rpp, 2016) el Perú no es ajeno a esta realidad también sufre pérdidas considerables a causa de los sismos debido a que geográficamente está dentro del llamado cinturón de fuego del pacifico (zona de alta sismicidad) el más reciente de gran magnitud fue el terremoto de pisco, donde se puso en evidencia muchas falencias en las edificaciones formales e informales (autoconstrucción) ocasionando cuantiosas pérdidas económicas para la población y para el estado, ya que luego se tuvo que asignar un presupuesto de reconstrucción para la zona.

FIGURA 1: Vivienda colapsada- terremoto pisco 2007

Fuente: Informe de Cismid sobre evaluación del terremoto Pisco 2007

Con esta consideración y analizando la realidad Nacional de informalidad en la construcción nos preguntamos si ¿las construcciones están preparadas para estos sucesos y que pasa cuando no lo están?, muchas veces los propietarios de las

viviendas optan por la autoconstrucción o por la construcción con un albañil de la zona, este que a su vez sólo ha adquirido conocimiento empírico basado en la imitación y consejos del que a las vez fue su maestro en el mejor de los casos, es decir el propietario construye por partes con diferente personal en tiempos distintos, según la posibilidad económica que disponga, es ahí donde comienza el círculo defectuoso ya que estas viviendas no cuentan con memoria técnica, planos, ni especificación alguna, por lo que es un riesgo mortal continuar la construcción, que es lo que muchas veces pasa, luego de años de paralizado la construcción los miembros de la familia aumentan y se ve la necesidad de ampliar algunos pisos de más. Esta secuencia de hechos es muy común y notorio en el distrito de San Juan de Lurigancho, según el (INEI, 2013) entre 70 mil y 80 mil viviendas informales se construyeron ese año de las cuales el 70% están en Lima, la mayoría se ubica en San Juan de Lurigancho, Carabayllo y Villa el Salvador.

Por otro lado, las estructuras de concreto armado pueden presentar falencias en su comportamiento estructural, esto mayormente se da por errores en el proceso constructivo, vida útil de concreto, cambio de uso de la estructura. Acero de refuerzo insuficiente, actualización sísmica. Lo cual generaría un factor de riesgo mayormente en estructuras antiguas según (Flores, 2013), es por ello que es de vital importancia el análisis de la estructura a lo largo de su vida útil y si fuera necesario la aplicación de técnicas de reforzamiento.

Por esta razón, es muy importante para la ingeniería civil conocer los materiales compuestos y las metodologías que se requieren para un reforzamiento estructural, la cual tiene como finalidad aumentar la capacidad de la resistencia mecánica de toda la estructura (Rosero, 2013).

Hoy en día los métodos que más se utilizó para el tema de reforzamiento es el encamisado de concreto reforzado y la fibra de carbono, por ser unas de las técnicas que usa materiales convencionales. (Acero, cemento madera, agregados, plastificantes para concreto), y la otra técnica por usar materiales compuestos (FRP).

Donde se justifica metodológicamente porque abarca netamente en el método científico de la cual esta investigación se puede refutar con la experimentación, así como sostiene Méndez (2011) que la formulación de una herramienta digital (programa o software)y su aplicación en problemas específicos de las cuales abarca la utilización de modelos matemáticos y su validación(tablas para toma de datos de campo y encuestas) son ejemplos de elementos que metodológicamente son de vital importancia para el desarrollo de una investigación (p.196).

Asimismo, para la evaluación de las variables se utilizó el software Etabs 2018 V18.1.1, para el modelamiento de la estructura con las técnicas de reforzamiento aplicadas en el presente proyecto y asimismo se usaron formatos de tablas comparativas.

Según Lázaro, J. y Arraiga, N. (2020). Se justifica económicamente de acuerdo a los parámetros de reforzamiento de estructuras mediante las técnicas de encamisado de concreto reforzado y fibra de carbono con el tema de costos y beneficio y optar por la técnica de reforzamiento que resulte más favorable económicamente.

El problema general de la investigación deriva de la interrogante:

PG: ¿Cuáles son los parámetros que diferencian las técnicas de encamisado con concreto armado y fibra de carbono CFRP en el reforzamiento estructural de viviendas, San Juan de Lurigancho 2020?

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

PE1: ¿Cuál es la diferencia respecto a las propiedades mecánicas que ofrecen las técnicas de encamisado con concreto armado y fibra de carbono CFRP en el reforzamiento estructural de viviendas, San Juan de Lurigancho 2020?

PE2: ¿Cuál es la diferencia respecto al comportamiento estructural de viviendas reforzadas con encamisado de concreto armado y las mismas viviendas reforzadas con fibra de carbono CFRP, San Juan de Lurigancho 2020?

PE3: ¿Cuáles son los resultados que presentan las técnicas de encamisado con concreto armado y fibra de carbono CFRP con respecto al costo en el reforzamiento estructural de viviendas, San Juan de Lurigancho 2020?

Así también se planteó el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación.

OG: Comparar los parámetros que diferencian las técnicas de encamisado de concreto armado y fibra de carbono CFRP en el reforzamiento estructural de viviendas, San Juan de Lurigancho 2020.

OE1: Determinar la diferencia respecto a las propiedades mecánicas entre las técnicas, de encamisado con concreto armado y fibra de carbono CFRP en el reforzamiento estructural de viviendas, San Juan de Lurigancho 2020.

OE2: Determinar y comparar el comportamiento estructural de las técnicas de encamisado con concreto armado y fibra de carbono CFRP en el reforzamiento estructural de viviendas, San Juan de Lurigancho 2020.

OE3: Determinar los resultados que presentan las técnicas de encamisado con concreto armado y fibra de carbono CFRP con respecto al costo en el reforzamiento estructural de viviendas, San Juan de Lurigancho 2020.

II. MARCO TEÓRICO

En la presente investigación se han consultado diferentes fuentes bibliográficas, tesis, artículos científicos, revistas pues fueron de mucha utilidad para contribuir y dar a conocer las técnicas de reforzamiento estructural que se emplearon en la investigación. A continuación, mencionaremos algunas de estas fuentes bibliográficas.

Como **antecedentes Internacionales** tenemos:

(Jácome, 2016) “Determinación de las técnicas de reforzamiento para mejorar el desempeño estructural de un edificio mixto”. Tuvo como objetivo establecer técnicas apropiadas de reforzamiento para mejorar el desempeño estructural de un edificio de construcción mixta. Su metodología de estudio fue experimental. En conclusión, los reforzamientos de estructuras nos ayudan a rehabilitar y restaurar estructuras existentes, lo que conllevaría a tener un desempeño óptimo para las solicitaciones de cargas requeridas. Por otro lado, reforzar con fibra de carbono agiliza el proceso constructivo además de incrementar resistencia a los elementos estructurales en un 40 %.

En su tesis detallada por el autor, (Perdomo,2018) “Evaluación de vulnerabilidad y reforzamiento estructural de la estación de bomberos sede transversal 12 Tuluá Valgle” tiene como objetivo la realización de un estudio de vulnerabilidad sísmica y a la vez de plantear una rehabilitación estructural de la edificación, siguiendo los parámetros de la normativa colombiana (NRS-10).Entre la metodología empleada fue de recolección de información y extracción de diamantinas y ensayos de compresión a las muestras de concreto, concluyó que después de hacer una análisis de vulnerabilidad se pudo determinar los puntos críticos a intervenir de la estructura en estudio.

Así también (Contreras, 2017) “Análisis del comportamiento de vigas de concreto reforzadas con fibra de carbón”. Presentado en México en el instituto Tecnológico de estudios superiores de Monterrey. Tiene como objetivo analizar el comportamiento de vigas de concreto armado expuesto a flexión, reforzadas con material compuesto (FRP) de alta resistencia, con el propósito de conocer las ventajas del refuerzo y su aporte en rigidez y resistencia. Por otro lado, la

metodología empleada es de tipo experimental, y finalmente concluye que no se debe reforzar de vigas de concreto con fibra de carbono cuando el f´c de concreto de dicho elemento estructural sea menor de 240kg/cm2, también es importante mencionar que la cuantía del elemento a reforzar sea mayor 55% del acero máximo.

(Reales y Ulloque, 2013) “Análisis comparativo de comportamiento Y costos, En El reforzamiento de vigas Sometidas a flexión por medio del uso de encamisado en concreto reforzado Y fibras de carbono”. Presentado en la Universidad de Cartagena en Colombia, tiene como objetivo tener un enfoque distinto en tema económico, respecto sistemas de reforzamiento que utilizan materiales de nuevas tecnologías, tuvo un enfoque de investigación cuantitativa, se logró comparar esfuerzos mediante el ensayo a flexión de 9 vigas de concreto de dimensiones (10cm x 15cm) y longitud de 150 cm para ambos casos de refuerzo a través de una carga puntual en el centro de la luz. Cuya principal conclusión fue: que las vigas aumentaron su capacidad de resistencia a la flexión en un 65% con refuerzo de FRP con respecto al promedio de las vigas sin reforzar. Así también concluye que el uso de FRP en el reforzamiento es muy viable económicamente respecto al reforzamiento de encamisado.

Según (Alcaino, 2018) “Resistencia al corte de muros de albañilería reforzados exteriormente con fibras. Artículo publicado en Chile, dentro de su objetivo podemos mencionar la caracterización del comportamiento mecánico de muros de albañilería reforzados con fibra de carbono, donde su configuración de fibra puede ser diagonalmente o horizontal adheridas en las caras exteriores de los muros. En el desarrollo del estudio realizó 26 ensayos a muros de albañilería con diferentes configuraciones sin y con reforzamiento CFRP pudiendo así mayorar la resistencia a la deformación de los muros reforzado, concluyo que el CFRP adherido externamente en ambas caras de los muros incrementa la respuesta al corte y en el desplazamiento.

También tenemos como **Antecedentes nacionales** los siguientes:

De acuerdo a (La Torre y Yupanqui, 2019) “Evaluación y diseño de dos propuestas de reforzamiento para vigas y columnas de concreto armado en una edificación de hotel” tuvo como objetivo elegir alternativas de reforzamiento idóneas para tener una solución óptima en el comportamiento de la estructura, teniendo un tipo de investigación no experimental y dentro de sus conclusiones menciona que los elementos estructurales (vigas y columnas) presentaron fallas en su estructura, y por eso necesitaban un reforzamiento para cumplir con los nuevos requerimientos estructurales, es preciso señalar que cada una de las técnicas empleadas tiene beneficios independientes por ejemplo si es por tema económico el encamisado de concreto resulta más favorable si es por tiempo el FRP resulta más eficiente con un tiempo de 58% menor que el encamisado de concreto.

Según su investigación de tesis de los autores (Estrada y Yoplac, 2019) “Evaluación técnica y económica de reforzamiento estructural en vigas de concreto armado con fibras de carbono en el edificio multifamiliar Huaraz breña”. El objetivo principal fue la realización de una evaluación técnica y económica del edificio multifamiliar Huaraz para el reforzamiento estructural de vigas. Tipo de investigación no experimental, en cuyo procedimiento realizo extracción de diamantinas y ensayos a la compresión, conclusión, al reforzar vigas con fibra de carbono aumenta su capacidad de resistencia a cortante y flexión lo cual va originar que dicha capacidad aumente aproximadamente en (10% y 20%) por lo concerniente se pude decir que uso de la fibra de carbono en sistema de reforzamiento resulta más eficiente considerando la etapa de servicio e instalación, lo cual va conllevar que dicha técnica sea una alternativa viable para reforzar edificios multifamiliares.

(Castro, 2019) “Reforzamiento estructural con fibra de carbono como alternativa económica para aumentar la resistencia a la compresión de las columnas en la galería comercial FULLMARKET en el 2019”. dentro de su objetivo menciona de qué manera el reforzamiento estructural con fibra de carbono aumenta la resistencia a la compresión elementos estructurales, su tipo de investigación es descriptiva, su técnicas de recolección de datos son el análisis documental entre sus conclusiones sostiene que la fibra de carbono aumenta resistencia a tracción a elementos reforzados entre 7 a 10 veces mayor que el acero grado 60, por otra

parte sostiene que después de reforzar la estructura usando fibra resulta menos costo con un monto fluctúa de 30,707.33 que es mucho menor en un 58% que aplicando la técnica del encamisado de concreto.

Según (Belizario, 2017) “Reforzamiento Estructural De Una Edificación De Concreto Armado De Dos Pisos Con Fines De Ampliación”, dentro de su objetivo principal fue conocer las técnicas idóneas para un reforzamiento estructural ya que en el proyecto contemplaba una ampliación de 2 a 5 niveles. su metodología, empleada en su investigación es de tipo experimental y para concluir menciona que el reforzamiento influye muy favorablemente logrando reducir valores de desplazamientos de entrepiso de (0.0204 a 0.0044) además de reducir el periodo de (0.68 a 0.48) lo cual va hacer que dichos valores estén dentro de los parámetros que te permite el reglamento.

(Oviedo, 2015), En su artículo publicado métodos de reforzamiento en edificios de concreto armado. Menciona. Cuyo objetivo principal narra las distintas aplicaciones de reforzamientos para elementos estructurales con el fin de salvaguardar las vidas humanas ya que desde el año 1755 más de 14 millones de personas han perdido la vida. Por lo tanto, reforzar hace que la estructura aumente su capacidad de carga y la serviciabilidad de la estructura existente ocasionado reducir en un porcentaje muy alto la perdida de vida humana y materiales. Es muy importante señalar que las estructuras son expuestas a solicitaciones de cargas sísmicas.

Las teorías relacionadas al tema de investigación se definen en los siguientes párrafos.

Evaluación estructural- preliminar: De acuerdo a (Morales, 2010) menciona que la evaluación estructural es un proceso que determina la situación actual de la estructura mediante la recopilación de información: inspección de campo, ensayos no destructivos(escaneo de acero, esclerómetro) y destructuctivos (diamantina y otros) así como revisión de planos, además de extraer toda esta información esencial, si fuera el caso es necesario hacer un modelamiento computacional para evaluar el comportamiento la estructura y comprobar si los parámetros establecidos en las NTP (E.020, E.060, E.070, E.030, y otros según el caso).

Procedimientos indispensables que se tener en cuenta para la evaluación estructural: 1. Identificación de las viviendas, 2. Identificación del sistema estructural 3. Identificación de daños de elementos estructurales, 4. Identificación de daños de elementos no estructurales, 5. Identificación de problemas de estructuración, 6. Identificación de problemas en la cimentación.

Reforzamiento elementos Estructurales: (Baca, 2016) menciona que en los últimos años es recurrente observar estructuras en rehabilitación en lugar de estructuras nuevas. Como bien se sabe un refuerzo estructural de una vivienda son procedimientos que se hacen para aumentar la serviacibilidad de la estructura y mejorar el comportamiento estructural (p.3). Asimismo, existen técnicas de reforzamiento estructural las cuales son: arriostres metálicos, pantalla en concreto reforzado, encamisado en concreto reforzado, encamisado metálico, platinas metálicas, adición de perfiles metálicos, contrafuertes, materiales compuestos disipadores aislamiento sísmico. En resumen, en el desarrollo de la investigación nos enfocaremos en las técnicas de encamisado de concreto y la fibra de carbono.

Encamisado de Concreto Reforzado: (Jacome, 2016) el reforzamiento por encamisado se origina cuando el elemento estructural no cumple con la sección establecida para transmitir cargas solicitadas para la que fue diseñada por lo cual se debe añadir refuerzo longitudinal y transversal o una malla electro soldada a la sección original del elemento para posteriormente recubrirla con concreto premezclado lo cual conllevaría a que los elementos reforzados se comporten de

manera rígida, es muy importante precisar qué se debe tener en cuenta al momento del encamisado tenga una buena adherencia entre concreto nuevo y el existente para que exista un buen confinamiento .

FIGURA 2: Encamisado de concreto en vigas

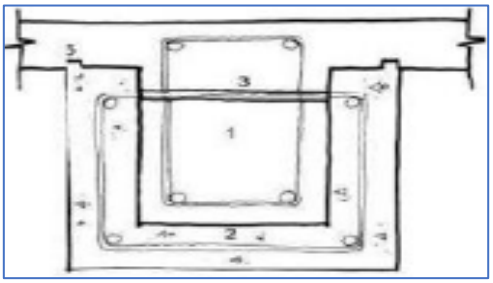
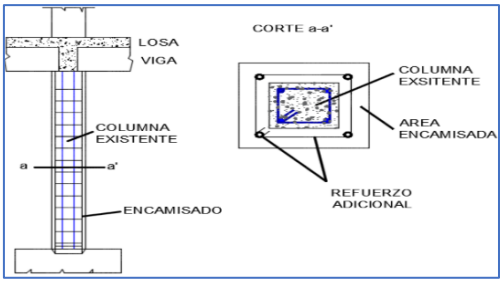


FIGURA 3: Encamisado de concreto en columnas



Fuente: ilustración 2 y 3: Soto E. 2008 p.107

¿Qué es el FRP? Según el M.Sc Bazán S. el FRP o Fiber Reinforced Polymer es un sistema compuesto de dos materiales: El primero consta de una malla de microfibras poliméricas (de Carbono, vidrio aramida u otro) y el segundo, de una matriz de resina que embebe y cohesiona las fibras. Como, por ejemplo: CFRP, GFRP, AFRP. Y cuyos usos pueden ser para refuerzo interno y externo de estructuras de concreto, perfiles estructurales, usos no estructurales.

Reforzamiento con fibra de carbono CFRP: (Moncayo, 2016) la fibra de carbono es un material resistente a comparación de las tecnologías tradicionales dentro de sus características que posee es la alta resistencia al fuego, además de no compromete estéticamente la estructura por ser un material liviano garantiza una rápida instalación, el reforzamiento con CFRP se realiza con fines de alcanzar o superar cierto nivel de desempeño sísmico para los elementos estructural o no estructurales además que puede modelarse en cualquier superficie a reforzar es muy importante que haiga un buen puente de adherencia con resina epóxica para que pueda trabajar de una manera adecuada esto se va dar siempre y cuando la superficie este limpia (p3).

FIGURA 2: Reforzamiento con fibra de carbono

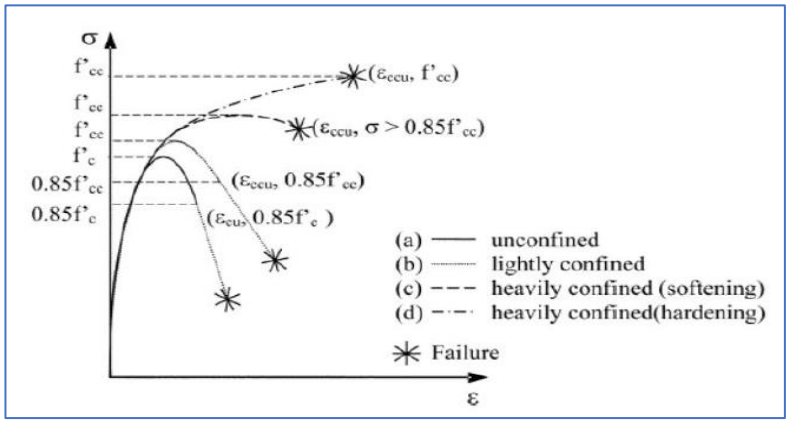
Fuente: Revista construaprende - reforzamiento-estructural-con-fibra-de-carbono

Reforzamiento de columna por carga axial con FRP: Se realiza con la finalidad de incrementar la resistencia a compresión axial de columnas de concreto armado, mediante el confinamiento externo con FRP. Según el ACI 440.2R (2017) Para determinar la carga ultima de la columna los cálculos se basan en determinar el valor f´cc (resistencia del concreto confinado) y utilizarlo en las ecuaciones de la norma ACI 318.

$$\phi P_n = 0.85\phi\left[0.85f'cc\left(A_g{-}A_{st}\right) + fyA_{st}\right] \quad \textit{Steel spiral}$$

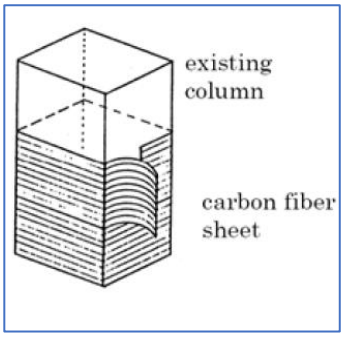
$$\phi P_n = 0.8\phi\left[0.85f'cc\left(A_g{-}A_{st}\right) + fyA_{st}\right] \; steel - tie$$

FIGURA 6: Comportamiento esquemático esfuerzo-deformación de columnas de concreto armado confinas y no confinadas



Fuente: ACI 440.2R – 2017 p.35

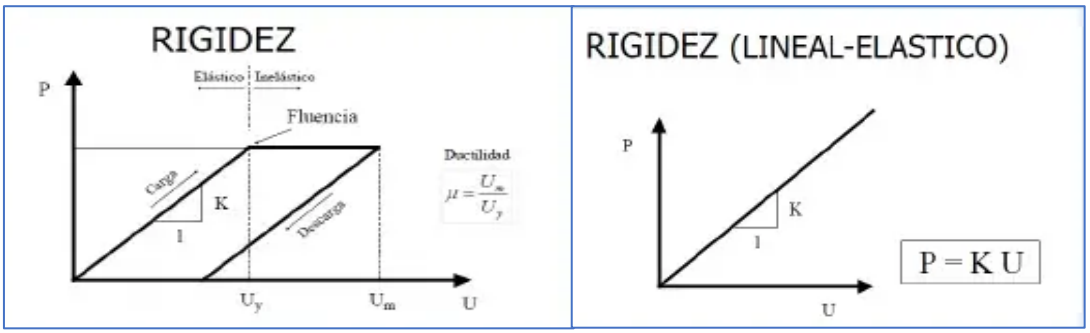
FIGURA 5: Confinamiento de columna de CA° con FRP



El predimensionamiento según (Cáceres et al. 2017, p.15). **"**Se basa en dar las dimensiones para a cada elemento estructural mediante cálculos preliminares. Luego del análisis se verificará si las dimensiones son las correctas o necesitan modificarse.

Rigidez Lateral: (Restrepo, Rodríguez y torres, 2015 p.30) hace mención que la rigidez es la capacidad de un elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones o desplazamientos.

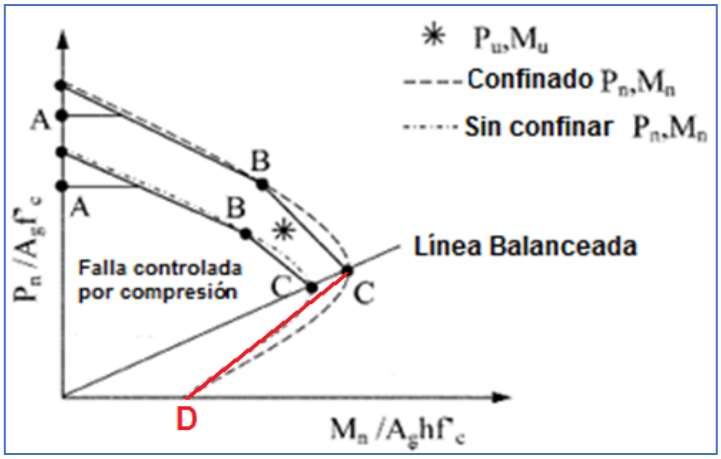
FIGURA 3: Rigidez lateral



Fuente: Elaboración propia

Diagrama de interacción: Cuando se trata de diseño de columnas a flexo-compresión con hormigón confinado y más aún confinado con FRP el ACI 440 recomienda el uso de ecuaciones directas para construir los diagramas de interacción y son una aproximación excelente del comportamiento de columnas reforzadas con FRP ante flexo-compresión. En la figura 8 se muestra un diagrama P-M.

FIGURA 4: Diagrama de interacción esquemático



Fuente: Aci 440-2R -17, chapter 12, p.37

Para el punto A

$$\phi P_{n(A)} = 0.8\phi[0.85 f'cc(Ag - Ast) + fy.Ast]$$

$$\phi M_{n(A)} = 0$$

Para los puntos B y C

$$\phi P_{n(B,C)} = \phi\left[(A(y_t)^3 + B(y_t)^2 + C(y_t) + D) + \sum A_{si} f_{si}\right]$$

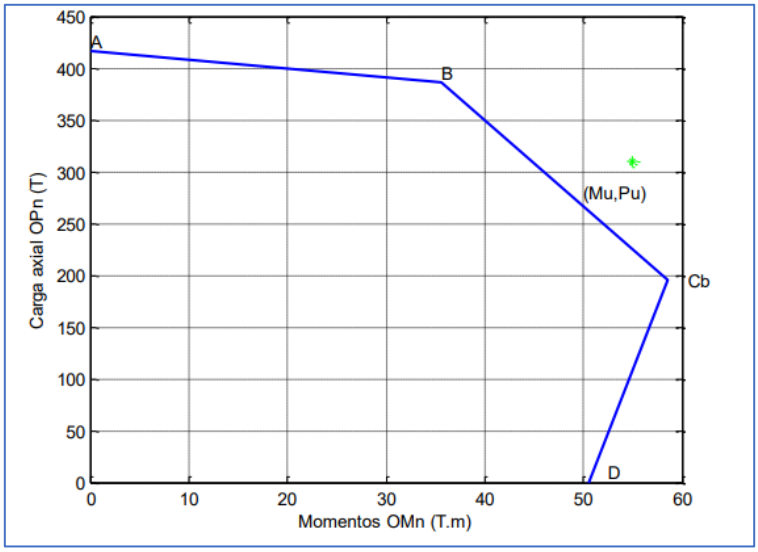
$$\phi M_{n(B,C)} = \phi\left[(E(y_t)^4 + F(y_t)^3 + G(y_t)^2 + H(y_t) + I) + \sum A_{si} f_{si} d_i\right]$$

- Para el punto D

$$\phi P_{n(D)} = 0$$

$$\phi M_{n(D)} = \phi\left[As.fs.\left(d - \frac{As.fs}{1.7 f'cc.b}\right) + \psi_f.Af.f_{fe}.\left(h - \frac{As.fs + Af.f_{fe}}{1.7 f'cc.b}\right)\right]$$

FIGURA 5: Diagrama de interacción



Fuente: Rosero Landeta (2013) p.168

TABLA 1: Confinamiento con FRP Vs Encamisado de CA° (comparación de las técnicas)

CONFINAMIENTO CON FRP	ENCAMISADO DE CONCRETO ARMADO
El FRP es un material compuesto producido industrialmente.	El CA° es un material monolítico producido con material de cantera y cuya sección es reforzada internamente con acero corrugado
El reforzamiento se realiza con procedimientos normalizado ACI 440.2R-17.	El encamisado con CA° Se fabrica en obra mediante las pautas del ACI 562-19.
El área que incrementa el reforzamiento a la sección transversal es insignificante	El área transversal del encamisado con CA° es de 4cm x cara (min.) robustece el elemento.
El FRP tiene buen aporte a la Flexión y cortante, así como al esfuerzo axial (compresión) en columnas. Pero su aporte a la rigidez es muy bajo.	Según diseño se mejora las condiciones de respuesta al esfuerzo a flexión, cortante, compresión y torsión además incrementa la rigidez
El uso del FRP puede tener algunas limitaciones, (ubicación del proyecto, costos y otros)	La disponibilidad generalizada de materia prima (agregados) lo hace fácil de usar en cualquier lugar.
El tiempo del proceso constructivo con FRP es menor. Por tanto, la disponibilidad del espacio es más rápida.	El proceso constructivo del encamisado con concreto armado toma mayor tiempo por tanto se necesita parar las operaciones de la zona intervenida.
Se usa un puente de adherencia entre el elemento de concreto existente y el FRP (epóxico)	Usa un puente de adherencia entre el concreto existente y el concreto nuevo (epóxico)

Fuente: Elaboración propia

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación: Aplicada

Pues se busca resolver un problema práctico que se tiene en la sociedad.

El diseño de la investigación: es no Experimental, Se observarán los hechos como se muestran de manera natural, para poder examinarlos. “En la investigación no experimental las variables independientes ocurren y no es posible manipularlas, no se tiene control directo de sobre dichas variables ni se puede influir en ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos” (Fernández y Baptista, 2014, p.154).

Transversal

Porque los datos que se obtendrán para la investigación serán en un tiempo fijo. “Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Es como “tomar una fotografía” de algo que sucede” (Fernández y Baptista, 2014, p.154).

El nivel de la investigación es: Descriptivo

Porque se desea describir las características de los cuerpos en estudio.

El enfoque de la investigación es: Cuantitativo

Porque hay confianza en la medición numérica de los resultados.

3.2 Variable y operacionalización

Variable; “Una variable es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible a medirse u observarse” (Fernández y Baptista, 2014, p.105). De la explicación brindada por Fernández y Baptista se presenta las variables de investigación:

X: Encamisado de concreto armado y fibra de carbono

Y: Reforzamiento estructural

3.3 Población

De acuerdo Borja (2012) para la parte de la estadística se denomina población al conjunto o universo de elementos del cual se pretende realizar un estudio (p. 30). Para esta investigación la población está constituida por las viviendas autoconstruidas situada en el distrito de San Juan de Lurigancho asignada para aplicar las técnicas de reforzamiento estructural.

Muestra

Tal como lo mencionan los autores Hernández y Fernández (2006) se considera muestra a un subgrupo de la población, la cual tiene que estar bien identificado y delimitado (p.173). En esta investigación la muestra será la vivienda autoconstruida sometida a las técnicas de reforzamiento en estudio: técnica del encamisado con concreto armado y la de fibra de carbono

Muestreo

El tipo de muestreo es no probabilístico: juicio pues la elección de la unidad muestral es independiente.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Arias (2012) hace hincapié: que las técnicas e instrumentos se basan por medio de objetivos a través que vamos obtener información de diversos procedimientos (p.67).

3.4.1. Técnicas

Técnica de gabinete: para la investigación bibliográfica y para la recolección de datos que permitan un análisis de información; luego la técnica de diseño y modelamiento con software, para la concepción de la estructura en esta parte se interactúa con normas técnicas peruanas para el modelamiento y análisis estructural de las técnicas de reforzamiento empleados y finalmente la técnica de procesamiento de datos en esta parte se elabora un instrumento: formato de tablas comparativas para el análisis de resultados de parámetros normativos.

3.4.2. Instrumentos

Según refiere (Hernández, 2014, p.252) los instrumentos, son aquellos que representan verdaderamente a las variables de investigación, donde las respuestas obtenidas se codifican o insertan a una base de datos o una matriz para ser analizadas.

Primero; en la recolección de datos se manejó los siguientes instrumentos: Normas técnicas peruanas RNE, E.020, E.030, E.050, E.060, E.070; así como Normas americanas código ACI 318S-14, ACI 562-19 (Requisitos del código para la evaluación, reparación y rehabilitación de Estructuras de hormigón)

Segundo: en el diseño y modelamientos se usaron instrumentos digitales de ingeniería software Etabs para diseño y análisis en concreto armado, el programa presupuestos pe para costos y presupuesto y AutoCAD para Revisión de planos y dimensiones.

Tercero en el análisis de resultados para nuestra investigación se empleará como instrumento formatos de tablas comparativas del resultado del análisis.

3.5. Procedimientos

3.5.1 Procedimiento metodológico

La obtención de datos se realizó una vez concluido el levantamiento de medidas de las viviendas se hizo un replanteo en el AutoCAD considerando todos los elementos estructurales y no estructurales en el trazo, luego estos datos tomados de la realidad de las viviendas se llevará a un software de modelamiento estructural para poder evaluar el análisis estructural previo al reforzamiento, por otro lado se entrevista a los propietarios de los inmuebles y se llena una ficha de evaluación estructural facilitada por INDECI para realizar una evaluación rápida e in situ basado en la observación y toma de medidas del área de columnas y área techada,

3.5.2 Procedimiento de ingeniería

El desarrollo de la investigación comienza con el análisis en gabinete ya que a través del Google Maps hay que revisar la ubicación, así como también la zonificación y otros parámetros urbanísticos de las viviendas, luego se realizó la visita a las edificaciones para entrevistar a los propietarios, así como también a los vecinos de la zona con el fin de determinar la antigüedad y algún alcance importante. Posteriormente se extrajeron núcleos de diamantina para determinar la resistencia a compresión y para corroborar con los resultados de la diamantina se hizo esclerometría a viviendas aledañas a la zona de trabajo. Después se aprovechó para hacer un levantamiento de medidas para llevarlo al AutoCAD y posteriormente al Etabs. De los resultados obtenidos se analizará qué tipo de reforzamiento y donde necesita la estructura reforzar, ya que desde el inicio sabíamos que existían planes de ampliación de pisos.

Se modelará en el Etabs y por separado la estructura reforzada con las dos técnicas planteadas para poder analizar y comparar los resultados que nos diera el modelamiento estructural, luego se hará las comprobaciones necesarias según Normas del RNE.

Parámetros necesarios para definición del espectro según E.030

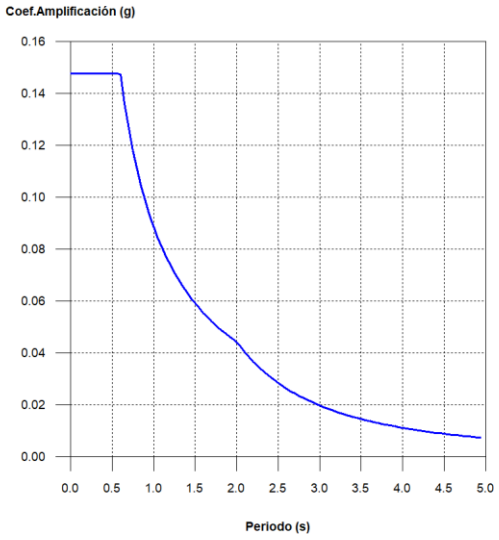
TABLA 2: Parámetros para la definición del espectro en los 3 modelos. Según la Norma E.030

PARAMETROS SEGÚN LA NORMA E.030		DISEÑO CON SIST. CONCRETO ARMADO	DISEÑO CON SIST. DE ALBAÑILERIA CONFINADA
PARAMETRO		FACTOR	
Zona	Z	0.45	0.45
Uso	U	1	1
Factor de amplificación sísmica	C	$C_X=C_Y=2.5$	CX=CY=2.5
Factor de suelo	S	1.05	1.05
Coeficiente de reducción sísmica	R	8	6

Fuente: Elaboración propia.

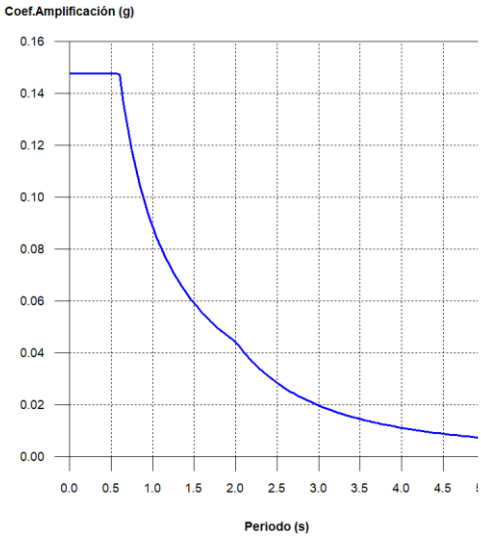
Espectro de diseño de aceleraciones

FIGURA 6: Espectro de diseño en la dirección X



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 7: Espectro de diseño en la dirección Y



Fuente: Elaboración propia

Los parámetros son iguales tanto en dirección x como en dirección Y.

3.6. Métodos de análisis de datos

Para la presentación de resultados y realización de nuestra estadística comparativa- inferencial utilizaremos formatos de elaboración propia tablas comparativas que presentaran datos de parámetros análogos de los dos tipos de reforzamiento estructurales de esta manera podremos diferenciar los resultados del diseño y análisis realizado, en este procedimiento hemos utilizado los softwares Microsoft Excel y Microsoft Word.

3.7. Aspectos éticos

El desarrollo del conocimiento científico técnico de un país es tan o más importante que el desarrollo económico del mismo ya que nos apertura la posibilidad de generar tecnologías según nuestra realidad, consideramos entonces que un país que no investiga es un país importador de ciencia y tecnología. Asimismo, creemos que todo proyecto de investigación debe respetar los derechos de autor y cultivar valores éticos durante su desarrollo, en este trabajo mostramos nuestra identidad como autores del proyecto, llegando a un compromiso de respeto y responsabilidad frente a los resultados obtenidos.

Nuestro compromiso ético es mostrar la veracidad de los resultados en un 100 %, así como dar fidelidad propia que nuestra investigación se apoya en fuentes bibliográficas las cuales se cita de ser el caso, también software para diseño con licencia Temporal en el caso de los programas de Sap2000 como AutoCAD se obtuvo el software versión estudiante descargado legalmente de la web oficial de estos programas, así como el software presupuesto pe.

IV. RESULTADOS

En este capítulo se presenta tablas y gráficos obtenidos luego del procedimiento de desarrollo el cual conllevó a la elaboración de dos memorias de cálculo (para cada diseño de reforzamiento) y una memoria descriptiva para la evolución estructural, los cuales se adjuntan en los anexos de la investigación.

Para fines de comparación se realizó tres modelos matemáticos utilizando el software Etabs v16.2-1, donde se asignaron propiedades a los materiales según los ensayos experimentales realizados en el laboratorio de concreto y planos, así también se tuvo en cuenta las consideraciones de las normas E.030, E.020, E.060, E.050, E.070 del reglamento Nacional de Edificaciones. Existe un modelo que se realizó con fines de evaluación estructural donde el objetivo principal es evaluar e identificar elementos para reforzar con fines de ampliar dos niveles más la edificación. Luego se realizó el modelo 2 y mólelo 3 ambos contemplan la propuesta de reforzamiento para los mismos elementos, pero con diferentes técnicas en el modelo 2 se propone un reforzamiento con encamisado de concreto armado mientras que en el modelo 3 se realiza con FRP ambos son modelos análogos de 5 niveles salvo las técnicas de reforzamiento.

Modelo 1: Estructura de las viviendas sin reforzar (con fines de evaluación estructural)

Modelo 2: Estructura de las viviendas reforzadas con encamisado de concreto armado (columnas - según diseño)

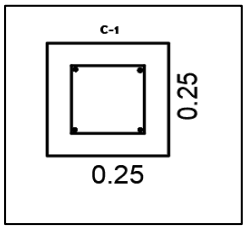
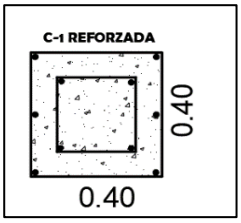
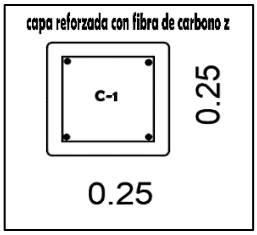
Modelo 3: Estructura de las viviendas reforzada con fibra de carbono - FRP (columnas - según diseño)

Siguiendo el orden de los objetivos planteados, tenemos:

4.1 Resultados según objetivo general:

Parámetros que diferencian las técnicas de reforzamiento de un encamisado de concreto armado y uno utilizando fibra de carbono (FRP)

TABLA 3: Comparación de parámetros del encamisado de concreto armado y FRP (elemento columna)

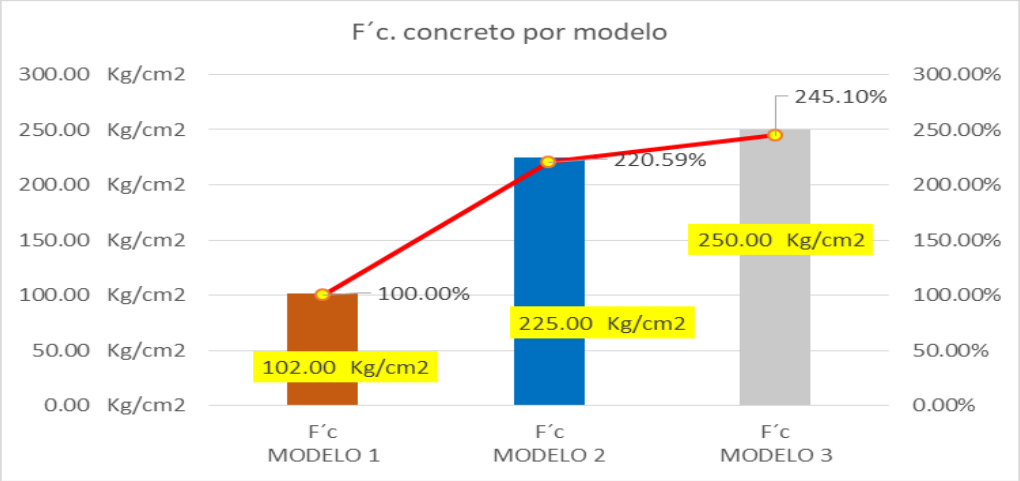
	MODELO 1	MODELO 2 - CA°	MODELO 3 -FRP
			
GEOMETRÍA			
Dimensiones	25x25 cm	40x40 cm	25x25 cm
Área trans.	625 cm2	1600 cm2	625 cm2
Recubrimiento	2.5cm	2.5cm	2.5cm
MATERIALES			
Concreto armado	f'c =102 kg/cm2	f'c 1=102 kg/cm2 f'c 2=353 kg/cm2	f'c=225 kg/cm2	f'c 1=102 kg/cm2 f'c 3=501 kg/cm2	f'c=250kg/cm2
Acero de refuerzo	Grado 60	Grado 60	Grado 60/ FIBRA DE CARBONO Z
ARMADURA LONGITUDINAL			
		NUCLEO	ENCAMISADO	
Esquina	4Ø5/8"	4Ø5/8"	4Ø5/8"	4Ø5/8"
Cara X	0		2Ø5/8"	0
Cara Y	0		2Ø5/8"	0
Cuantía	1.27%		1.49%	1.27%
Estribos	Ø8mm	Ø8mm	Ø3/8"	Ø8mm
Separación	5- 10-20 cm	5- 10-20 cm	5- 10-20 cm	5- 10-20 cm

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 3 podemos observar la diferencia de secciones transversales de columna que tenemos para cada modelo, en el modelo 2 se desarrolló un pre dimensionamiento (anexo) por lo que se plantea un incremento de encamisado de

concreto armado de 7.5cm para cada cara de la columna, teniendo así un incremento de 975 cm2 con respecto al modelo 1 y 3.

FIGURA 12: Comparación del f´c de los tres modelos



Fuente: Elaboración propia

En la figura se basa en los resultados obtenidos en laboratorio de muestras simulando un encamisado para el caso 2 y un confinamiento con FRP para el caso 3, los resultados muestran que para el modelo 2 se incrementó un 220.59% con relación al f´c del modelo 1, asimismo el caso tres también incremento, estos datos son los que se ingresaron en el modelo matemático para el análisis (etabs).

TABLA 4: Comparación de diferencias de resistencia de concreto diamantina y esclerómetro.

MUESTRAS	VIVIENDAS	DIAMANTINA F´C	ESCLEROMETRÍA F´C
1	Vivienda en estudio	122	----------
2		136	----------
3		48	----------
1	Vivienda Aledañas (1)	----------	115
2		----------	136
1	Vivienda Aledañas (2)	----------	122
2			143

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se puede visualizar las diferentes resistencias de concreto de las viviendas en estudio, donde se empleó los ensayos destructivos y no destructivos

para tener resultados exactos de f´c insituo de los elementos estructurales, en lo cual se evidencia valores que están por debajo de lo que te permite el reglamento.

4.2 Resultados según objetivo específico 1:

TABLA 5: Relación entre método de reforzamiento y sección transversal - columna (120 m2 área construida x piso)

	NÚMERO Y SECCIÓN DE COLUMNAS REFORZADAS	ÁREA DE 5 COLUMAS REFORZADAS	TOTAL, ÁREA DE SEC. TRANS. 16 COLUMNAS	DIFERENCIA DE ÁREAS CA° - FRP	% ADICIONAL DE ESPACIO (CA°/FRP)
MODELO 2	5 COL. (.40 x 0.40)	0.80 m2	1.612 m2	0.49 m2	43.29%
MODELO 3	5 COL. (.25 x 0.25)	0.31 m2	1.125 m2		

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 5 podemos interpretar que las 5 columnas reforzadas con encamisado de concreto armado ocupan 0.49 m2 más que el confinamiento con fibra de carbono a si también se observa que el área total de las columnas que ocupan por planta del modelo 2 es un 43.29% más del modelo 3.

TABLA 6: Peso de la estructura y metrado de cargas en los tres modelos.

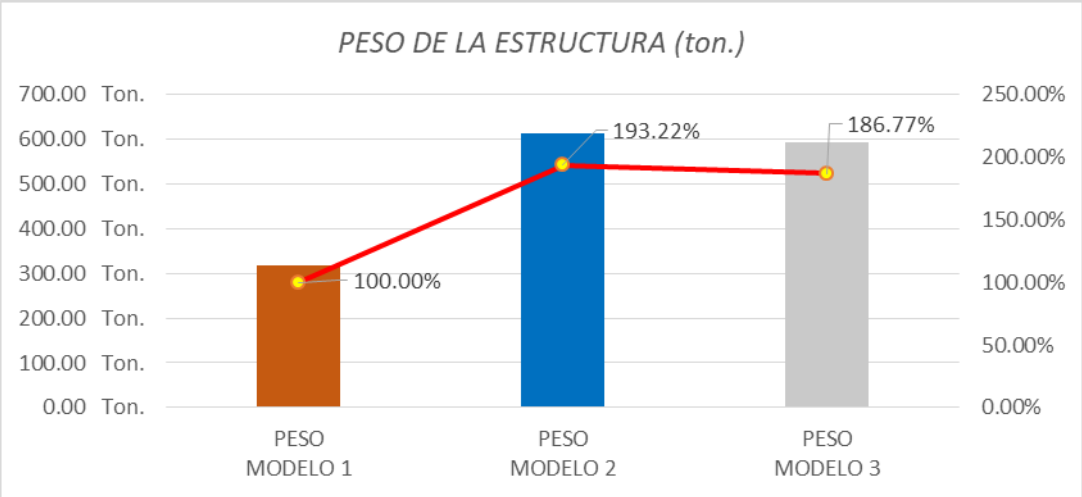
PISO	C.V. SEGÚN E.020 (Ton/m2)	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3	VARIACIÓN C.M.	
		C.M. (Ton)	C.M. (Ton)	C.M. (Ton)	(Mod.3-Mod.2) Ton.	(Mod. 3/Mod. 2) %
PISO 5	0.2	0.00	102.63	96.73	5.9	6%
PISO 4	0.2	0.00	129.15	125.88	3.27	3%
PISO 3	0.2	102.56	129.14	125.88	3.26	3%
PISO 2	0.2	107.65	129.15	125.87	3.28	3%
PISO 1	0.2	107.53	123.86	119.07	4.79	4%
PESO DE LA ESTRUCTURA		317.74 Ton.	613.93 Ton.	593.43 Ton.	20.50 Ton.	3%

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 6 se observa que la estructura reforzada con encamisado de concreto es 20.5 ton. más pesada que la alternativa con FRP, significando esto el

3% de peso del modelo 3 respecto al modelo 2, Asimismo observamos que el 2do, 3ro y 4to piso concentran la mayor cantidad de peso en ambos modelos.

FIGURA 13: Peso de la estructura de los tres modelos análisis.



Fuente: Elaboración propia.

En figura 13 se puede observar que la carga muerta del modelo 2 significa un 193.22% y el modelo 3 un 186.77% de la C.M. del modelo 1 respectivamente.

TABLA 7: Esfuerzos en columna crítica (eje 4b) para los tres modelos.

ITEM	PARÁMETROS	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3
1.00	Pu (carga ultima)	29.51 Ton.f	59.17 Ton.f	52.42 Ton.f
2.00	Vu (cortante ultima)	2.38 Ton. f	1.77 Ton. f	0.84 Ton. f
3.00	Mux (momento último en Dir. X)	2.02 ton-m	3.97 ton-m	1.03 ton-m
4.00	Muy (momento último en Dir. Y)	3.24 ton-m	3.48 ton-m	1.12 ton-m
5.00	T (Torsión)	0.1 ton-m	0.04 ton-m	0.0018 ton-m

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla la carga última en la columna más cagada del modelo 2 es mayor en 6.75 toneladas en comparación al modelo 3, los resultados del modelo 2 y 3 son considerando la ampliación de la edificación a 5 pisos, por eso se aprecia que la carga ultima en la misma columna del modelo 1 (3 pisos) es 29.51 ton, mucho menor que los modelos.

TABLA 8: Esfuerzos en el diseño de viga (eje b 3-4. viga más cargada)

ITEM	PARÁMETROS	MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3
1.00	Mu (+) (ton-m)	2.54	3.54	9.86
2.00	Vu (ton. f)	4.77	9.33	28.94
3.00	Torsión (ton-m)	0.15	0.000018	0.000024

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 9: Cortante basal dinámica en ambos sistemas estructurales.

	CORTANTE BASAL ESTÁTICA (ZUCS/R)*P (Ton)		CORTANTE BASAL DINÁMICA (Ton)				CONDICIÓN ART. 29.4 - E.030
	SISMO X	SISMOS Y	SISMO XX		SISMOS YY		% V.DIN. RESPECTO V. ESTÁTICA
	Vx=Vx	Vx=Vx	Vx	FC*	Vy	FC*	
MODELO 1	46.07	46.07	23.62	1.56	28.76	1.28	80%
MODELO 2	89.08	89.08	66.98	1.06	67.64	1.05	80%
MODELO 3	86.34	86.34	65.63	1.05	62.44	1.11	80%

*FC: Factor de corrección para incrementar la cortante dinámica (E.030)

De la tabla 9, nos indica que la cortante basal dinámica para cada modelo no cumple con el artículo 29.4 de la norma E.030 la que indica que como mínimo esta debe ser el 80% de la cortante estatista para edificaciones regulares, por lo que se tuvo que incrementar con un factor de corrección (escalar la fuerza), así también observamos que en el modelo 1 las diferencias de V.est y V.din. Son altas. Siendo el modelo 2 la que presenta Vb= 66.98 Versus Vb=65.63 del modelo 1. (dir. x).

4.3 Resultados según objetivo específico 2:

Comportamiento estructural tenemos las siguientes comparaciones.

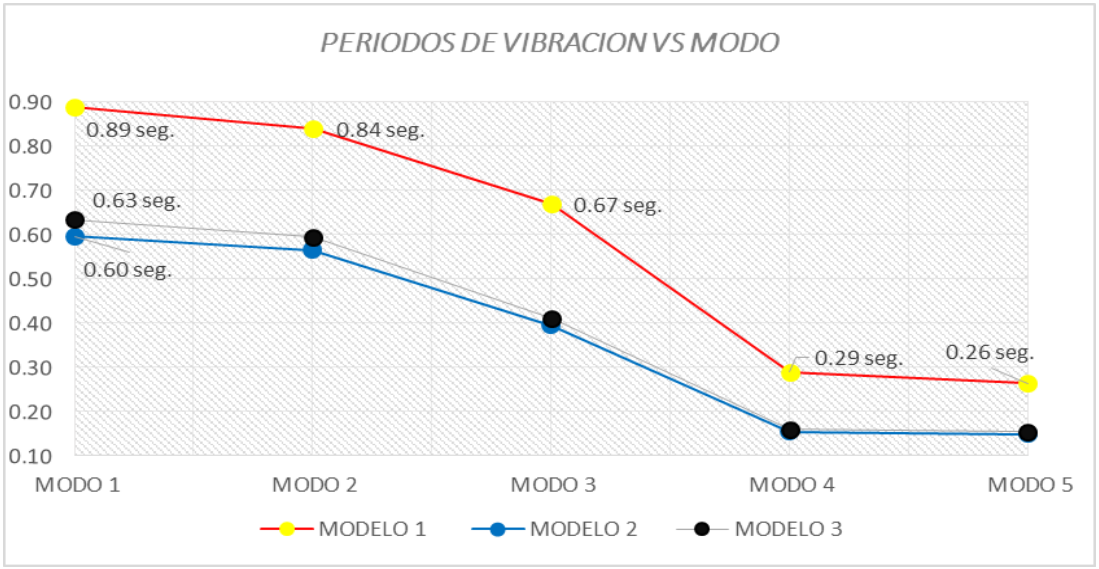
TABLA 10: Comparación de periodos de vibración (t)

MODO	T. MODELO 1 (seg.)	T. MODELO 2 (seg.)	MODELO 3 (seg.)
1	0.889	0.595	0.634
2	0.838	0.565	0.594
3	0.668	0.395	0.411
4	0.289	0.154	0.160
5	0.264	0.149	0.155

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 10 observamos los 5 principales modos de vibración ya que estos son los que tienen un 90% de masa participativa correspondiente para el análisis dinámico, así también se observa que el periodo fundamental de vibraciones en el modelo 1 es mayor que en los otros 2.

FIGURA 14: Periodos fundamental de vibración de los tres modelos



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico se puede diferenciar las tendencias de los periodos de vibración para cada modelo analizado.

TABLA 11: Modos de vibración y masa participativa

	MODELO 1		MODELO 2		MODELO 3	
MODO	**Masa en X**	**Masa en y**	**Masa en X**	**Masa en y**	**Masa en X**	**Masa en y**
Modo 1	55.25%	1.37%	0.06%	73.70%	0.05%	72.94%
Modo 2	1.28%	83.22%	72.93%	0.05%	73.79%	0.05%
Modo 3	30.74%	0.08%	1.49%	0.04%	0.02%	0.06%
Modo 4	7.04%	0.15%	0.00%	16.16%	0.00%	16.76%
Modo 5	0.19%	11.40%	15.62%	0.00%	16.18%	0.01%
TOTAL	95%	96%	90%	90%	90%	90%

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 11 podemos interpretar que el modelo 1 en el modo 2 tiene un movimiento traslacional en la dirección “Y”, con una participación de masa del 83.22% y en el modelo 2 un 73.7% en la misma dirección, pero en el modo 1. Estos modos de vibración nos indica el comportamiento de los diferentes modelos.

TABLA 12: Fuerza sísmica por piso

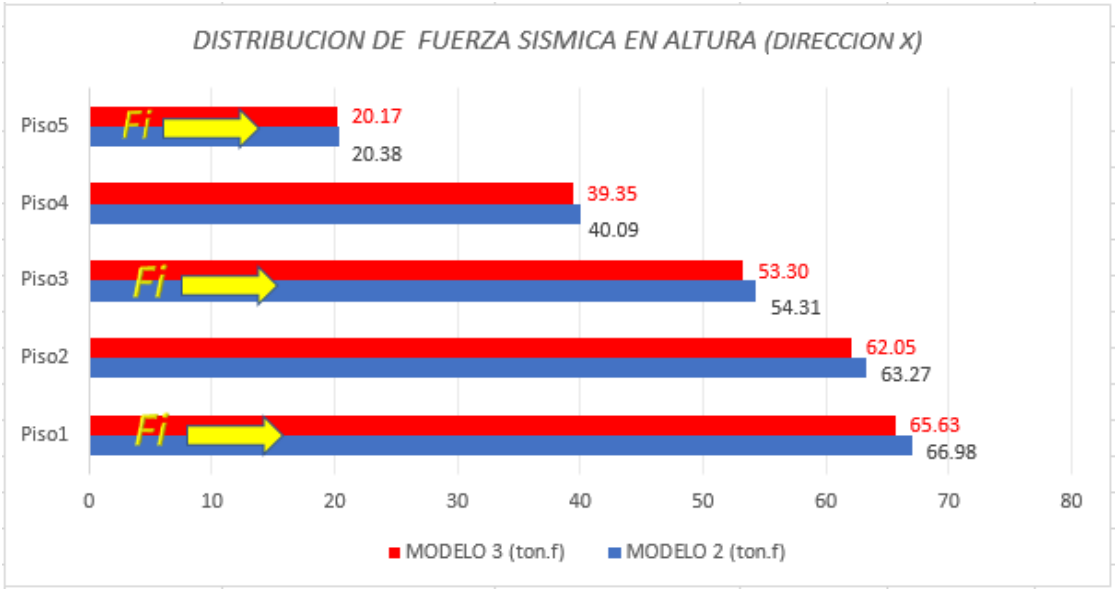
	MODELO 2				MODELO 3			
PISO	**Sismo en x**		**Sismo en y**		**Sismo en x**		**Sismo en y**	
	$F_{eq,X}$ (t)	**$F_{eq,Y}$ (t)**	**$F_{eq,X}$ (tn)**	**$F_{eq,Y}$ (t)**	**$F_{eq,X}$ (t)**	**$F_{eq,Y}$ (t)**	**$F_{eq,X}$ (t)**	**$F_{eq,Y}$ (t)**
PISO 5	20.38	0.38	0.38	20.77	20.17	0.36	0.36	19.59
PISO 4	40.09	0.81	0.81	40.70	39.35	0.74	0.75	37.69
PISO 3	54.31	1.09	1.10	54.99	53.30	1.02	1.02	50.73
PISO 2	63.27	1.22	1.22	63.95	62.05	1.18	1.18	58.99
PISO 1	66.98	1.24	1.24	67.64	65.63	1.23	1.23	62.44

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: De la tabla observamos que presenta la distribución de las fuerzas sísmicas en altura de los dos modelos reforzados siendo las del modelo 2

mayor en todos los pisos en sentido X con 20.38 tn y 20.77 tn en direcion Y (5to piso). Esto se puede explicar debido a que es el modelo que tiene mayor peso.

FIGURA 15: Comparación de las fuerzas sísmicas: modelo 2 Vs modelo 3.



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa las fuerzas sísmicas de la estructura del modelo 2 son mayores en todos los niveles ya que ambas se consideran sin irregularidades.

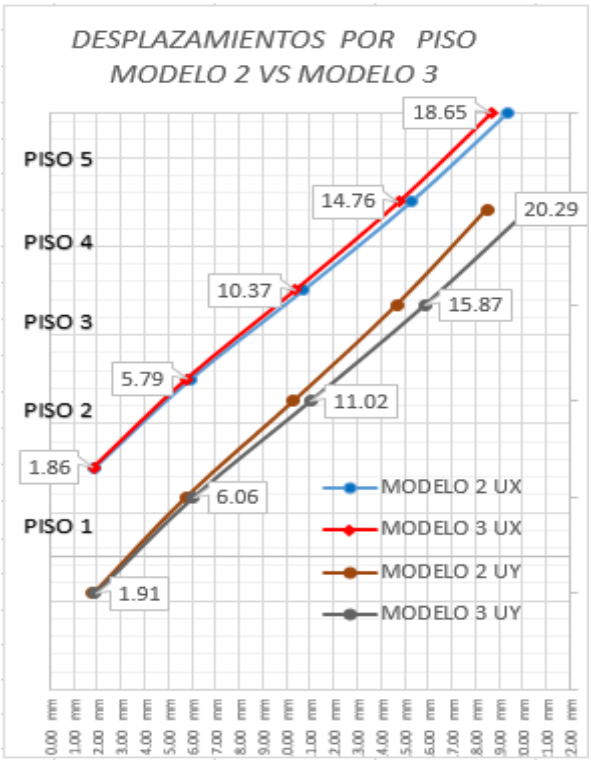
TABLA 13: Desplazamientos absolutos de los tres modelos.

	MODELO1		**MODELO 2**		**MODELO 3**	
NIVEL	x (mm)	Y (mm)	x (mm)	Y (mm)	x (mm)	Y (mm)
PISO 5			19.36	18.5	18.65	20.29
PISO 4			15.29	14.66	14.76	15.87
PISO 3	32.847	23.604	10.72	10.29	10.37	11.02
PISO 2	24.562	17.106	5.96	5.74	5.79	6.06
PISO 1	11.111	7.328	1.9	1.83	1.86	1.91

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: De la tabla 13 observamos que en el modelo 1 los desplazamientos que tuvo la estructura eran mayores a los desplazamientos de los modelos 2 y modelo 3, esto se explica debido a la aplicación de las técnicas de encamisado de concreto armado y fibra de carbono.

FIGURA 16: Comparativo de desplazamientos dos modelos



Fuente: Elaboración propia.

Se observa los desplazamientos en ambos modelos en Dir. “X” e “Y” siendo el modelo 2 mayor en UX (19.36 mm_piso 5) y el modelo 3 en Y (20.29 piso 5).

TABLA 14: Distorsiones de entrepiso (derivas) en los tres modelos.

PISO	MODELO1		MODELO 2		MODELO 3	
	x (m)	Y (m)	x (m)	Y (m)	x (m)	Y (m)
PISO 5	---	---	0.0058	0.0054	0.0055	0.0063
PISO 4	---	---	0.0063	0.0061	0.0061	0.0067
PISO 3	0.0184	0.0173	0.0066	0.0063	0.0064	0.0069
PISO 2	0.0299	0.0261	0.0056	0.0054	0.0055	0.0058
PISO 1	0.0252	0.0199	0.0027	0.0026	0.0026	0.0027

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: se puede observar que para el modelo1 las derivas estaban fueran del rango permitido por la norma donde menciona que para concreto armado no debe exceder de 0.007, y que para los modelos 2 y modelo 3 fueron necesarios la aplicación de técnicas de reforzamiento para que sus derivas estuvieran en el rango que te permite la norma.

4.4 resultados según objetivo específico 3:

Respecto a la diferencia de costos de los dos modelos con reforzamiento.

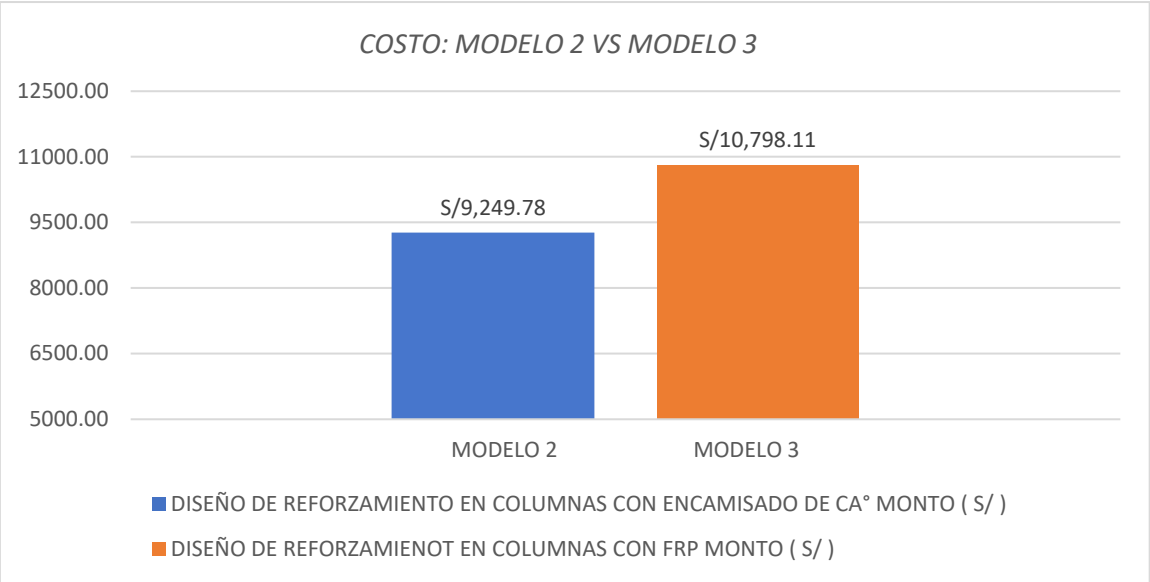
TABLA 15: Comparación presupuestal de ambos casos de reforzamiento

	MODELO 2 MONTO (S/)	**MODELO 3** MONTO (S/)	**VARIACIÓN** FRP RESPECTO AL CA°
COSTO DIRECTO	S/ 9,249.78	S/ 10,798.11	S/ 1548.33
GTS GEN. (10%)	924.978	1079.811	
UTILIDAD (10%)	924.978	1079.811	17%
SUB TOTAL	11,099.74	12,957.73	
IGV (18%)	1997.95	2332.39	
PRESUP. TOTAL	S/ 13,097.69	S/ 15,290.12	S/ 2192.43
RATIO x COLUMNA.	S/ 2312.45	S/ 2699.53	S/ 387.08

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: se observa que la instalación del reforzamiento del modelo 2 tiene un costo directo de S/ 9249.78 soles mientras que el modelo 3 considera un costo directo de S/ 10798.11 soles que sería un 17% más caro que el anterior, también tenemos un valor a costo directo de S/ 2312.45 soles. Por columna reforzada con encamisado de concreto armado y S/. 2699.53 soles por columna (0.25X.0.25) reforzada con FRP.

FIGURA 17: Costos de los dos métodos de reforzamiento



Fuente: Elaboración propia.

En la figura mostrada se evidencia la diferenciación de precios siendo el modelo 3 más caro en s/ 1548.33 soles, esta comparación resulta después de elaborar un presupuesto a detalle de lo que sería el apuntalamiento y la ejecución del reforzamiento en ambos casos para el primer piso de las viviendas, (en anexos se presenta el análisis de costos unitarios)

V. DISCUSIÓN

En este capítulo contrastamos los resultados del desarrollo de la investigación con los obtenidos de investigaciones de apoyo que usamos como antecedentes, así tenemos que:

En la tesis presentada por Perdomo, Juan. ”Evaluación de vulnerabilidad y reforzamiento estructural de la estación de bomberos”; donde sustenta que primero es necesario hacer una análisis de vulnerabilidad de una edificación para poder obtener una idea más clara de los puntos críticos que necesitan reforzar o alguna otra solución, asimismo nosotros compartimos la posición ya que para el desarrollo de la presente tuvimos que plantearnos y realizar una evaluación visual preliminar seguida de una más detallada con apoyo de un modelo matemático para poder obtener un adecuado análisis estructural, para luego determinar la situación real de la edificación, con fines de plantear y comparar dos métodos de reforzamiento estructural.

Para contrastar nuestros resultados sobre el método de reforzamiento con FRP citaremos a Ulloque, Yair y Polo, Oscar quienes en su tesis “análisis comparativo del comportamiento y costo en el reforzamiento de vigas sometidas a flexión [..]” afirman que las vigas reforzadas con FRP (a escalas) sometidas a ensayos tuvieron un incremento de su respuesta a flexión en un 65% en comparación a las sin reforzar, asimismo nosotros también ensayamos diamantinas de concreto confinadas con FRP y obtuvimos incremento considerable en la resistencia a compresión de las mismas.

Sobre el comportamiento estructural tenemos referencia de Belisario, Christian que en su tesis “Reforzamiento estructural de una edificación de concreto armado de dos pisos con fines de ampliación” quien propone un reforzamiento a la vivienda de dos pisos, usando una técnica de reforzamiento en vigas (FRP) y otra diferente en columnas (encamisado de CA°) ya que según su apreciación no era conveniente usar FRP en Columnas ya que indica que su aporte a compresión es muy baja, así también luego del análisis a su modelo reforzado pudo determinar que los desplazamientos de entrepisos disminuyeron de 0.0204 a 0.0044 logrando estar dentro de lo permitido, en el desarrollo de esta investigación pudimos comprobar que el aporte del FRP a la resistencia por compresión y al esfuerzo por corte son muy altas (apoyado en fuentes bibliográficas) siendo así adecuada su uso en

reforzamiento de columnas y vigas, así mas también podemos resaltar que en nuestro modelo reforzado con FRP los desplazamientos disminuyeron de 0.029 a 0.0055 estando así dentro de lo permitido por la norma E.030 (art. 32, tabla 11).

También hacemos mención a la investigación de Castro, Carlos. Titulada “reforzamiento estructural con fibra de carbono como alternativa económica para aumentar la resistencia a la compresión de columnas en la galería Fullmarket, 2019” donde concluye que el reforzamiento estructural de 12 columnas del primer nivel es un 58% más económico que la técnica alterna Encamisado con concreto reforzada, puesto que tal cifra contradice de manera notoria nuestro resultado respecto al costo; es así que nos interesamos en evaluar a detalle el presupuesto y análisis de costos unitarios de dicha investigación sin poder encontrar en los anexos ni en ninguna parte del estudio, por otro lado el monto que nos da para reforzamiento de 12 columnas es de S/ 30707.00 soles, siendo así más o menos el costo directo de cada columna S/ 2558.00 cuya secciones son de .40x0.60m es decir un área de sección más de 3 veces la de nuestra investigación por lo que nos hace pensar que se omitieron algunas partidas en su presupuesto ya que a nosotros para una columna de sección 0.25x0.25m nos sale un costo directo de S/ 2699.53 soles.

VI. CONCLUSIONES

- ✓ Se determinó que, si existe diferencia en los parámetros de las dos técnicas de reforzamiento estructural analizadas, diferencia en la geometría o alteración del espacio arquitectónico también respecto al proceso constructivo y el material compuesto de FRP para una de las técnicas es elaborado industrialmente en el extranjero, los materiales para el modelo 2 se encuentran localmente y el concreto se puede preparar en obra.

- ✓ Respecto las propiedades que aportan las dos técnicas existe significante diferencia, sobre todo en la resistencia a compresión que se trató de simular en ensayos de diamantina extraídas de una misma columna, pero encamisadas uno con FRP y la otra con concreto, para las primeras muestras se tuvo un f´c promedio de 501 kg/cm2 y 225 kg/cm2 para los encamisados con concreto.

- ✓ Sobre el comportamiento estructural la estructura del modelo 3 del análisis resulto con menor peso por tanto la cortante en la base es menor y por ende la distribución en altura de las mismas es menor haciendo que las derivas del modelo 3 sean ligeramente menores (0.0055 dirección X y 0.0069 dirección Y). Es decir que a pesar de que existe diferencia en los parámetros del análisis estructural ambos modelos cumplieron con las comprobaciones de la norma y son factibles de ejecución en obra.

- ✓ Al comparar resultados de precios de ambas técnicas nos da un panorama más preciso de cuanto es el monto gastado por cada columna propuesta para reforzar aplicando las técnicas de reforzamiento en estudio, pues el precio fluctúa que para reforzar una columna con encamisado de concreto es de 2312.45 soles para fibra de carbono de 2699.53 soles, por otro lado si comparamos proceso constructivo ambas técnicas requieren el uso de anclaje para que garantice un buen puente de adherencia entre el concreto existente y el concreto nuevo.

VII. RECOMENDACIONES.

- ✓ Que antes de hacer reforzar estructuralmente de viviendas, se tiene que evaluar las condiciones actuales de la vivienda para poder determinar si la estructura necesita una intervención esto se tiene que hacer con la colaboración de un profesional especialista en estructuras que desde su punto de vista se sabrá con exactitud la técnica idónea a emplear.

- ✓ Que al no tener una normativa predeterminada para reforzamiento estructural que se continúe empleando alternativas de reforzamiento moderno demostrando así la viabilidad de los proyectos.

- ✓ Que para todo procedimiento de cálculo estructural apoyarse en la normativa peruana y los manuales vigentes que te brinda la norma americana ACI.

- ✓ Usar valores de precios actualizados y tener un análisis de costos exhaustivo tal como indica la cama de comercio del Perú (capeco) con el fin de tener un cálculo más preciso de monto que se ha requerir para reforzamiento.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- ACI 440-2R -2017 (Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures /comite 440)
- ACI 562-19 (Code Requirements for Assessment, Repair, and Rehabilitation of Existing Concrete Structures and Commentary).
- Alcaino,P y Santa Maria, H., (2018). Resistencia al corte de muros de albañilería reforzados exteriormente con fibras. Articulo Recuperado de http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2008/07/Z-HSanta-Maria-Chile.pdf.
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación, Introducción a la metodología científica. (*6ta ed.) Episteme CA. Venezuela.
- Baca E., W. (2016). Reforzamiento de estructuras con materiales compuestos – FRP. Conferencia Aci _ URP. Recuperado de https://es.scribd.com/presentation/329076490/Reforzamiento-de-Estructuras-2.
- Bazán S., J. (2020). *Curso taller reforzamiento de estructuras de concreto utilizando compuesto de fibra de carbono*. Tacna-Perú: colegio de ingenieros del Perú-consejo departamental Tacna.
- Belizario, C. (2017) Reforzamiento Estructural De Una Edificación De Concreto Armado De dos Pisos Con Fines De Ampliación. (tesis de grado). Recuperada de http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4100.
- Borja y Torres. (2015). Diseño del Reforzamiento Estructural de un Edificio de departamentos de 4 plantas Ubicado en el sector Quitumbe, ciudad de Quito, Provincia de Pichincha. Tesis: (Titulo en Ingeniería Civil), Quito: Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. Quito, Ecuador. Quito, Ecuador.
- Borja, M.(2015). M*etodología de la investigación científica para ingenieros, Chiclayo.*
- Build Change Evaluation and Retrofitting Manual (2019)-Guatemala-Spanish recuperado de https://buildchange.org/app/uploads/2019/07/Build-Change-Evaluation-and-Retrofitting-Manual-Guatemala-Spanish.pdf.

- Contreras L.,L. (2017). Análisis de comportamiento de vigas de concreto reforzado con fibra de carbono. (tesis de grado). Monterrey.
- Del Rio Sadornil, D. (2013). Diccionario-glosario de metodología de la investigación social. Madrid.
- Estrada y Yoplac, (2019). Evaluación técnica y económica de reforzamiento estructural en vigas de concreto armado con fibras de carbono en el edificio multifamiliar Huaraz breña. (tesis de grado), Universidad Ricardo Palma, Lima. Recuperada de https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2645/TESIS%20DE%20REFORZAMIENTO_ESTRADA%20-%20YOPLAC.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Fernandez, D. Upgrading reinforced concrete columns. Particular aspects that determine the design and execution (abril 2017). Artículo de https://www.elsevier.es/es-revista-hormigon-acero-394-articulo-aspectos-particulares-que-condicionan-efectividad-S0439568917300256?referer=buscador.
- Flores P., F. (2018). Análisis y diseño estructural de un edificio utilizando normativa peruana, chilena y norteamericana. (tesis de grado). Huancayo: Universidad continental.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez collado, C., & Batista Lucio, P. (2006). *Metodologia de la investigacion* (quinta edicion ed.). Mexico DF, Mexico.
- Instituto Nacional de estadística. Consultado en setiembre de 2020.
- Jacome, P. (2016). “Determinación De Las Técnicas De Reforzamiento Para Mejorar El Desempeño Estructural De Un Edificio Mixto. Tesis: (Titulo en Ingeniería Civil), Ambato: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA. Ambato, Ecuador.
- Kerlinger, F. (1997). métodos de investigación en ciencia sociales. Ciudad de México D.F, México: macgraw hill.
- La Torre y Yupanqui,(2019). Evaluación y diseño de dos propuestas de reforzamiento para vigas y columnas de concreto armado en una edificación

de hotel. (tesis de grado). Recuperada de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628230/Guillermo_TA.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

- LOA, G. (2017). Diseño estructural de un edificio de concreto armado de seis pisos y dos sótanos. Tesis: (Título de Ingeniero Civil), Lima: Pontifica Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería Lima, Perú.
- Magallanes C. y Guillen I. (2014) Experiencias en el tratamiento de neumáticos fuera de uso en Iberoamérica. Informe de investigación, Congreso de la república del Perú.
- Ministerio de Transportes y comunicaciones. (10 de octubre de 2019). Obtenido de portal del MTC: https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/transportes.html.
- Mohammad Naghi, N. (2015). *Metodología de la Investigación*. (5ta ed.) Mexico DF: Limusa Noriega.
- Moncayo, M.,(Febrero 2017). Las Fibras de carbono como una alternativa para reforzamiento de estructuras. Revista revista académica de la facultad de ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán. Recuperado de https://www.revista.ingenieria.uady.mx/ojs/index.php/ingenieria/article/view/49.
- Morales, R. (2010). *Evaluación y reparación de estructuras (3ra ed.) Perú: aci Perú.*
- Muños Rocha, C. (2016). *Metodología de la investigac*ión. México D.F.: Progreso SA .
- Oviedo, R. (2015). métodos de reforzamiento en edificios de concreto armado. Articulo recuperado de https://dev2.construccion.org/biblioteca/articulo/metodos-reforzamiento-edificios-concreto-armado-727.
- Perdomo L, S. (2018). Evaluación de vulnerabilidad y Reforzamiento estructural estación de bomberos, sede transversal 12_Tulua Valle. (tesis de grado). Colombia.

- Pérez, J., (2020) Reforzamiento Y diseño estructural de una edificación de albañilería confinada para ampliación de niveles en el distrito de Carabayllo departamento de Lima. (tesis de grado). Recuperada de http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/6437.
- Polo R. y Ulloque C.,(2013). Analisis comparativo de comportamiento y costo en el reforzamiento de vigas sometidas a flexion por medio del uso de encamisado en concreto reforsado y fibra de carbono. (tesis de grado). Colombia.
- Polo y Ulloque. (2013). Análisis Comparativo y Costos, en el reforzamiento de Vigas sometidas a flexión por medio del uso de encamisado en Concreto Reforzado y fibras de carbono. Cartagena, Colombia.
- Restrepo, J., Rodríguez, M. y torres, M. (2015). Evaluación de la rigidez lateral efectiva de columnas de concreto reforzado, Instituto de ingeniería de la UNAN, México.
- Revista international cement review. (marzo 2017) recuperado de http://ficem.org/dev/wp-content/uploads/2018/09/CIFRAS-DE-LA-INDUSTRIA-CEMENTERA-MUNDIAL.pdf.
- RNE. (2015). Reglamento nacional de edificaciones. lima: Macro.
- Rosero L., F. (2013). Reforzamiento de estructuras de hormigón armado con FRP (fiber reinforced polymers). Aplicación al caso de refuerzo de una loza y columnas de un salón de audiovisuales y un auditorio. (tesis de grado). Ecuador.
- Sanchez, Joicy. (2017). Comparación De La Resistencia A La Flexión De Una Columna Cuadrada F'c= 210 Kg/Cm² Con Refuerzo De Fibras De Carbono Y De Manera Convencional, Utilizando El Mathcad. Tesis: (Título de Ingeniero Civil), Lima: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería. Lima, Perú.
- Soto B., E. (2008). *Rehabilitación De Estructuras de concreto (tesis de maestría)*. México DF-México: Universidad Nacional Autónoma De México.

ANEXOS

ANEXO 1: CUADRO DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

ANEXO 2: FICHA DE EVALUACIÓN SÍSMICA ESTRUCTURAL EN LA VIVIENDA

ANEXO 3: EVALUACIÓN SÍSMICA ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA

ANEXO 4: MEMORIA DE CÁLCULO DEL REFORZAMIENTO ENCAMISADO DE CA°

ANEXO 5: MEMORIA DE CALCULO DEL REFORZAMIENTO CON FRP

ANEXO 6: PLANOS DE ESTRUCTURA (3 CASOS)

ANEXO 7: PRESUPUESTO Y ANALISIS DE PRECIOS DEL ENCAMISADO CON CA°

ANEXO 8: PRESUPUESTO Y ANALISIS DE PRECIOS DEL REFORZAMIENTO CON FRP

ANEXO 9: PANEL FOTOGRÁFICO

ANEXO 10: CERTIFICADO DE ENSAYOS REALIZADOS

ANEXO 11: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

ANEXO 12: COTIZACION DE INSUMOS_2020

ANEXO 1: CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Análisis Comparativo entre Encamisado y Fibra de Carbono para el Reforzamiento de Viviendas, San Juan de Lurigancho 2020					
Variable	**Definición Conceptual**	**Definición Operacional**	**Dimensiones**	**Indicadores**	**Medición (Escala)**
Encamisado y Fibra de Carbono	**ENCAMISADO**: Según ACI (Committee 369, 2011, pág. 4) "La idea del encamisado es lograr una sección monolítica entre en concreto existente y el concreto nuevo. Se utiliza cuando el elemento está muy dañado y requiere una mayor capacidad resistente, aumentando para ello su sección transversal mediante elementos que rodean al anterior, la resistencia axial, flexión, cortante Y rigidez se incrementan. **FIBRA DE CARBONO:** Segun Velázquez Garcia 2013, pág 16**).** Los sistemas de reforzamiento por polímero reforzados con fibras (FRP) deben ser diseñados para resistir las fuerzas a tensión mientras mantienen la compatibilidad de la deformación entre el FRP y el substrato de concreto. No se debe responsabilizar al refuerzo FRP para resistir las fuerzas a compresión.	La variable de estudio hace mención a dos técnicas diferentes de reforzamiento de las que obtenemos tres dimensiones: propiedades mecánicas, planos y comprotamiento estructural que se va analizar y evaluar para luego a travéz de sus indicadores cuantificados y medidos se va comparar los resultados por dimension y por cada técnica.	Propiedades mecánicas que la técnica	* Rigidez * Ductilidad * Resistencia	ESCALA NOMINAL ACI 440.2R-081 ACI 562-19 NTP E.030 NTP 0.50 NTP E.060 NTP E.020 NTP E.070
			Diseño y Planos de la técnica	* Plano de arquitectura * Plano de estructuras * Planos de detalles de reforzamiento	
			Comportamiento Estructural	* Desplazamiento *Modos de vibración *Cortante basal * Momentos flectores	
Reforzamiento Estructural	Según (Nayra, 2017, p. 20) Los reforzamientos estructurales son las acciones necesarias para aumentar la capacidad resistente de los elementos estructurales o estructura completa, sea el caso, por el cambio de uso de la edificación, errores en la fase del proyecto, modificación y/o eliminación de ciertos elementos estructurales, modificación de criterios, entre otros casos y debe ser económicamente viable en comparación a una nueva estructura.	El refuerzo estructural se evaluará en base a parámetros, para su desarrollo se desglosan en tres dimensiones: Elemento estructural (viga- Columna), evaluación estructural y costo de reforzamiento a su vez cada dimensión se dividie en indicadores.	Elemento estructural	*Geometría del elemento *Predimensionamiento	
			Evaluación Estructural	*N° de pisos. (altura) * Incremento de cargas * Construcción	
			Costos	* Costo Unitario * Presupuesto de Reforzamiento	

VULNERABILIDAD

Posición en manzana: [x] Esquina [ ] Medio [ ] Aislado

Irregularidad en planta
- [ ] Asimétrico (efectos de torsión)
- [ ] Aberturas en planta > 20 % *(área o longitud)*
- [ ] Longitud entrantes/salientes > 20 %
- [ ] En "L" u otra geometría irregular

Irregularidad en elevación
- [ ] Planta baja flexible
- [x] Marcos o muros no llegan a la cimentación
- [ ] Columnas cortas
- [x] Reducción de la planta en pisos superiores
- [ ] Apoyos a direrente nivel (laderas)
- [ ] Sistemas de entrepiso inclinados
- [ ] Grandes masas en pisos superiores
- [ ] Arreglo irregular de ventanas en fachada

Otras fuentes de vulnerabilidad
- [ ] Conexión excéntrica trabe-columna
- [ ] Péndulo invertido/una sola hilera de columnas
- [ ] Un elemento resiste más del 35% del sismo
- [x] Columna débil-viga fuerte

Edificio vecino crítico

No. de pisos: 1
Separación: 0.2 cm
Uso no.: [ ] :

- [ ] Marcos
- [x] Muros
- [ ] Otro
- [x] Sin daño
- [x] Daño medio
- [ ] Daño severo
- [ ] Pisos a diferente altura

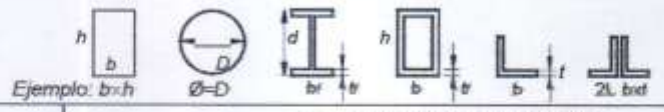
SISTEMA ESTRUCTURAL

Material en muros
- [ ] Concreto reforzado
- [ ] Concreto prefabricado
- [ ] Tabicón de concreto (macizo)
- [ ] Bloque de concreto (20x40 cm)
- [ ] Ladrillo de barro macizo
- [x] Tabique de arcilla hueco
- [ ] Paneles con capa de mortero
- [ ] Madera
- [ ] Piedra
- [ ] Adobe
- [ ] Bahareque *(ramas/lodo)*
- [ ] Material precario *(débil: lámina/cartón/desecho)*
- [ ] Otro: _____

Refuerzo en la mampostería
- [ ] Sin refuerzo
- [x] Mampostería confinada
- [ ] Mampostería mal confinada *(sin refuerzo en puertas/ventanas)*
- [ ] Con refuerzo interior
- [x] Otro: _____

Sección de elementos predominantes

	Forma: Rectangular	Circular	Tubo circular	Secc H / I	Cajón	Secc L	Armadura	Material: Concreto	Acero	Prefabricado	Madera	Sección
Columnas	[x]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[x]	[x]	[ ]	[ ]	20x95
Trabes Principales	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	40x40
Trabes Secundarias	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	
Diagonales	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	



ESTRUCTURA PRINCIPAL VERTICAL

		Planta Baja X	Planta Baja Y	Niveles Tipo X	Niveles Tipo Y	Sótano	Apéndice	Cubos (escaleras / elevador)
Marcos	Acero	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
	Concreto	[x]	[x]	[x]	[x]	[ ]	[ ]	[ ]
	Conc. prefabricado	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
	Cols. y losa plana	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
	Madera	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Contrav.	Acero	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
	Concreto	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
	Cubre varios pisos	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
	Cables	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Muros	De carga mampostería	[x]	[x]	[x]	[x]	[ ]	[ ]	[ ]
	Diafragma mampost.	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
	De concreto	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
	con vigas de acoplamiento:			[ ]	[ ]			

Marcos en el entrepiso representativo

Número de marcos paralelos: a X:_____ a Y:_____
Claro promedio: X =_____m Y =_____m
Número total de columnas: 16 *(en todo el entrepiso)*
No. crujías con contraviento: en X:_____ en Y:_____
No. crujías con muro diafragma: en X:_____ en Y:_____

Muros en el entrepiso representativo

Suma de longitudes de muros y espesor (t):
De concreto: ΣLx =_____m, ΣLy =_____m, t =_____cm
De mampostería: ΣLx =_____m, ΣLy =_____m, t =_____cm

SISTEMA DE PISO / TECHO

Sistema de piso
- [ ] Losa apoyada en trabes
- [ ] Losa plana *(sin trabes)*
- [ ] Vigas y piso de madera
- [ ] Vigas y enladrillado *(bóveda catalana)*
- [ ] Vigas, largueros y cubierta
- [ ] Armaduras y cubierta
- [ ] Armaduras 3D
- [ ] Arcos de mampostería

Distancia a ejes de:
Trabes secundarias: _____cm
Vigas, viguetas o nervaduras: _____cm
Largueros: _____cm

Cubierta de techo
- [ ] Igual a sistema de piso
- [ ] Lámina metálica
- [ ] Lámina de asbesto/plástico
- [ ] Cartón o desecho
- [ ] Paneles
- [ ] Madera
- [ ] Paja
- [ ] Teja

Tipo de anclaje y separación: _____

Losa de concreto
- [ ] Maciza
- [x] Aligerada *(reticular)*
- [ ] Prefabricada de concreto
- [ ] Vigueta y bovedilla
- [ ] Lámina acanalada con capa de concreto (*Losa-acero*)

Espesor total: _____cm
Capa compresión: _____cm

Armaduras
- [x] De acero [ ] De madera
- [ ] Peralte variable

Claro: _____m, Peralte: _____m
Separación armaduras: _____m
Sección cuerdas: _____
Secc. diagonales: _____

Forma de la cubierta
- [ ] Techo plano horizontal
- [ ] Inclinado pendiente: ___%
- [ ] Bóveda cilíndrica Ø=__m
- [ ] Cúpula Ø=_m

Planos: [x] Arquitectónico [x] Estructural [ ] Memoria de cálculo [x] Autoconstrucción *(sin cálculo)* Especificar: _____

REHABILITACIÓN

Tipo
- [ ] Arquitectónicas
- [ ] Reparación estruct.
- [x] Refuerzo
- [ ] Reestructuración

Técnicas empleadas
- [ ] Recimentación
- [x] Encamisado concreto
- [ ] Encamisado acero
- [ ] Muros: malla y mortero
- [ ] Contraventeo
- [ ] Adición de muros concreto
- [ ] Adición muros mampostería
- [ ] Contrafuertes externos
- [x] Fibra carbono / sintéticos
- [ ] Otro

Descripción breve:
se necesita reforzar los ejes B y 1a columna de la sección 0.20 x 0.25 cm con técnica de encamisado o de fibra de carbono ya que no cumple con el reglamento de R.C.D.F

EVALUACIÓN DE DAÑOS

Problemas geotécnicos

- ☐ Grietas en el terreno circundante
- ☐ Hundimientos diferenciales
- ☐ Deslizamiento de ladera
- ☐ Socavación o Erosión
- ☐ Licuación de arenas
- ☐ Hundimiento (-) o emersión (+) general =_____cm
- ☐ Inclinación del edificio:_____%

Estructura

- ☐ Colapso total

Colapso parcial

- ☐ Techo
- ☐ Planta baja
- ☐ Piso intermedio
- ☐ Sección del edificio_____%
- ☐ Choque con edificio vecino

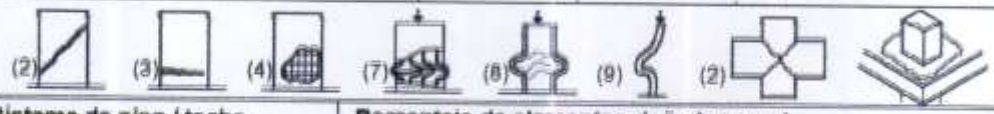
Daños máximos observables

Anotar la clave de entrepiso (N1, N2, ..., S1...)

Tipo de daño y características

1- Colapso / daño generalizado
2- Grietas inclinadas (*por cortante*)
3- Grietas normales al eje (*por flexión*)
4- Aplastamiento concr. y barras expuestas
5- Fractura refuerzo longitudinal
6- Fractura refuerzo transversal o estribos
7- Pandeo de barras a compresión
8- Pandeo de placas
9- Pandeo global o inestabilidad
10- Falla de soldadura
11- Falla de conectores (tornillos/remaches)
12- Corrosión del acero
Armado del elemento (de concreto)
Distancia entre estribos / atiesadores
Sección del elemento

	Columnas	Trabes	Muros mampostería	Muros de concreto	Contraviento	Conexiones
	____mm ____mm	____mm ____mm	____mm ____mm	____mm ____mm	____mm ____mm	____mm ____mm
	____cm	____cm	____cm	____cm	____cm	____cm
Ejemplos de datos que se pueden recabar:	*b×h / Ø*	*b×h / d×br,tr*	*t, hc×bc*	*t*	*b×h / d×br,tr*	*b×h*



Sistema de piso / techo

- ☐ Colapso
- Grietas:
  - ☐ alrededor de columnas
  - ☐ al centro del claro
  - ☐ sobre las trabes
  - ☐ en las esquinas del tablero

anchura máxima:_____mm

Porcentaje de elementos dañados en el entrepiso crítico

	Grave	Medio	Clave de entrepiso
Columnas			
Trabes			
Muros concreto X			
Muros concreto Y			
Muros mampostería X			
Muros mamostería Y			
Contraventeos			
Conexiones			

		Daño grave	Medio
Columnas, trabes, muros de concreto		Colapso Grietas por cortante > 2 mm Grietas por flexión > 5 mm Pandeo general Pandeo de placas Pandeo o fractura del refuerzo	> 1 mm > 2 mm
Mampostería		Grietas por cortante > 5 mm G. inclinada en castillo >1 mm	> 2 mm —

DAÑOS EN OTROS ELEMENTOS

Exteriores

- ☐ Vidrios
- ☐ Torres de anuncios
- ☐ Acabados
- ☐ Fachadas
- ☐ Balcones
- ☐ Pretiles
- ☐ Tanques elevados
- ☐ Bardas
- ☐ Otros:

Interiores

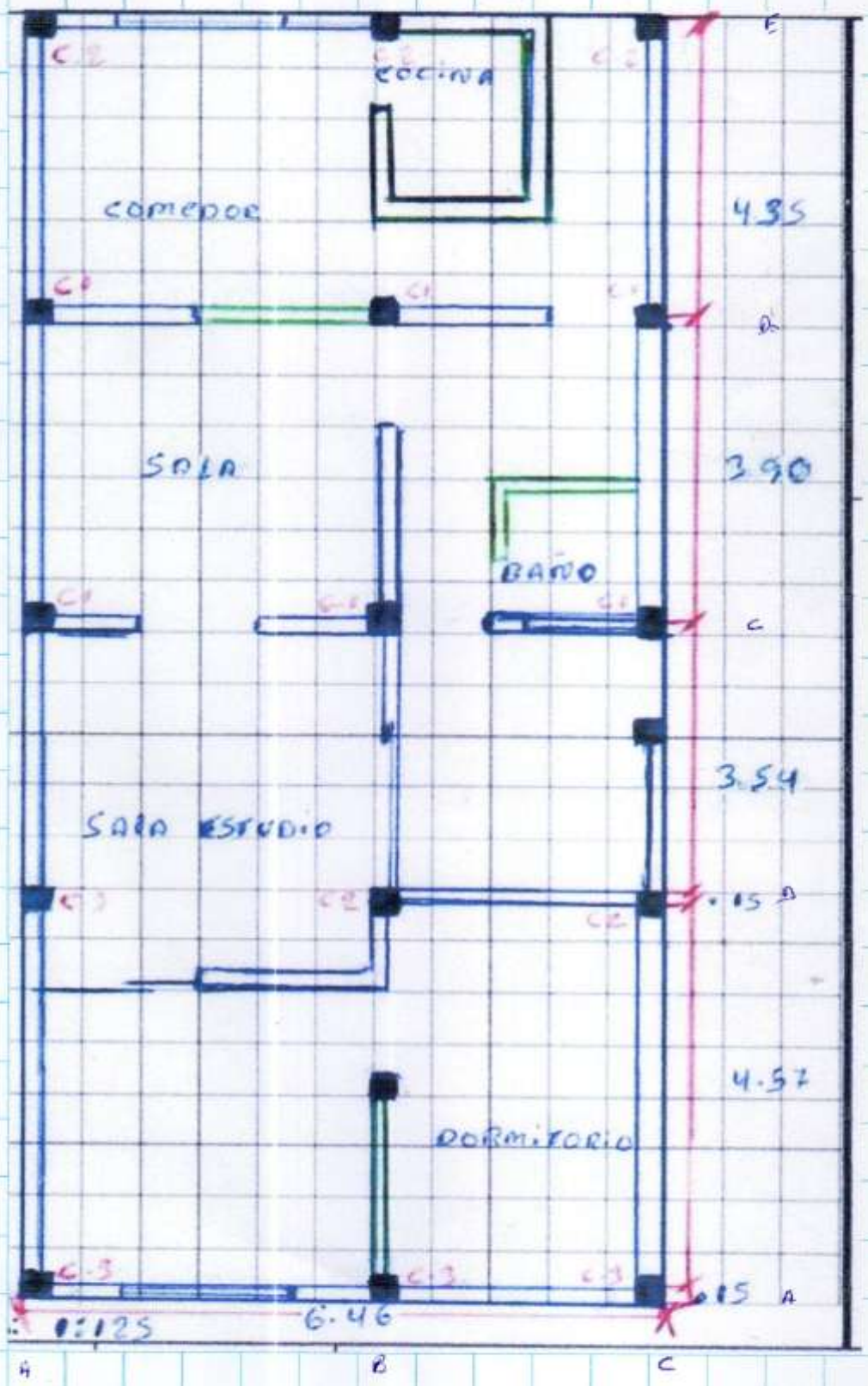
- ☑ Muros divisorios o particiones
- ☐ Cielos rasos/plafones
- ☐ Lámparas
- ☐ Escaleras
- ☐ Elevadores
- ☐ Instalaciones (Gas, Eléctrica, etc.)
- ☐ Derrames tóxicos

CROQUIS DEL INMUEBLE

(Marcar el Norte) **N**

CROQUIS DEL INMUEBLE

(Marcar el Norte) N



En la EN LOS EJE B Y A D C LAS COLUMNAS SON DE 20.x 25 NO CUENTA CON EL RETAMETRO ESTABLECIDO EN R.N.E YA QUE NO PUEDE AUMENTAR MAS CARGA A DICHA COLUMNA POR LO CUAL EL PROPIETARIO DEBE TOMAR EN CUENTA QUE ES NECESARIO REFORZAR.

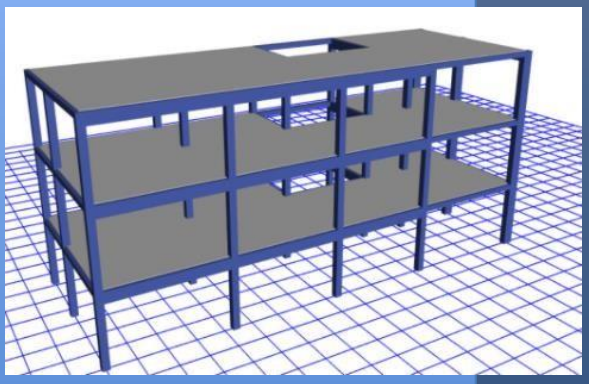
ANEXO 3:

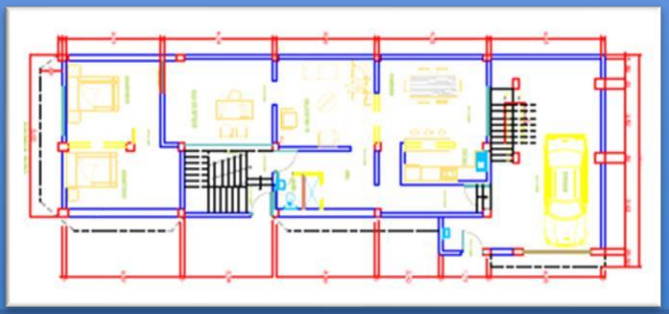
EVALUACIÓN SÍSMICA ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDAS

ESTUDIO DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

PROYECTO TESIS

"ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ENCAMISADO Y FIBRA DE CARBONO PARA EL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS, UBICADO EN COPERATIVA SAGRADA FAMILIA, DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA"





San Juan de Lurigancho 2020

TABLA DE CONTENIDO

1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

1.2 Objetivo del Estudio

1.3 Descripción y Ubicación del Proyecto

1.4 Acceso a la Zona del Estudio

1.5 Clima, Geología y Topografía

1.6 Zonificación de la Zona

1.7 Alcance del Trabajo

2. INVESTIGACIÓN DE CAMPO

2.1 Comprobación de Medidas Estructurales

3. MATERIALES Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES

3.1 Materiales

3.1.1 Concreto

3.2 Elementos Estructurales

4. METRADOS DE CARGAS

5. PARÁMETROS PARA EL ANÁLISIS SÍSMICO

6. ESPECTRO DE ACELERACIONES

7. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

7.1 Análisis Estructural de las viviendas

7.1.1 Distribución y Parámetros

7.1.2 Análisis Estático

7.1.3 Análisis Dinámico

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

8.1 Resultados de las Viviendas

8.2 Derivas de Entrepiso

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 Conclusiones Generales de las viviendas

10. BIBLIOGRAFÍA

1. GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio corresponde a la memoria de cálculo de la evaluación estructural de viviendas en su estado actual. De manera que evaluaremos la confiabilidad estructural de las estructuras a nivel global y local. Para este análisis se tomó en cuenta los daños estructurales existentes actualmente, las medidas geométricas in – situ, identificación de elementos estructurales, levantamiento arquitectónico, identificación de recubrimientos y acero de refuerzo, determinación de nivel de cotas, entre otros.

Los trabajos se han desarrollado en tres etapas: inicialmente los trabajos correspondientes al relevamiento de información, ejecutados directamente en el campo; posteriormente los trabajos que evalúan las características de los materiales involucrado en el proyecto, ejecutados en el laboratorio de la empresa Control de Calidad del Concreto. Sac; finalmente el procesamiento de toda la información recopilada, ejecutados en gabinete; estos resultados permitirán establecer parámetros de evaluación.

Los trabajos de campo se orientaron a evaluar: extracción de diamantinas de concreto; identificación de acero longitudinal, acero transversal, estribos, longitudes de anclaje, empalmes de acero, dimensionamiento de vigas peraltadas y ocultas, columnas, losas, regularidad e irregularidad de estructura.

Todo ello nos permitió la evaluación estructural en el software ETABS 2016 Versión 16.0.2 evaluando así: las características de materiales, tipos de cargas, combinaciones de carga, análisis y evaluación estructural, análisis estático, análisis dinámico, derivas laterales, evaluación por capacidad y resistencia de elementos de concreto armado.

Adjuntando al presente informe, los anexos: ensayos de laboratorio y panel fotográfico.

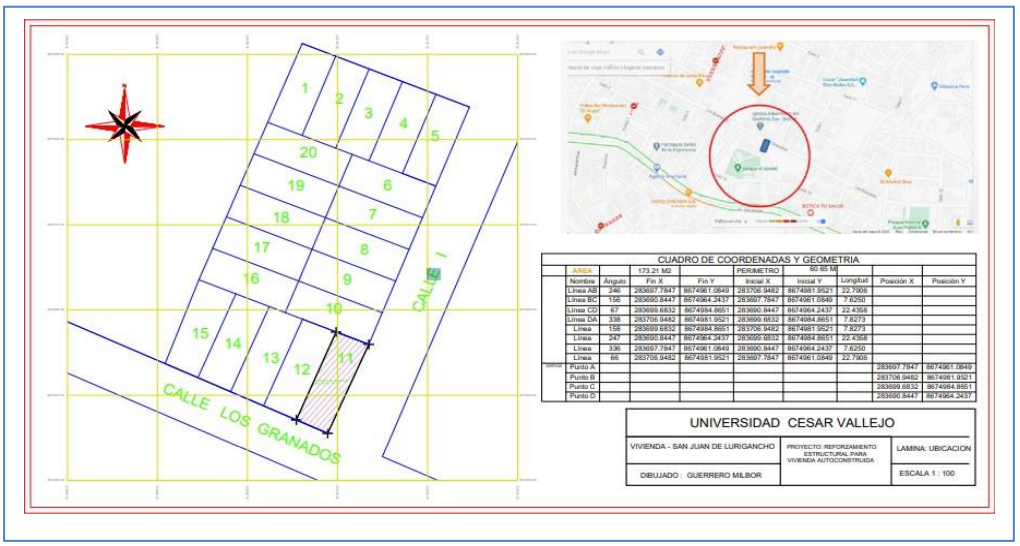
2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo principal del presente informe técnico para el proyecto “análisis comparativo entre encamisado y fibra de carbono para el reforzamiento estructural de viviendas autoconstruida, ubicado en cooperativa sagrada familia, distrito de san juan de Lurigancho, provincia y departamento de lima es la evaluación, estructural de la situación actual de las estructuras. Por consiguiente, obtendremos las derivas laterales de los pórticos y evaluaremos la capacidad y resistencia de los elementos más críticos de concreto armado de la estructura (columna y viga).

2.1 DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO

La estructura evaluada actualmente es una vivienda. Al verificarse en campo se observó la existencia de deficiencias en los elementos estructurales.

FIGURA 1: Ubicación de Área de Estudio



La ubicación del proyecto se encuentra en la avenida los granados, en el distrito de San juan de Lurigancho, provincia y departamento de Lima; los límites del distrito en estudio son:

El Norte: distrito de san Antonio - distrito de Huarochirí.

El Sur: distrito del Agustino.

El Este: distrito de Cercado de Lima

El Oeste: distrito del Rímac

2.2 ACCESO A LA ZONA DE ESTUDIO

La accesibilidad a la zona de estudio es como se muestra a continuación:

FIGURA 2: Acceso al proyecto (Google Earth 2018)

TABLA n°01: Accesibilidad al proyecto

ACCESIBILIDAD AL PROYECTO						
TRAMO		VIA DE ACCESO	TIPO DE TRANSPORTE	RECORRIDO		OBSERVACIONES
DE	A			DIST. (Km)	TIEMPO	
AV. Los Granados Mz p Lt 11	Vivienda multifamiliar	Trocha	Motorizado	0.38 Km	5 min	----------

2.3 CLIMA, GEOLOGÍA Y TOPOGRAFÍA

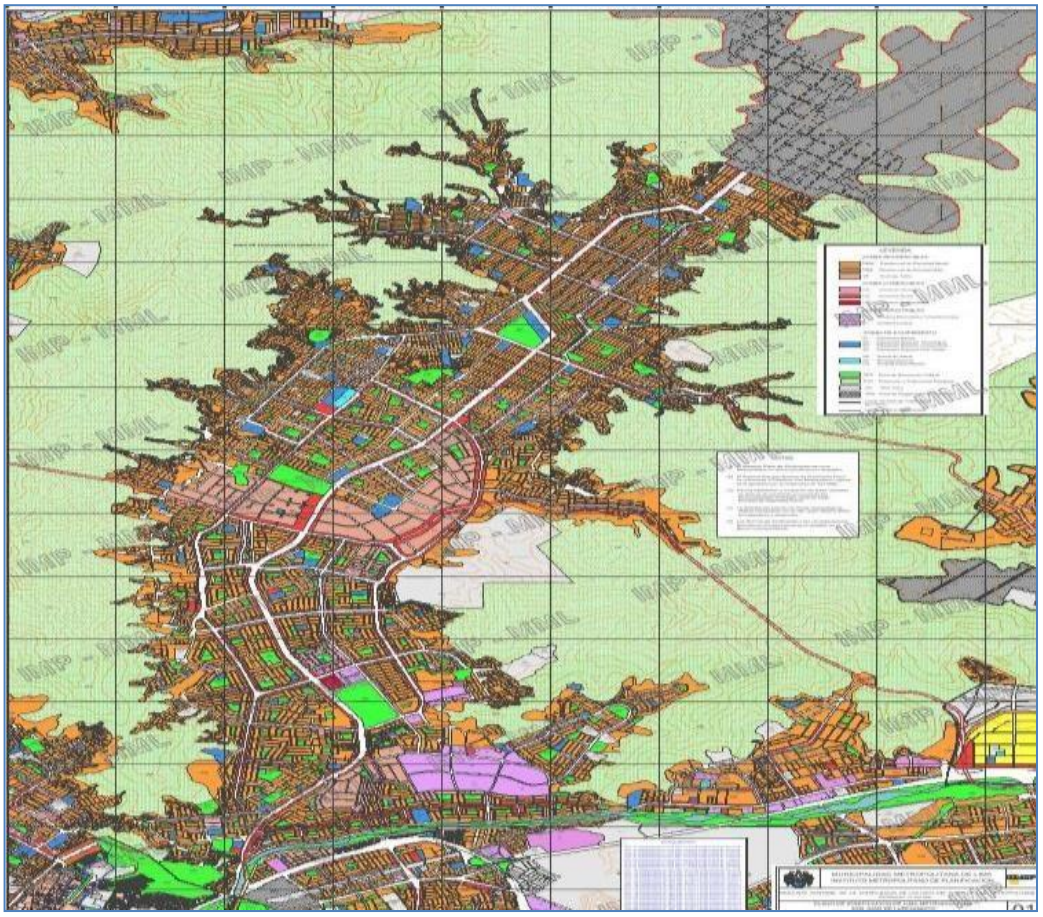
Su clima del lugar en estudio es de tipo dd-S (desierto desecado subtropical) con escasas precipitaciones en invierno, que llegan desde 15.625 a 31.25 de promedio deprecipitación total por año en milímetros, su humedad se encuentra entre 64.00 y 32.00porciento. La bio – temperatura media – anual en grados centígrados se encuentra desde 21° hasta 26°. Su descripción de piso altitudinal se considera premontano.

La geología de la zona en estudio se caracteriza por ser rocas sedimentarias de tipo Ki era Cretáceo, grupo Yura, grupo Goyllarisquizga, Fms. Santa, Pamplona, Morro Solar, Murco, Muni y Sipin, localmente incluyen Facies Continentales. La topografía yrelieve del suelo es semi empinado y con pendientes pronunciadas.

2.4 ZONIFICACIÓN DE LA ZONA

De acuerdo al plano de zonificación del distrito de San juan de Lurigancho aprobado con ordenanza N° 108 – MML, el área de estudio tiene un tipo de zonificación: Industria Liviana (I2), como se muestra en la ilustración siguiente:

FIGURA 3: Zonificación del distrito de San Juan de Lurigancho



2.5 ALCANCE DE TRABAJO

El presente informe técnico tiene por finalidad:

1. Determinar las características físicas de los materiales de la estructura.
2. Dimensionamiento de elementos estructurales (levantamiento estructural).
3. Determinación de tipos de cargas y combinaciones de carga.
4. Análisis estructural mediante elementos línea para columnas, vigas de menorperalte, elementos slab (membrana) para losas aligeradas.
5. Análisis estático y dinámico estructural.
6. Análisis elástico con secciones agrietadas.
7. Obtención de derivas laterales de pórticos.
8. Evaluación por capacidad y resistencia de elementos de concreto armado máscríticos.

Los ensayos de materiales, fueron los siguientes:

- Extracción de muestras de concreto (Diamantinas).
- Ensayo de resistencia a la Compresión en Testigos Diamantina (NTP 339.034.2015).

2.6. INVESTIGACIÓN DE CAMPO

2.6.1. COMPROBACIÓN DE MEDIDAS ESTRUCTURALES

Se eligió elementos estructurales representativos para comprobar las medidas geométricas especificadas en los planos otorgados. El levantamiento de medidas geométricas se realizó mediante el método del Wincheo.

FIGURA 4: Medidas de longitudes con Wincha

2.7. MATERIALES Y ELEMENTOS ESTRUCTURALES

2.7.1. MATERIALES

En esta sección se presenta, los materiales definidos en el software ETABS, para laevaluación estructural.

2.7.2. CONCRETO

En base a los resultados obtenidos del Ensayo de Diamantina, se obtuvo la resistenciaa la compresión promedio del concreto de 102 kg/cm2.

Características:

Resistencia a la Compresión: f´c = 102.00 Kg / cm2

Módulo de elasticidad :Ec = 151492.574Kg/cm2
Módulo de Poisson :μ= 0.20

FIGURA 5: Extracción de Diamantinas

FIGURA 6: Ensayo a Compresión de Diamantinas

2.8. ELEMENTOS ESTRUCTURALES

En esta sección se presenta, los diferentes elementos estructurales definidos para elsoftware ETABS

2.8.1. COLUMNAS

Las columnas son las siguientes:

COL 25X25: 0.25 m x 0.25 m
COL 40X20: 0.40 m x 0.40 m

A continuación, se presenta la definición de columnas, para el modelamiento en elsoftware ETABS.

FIGURA 7: Definición de Columnas

2.8.2. VIGAS

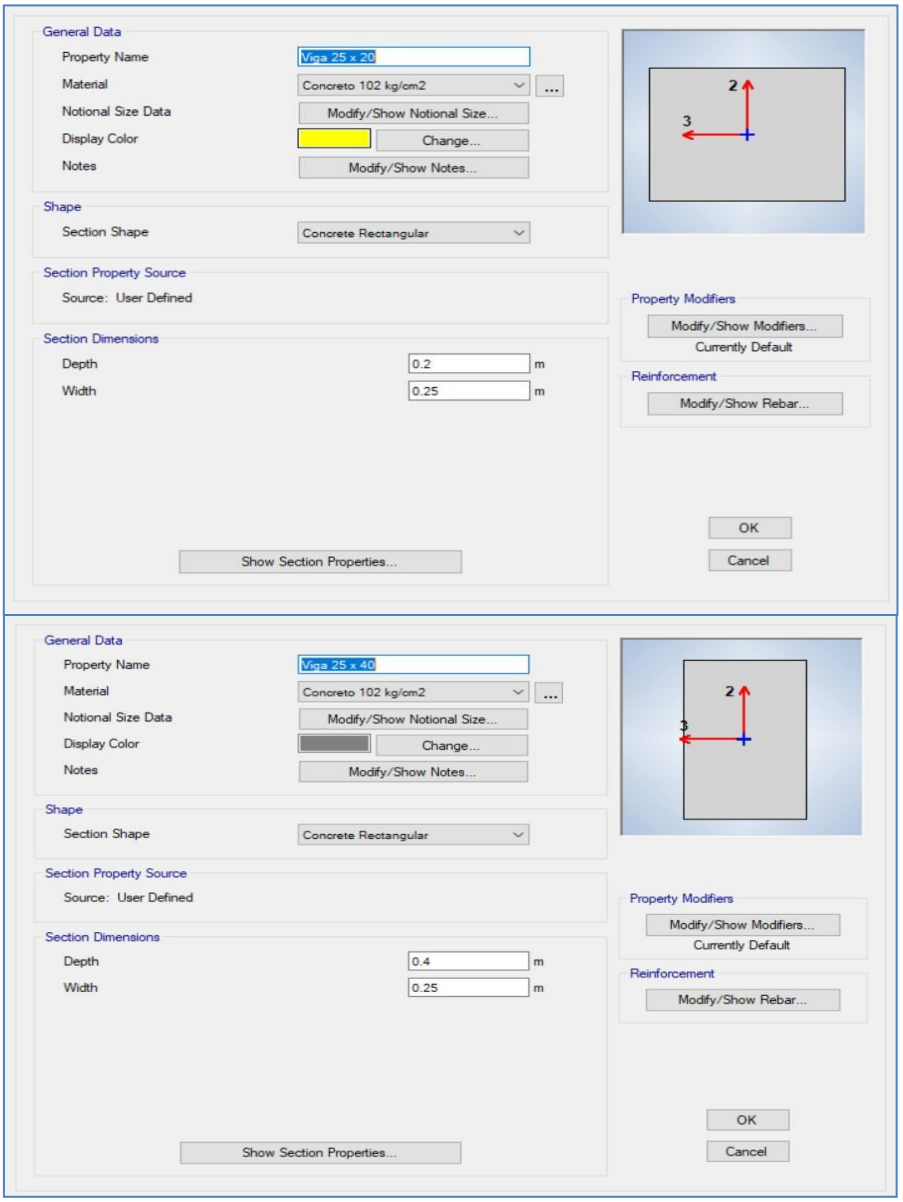
Las vigas definidas son las siguientes (Base x Peralte):

VIG 30X20: 0.25 m x 0.20 m

VIG 30X23 : 0.25 m x 0.40 m

A continuación, se presenta la definición de vigas, para el modelamiento en el softwareETABS.

FIGURA 8: Definición de Vigas



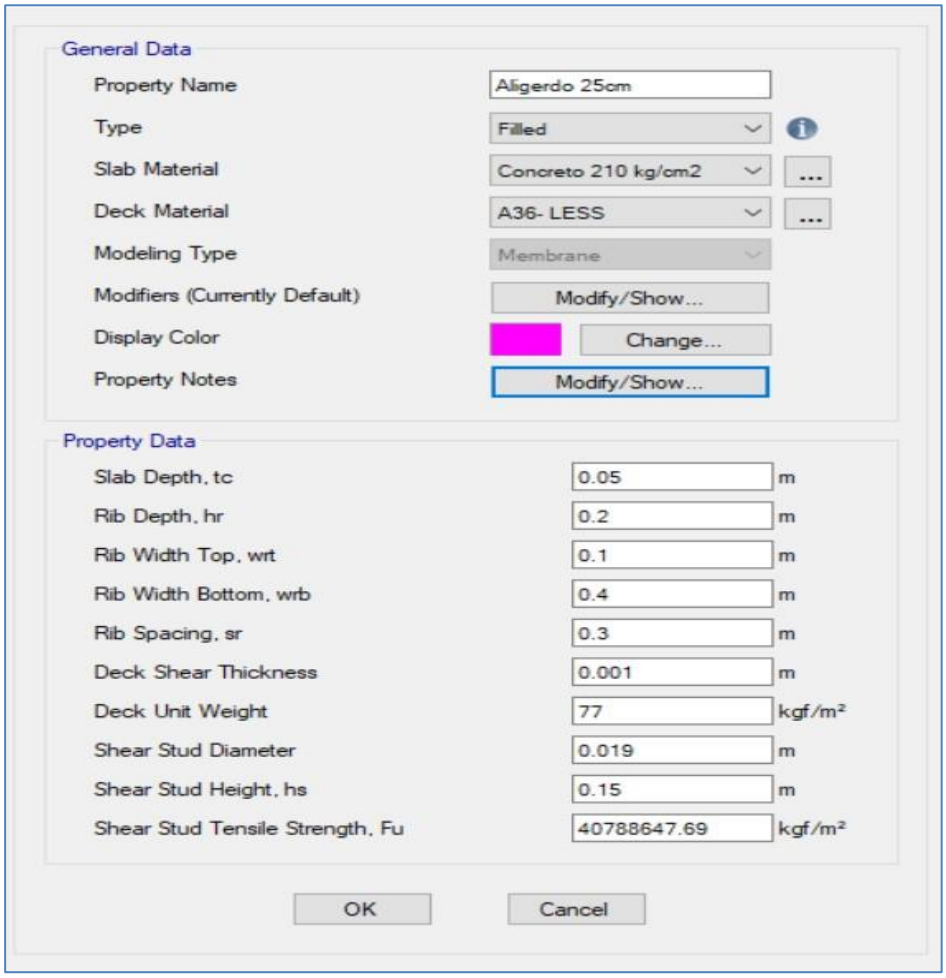
2.8.3. LOSAS

Las losas son de tipo aligeradas y se presentan con las siguientes medidas:

Losa del 1°,2° Pisos dirección “y” : Losa en la dirección y, 0.25 m de peralte.Losa 3° piso dirección “y” : Losa en la dirección y, 0.20 m de peralte.

A continuación, se presenta la definición de losas, para el modelamiento en el softwareETABS.

FIGURA 9: Definición de Losas



3. METRADOS DE CARGAS

En esta sección del informe se establece los valores de los distintos tipos de cargaque afectan la estructura en estudio.

3.1. CARGA MUERTA (CM)

Este tipo de carga agrupa a las cargas en las losas aligeradas, acabados de cieloraso y la tabiquería interna como muros de subdivisión.

3.2. CARGA VIVA (CV)

Este tipo de carga agrupa a los componentes móviles sobre el entrepiso, tales comomobiliario, personas, almacenes, etc.

CV =sobrecarga 200 kgf/m2 (pasa usos comunes E.020)

3.3. CARGA VIVA DE AZOTEAS(CVA)

Por normativa E.020 se exige adicionar el CVA, por motivos de viento, reparaciones,anuncios, etc.:

CV Azoteas (E.020) = 50 kgf/m2

Vivienda:

- Piso 1 y 2: espesor de losa

  e = 0.25 m
  Losa 1: (Eje A, B y C) - (Eje 1, 2, 3, 4 y 5)
  CV = 200 Kg/m2
  CMT = 150 Kgf/m2 (Tabaquería)
  CMA = 100 Kg/m2 (Acabados) CV = 200 Kg/m2

- Piso 3: espesor de losa
  e = 0.20 m
  CV = 50 Kg/m2
  CMA = 50 Kgf/m2

FIGURA 10: Piso 1 y 2 Losa 1. (Eje a, b y c) – (Eje 1,2,3,4y5)

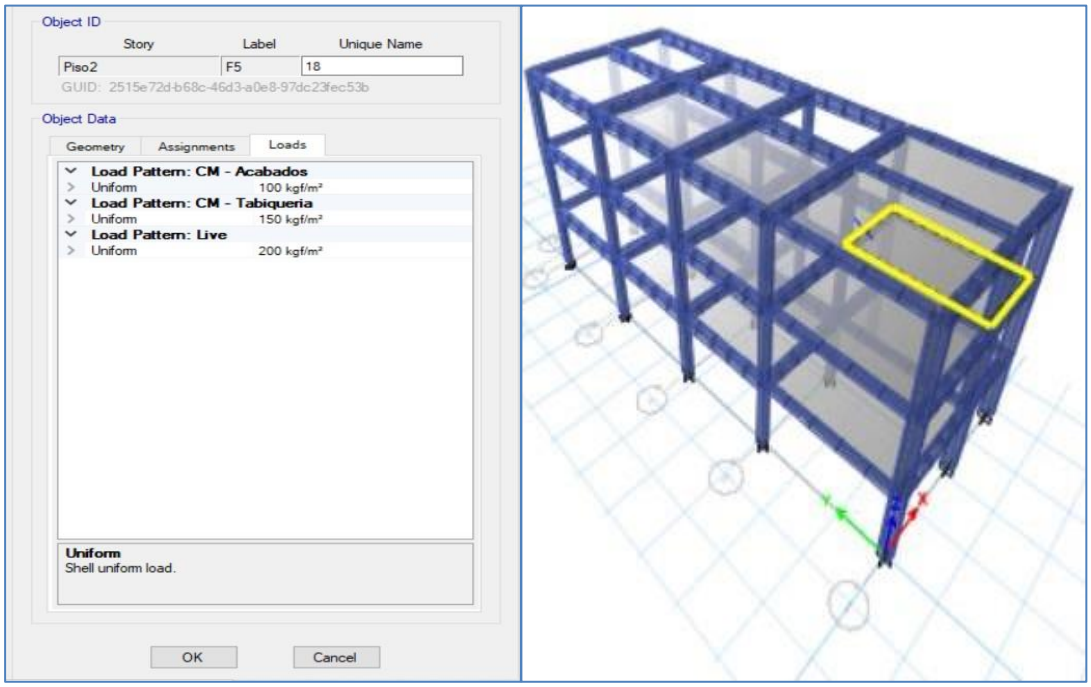


FIGURA 11: Piso 3 Losa 3(Eje a, b y c) – (Eje 1,2,3,4y5)

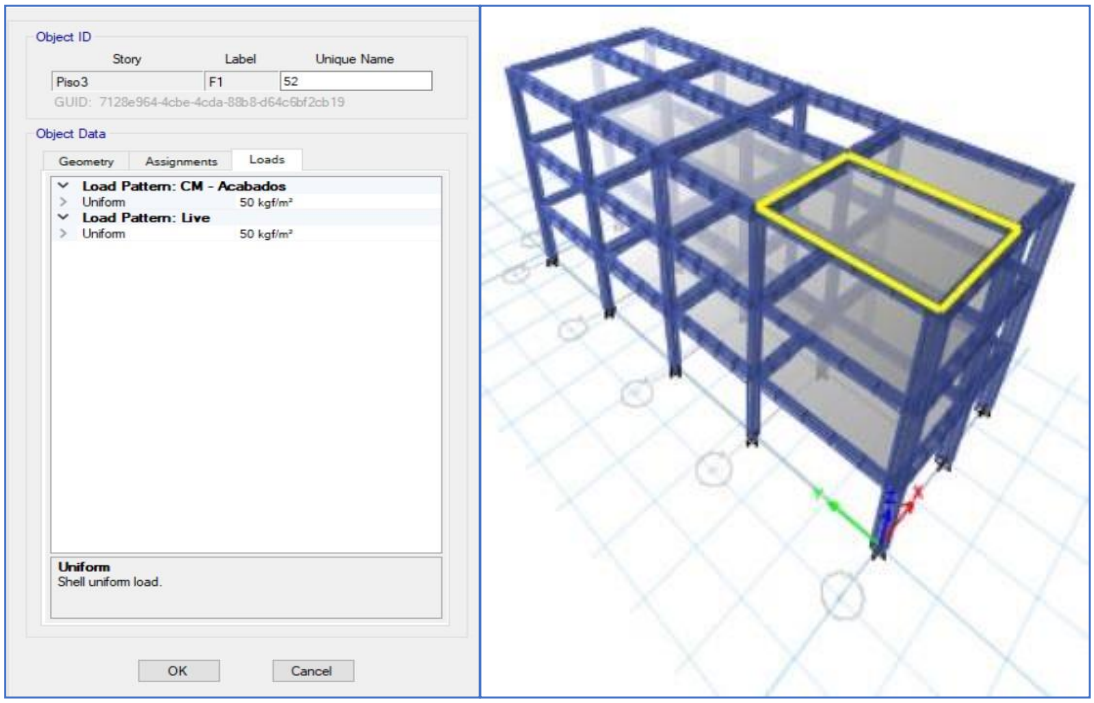
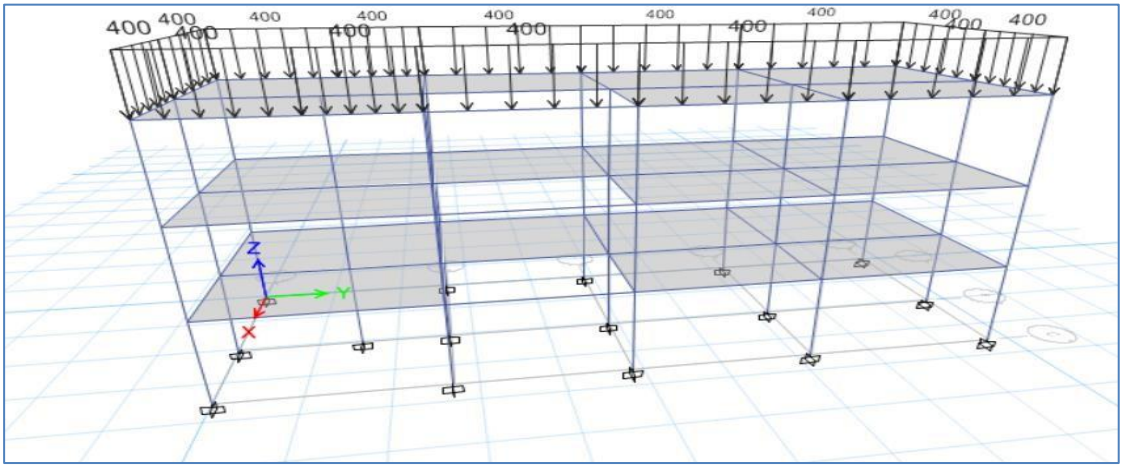


FIGURA 12: Piso 3 (Eje a, b y c) – (Eje 1,2,3,4y5)



PARÁMETROS PARA EL ANÁLISIS SÍSMICO

De acuerdo a la información sismológica, el área en estudio se encuentra ubicada dentro de la Zona 4 del Mapa de Zonificación Sísmica (zona de susceptibilidad sísmicaalta)

De acuerdo a la Norma Técnica de Edificación E 030 (Diseño Sismo Resistente). La fuerza cortante total en la base (V) puede calcularse de acuerdo a las Normas de Diseño Sismo Resistente según la siguiente relación.

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

Donde:

Z: factor de zona

U: factor de uso e importancia

S: factor suelo

C: coeficiente de ampliación sísmica

P: peso total de la edificación

R: coeficiente de solicitaciones sísmicas

Tp: periodo que define la plataforma del factorC.

TL: periodo que define el inicio de la zona delfactor C, con desplazamiento constante.

Por lo que para nuestro proyecto se muestraa continuación los parámetros correspondientes:

TABLA n°02 Parámetros Sísmicos

PERFIL DE SUELO S – 2	Z	S	Tp	TL	U
Suelo Intermedio	0.45	1.05	0.60	1.2	1 (C)

El proyecto es un sistema estructural de concreto armado aporticado en ambas direcciones con presencia de muros de albañilería confinada en menor proporción, la predominancia del sistema aporticado es visible y de acuerdo al siguiente cuadro Ro = 8.

TABLA n°03 Sistemas estructurales

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistemas Estructurales	**Coeficiente Básico de Reducción Ro**
Acero:	
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	8
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinario Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Ordinario 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

Este coeficiente (Ro), se debe corregir mediante los factores de irregularidad de planta(Ip) e irregularidad de altura (Ia).

$$R = R_o * I_a * I_p$$

4. ESPECTRO DE ACELERACIONES

Un método tradicional para calcular la influencia de un sismo en una estructura, era determinar la cortante basal causado por el sismo, para que luego esta fuerza fuera distribuida en fuerzas laterales a lo largo de la estructura desde el menor nivel hasta el mayor nivel de pisos.

Sin embargo, para el presente informe se empleará un espectro elaborado en base a la variación de C (Factor de Amplificación Sísmica) con respecto al tiempo, mediante la siguiente fórmula:

$$T < T_p\,;C = 2.5 \qquad T_p < T < T_L\,;C = 2.5 * (\frac{T_p}{T}) \qquad T > T_L\,;C = 2.5 * (\frac{T_P * T_L}{T^2})$$

Por lo que el software definirá el Response Spectrum Function para cada Edificación.

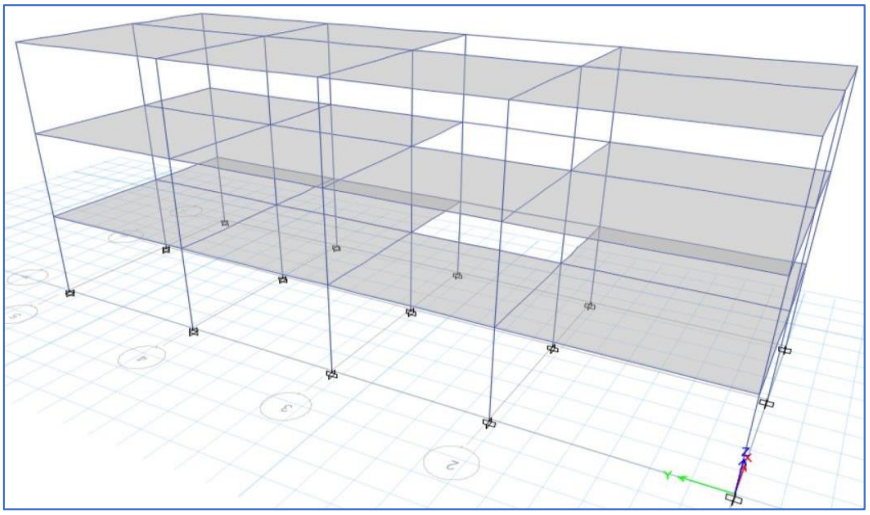
5. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

5.1. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA

5.1.1. DISTRIBUCIÓN Y PARÁMETROS

A continuación, se muestra la configuración de la Vivienda

FIGURA 13: Configuración Estructural de la Vivienda



En base a la configuración estructural se obtiene el valor de R en cada sentido

TABLA n°04 Parámetros de Reducción (R) para la vivienda

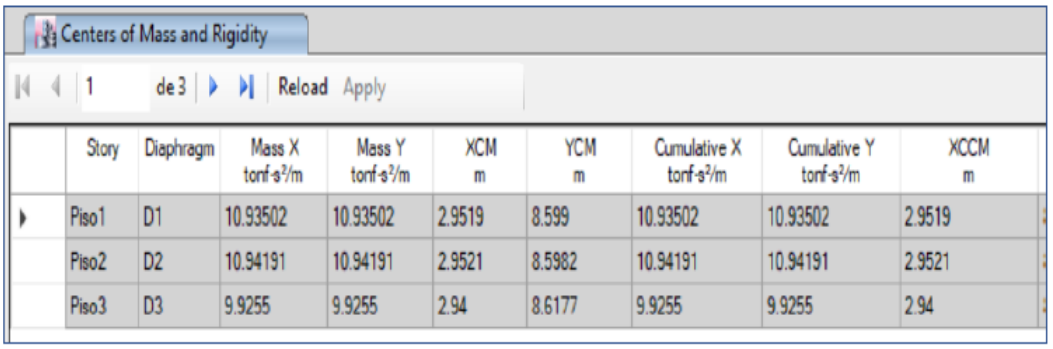
Z	0.45
U	1.00
S	1.05
C	2.50
Rx	8.00
Ry	8.00
ZUSC/R	0.148

	X	**Y**
	PORTICOS	PORTICOS
Ro	8	8
Ia	1	1
Ip	1	1
R	**8**	**8**

5.1.2. ANÁLISIS ESTÁTICO

De acuerdo a los parámetros hallados en el ítem 5 y con los parámetros R de la tabla N°04, se puede obtener la Cortante Basal “V”:

FIGURA n°14 Parámetros para Cortante Basal de la vivienda



Story	Diaphragm	Mass X tonf-s²/m	Mass Y tonf-s²/m	XCM m	YCM m	Cumulative X tonf-s²/m	Cumulative Y tonf-s²/m	XCCM m
Piso1	D1	10.93502	10.93502	2.9519	8.599	10.93502	10.93502	2.9519
Piso2	D2	10.94191	10.94191	2.9521	8.5982	10.94191	10.94191	2.9521
Piso3	D3	9.9255	9.9255	2.94	8.6177	9.9255	9.9255	2.94

Entonces:

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

$$V_{xx} = V_{yy} 46.17 ton$$

5.1.3. ANÁLISIS DINÁMICO

A continuación, se muestra el espectro dinámico de respuesta ingresado en elprograma.

FIGURA 15: Espectro de Respuesta de la Vivienda

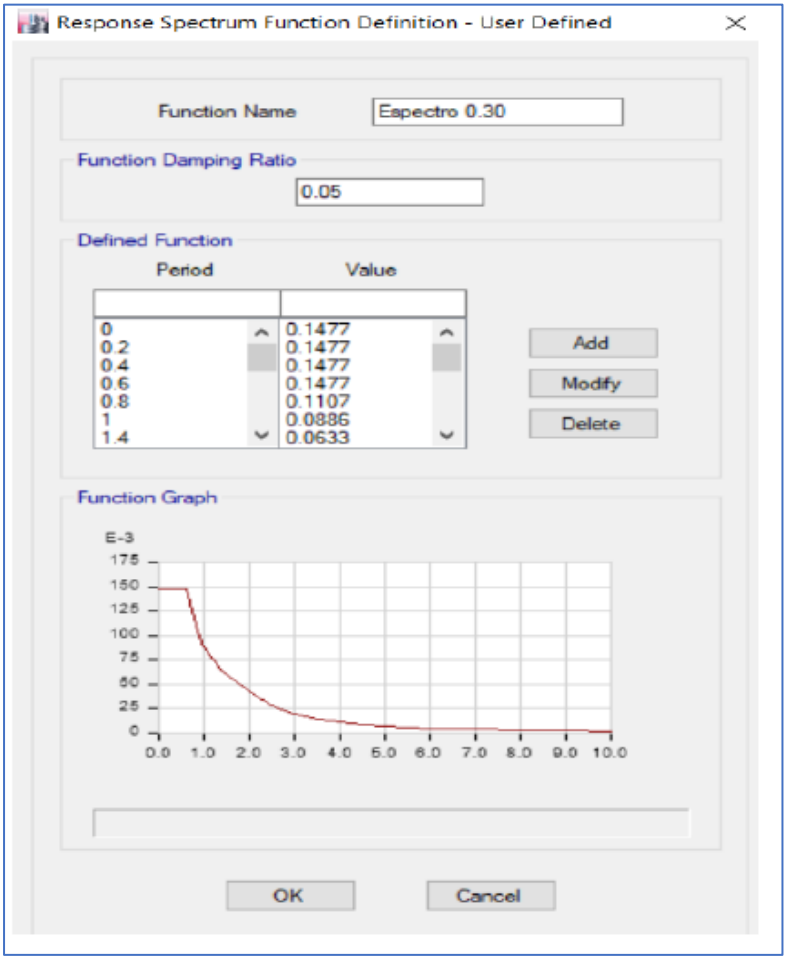


FIGURA 16: Cortante Basal Dinámica de la Vivienda

Base Reactions

1 de 2 Reload Apply

Load Case/Combo	FX tonf	FY tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m
CSDxx Max	23.6194	2.4025	14.4393	141.7464	234.9094
CSDyy Max	2.4025	28.7644	174.681	14.2354	99.5405

De acuerdo a la Imagen N° 16, se tiene los siguientes valores de cortante dinámicabasal para cada sentido:

$$VDIN_{xx} = 23.62Ton$$

$$VDIN_{yy} = 28.76\,Ton$$

Se compara la cortante basal dinámica con la cortante basal estática, cuidando que secumpla que $VDIN_{ii} \geq 80\%\ V_{ii}$, en caso no se cumpla la condición anterior se corrige mediante un Factor de Corrección para cada sentido, en el Cuadro N°06, se presentala comparación de cortantes y sus respectivos factores de corrección.

TABLA n°05: Factores de Correción fxx _ fyy de la vivienda

CARGAS DINAMICAS		
VDINXX	23.62	Ton.
VDINYY	28.76	Ton.
CARGAS ESTATICAS		
VXX	46.17	Ton.
VYY	46.17	Ton.
PORCENTAJE		
	%	Condición
x	51.16	fxx
y	62.69	fyy
factores de corrección		
fxx	1.5638	
fyy	1.2843	

Por consiguiente, se corrige el espectro de diseño con estos factores (fxx; f_{yy})

1.1 RESULTADOS DE LA VIVIENDA:

1.1.1 DERIVAS DE ENTREPISO

En esta sección de muestra los resultados de máximo desplazamiento entre cada pisoobtenidos en el software, para cada análisis Estático y Dinámico, con su respectiva comparación con la norma E.030.

TABLA n°06: Derivas de Entrepiso debido a Sismo xx

	SISMO XX						
ANÁLISIS ESTÁTICO	Piso	H (m)	desplazamiento (mm)	derivas elásticas (mm)	derivas inelásticas (mm)	deriva limite (E0.30)	Condición
	PISO 3	8.05	32.847	0.0032	0.0184	0.007	**error**
	PISO 2	5.35	24.562	0.0049	0.0299	0.007	**error**
	PISO 1	2.65	11.111	0.0042	0.0252	0.007	**error**
	BASE	0.00	0.00	-	-	-	

TABLA n°07: Derivas de Entrepiso debido a Sismo yy

	SISMO YY						
ANÁLISIS ESTÁTICO	Piso	H (m)	desplazamiento (mm)	derivas elásticas (mm)	derivas inelásticas (mm)	deriva limite (E0.30)	Condición
	PISO 3	8.05	23.604	0.0024	0.0173	0.007	**error**
	PISO 2	5.35	17.106	0.0036	0.0261	0.007	**error**
	PISO 1	2.65	7.328	0.0028	0.0199	0.007	**error**
	BASE	0.00	0.00	-	-	-	

TABLA n°08: Derivas de Entrepiso debido a sdinxx

ANÁLISIS DINÁMICO	SDin XX						
	Piso	H (m)	desplazamiento (mm)	derivas elásticas (mm)	derivas inelásticas (mm)	deriva limite (E0.30)	Condición
		8.05	51.24	0.0042	0.0345	0.007	**error**
	PISO 2	5.35	38.32	0.0078	0.0559	0.007	**error**
	PISO 1	2.65	17.33	0.0065	0.0471	0.007	**error**
	BASE	0.00	0.00	-	-	-	

TABLA n°09: Derivas de Entrepiso debido a sdinyy

ANÁLISIS DINÁMICO	SDin YY						
	Piso	H (m)	desplazamiento (mm)	derivas elásticas (mm)	derivas inelásticas (mm)	deriva limite (E0.30)	Condición
		8.05	36.82	0.0038	0.0270	0.007	**error**
	PISO 2	5.35	26.69	0.0057	0.0407	0.007	**error**
	PISO 1	2.65	11.43	0.0043	0.0311	0.007	**error**
	BASE	0.00	0.00	-	-	-	

1.2 CONCLUSIONES DE LA VIVIENDA

- El presente estudio técnico corresponde al proyecto “analisis comparativo entre encamisado y fibra de carbono para el reforzamiento estructural de viviendas autoconstruidas, ubicado en coperativa sagrada familia, distrito de san juan de lurigancho, provincia y departamento de lima”, con tuvo como objetivo estudiar la evaluación estructural de la situación actual de las estructuras.
- De las diamantinas extraídas en campo, se obtuvo una resistencia a la compresión promedio del concreto de f’c = 102 kg/cm2. Sin embargo, para un concreto estructural, el f’c no debe ser inferior a 170 kg/cm2 (Norma E.060 Concreto Armado, artículo 9.4.1).
- La rotura de probetas se llevó a cabo en la empresa control de calidad del concreto sac.
- Se procedió mediante el método de Wincheo, hacer el levantamiento estructural. Por lo que se obtuvo diferentes dimensiones en sus elementos de concreto armado.
- El material de construcción de la estructura esta conformados de acero de refuerzo, concreto y albañilería.
- Los elementos estructurales que presenta estas viviendas autoconstruidas son: columnas (frame), vigas (frame), losas (deck)

  El proyecto presenta los siguientes parámetros sísmicos

- La estructura no presenta irregularidad en planta y regularidad en altura.
- La cortante basal estático que presenta la estructura es de 46.17Ton, en ambas direcciones.
- Según las Tablas N°7 y N°8, el análisis estático de la estructura **presenta fallas** de deriva lateral entrepisos, ya que estos resultados son mayores a la deriva límite de 0.007 según la norma E.030.
- Según las Tablas N°9 y N°10, el análisis dinámico de la estructura **presenta fallas** de deriva lateral entrepisos, ya que estos resultados son mayores a la deriva límite de 0.007 según la norma E.030.

- Se concluye, que las estructuras requieren reforzamiento estructural en situaciones actuales ya que no está dentro de los parámetros que te brinda la norma técnica peruana.

- Se concluye que las secciones de los elementos estructurales son insuficientes, esto va ocasionar que la estructura no tenga un comportamiento adecuado.

- Se concluye, que en el caso de llevarse a cabo la “una ampliación a 5 niveles”, la estructura será sobrecargada y sobrevalorada. Por lo que, la estructura remanente requerirá de reforzamiento estructural como: ampliación de columnas, reforzamiento con fibras de carbono, construcción de placas de concreto armado para reforzamiento.

- **BIBLIOGRAFÍA**

  - Norma E.020 Cargas
  - Norma E.030 Diseño Sismorresistente.
  - Norma E.060 Concreto Armado.
  - Norma E.050 Suelos y Cimentación.
  - Recomendaciones estructurales FEMA (Federal Emergency Management Agency).
  - Concreto Armado. Ing. Robert Morales Morales.

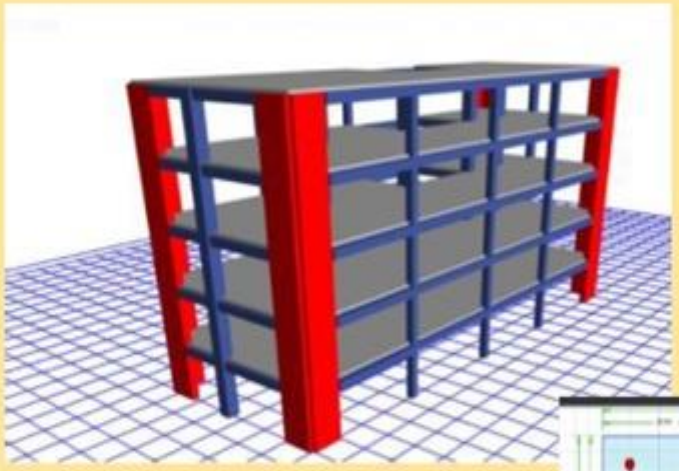
ANEXO 4:

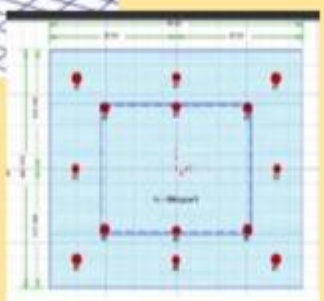
CÁLCULOS DEL REFORZAMIENTO CON ENCAMISADO DE CONCRETO ARMADO

Memoria descriptiva de reforzamiento con encamisado de concreto armado

Para el desarrollo de tesis:

"Análisis comparativo entre encamisado y fibra de carbono para el reforzamiento estructural de viviendas , San Juan de Lurigancho 2020"





San Juan de lurigancho 2020

1.0 DEFINICIONES:

1.1 Reforzamiento Estructural

Un reforzamiento de una estructura se hace para incrementar la serviciabildiad de la estructura y también incrementar la capacidad de carga. Esto se da cuando hay deficiencias ya sea en el diseño, proceso constructivo además cuando va requerir nuevas solicitaciones de cargas o caso contrario una ampliación.

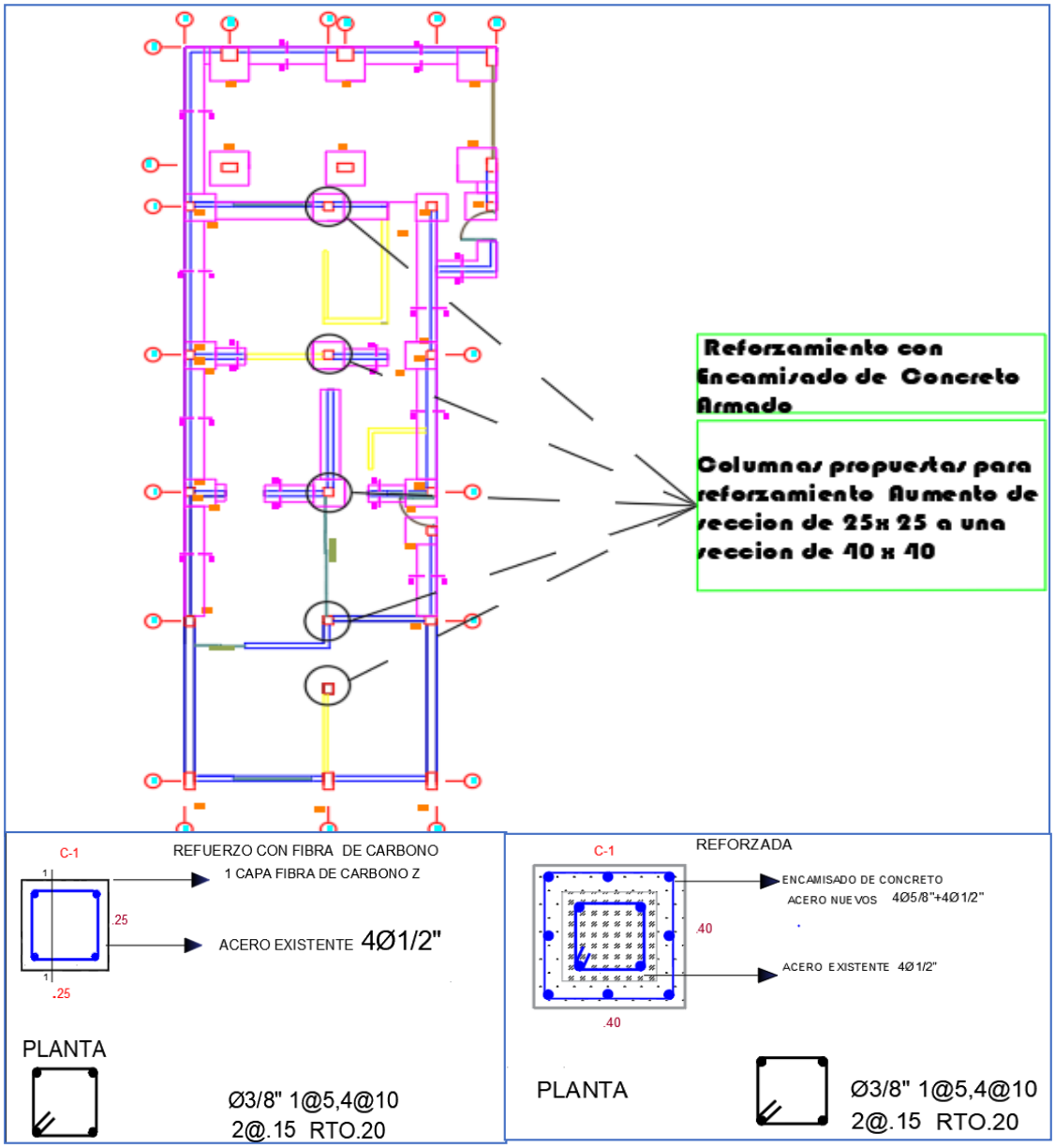
1.2 Encamisado con Concreto Armado:

De acuerdo a (Belisario) el reforzamiento con encamisado de concreto armado a elementos estructurales se realiza cuando las secciones no cumplen y también cuando resulta insuficiente para la transmisión de cargas, dentro del proceso constructivo se puede mencionar que consiste en vaciar un elemento estructural donde el concreto utilizado para la camisa sea de alta resistencia o mayor a los 210 kg/cm2 y además pueda embeberse de una manera adecuada la concreto existente.

1.3 Determinación de la evaluación Propuesta

La propuesta de Reforzamiento estructural es consecuencia de la previa evaluaciónestructural y el deseo de los dueños de ampliar dos pisos más sobre la edificación existente, cuyas dimensiones son 20 m largo x 7.5m de ancho, con fachada a ambos lados por ubicarse en esquina de la calle 1 con la calle los granados la propiedad tieneun área acumulativa de 150m2, donde el área techada es de 138.08m2, además Consta de un sótano una escalera por nivel, en cada nivel existen dormitorios. En el proyectotenemos columnas perimetrales en ambas direcciones. El sistema estructural se puede asumir como aporticado por la dirección “X” y de albañilería confinada en la dirección“Y” para efectos de la ampliación se planteó placas entre los ejes (A-6; 2-A; C-6; 2- C) se hizo con la finalidad de absorber un porcentaje mayor de la cortante al sismo en ambas direcciones además de proveerle más rigidez a la estructura.

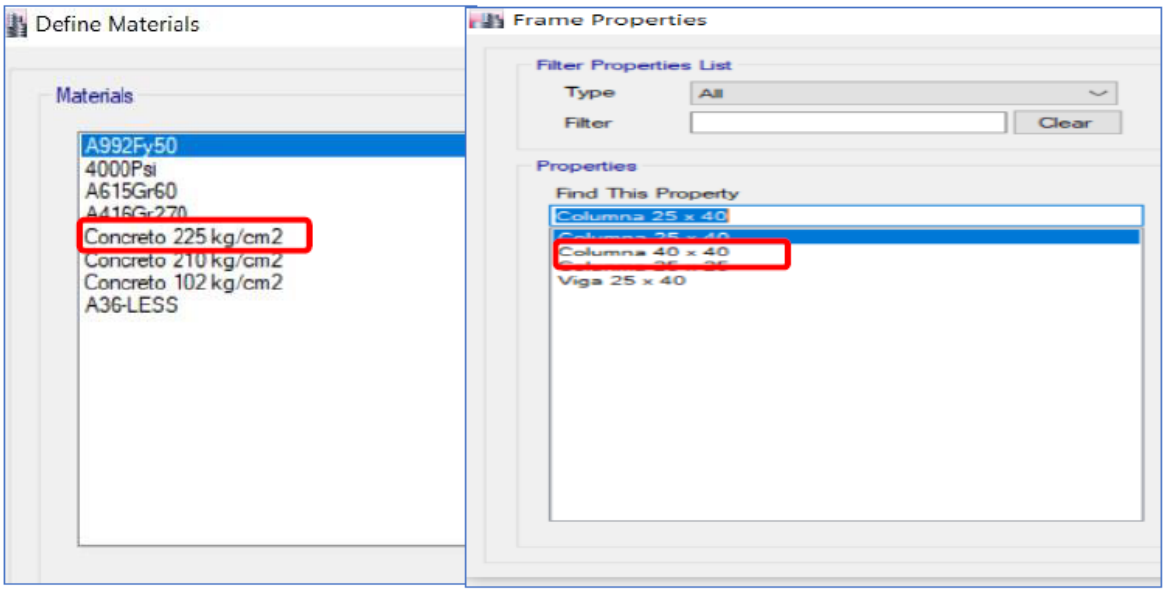
2. Identificación de columnas a reforzar.



Fuente: Elaboración propia

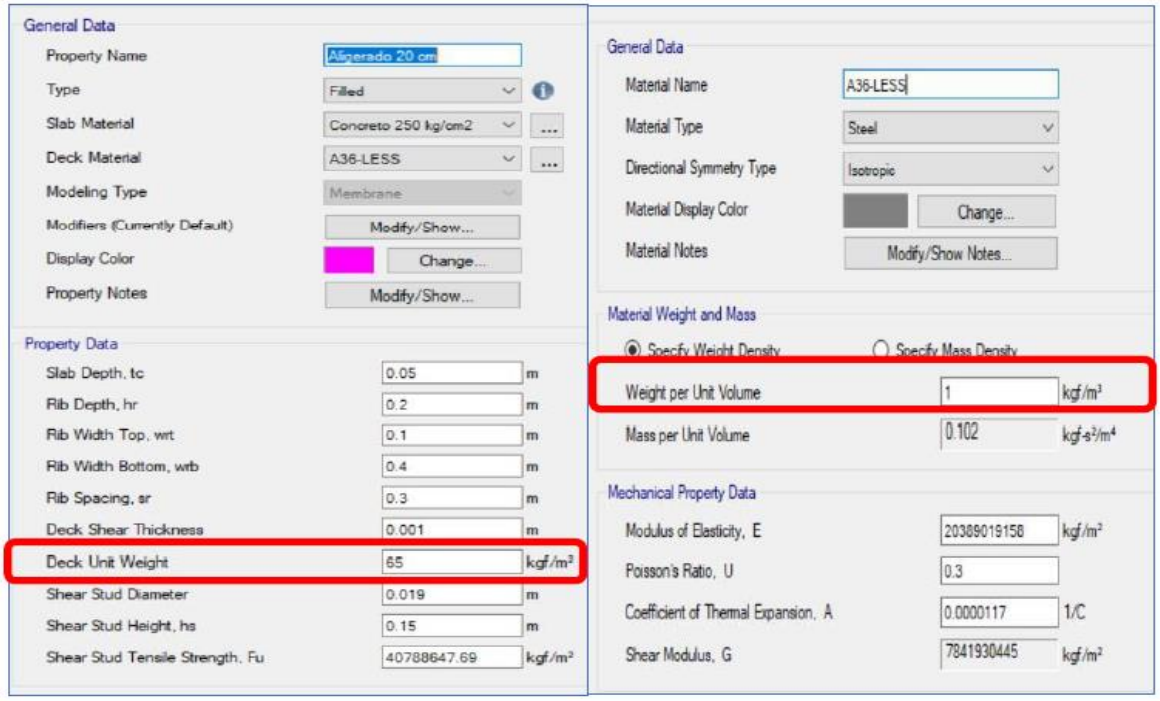
Se puede visualizar el plano donde se va aplicar la técnica de reforzamiento con encamisado de concreto armado a las 5 columnas propuestas para el reforzamiento cuyasdimensiones es de 0.25 x 0.25 m; al incrementar la sección tendrá una nueva sección queserá de 0.40 x 0.40 cm con la mencionada sección tendrá una mejor resistencia, rigidez yun mejor comportamiento estructural.

3. Análisis y modelamiento en Etabs 2016 Asignación de materiales



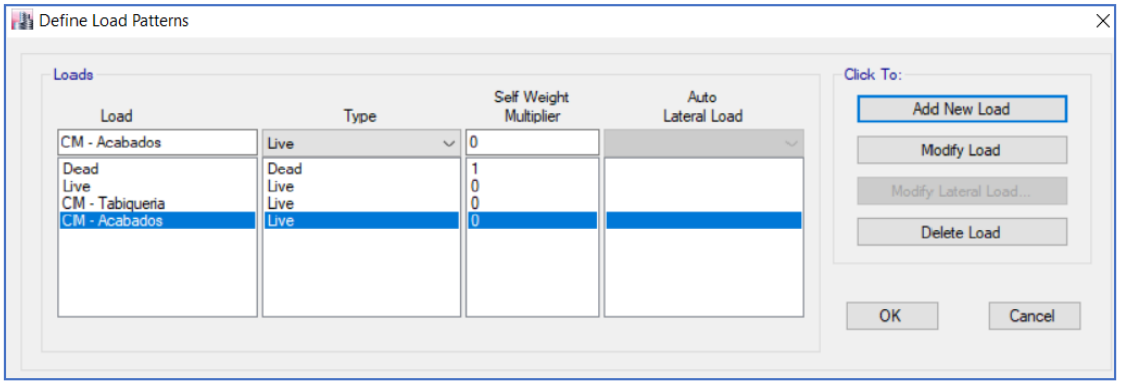
Fuente: Software ETABS 2016

Asignación de f´c sacado después de haber hecho el encamisado a una diamantina con concreto armado logro aumentar la resistencia de 102 kg/cm2 a una resistencia de concreto de 225 kg/cm2, y ´por último creación de las diferentes secciones de elementosestructurales (vigas y columnas).



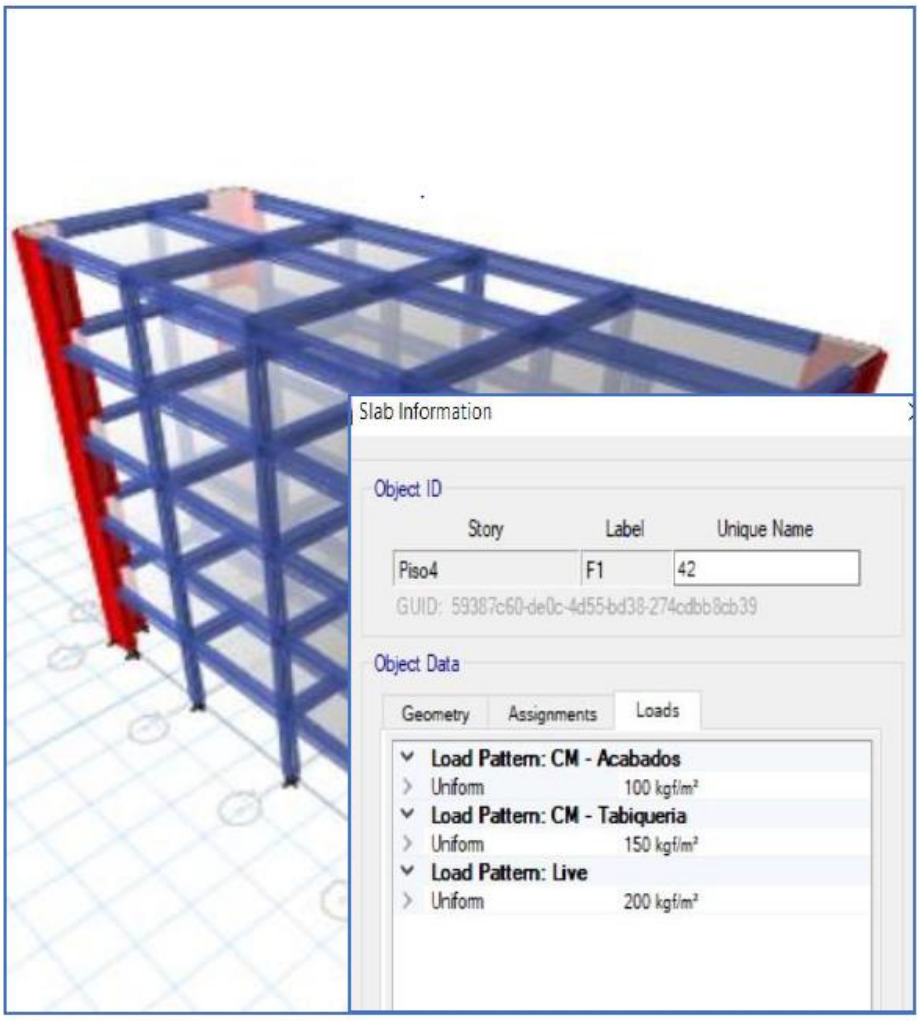
Fuente: Software ETABS 2016

Para losa aligerada de 20 cm en una dirección, considerando el peso por cada metro cuadrado.



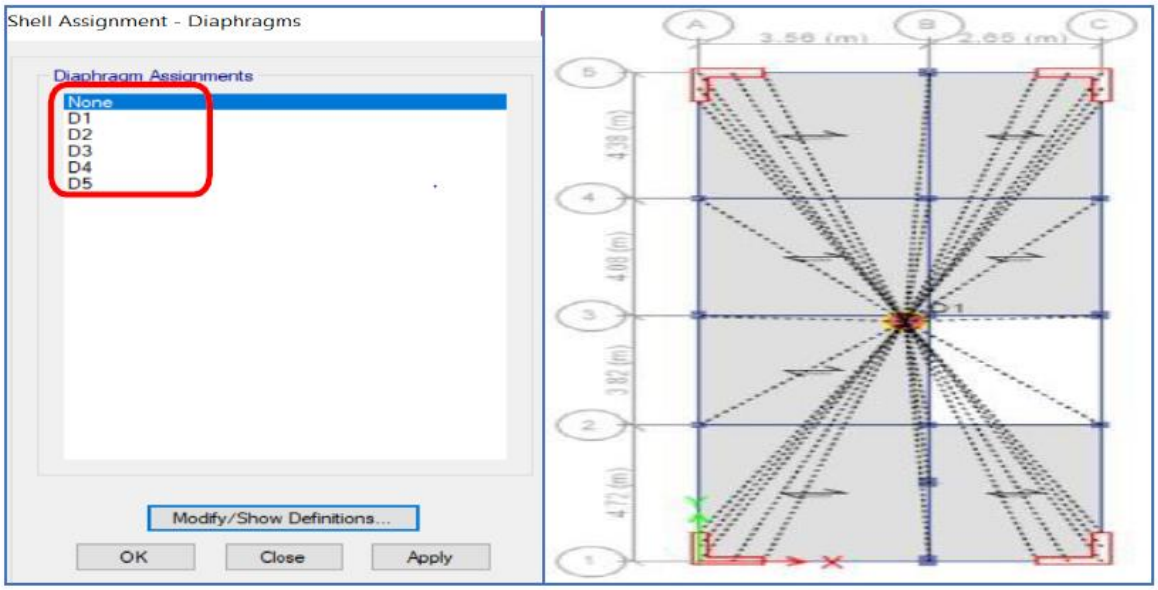
Fuente: Software ETABS 2016

Se visualiza las definiciones de patrones de carga muerta (acabados y tabiquería) y carga viva asignados para el modelo de la estructura.



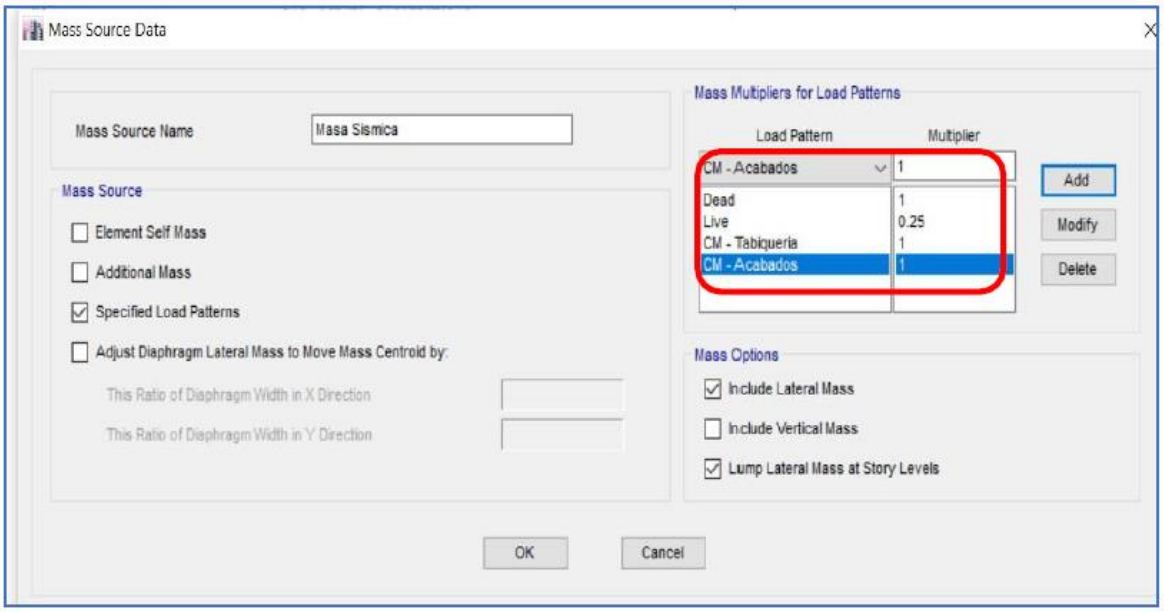
Fuente: Software ETABS 2016

También la asignación de cargas para la estructura por cada nivel; se consideró 200 kg/m2 para carga viva y 100 kg/m2 para acabados y 150 kg/m2 para tabiquería.



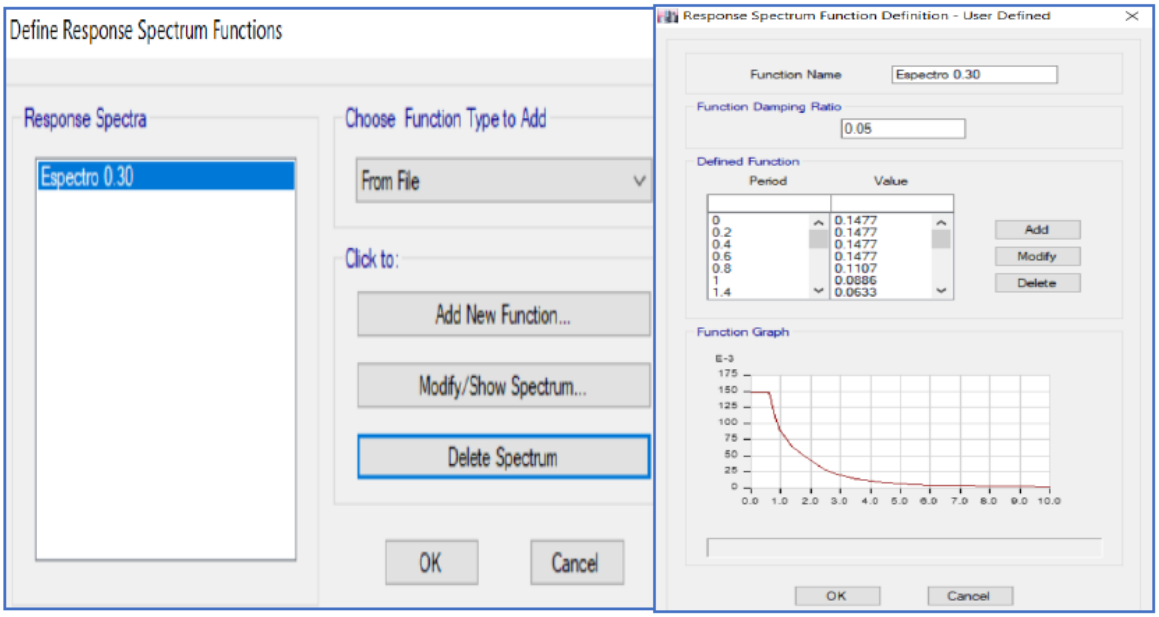
Fuente: Software ETABS 2016

Para aplicar la carga sísmica en el centro de masa se debe definir los diafragmas para cada nivel de la estructura.

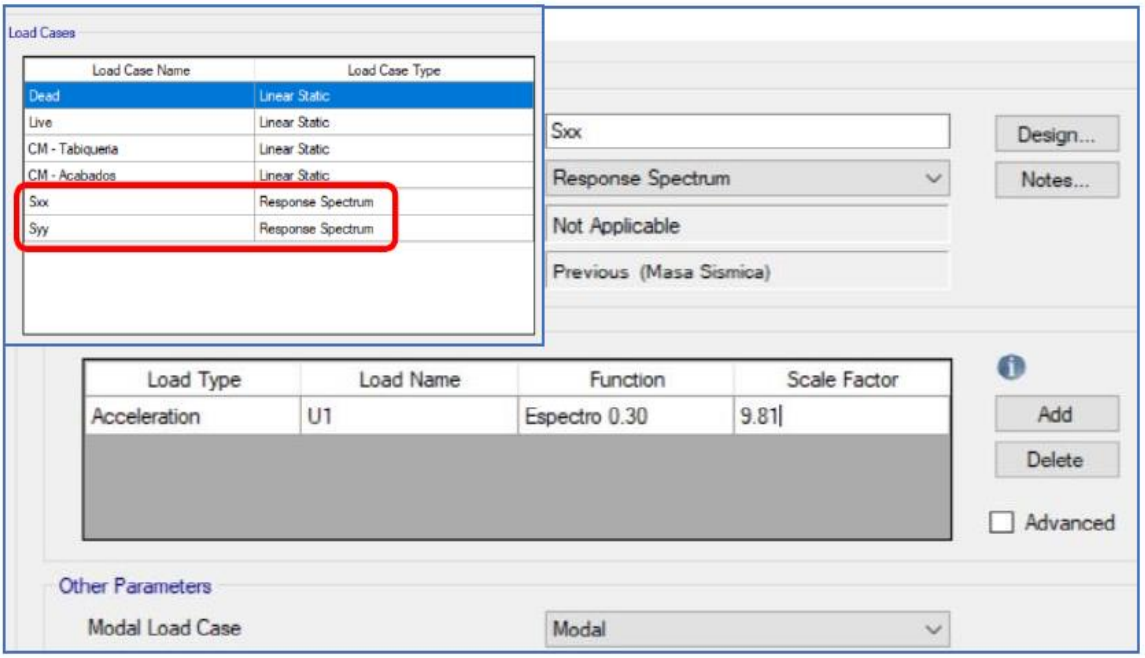


Fuente: Software ETABS 2016

Se especificó los patrones de carga para poder añadirlo manualmente, se ingresaron valores como 100% para la carga muerta y el 25% para la carga viva tal y como lo indica 0.30 RNE.

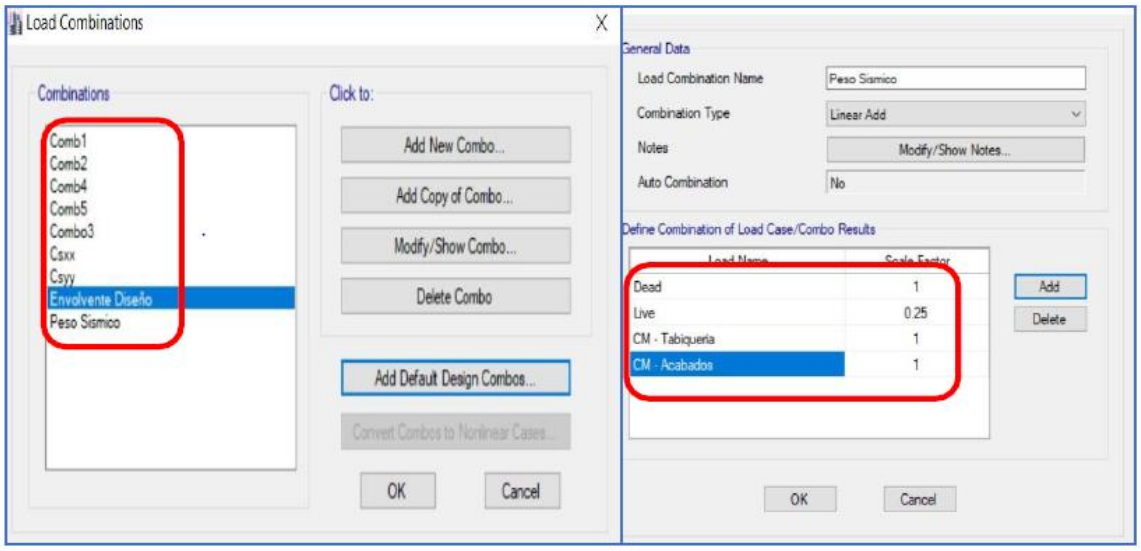


Para ingresar el espectro de respuestas, todos los valores fueron calculados previamente siguiendo los parámetros de la normativa peruana para luego cargar al software.



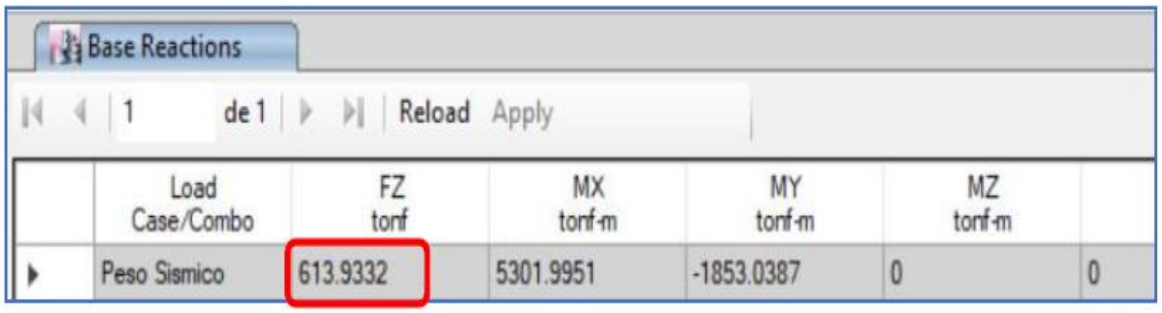
Fuente: Software ETABS 2016

Se ingresa la carga espectral que ha sido definido con el espectro de respuesta que posteriormente ha sido aplicada a ambas direcciones tanto como Sismo x y Sismo y.



Fuente: Software ETABS 2016

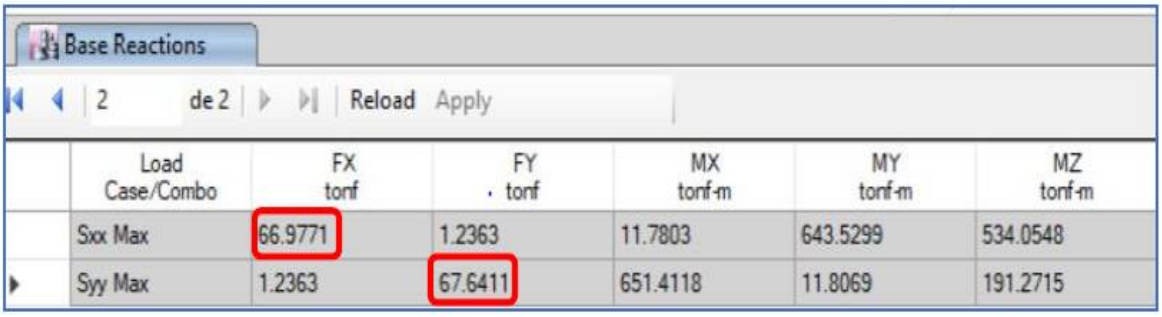
Se añadió las combinaciones de cargas y la envolvente de diseño, además de añadir una nueva combinación para obtener el peso de la estructura.



	Load Case/Combo	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	
▶	Peso Sismico	613.9332	5301.9951	-1853.0387	0	0

Fuente: Software ETABS 2016

El peso de la estructura es resultante de la combinación de carga, en este caso el valor efectuado del peso es 613.933 tnf.



	Load Case/Combo	FX tonf	FY tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m
	Sxx Max	66.9771	1.2363	11.7803	643.5299	534.0548
▶	Syy Max	1.2363	67.6411	651.4118	11.8069	191.2715

Fuente: Software ETABS 2016

Representa la cortante en la base en ambas direcciones, en este caso para el Sxx se da valor de 66.977.63tonf y para Syy 67.64 tonf.

Column Forces

3 de 3 Reload Apply

	Story	Column	Load Case/Combo	Station m	P tonf	V3 tonf	T tonf-m	M2 tonf-m	M3 tonf-m
	Piso1	C3	Envolvente de Di...	0	-59.1687	1.7713	0.0408	3.9733	3.4784
	Piso1	C3	Envolvente de Di...	1.125	-58.7794	1.7713	0.0408	1.9945	1.6554
▶	Piso1	C3	Envolvente de Di...	2.25	-58.3902	1.7713	0.0408	0.4415	0.1234

Fuente: Software ETABS 2016

Se gráfica el peso de la columna C3 en el eje b entre 3-4 además de la cortante el momento y la torción ejercida al elemento estructural.

Beam Forces

2 de 9 Reload Apply

	Story	Beam	Unique Name	Load Case/Combo	Station m	V2 tonf	T tonf-m	M3 tonf-m
	Piso1	B1	80	Envolvente de Di...	0.2	-3.405	1.814E-05	-0.1498
▶	Piso1	B1	80	Envolvente de Di...	0.66	-2.2314	1.814E-05	1.1466
	Piso1	B1	80	Envolvente de Di...	1.12	-1.0578	1.814E-05	2.4309
	Piso1	B1	80	Envolvente de Di...	1.58	0.1159	1.814E-05	3.1947
	Piso1	B1	80	Envolvente de Di...	2.04	1.3202	1.814E-05	3.5447
	Piso1	B1	80	Envolvente de Di...	2.5	3.3073	1.814E-05	3.1358
	Piso1	B1	80	Envolvente de Di...	2.96	5.2944	1.814E-05	2.3071
	Piso1	B1	80	Envolvente de Di...	3.42	7.2815	1.814E-05	1.0425
	Piso1	B1	80	Envolvente de Di...	3.88	9.3277	1.814E-05	-0.2905

Fuente: Software ETABS 2016

Se obtuvieron Cortante máxima y momento máximo del programa etabs después de haber corrido el modelo de la estructura con toda las asignaciones de materiales y las combinaciones de cargas.

Base Reactions

2 de 2 Reload Apply

	Load Case/Combo	FX tonf	FY tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m
	CSxx Max	66.9771	1.2363	11.7803	643.5299	534.0548
▶	CSyy Max	1.2363	67.6411	651.4118	11.8069	191.2715

Fuente: Software ETABS 2016

Después de haber añadido el factor de corrección con una nueva combinación de carga nos grafica nuevas cortantes para el caso de Sismo dinámico en ambas direcciones (Csxx y CSyy).

Modal Periods and Frequencies

15 de 15 | Reload Apply

Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	Circular Frequency	Eigenvalue rad²/sec²
Modal1	1	0.595	1.68	10.557	111.4497
Modal1	2	0.565	1.77	11.1189	123.6303
Modal1	3	0.395	2.53	15.8992	252.786
Modal1	4	0.154	6.507	40.8856	1671.6292
Modal1	5	0.149	6.726	42.2626	1786.1242
Modal1	6	0.098	10.174	63.927	4086.659
Modal1	7	0.068	14.645	92.0199	8467.6681
Modal1	8	0.067	14.854	93.3285	8710.2141
Modal1	9	0.043	23.196	145.7473	21242.2846
Modal1	10	0.041	24.339	152.926	23386.3472
Modal1	11	0.041	24.454	153.6509	23608.6011
Modal1	12	0.031	32.406	203.6157	41459.3435
Modal1	13	0.031	32.418	203.6891	41489.2526
Modal1	14	0.026	38.09	239.3277	57277.7503
Modal1	15	0.02	49.775	312.7447	97809.2409

Fuente: Software ETABS 2016

En la imagen se representa los modos de vibración por cada nivel de la estructura según la normativa peruana menciona que por cada nivel se tiene que dar 3 tipos de modos de vibración.

Modal Participating Mass Ratios

14 de 15 | Reload Apply

Case	Mode	Period sec	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RX	RY	RZ
Modal1	1	0.595	0.0006	0.737	0.0006	0.737	0.2947	0.0002	0.0003
Modal1	2	0.565	0.7293	0.0005	0.7299	0.7375	0.0002	0.2838	0.0126
Modal1	3	0.395	0.0149	0.0004	0.7448	0.7379	0.0001	0.0039	0.714
Modal1	4	0.154	0.0001	0.1616	0.7448	0.8995	0.4367	0.0001	0.0001
Modal1	5	0.149	0.1562	3.585E-05	0.901	0.8995	0.0001	0.4467	0.0013
Modal1	6	0.098	0.0005	0.0001	0.9015	0.8996	0.0002	0.0023	0.1713
Modal1	7	0.068	1.44E-05	0.0634	0.9015	0.963	0.1537	3.586E-05	2.16E-05
Modal1	8	0.067	0.0618	1.303E-05	0.9633	0.963	2.987E-05	0.149	0.0001
Modal1	9	0.043	0.0001	2.328E-05	0.9634	0.963	0.0001	0.0002	0.0642
Modal1	10	0.041	4.461E-05	0.0283	0.9635	0.9913	0.0873	0.0001	1.024E-05
Modal1	11	0.041	0.0279	4.19E-05	0.9914	0.9914	0.0001	0.0868	0.0001
Modal1	12	0.031	0.0069	0.0017	0.9983	0.9931	0.0053	0.0214	6.599E-06
Modal1	13	0.031	0.0017	0.0069	1	1	0.0214	0.0053	5.749E-07
Modal1	14	0.026	6.583E-07	4.843E-06	1	1	1.551E-05	5.188E-07	0.0278
Modal1	15	0.02	9.324E-07	1.907E-06	1	1	5.895E-06	3.415E-06	0.0082

Fuente: Software ETABS 2016

Se puede visualizar la participación de la masa en las direcciones X, Y y Z para cada modo de vibración siendo UX el desplazamiento en la dirección x, y RZ rotación en el eje Z.

Story Forces

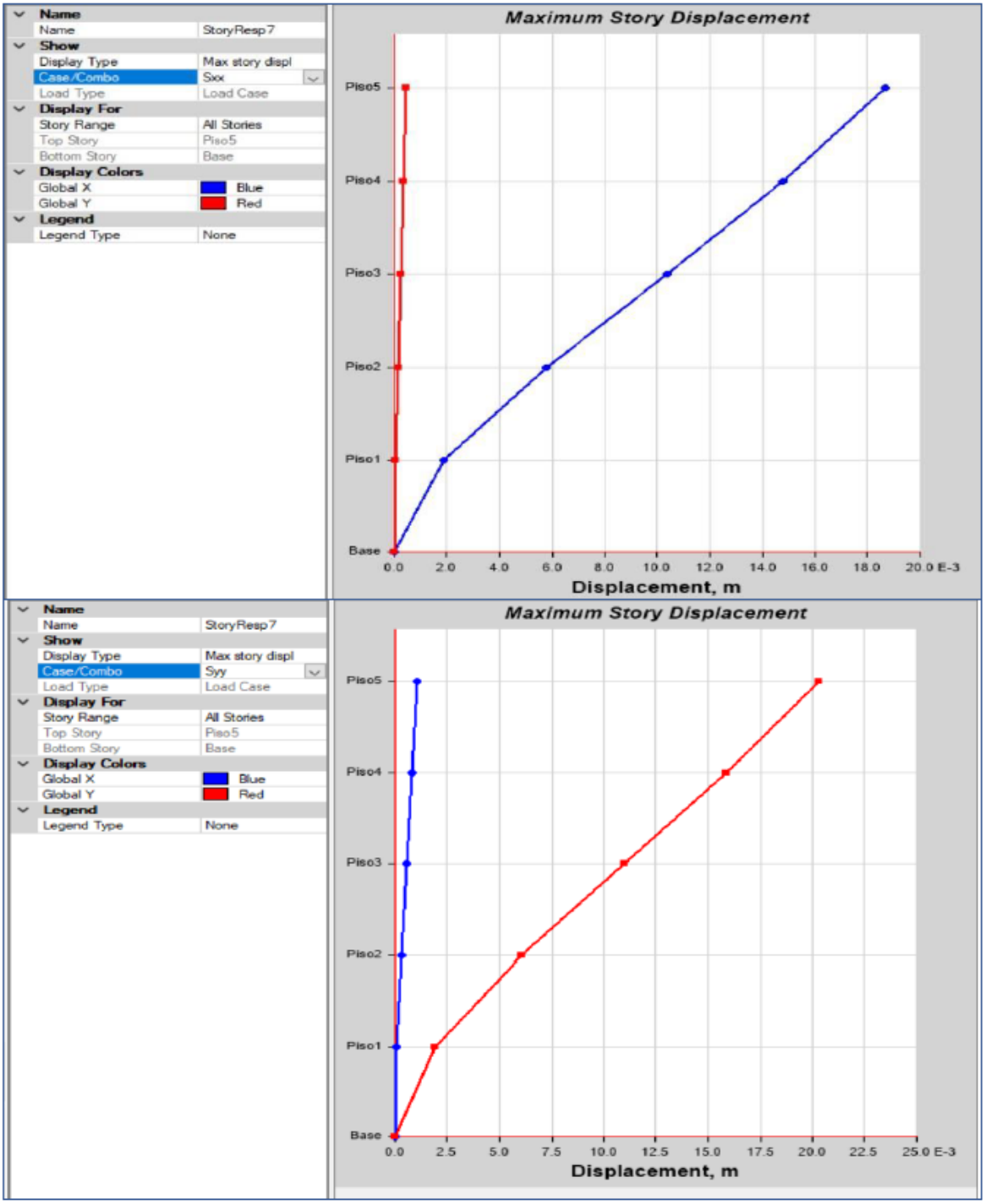
5 de 5 | Reload Apply

Story	Load Case/Combo	Location	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Piso5	CSxx Max	Bottom	20.3793	0.3777	163.6687	1.0199	55.024
Piso4	CSxx Max	Bottom	40.0932	0.8115	318.9859	2.9325	161.5223
Piso3	CSxx Max	Bottom	54.3099	1.0934	431.5865	5.5783	304.7212
Piso2	CSxx Max	Bottom	63.2712	1.2211	503.4762	8.6293	470.7573
Piso1	CSxx Max	Bottom	66.9771	1.2363	534.0548	11.7803	643.5299

Story	Load Case/Combo	Location	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Piso5	CSyy Max	Bottom	0.3808	20.7732	58.687	56.0877	1.0281
Piso4	CSyy Max	Bottom	0.8141	40.7021	115.1629	164.2062	2.947
Piso3	CSyy Max	Bottom	1.0951	54.9879	155.348	309.1721	5.600...
Piso2	CSyy Max	Bottom	1.2218	63.9496	180.629	476.9534	8.6548
Piso1	CSyy Max	Bottom	1.2363	67.6411	191.2715	651.4118	11.80...

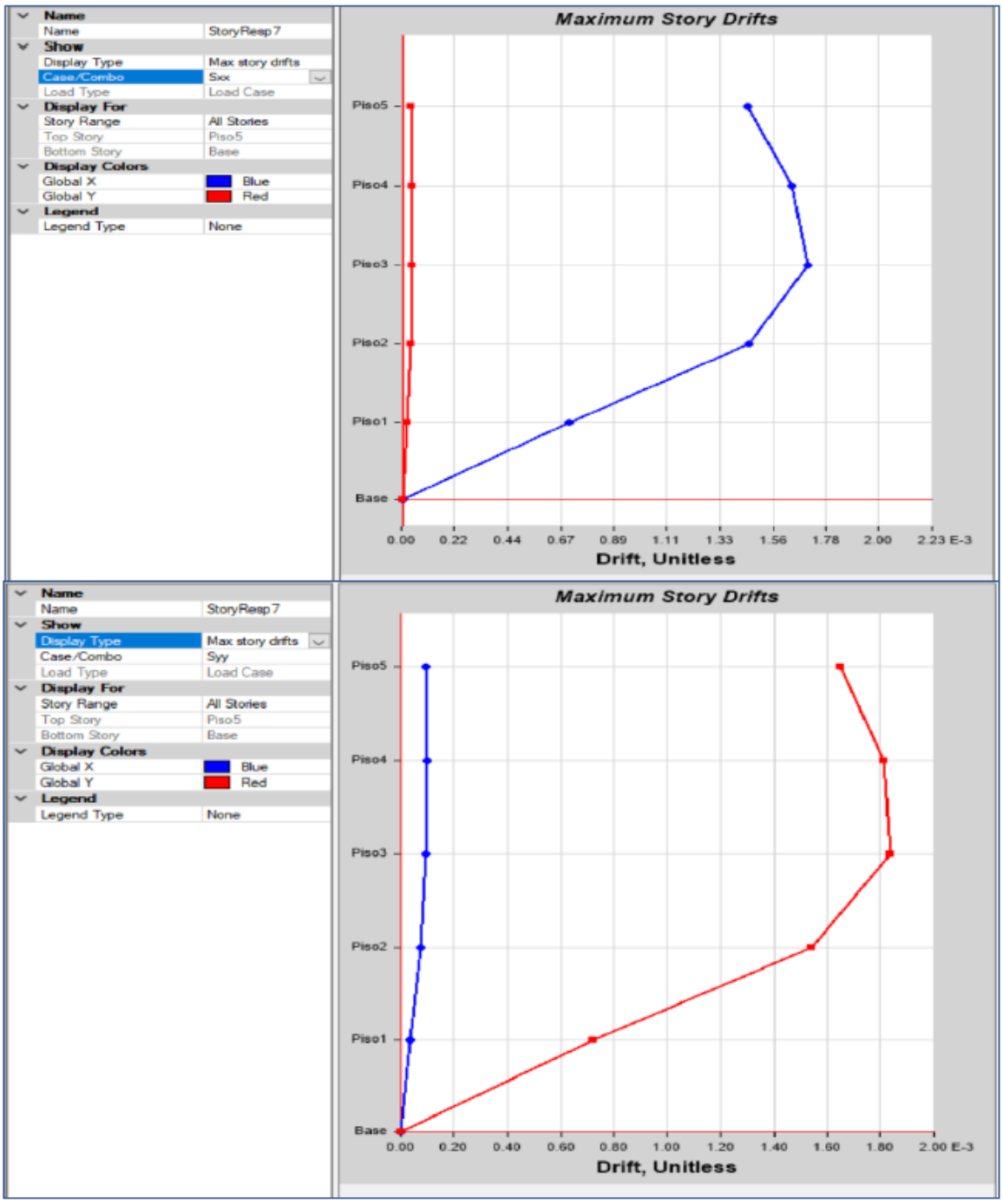
Fuente: Software ETABS 2016

Se observa la cortante para cada nivel de la estructura y también para ambos casos tanto para caso CSxx y para CSyy.



Fuente: Software ETABS 2016

Se gráfica los desplazamientos por cada nivel en caso sismo CSxx caso sismo Csyy tal y como se puede observar en la representación gráfica.



Fuente: Software ETABS 2016

Se gráfica máximas derivas por cada nivel en caso sismo Csxx y Csyy tal y como se puede observar en la representación gráfica

4.1. DISEÑO DEL ENCAMISADO

- **CÁLCULO DEL REFUERZO**

El refuerzo debe resistir por sí mismo la totalidad de las cargas. Para columnas sometidas a compresión axial.

$Ac = (br\ x\ hr)x(b\ x\ h)$

$Ac = (0.40\ x\ 0.40)x(0.25\ x\ 0.25)$

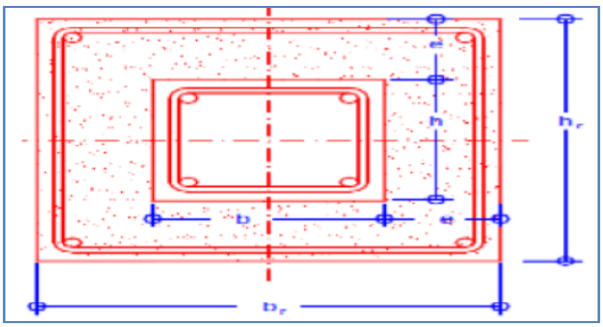
$Ac = 0.0975m$

$Ac = (b + 2e)x(h + 2e) - (h\ x\ h)$

$Ac = (0.25 +$

$2\ x\ 0.075)\ x\ (0.25 +$

$2\ x\ 0.075) -\ (0.25\ x\ 0.25)$



Fuente: Pérez J. (2014, p.11)

$Ac = 03075m$

$Ac = 4e2 + 2e\ x\ (b + h)$

$Ac = 03075m$

Donde

Ac = Área de la camisa

B y h= Sección del elemento sin encamisar

E= Ensanche de la camisa que va tener la nueva sección (7.5cm)

Br y hr = Sección Nueva de la columna

Donde: Ac = Área de la camisa El hormigón ha de resistir al menos la mitad del esfuerzo axial.

$$\frac{pn}{2} = 0.85\ fcc\ x[4e2 + 2e\ x\ (b + h)]$$

Para determinar el acero se emplea la siguiente formula:

$Pn = 0.85 * Ac * fcc + Ast * fy$

$Pn = 68.39tn$

CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DEL ENCAMISADO

- f'c del concreto a los 14días: 225 kg/cm2
- Área transversal de columna encamisada: a=40 cm; b= 40 cm; área = 1600 cm2

- Área de encamisado: $Ac = (40\ x40) - (25\ x\ \ 25) = 975cm2$
- Altura de columna: 270 cm
- Recubrimiento: 4cm
- Carga axial: 59.17 Ton
- Apoyo en la base: empotramiento perfecto

CÁLCULO DEL ÁREA DE ENCAMISADO

Las normas ACI nos indican: ØPn > Pu

Rn: Resistencia de diseño

Pu: Resistencia requerida

Si: Pu =59.17 Ton=59170 kg.

Pn = Pu / 0.520 Pn = 113788.46 kg

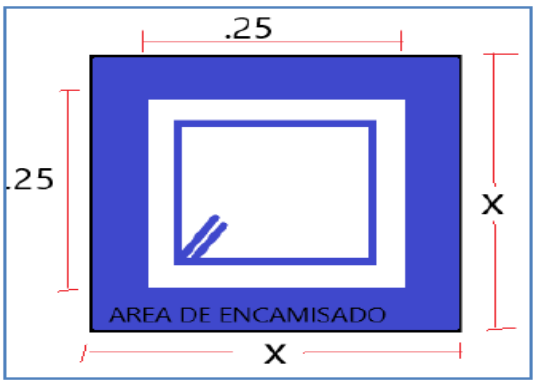
Como el hormigón ha de resistir al menos la mitad del esfuerzo axial, tenemos:

$\frac{pn}{2} = 0.85\ fcc\ xAc$

$\frac{113788.46}{2} = 0.85\ x225\ x\ Ac$

$Ac = 297.49cm2$

Sección de columna



Área de encamisado:

$Ac = (X\ x\ X) - (25\ x\ 25)$

$Ac = (X2) - 625cm2$

Reemplazando Ac, tenemos:

$X2 - 625 = 297..49cm2$

$X2 = 922.49$

$X = 30..37cm \approx\ 31cm$

X = 0.40 m (se optó por usar por proceso constructivo)

Entonces:

Ac = 1600 cm2

CÁLCULO DEL REFUERZO LONGITUDINAL

Para determinar el acero se emplea la siguiente formula:

$$Pn = 0.85\ x\ Ac\ x\ fcc + Ast\ x\ fy$$

$$113788.46 = 0.85\ x\ 275\ x\ 225 + Ast\ x\ 4200$$

$$Ast = 2.24cm2$$

Comparación con la cuantía mínima para encamisados:

0.030 ≤ ρ ≤ 0.06 ρmin = 0.030

$$pmin = \frac{Ast}{A\ Encamisado}$$

$$0.030 = \frac{Ast}{275}$$

Ast min = 8.25 cm2

CÁLCULO DE ACERO TRANSVERSAL

CÁLCULO DE ACERO POR CONFINAMIENTO Según el RNE:

S máx.= 16 *ØLONGITUDINAL = 25.44 cm

S máx.= 48 *ØESTRIBOS = 45.6 cm

S máx.= Menor dimensión transversal = 40 cm

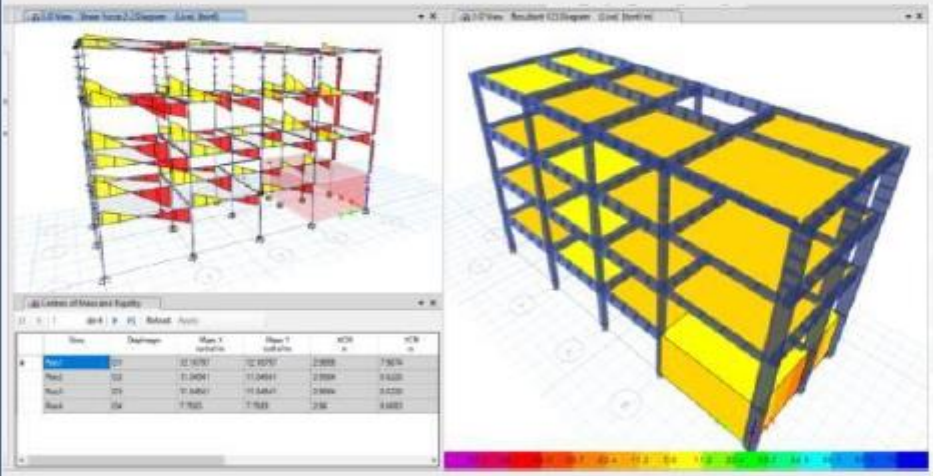
Por lo tanto, la distribución será: ØESTRIBOS = 3/8”

2φ3/8” @ 5cm+2φ3/8” @ 10cm/Cada extremo+ Rest@25cm

ANEXO 5:

PROCEDIMIENTOS DE CÁLCULO DEL REFORZAMIENTO CON FRP

Memoria descriptiva de reforzamiento con fibra de carbono FRP



Normas de diseño y construcción con FRP

ACI 440.1R-15
Guide for the Design and Construction of Structural concrete Reinforced with FRP Bars.

ACI 440.2R-17
Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures

San Juan de Lurigancho 2020

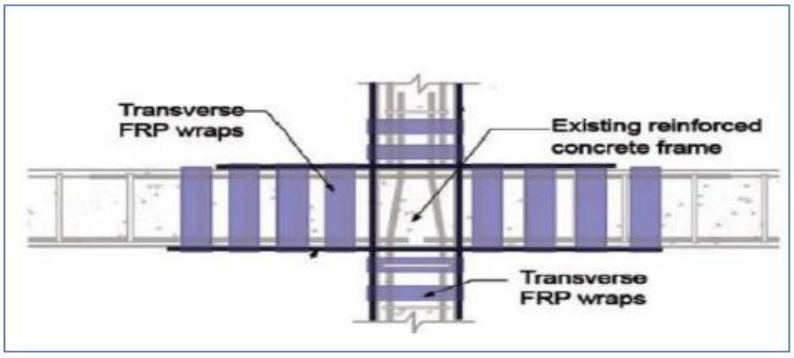
1. Definiciones:

Reforzamiento Estructural

De acuerdo a (Belisario) un reforzamiento de una estructura se hace para incrementar la serviciabildiad y la capacidad de carga. Esto se da cuando hay deficiencias ya sea en el diseño, proceso constructivo además cuando va requerir nuevas solicitaciones de cargas es decir cambio de uso, o ampliación de la edificación (incremento de niveles), también se refuerza cuando hay patologías estructurales.

Fibra de Carbono:

Según (Gaytán) la fibra de carbono es un material compuesto que está conformado por finos filamentos; donde cada uno de estos componentes juega un papel muy importante para que dicho compuesto haiga adherencia de una forma correcta ente concreto existente y la fibra de carbono.

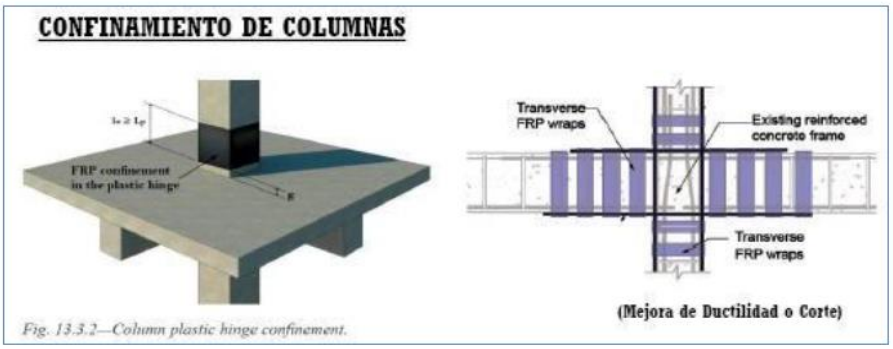


Fuente: Curso reforzamiento estructural con FRP, dictado por el Ing. Jorge Bazán

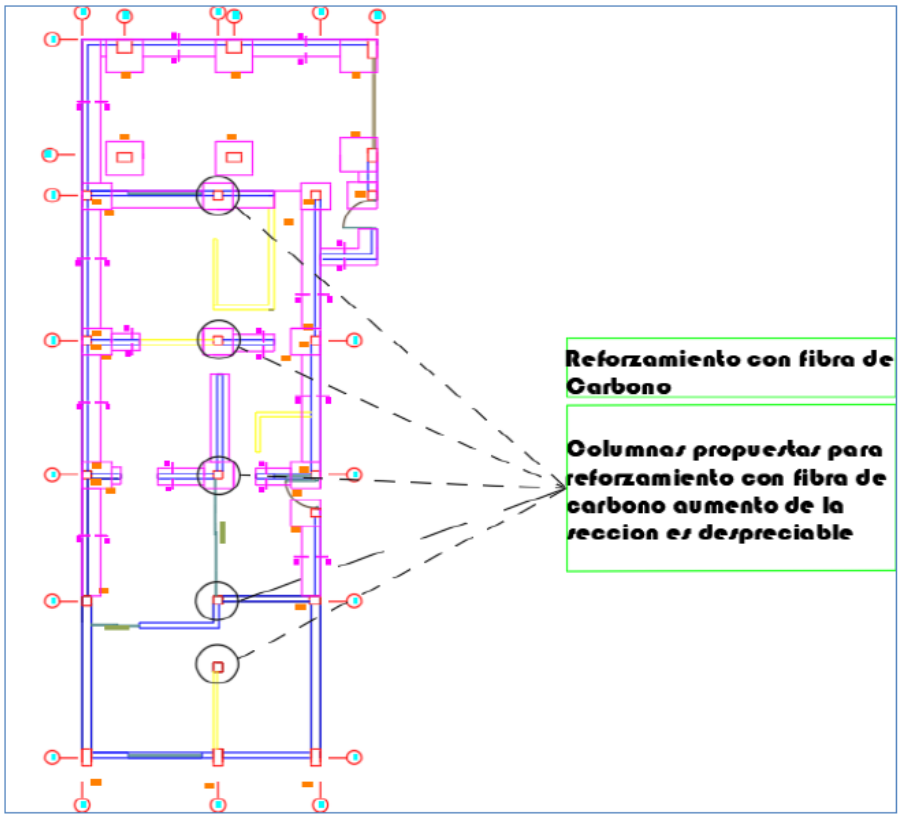
2. Propuesta de reforzamiento para columnas con FRP

La propuesta de Reforzamiento estructural es consecuencia de la previa evaluación estructural y el deseo de los dueños de ampliar dos pisos más sobre la edificación existente, cuyas dimensiones son 20 m largo x 7.5m de ancho, con fachada a ambos lados por ubicarse en esquina de la calle 1 con la calle los granados la propiedad tiene un área acumulativa de 150m2, donde el área techada es de 138.08m2, además Consta de un sótano una escalera por nivel, en cada nivel existen dormitorios. En el proyecto tenemos columnas perimetrales en ambas direcciones. El sistema estructural se puede asumir como aporticado por la dirección “X” y de

albañilería confinada en la dirección “Y” para efectos de la ampliación se planteó placas entre los ejes (A-6; 2-A; C-6; 2-C) se hizo con la finalidad de absorber un porcentaje mayor de la cortante al sismo en ambas direcciones además de proveerle más rigidez a la estructura. Así mismo el confinamiento con FRP de las columnas ya identificadas deben ser diseñadas por tracción y corte para las solicitaciones que la ampliación demande.

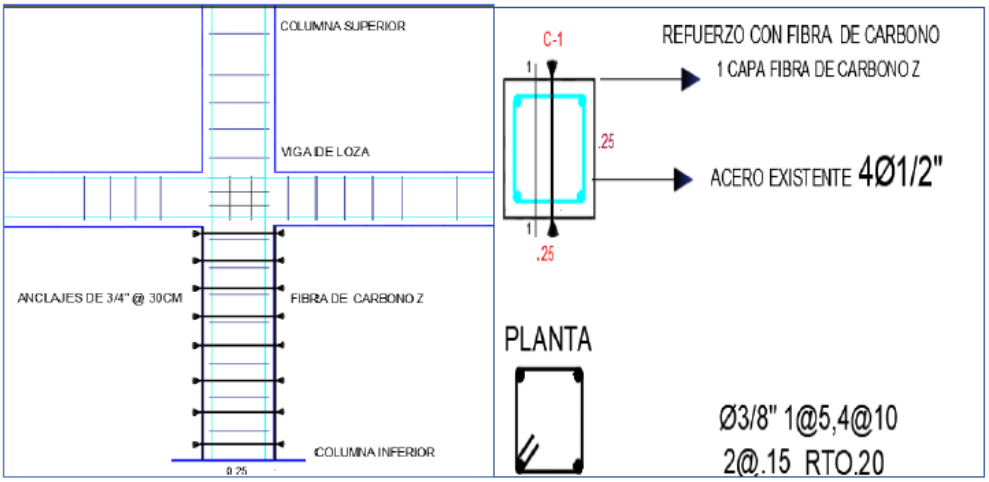


Plano de planta determinando columnas a reforzar



Fuente: Elaboración propia

Se puede visualizar el plano donde se va aplicar la técnica de reforzamiento con fibra de carbono a las 5 columnas propuestas para el reforzamiento cuyas dimensiones es de 25 x 25; se va añadir una capa de fibra de carbono z después de haber perfilado todos los bordes exteriores de la cara de columna para que pueda tener un mejor confinamiento.



Fuente: Elaboración propia

3. Recomendaciones del ACI 440.2R -17

Cálculo de la resistencia del concreto reforzado $f_{cc}{}'$ con CFRP según la siguiente ecuación:

Concreto reforzado

$$f_{cc}{}' = f_c{}' + \psi_f \, 3.3 \, K_a \, f_l$$

Máxima resistencia del concreto reforzado

$$f_l = 2 \, E_f \, n \, t_f \, \varepsilon_{fe} \, / D$$

Deformación máxima del CFRP

$$\varepsilon_{fe} = K_\varepsilon \, \varepsilon_{fu}$$

Datos para el cálculo ACI 440.2R -17

ψf = 1

Ka = 1 (sección circular)

$K\varepsilon$ = 0.55

εfu = 0.55 εfu

Datos de la muestra del concreto

Diámetro D: 7.4cm

Altura h: 14.3cm

f'c: 102kg/cm2

Datos de la Fibra de Carbono (CFRP)

Módulo de elasticidad Ef. = 2320129.6kg/cm2

Numero de capas n: 1

Espesor de la capa tf: = 0.165cm

Resistencia a la tracción f*fm: = 34 670.35 Kg/cm2

Tensión de ruptura E*fu: 0.00202mm/mm

Reemplazando valores, se tiene que:

$$fl = \frac{2\left(2320129.6\frac{kg}{cm2}\right) x\ 2\ x\ (0.165cm)\ x\ (0.55\ x\ 0.00202\frac{mm}{mm})}{7.4cm}$$

fl = 95.03 $kg\ cm2$

Conociendo la resistencia de la muestra reforzada, a saber:

$f´cc$ = 102 $kg\ cm2$ + 1 x 3.3 x 1 x 95.03 $kg\ cm2$

$f´cc$ =481.33 $kg\ cm2$ (factor de compresión de concreto confinado)

El resultado obtenido **481.33kg/cm2** similar a la resistencia obtenida en el ensayo realizado en laboratorio de la muestra cilíndrica reforzada con fibra de carbono que fue de **501.00kg/cm2**. Con lo cual se comprobaría que el reforzamiento de las muestras cilíndricas de concreto reforzadas con CFRP bidireccional adheridas externamente con resina epóxica y verificado por la

norma ACI 440 2R 17 elevan la resistencia del concreto. Con ayuda del programa Excel, se realizaron los cálculos para las demás muestras reforzadas obteniéndose resistencia del concreto reforzada (fcc'), similares a las muestras ensayadas en el laboratorio.

Datos de las Muestras Cilíndricas		
Diámetro	7.4	cm
Altura	14.3	cm
f´c	102	Kg/cm2
Datos de la Fibra de Carbono		
Resistencia a la tracción f*fm	34670,35	Kg/cm2
Tensión de ruptura	0.0165	mm/mm
Módulo de Elasticidad Ef.	2320129.6	Kg/cm2

Fuente: Elaboración propia

Luego se contrasto los resultados teóricos con los obtenidos en laboratorio de la empresa Control de calidad del Concreto: ensayos a compresión de diamantinas extraídas confinadas con CFRP. Adheridas con epox gel Z.

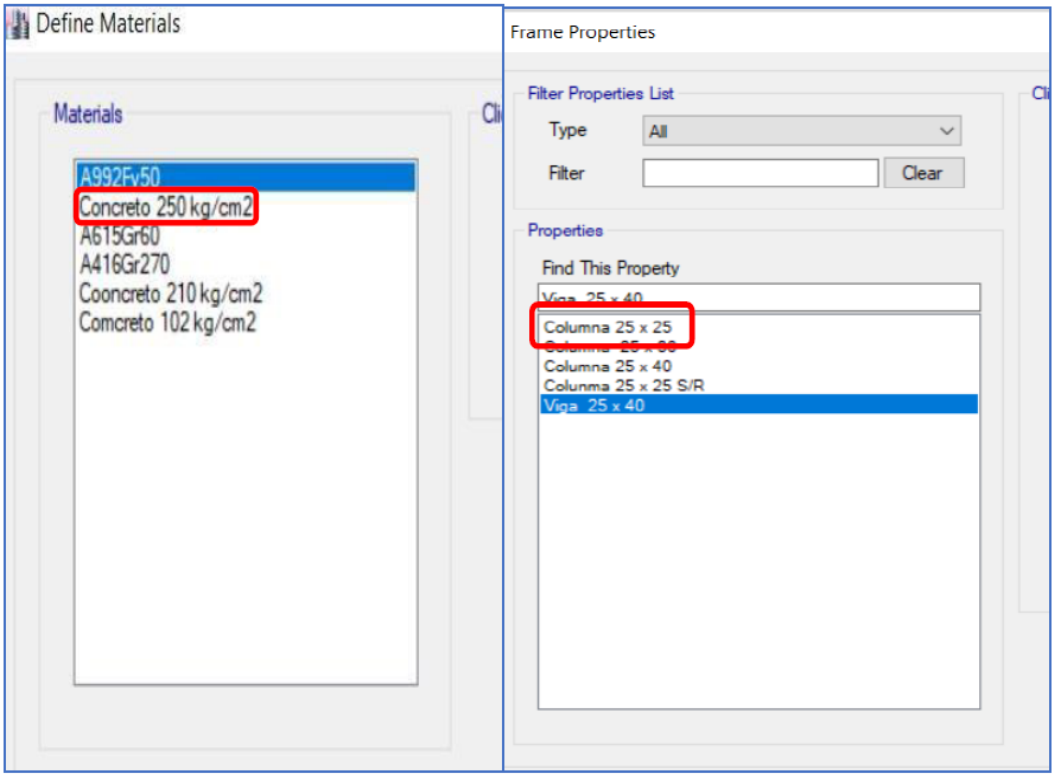
N° Capas de CFRP	Deformación efectiva de la fibra de carbono	Espesor de la fibra de carbono	Presión o esfuerzo ultimo de confinamiento	Resistencia del Concreto	Resistencia Obtenidas		
	Ɛfe	tf	fi	f'c	ACI 440 2R 17 f'cc	Laboratorio	Diferencia Porcentual
(n)	cm	cm	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	%
1	0.009185	0.165	95.03	102	481.33	506	-5.13
1	0.009185	0.165	95.03	102	481.33	525	-9.07
1	0.009185	0.165	95.03	102	481.33	472	1.94

Fuente: Elaboración propia

La tabla muestra los resultados obtenidos del laboratorio de ensayos de materiales y los calculados aplicando la norma ACI 440 2R 17. De acuerdo con los experimentos y cálculos realizados para conocer la efectividad del CFRP, podemos concluir que la aplicación de Fibra de Carbono en las muestras de concreto circulares si aumenta la resistencia a la compresión del concreto.

4. Modelo para análisis en Etabs 2016

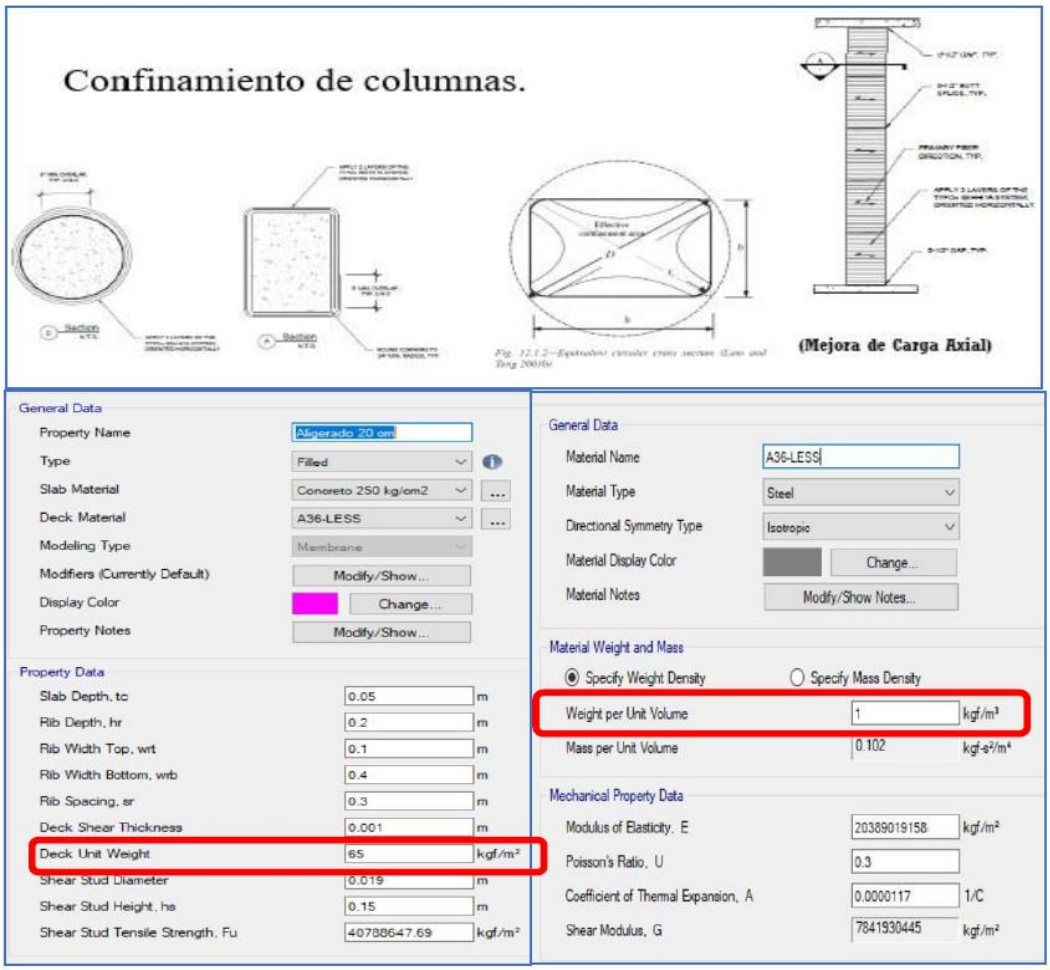
Asignación de materiales



Fuente: Elaboración propia

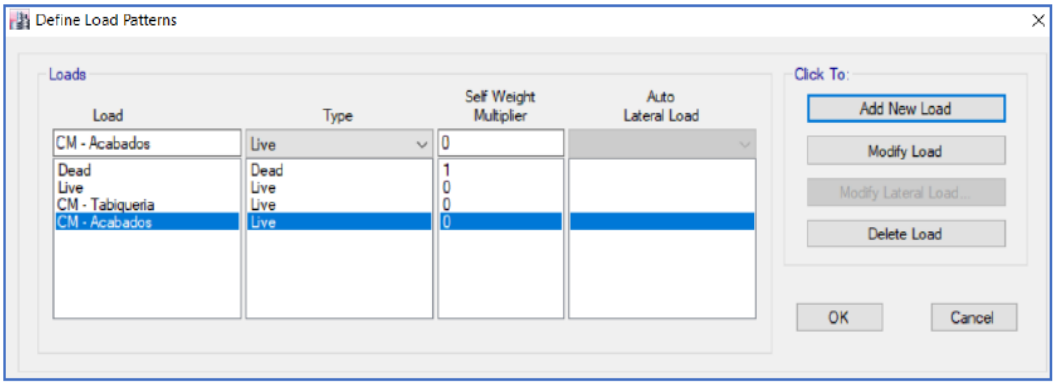
Asignación de f´c sacado después de haber hecho el encamisado a una diamantina con fibra de carbono logro aumentar de una resistencia de 102 kg/cm2 a una resistencia de concreto de 501 kg/cm2, y ´por último creación de las diferentes secciones de elementos estructurales (vigas y columnas).

Tipos de confinamiento con FRP



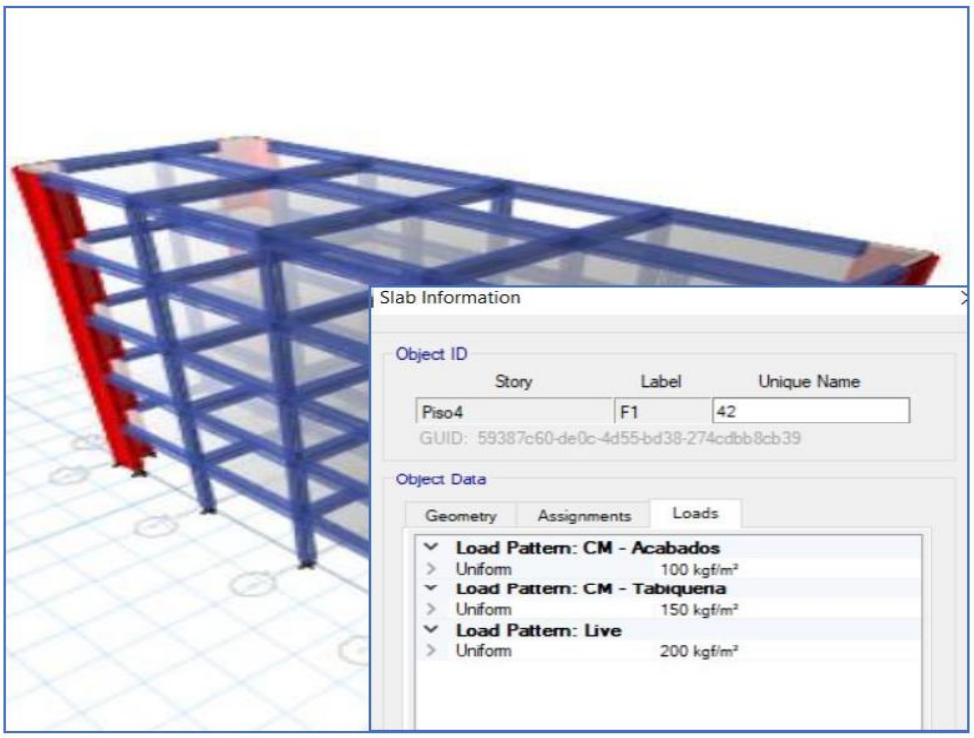
Fuente: Elaboración propia

Para losa aligerada de 20 cm en una dirección, considerando el peso por cada metro cuadrado.



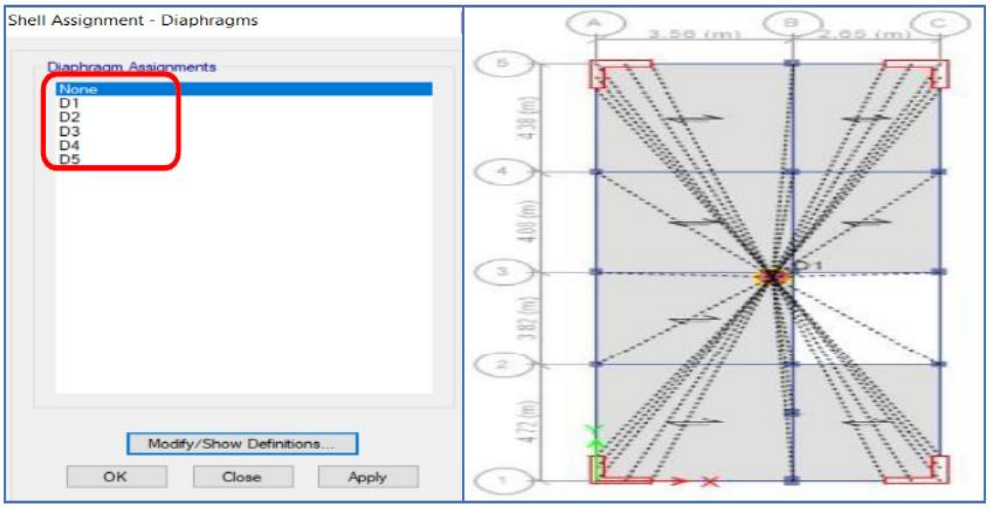
Fuente: Software ETABS 2016

Se visualiza las definiciones de patrones de carga muerta (acabados y tabiquería) y carga viva.



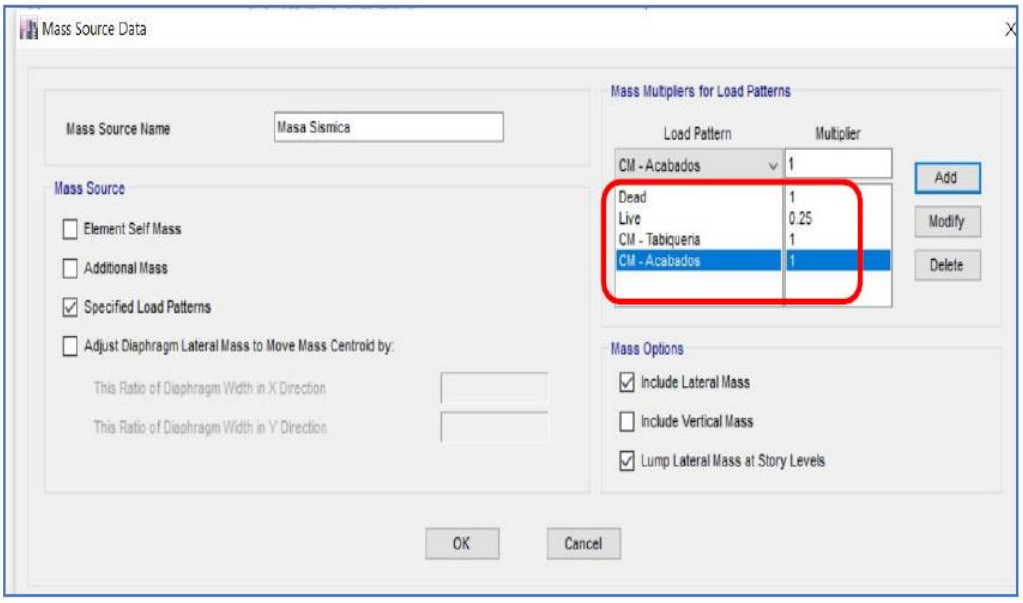
Fuente: Software ETABS 2016

También la asignación de cargas para la estructura por cada nivel; se consideró 200 kg/m2 para carga viva y 100 kg/m2 para acabados y 150 kg/m2 para tabiquería.



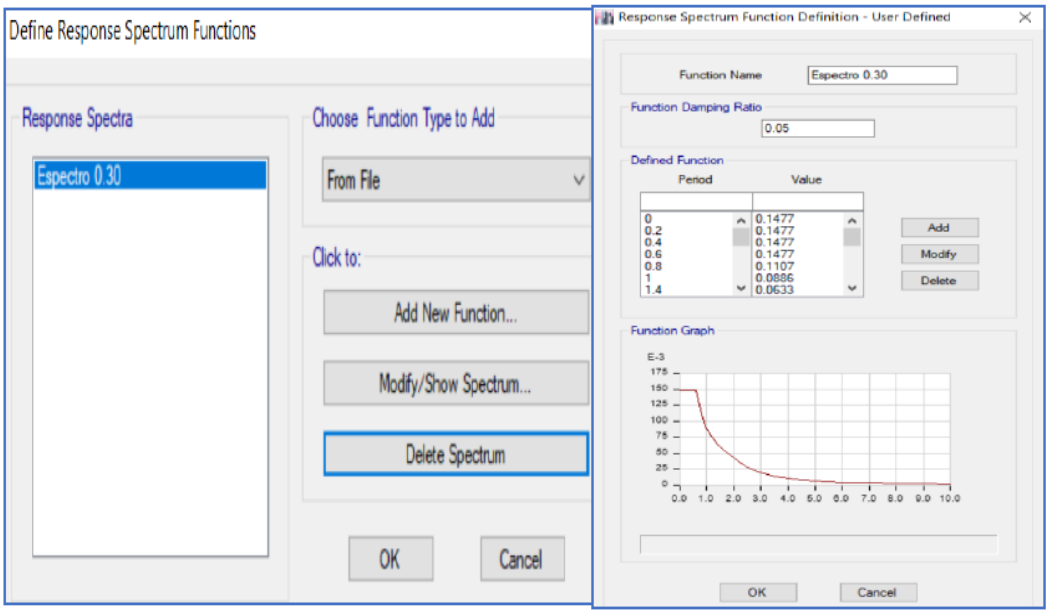
Fuente: Software ETABS 2016

Para aplicar la carga sísmica en el centro de masa se debe definir los diafragmas para cada nivel de la estructura.



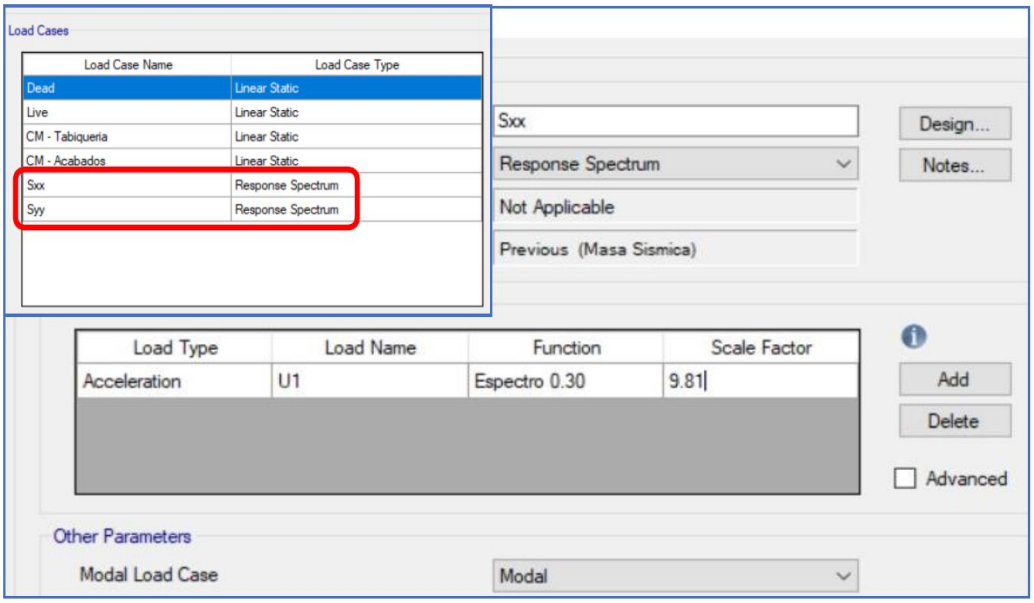
Fuente: Software ETABS 2016

Se especifico los patrones de carga para poder añadirlo manualmente, se ingresaron valores como 100% para la carga muerta y el 25% para la carga viva tal y como lo indica 0.30 RNE.



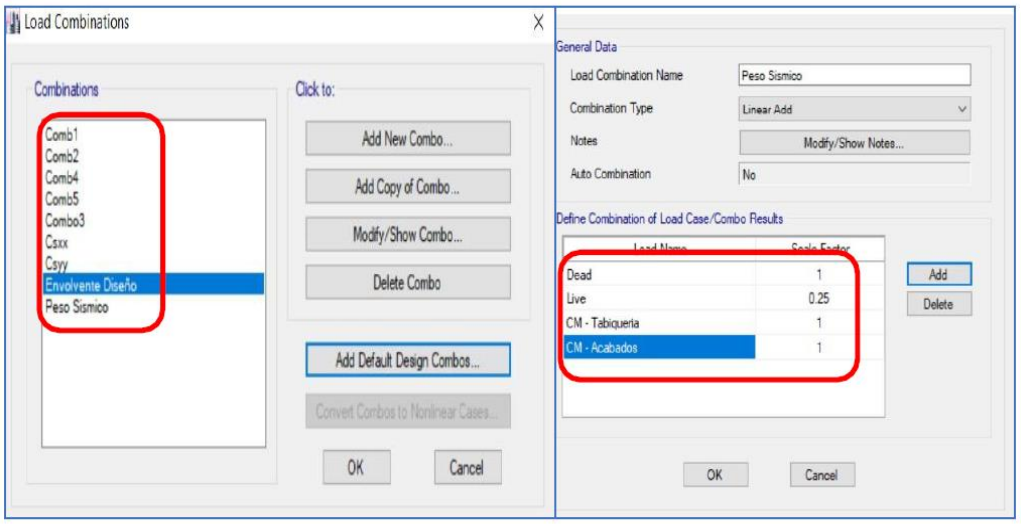
Fuente: Software ETABS 2016

Para ingresar el espectro de respuestas, todos los valores fueron calculados previamente siguiendo los parámetros de la normativa peruana para luego cargar al software.



Fuente: Software ETABS 2016

Se ingresa la carga espectral que ha sido definido con el espectro de respuesta que posteriormente ha sido aplicada a ambas direcciones tanto como en “X” y “Y”.



Fuente: Software ETABS 2016

Se añadió las combinaciones de cargas y la envolvente de diseño, además de añadir una nueva combinación para obtener el peso de la estructura.

Base Reactions

1 de 1 Reload Apply

	Load Case/Combo	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-mm	MY tonf-mm
▶	Peso Sismico	0	0	593.4251	5104898.38	-1781533.89

Fuente: Software ETABS 2016

El peso de la estructura es resultante de la combinación de carga, en este caso el valor efectuado es de 593.42 tnf.

Base Reactions | Story Forces

1 de 2 Reload Apply

	Load Case/Combo	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m
▶	Sxx Max	65.6312	1.2266	0	12.0829	631.4627	572.4426
	Syy Max	1.2266	62.4377	0	600.6496	12.0991	174.8422

Fuente: Software ETABS 2016

Representa la cortante en la base en ambas direcciones, en este caso para el Sxx sale un valor de 65.63tonf y para Syy un valor de 62.44 tonf.

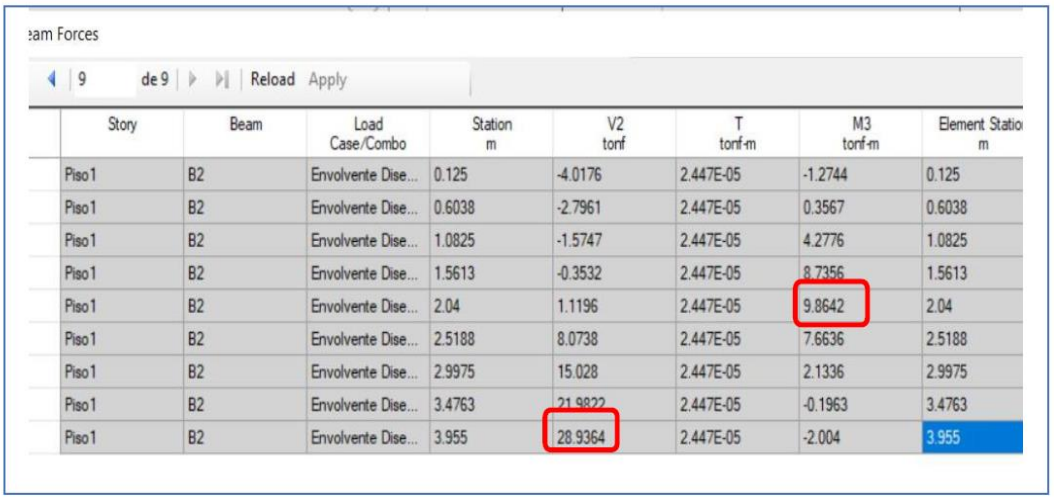
Column Forces

3 de 3 Reload Apply

	Column	Load Case/Combo	Station m	P tonf	V2 tonf	T tonf-m	M2 tonf-m	M3 tonf-m
	C11	Envolvente Dise...	0	-52.4167	0.842	0.0018	1.0251	1.1176
	C11	Envolvente Dise...	1.125	-52.2647	0.842	0.0018	0.2509	0.1802
▶	C11	Envolvente Dise...	2.25	-52.1126	0.842	0.0018	0.8821	0.6691

Fuente: Software ETABS 2016

Se grafica el peso de la columna C11 en el eje b entre 3-4 además de la cortante el momento y la torción ejercido al elemento estructural.



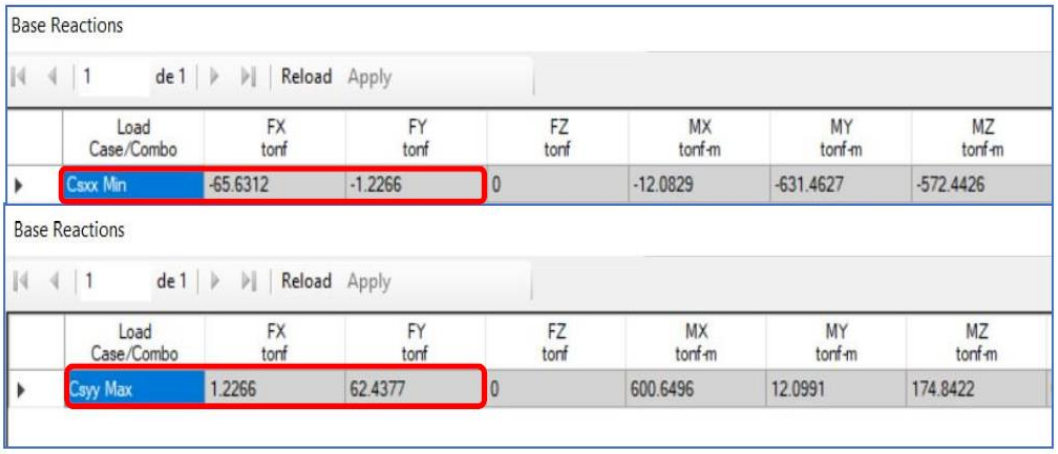
eam Forces

9 de 9 Reload Apply

Story	Beam	Load Case/Combo	Station m	V2 tonf	T tonf-m	M3 tonf-m	Element Statio m
Piso1	B2	Envolvente Dise...	0.125	-4.0176	2.447E-05	-1.2744	0.125
Piso1	B2	Envolvente Dise...	0.6038	-2.7961	2.447E-05	0.3567	0.6038
Piso1	B2	Envolvente Dise...	1.0825	-1.5747	2.447E-05	4.2776	1.0825
Piso1	B2	Envolvente Dise...	1.5613	-0.3532	2.447E-05	8.7356	1.5613
Piso1	B2	Envolvente Dise...	2.04	1.1196	2.447E-05	9.8642	2.04
Piso1	B2	Envolvente Dise...	2.5188	8.0738	2.447E-05	7.6636	2.5188
Piso1	B2	Envolvente Dise...	2.9975	15.028	2.447E-05	2.1336	2.9975
Piso1	B2	Envolvente Dise...	3.4763	21.9822	2.447E-05	-0.1963	3.4763
Piso1	B2	Envolvente Dise...	3.955	28.9364	2.447E-05	-2.004	3.955

Fuente: Software ETABS 2016

Se obtuvieron Cortante máxima y momento máximo de programa etabs después de haber corrido el modelo de la estructura con todas las asignaciones de materiales y las combinaciones de cargas.



Base Reactions

1 de 1 Reload Apply

Load Case/Combo	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m
Csxx Min	-65.6312	-1.2266	0	-12.0829	-631.4627	-572.4426

Base Reactions

1 de 1 Reload Apply

Load Case/Combo	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m
Csyy Max	1.2266	62.4377	0	600.6496	12.0991	174.8422

Fuente: Software ETABS 2016

Después de haber añadido el factor de corrección con una nueva combinación de carga nos grafica nuevas cortantes para el caso de Sismo dinámico en ambas direcciones (CSxx y Cs yy).

Modal Periods and Frequencies

1 de 15 Reload Apply

Case	Mode	Period	Frequency	Circular Frequency
Modal1	1	0.634	1.577	9.911
Modal1	2	0.594	1.683	10.5751
Modal1	3	0.411	2.435	15.3018
Modal1	4	0.16	6.244	39.2292
Modal1	5	0.155	6.456	40.5618
Modal1	6	0.1	10.011	62.9014
Modal1	7	0.07	14.319	89.9659
Modal1	8	0.069	14.477	90.9614
Modal1	9	0.043	23.199	145.7606
Modal1	10	0.042	23.941	150.4228
Modal1	11	0.042	23.983	150.6897
Modal1	12	0.031	31.79	199.7416
Modal1	13	0.031	31.866	200.219
Modal1	14	0.026	38.309	240.7051
Modal1	15	0.02	49.918	313.6418

Fuente: Software ETABS 2016

En la imagen se representa los modos de vibración por cada nivel de la estructura según la normativa peruana menciona que por cada nivel tiene que tener 3 tipos de modos de vibración.

Modal Participating Mass Ratios

15 de 15 Reload Apply

Case	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RZ	Sum RZ
Modal1	0.0005	0.7294	0.0005	0.7294	0.0006	0.0006
Modal1	0.7379	0.0005	0.7384	0.7299	0.0002	0.0008
Modal1	0.0002	0.0006	0.7386	0.7305	0.7213	0.7221
Modal1	0.0001	0.1676	0.7386	0.8981	0.0001	0.7222
Modal1	0.1618	0.0001	0.9004	0.8982	3.487E-05	0.7222
Modal1	2.771E-05	0.0001	0.9004	0.8982	0.177	0.8992
Modal1	2.075E-05	0.0645	0.9004	0.9627	2.708E-05	0.8992
Modal1	0.063	2.12E-05	0.9634	0.9627	1.094E-05	0.8992
Modal1	7.466E-06	1.97E-05	0.9634	0.9628	0.0648	0.964
Modal1	0.0002	0.0283	0.9636	0.9911	1.639E-05	0.964
Modal1	0.0278	0.0002	0.9914	0.9913	2.064E-06	0.964
Modal1	0.0085	2.465E-05	1	0.9913	1.68E-06	0.964
Modal1	2.431E-05	0.0087	1	1	1.473E-06	0.964
Modal1	4.705E-06	4.48E-06	1	1	0.0277	0.9918
Modal1	1.547E-06	1.398E-06	1	1	0.0082	1

Fuente: Software ETABS 2016

Se puede visualizar la participación de la masa en las direcciones X, Y y Z para cada modo de vibración siendo UX el desplazamiento en la dirección x, y RZ rotación en el eje Z.

Fuerzas cortantes por piso

Story Forces

5 de 5 Reload Apply

Story	Load Case/Combo	Location	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Piso5	Sxx Max	Bottom	20.165	0.3579	175.967	0.9664	54.4455
Piso4	Sxx Max	Bottom	39.3513	0.743	343.3606	2.964	158.9807
Piso3	Sxx Max	Bottom	53.2959	1.0189	465.0097	5.6978	299.4451
Piso2	Sxx Max	Bottom	62.0541	1.1762	541.3432	8.8506	462.2032
Piso1	Sxx Max	Bottom	65.6312	1.2266	572.4426	12.0829	631.4627

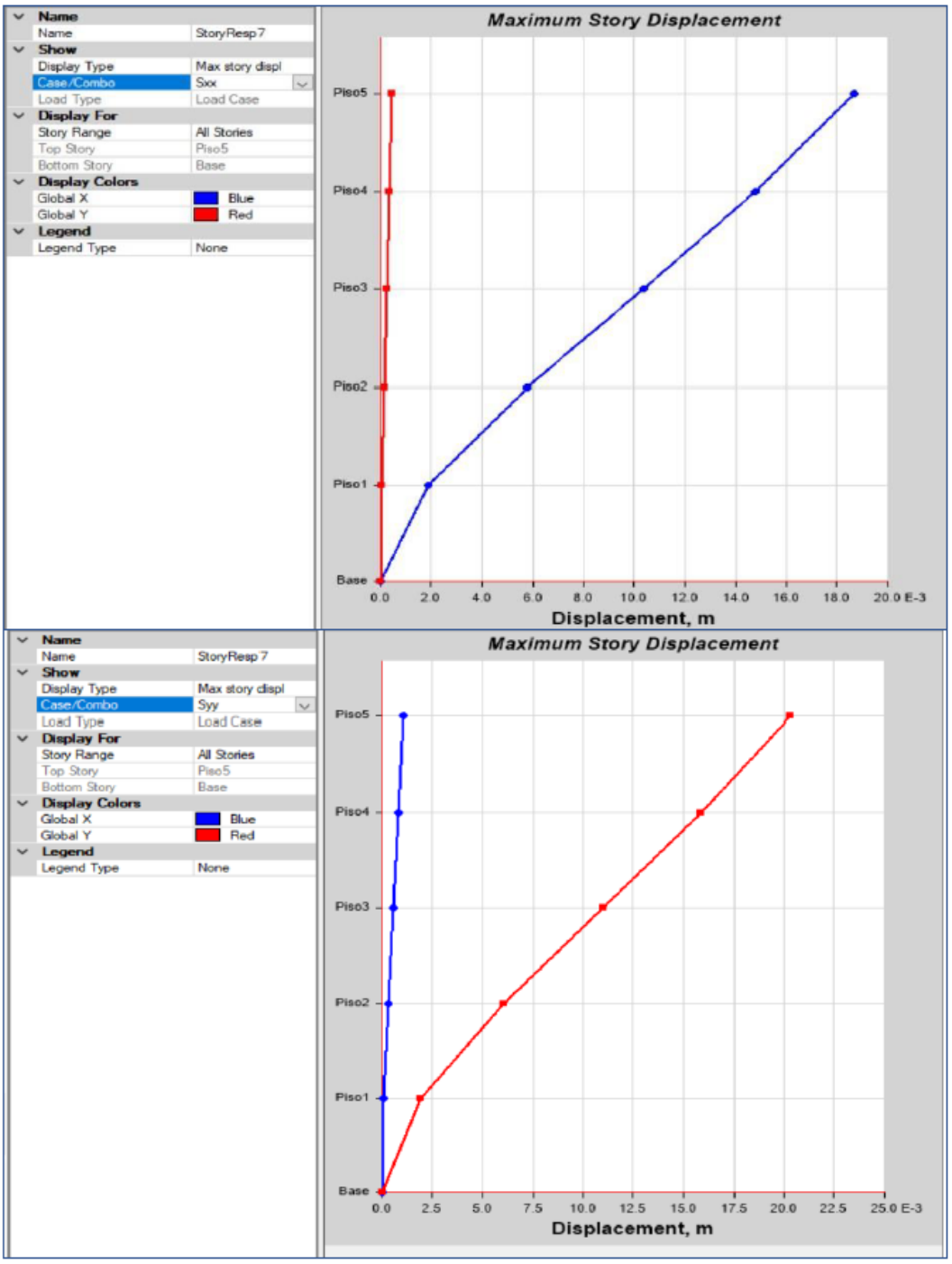
Story Forces

1 de 5 Reload Apply

Story	Load Case/Combo	Location	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Piso5	Syy Max	Bottom	0.3597	19.5867	55.0263	52.884	0.9712
Piso4	Syy Max	Bottom	0.7451	37.6875	105.3817	152.8223	2.9745
Piso3	Syy Max	Bottom	1.0202	50.7277	141.7465	286.0943	5.7121
Piso2	Syy Max	Bottom	1.1765	58.9893	164.9614	440.2007	8.8663
Piso1	Syy Max	Bottom	1.2266	62.4377	174.8422	600.6496	12.0991

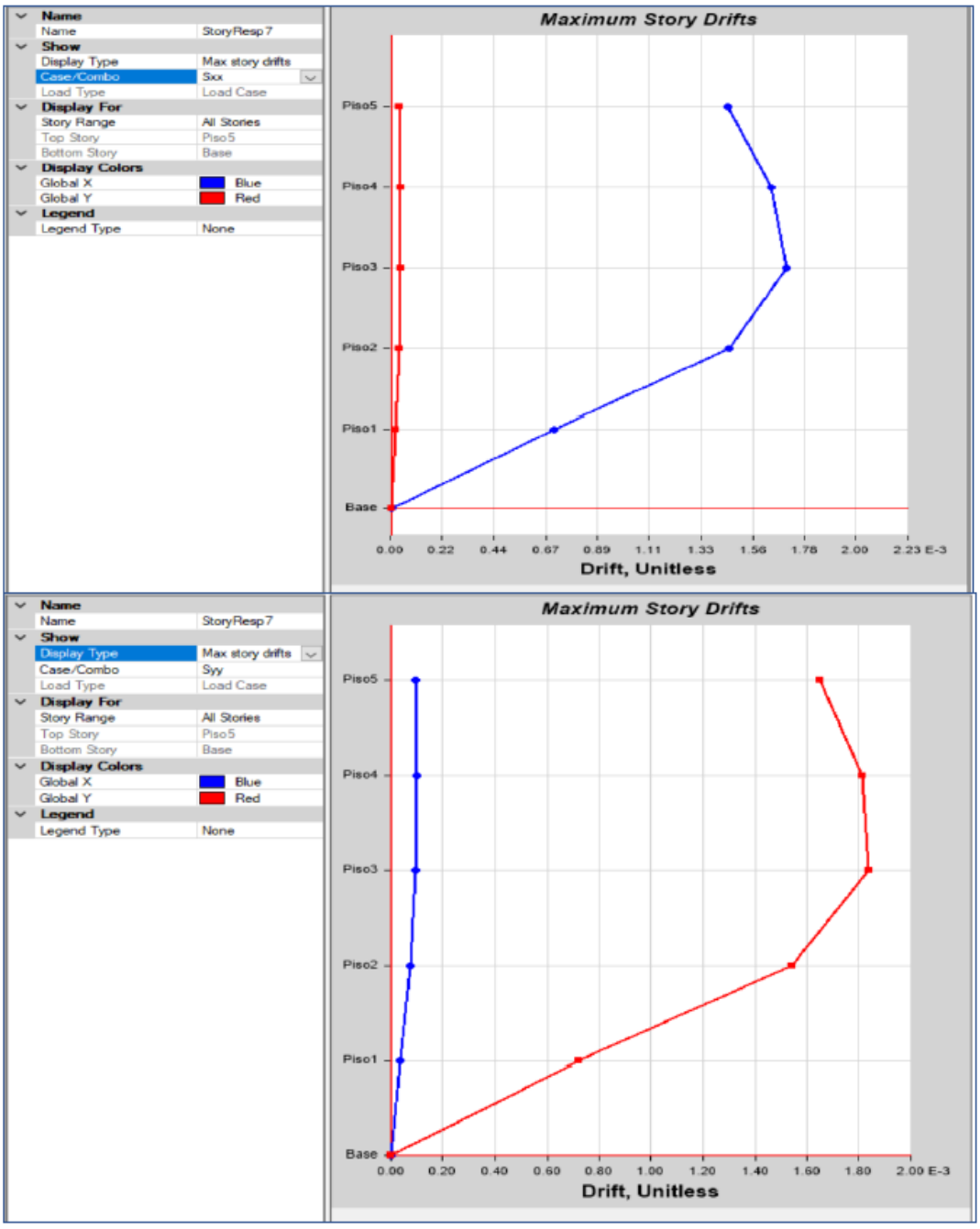
Fuente: Software ETABS 2016

Se observa la cortante para cada nivel de la estructura y también para ambos casos, tanto para caso Sxx y para Syy.



Fuente: Software ETABS 2016

Se gráfica los Desplazamientos por cada caso Sxx y Syy tal y como se puede observar en la representación gráfica.



Fuente: Software ETABS 2016

Se gráfica máximas derivas por cada nivel en caso sismo Sxx y Syy tal y como se puede observar en la representación gráfica.

5. Diseño de Columna - ACI 440. 2R 2017 (aporte y número de capas de FRP a usar)

Deformación efectiva

$$\varepsilon fe = Ke.\ \varepsilon fe$$

$$\varepsilon fe = Ke.\ \varepsilon fu \leq 0.004$$

Donde:

Ke: factor de eficiencia = 0.55.

εfu: Deformación última por condiciones ambientales = 0.013 cm. Según especificaciones técnicas.

CE: 0.95 factor ambiental se menciona en la tabla N° 10 (condiciones interiores)

Se debe calcular Los esfuerzos últimos que tendrá la fibra de carbono al ser aplicado a las columnas de concreto armado y multiplicadas por un factor de reducción debido a la condición de la exposición.

$$\varepsilon fu = Ce.\ \varepsilon fu$$

εfu = 0.013*0.95 = 0.01235 cm

$$\varepsilon fe = Ke.\ \varepsilon fe$$

εfe = 0.955*0.01235 = 0.0068

a) Esfuerzo último de confinamiento

$$fl = \frac{2\ x\ Ef\ x\ n\ x\ tf\ Efe}{D}$$

Ef: Modulo de elasticidad de Fibra de carbono Z= 232013kg/cm2

N: número de capas: 1 (se seleccione inicialmente 1 capa para probar el diseño).

Tf: espesor del tejido = 0.0068 cm (especificaciones técnicas del producto)

εfe: deformación efectiva = 0.165 cm

D: base de la columna = 25 cm

Cálculo de la Presión Máxima de confinamiento que produce la fibra de carbono en la Columna.

$$fl = \frac{2\ x\ 232013\ x\ 1\ x\ 0..1065\ x\ 0.0068}{25} = \mathbf{20.8}$$

b) Resistencia a la compresión con FRP

Este efecto Mejora la resistencia a compresión del hormigón y así tendremos una nueva resistencia a compresión de hormigón confinad

$$f´cc = f´c + \Psi f \times 3.3ka \times fl$$

Para columnas rectangulares de sección h x b: ka:(Ae/Ac) (b/h) 2, donde Ae/Ac define la relación entre el área de la sección de la columna efectivamente confinada por el FRP y el área de la sección de la columna sujeta a compresión.

$$\frac{Ae}{Ac} = \frac{1 - \left(\frac{b}{h}\right) x\ (h - 2rc)^2 + \left(\frac{b}{h}\right) x\ (h - 2rc)^2}{\frac{3Ag}{1 - pg}} - pg$$

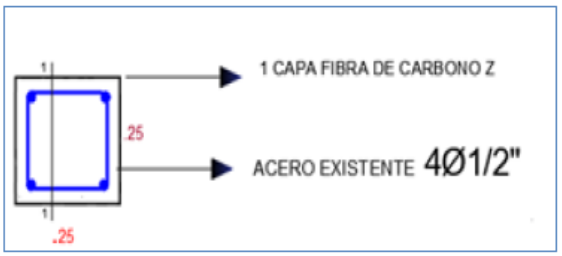
Donde Ag es el área bruta de la sección de la columna, rc es el radio de curvatura de la esquina redondeada de la columna y ρg es la relación del refuerzo longitudinal.

En la práctica una cuantía de refuerzo (ρg) de 0.003 es considerada la cuantía máxima que no reducirá la efectividad del confinamiento.

b: base de la columna = 25 cm

h: ancho de la columna = 25 cm

rc: radio de curvatura = 3 cm.



Para efecto de diseño se probará este radio para ver si llega a cumplir.pg: relación del refuerzo longitudinal = 0.003

$$\frac{Ae}{Ac} = \frac{1 - \left(\frac{25}{25}\right) x\ (25 - 2\ x3)^2 + \left(\frac{25}{25}\right) x\ (25 - 2\ x\ 3)^2}{\frac{3\ x\ 25\ x\ 25}{1 - 0.003}} - 0.003 = \mathbf{0.5}$$

$$ka = \frac{Ae}{Ac}\ (\frac{b}{h})^2$$

$$ka = 0.5\ x\ (\frac{25}{25})^2 = \mathbf{0.5}$$

Ψf: factor de reducción adicional recomendado por el ACI es igual a 0.95 Seguidamente se calcula la resistencia a la compresión con el refuerzo de fibra de carbono (CFRP):

$$f´cc = f´c + \psi f\ x\ 3.3ka\ x\ fl$$

$f´cc$ = 225 + 0.95 x3.3 x 0.5 x 20.83 = $\mathbf{257.65kg/cm2}$ **(f´c que usaremos en el modelamiento)**

c) Módulo de elasticidad confinado con fibra de carbono (E2)

$$E2 = \frac{fcc - fc}{Eccu} = \frac{257.65 - 225}{0.01} = 3265\ kg/cm2$$

El valor límite de la deformación máxima en compresión del concreto confinado (εccu) es 0.01. Por lo tanto, este es el valor que se utilizará para el diseño con el objetivo de analizar la condición más crítica.

d) Cálculo de punto en el diagrama de interacción:

Con los valores previamente calculados:

$$\phi Pn\ (A) = 0.8\ x\ \phi\ [0.85f´cc(Ag - Ast) + Fy.\ Ast$$

$\phi Pn\ (A)$ = 0.8 x 0.65[0.85 x257.65 (25 x 25 − 6 x 1.98) + 4200 x 6 x 1.98]

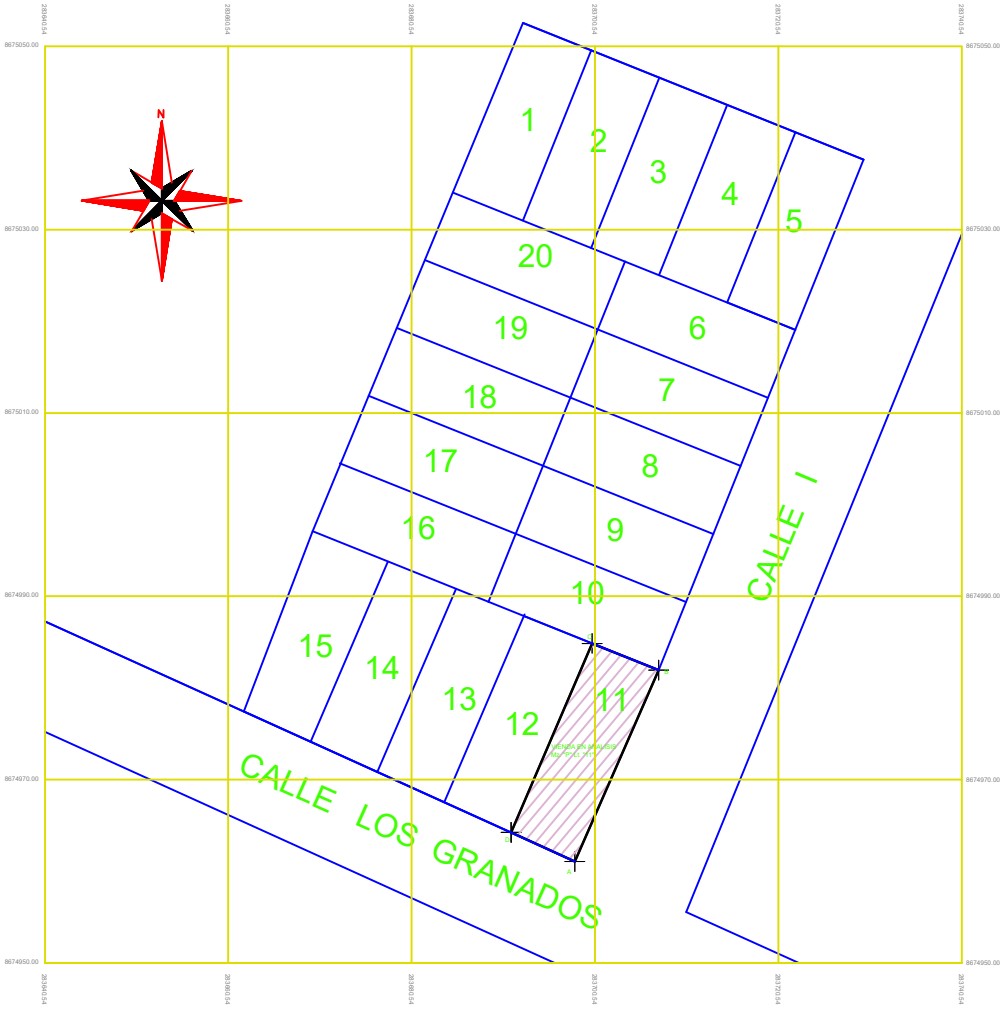
$\phi Pn\ (A)$ = $\mathbf{95768}\ kg$

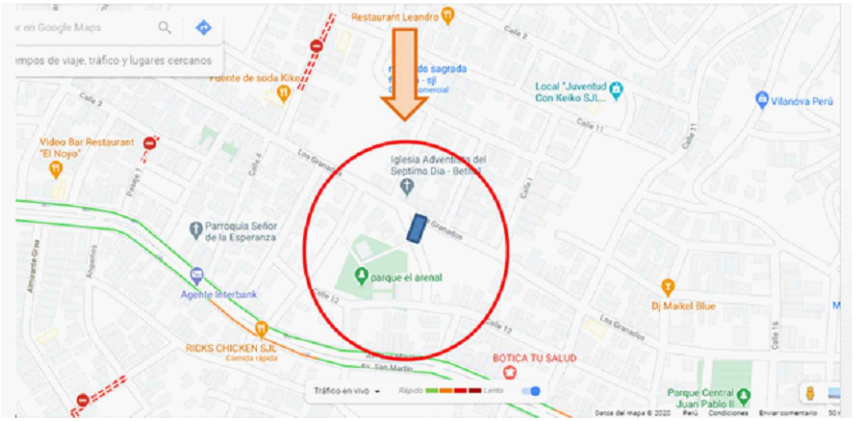
$\phi Pn\ (A)$ = $\mathbf{95.768}\ ton$ (Carga axial).

ANEXO 6:

PLANO DE LAS EDIFICACIONES (LOS 3 CASOS)

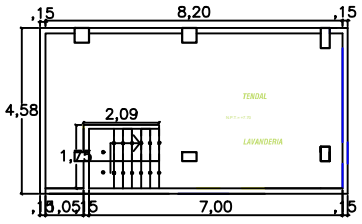
- PLANO DE UBICACIÓN: U1
- PLANO DE ARQUITECTURA: A1
- PLANO DE ESTRUCTURAS: E1 CIMENTACION Y E2 VIGAS Y LOSA
- PLANO DE COLUMNAS A REFORZAR: CASO2 Y CASO 3
- PLANO DE SECCION REFORZADA: CASO 2 Y CASO 3



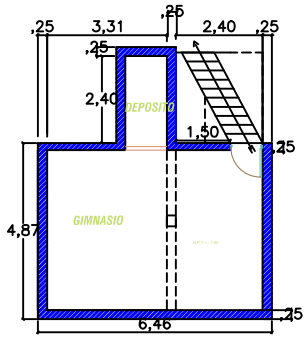


CUADRO DE COORDENADAS Y GEOMETRIA									
	AREA		173.21 M2		PERIMETRO	60.65 M			
	Nombre	Ángulo	Fin X	Fin Y	Inicial X	Inicial Y	Longitud	Posición X	Posición Y
	Línea AB	246	283697.7847	8674961.0849	283706.9482	8674981.9521	22.7906		
	Línea BC	156	283690.8447	8674964.2437	283697.7847	8674961.0849	7.6250		
	Línea CD	67	283699.6832	8674984.8651	283690.8447	8674964.2437	22.4358		
	Línea DA	338	283706.9482	8674981.9521	283699.6832	8674984.8651	7.8273		
	Línea	158	283699.6832	8674984.8651	283706.9482	8674981.9521	7.8273		
	Línea	247	283690.8447	8674964.2437	283699.6832	8674984.8651	22.4358		
	Línea	336	283697.7847	8674961.0849	283690.8447	8674964.2437	7.6250		
	Línea	66	283706.9482	8674981.9521	283697.7847	8674961.0849	22.7906		
VERTICE	Punto A							283697.7847	8674961.0849
	Punto B							283706.9482	8674981.9521
	Punto C							283699.6832	8674984.8651
	Punto D							283690.8447	8674964.2437

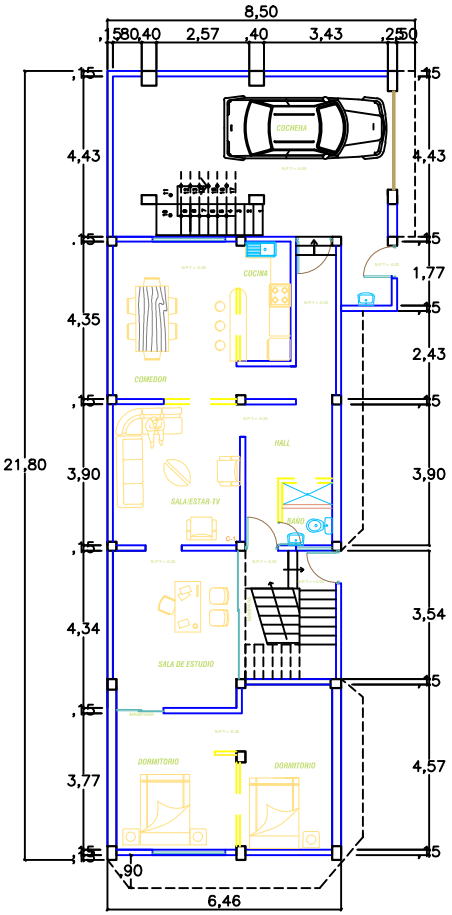
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		
VIVIENDA - SAN JUAN DE LURIGANCHO	PROYECTO: REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA VIVIENDA AUTOCONSTRUIDA	LAMINA: UBICACION
DIBUJADO : GUERRERO MILBOR		ESCALA 1 : 100



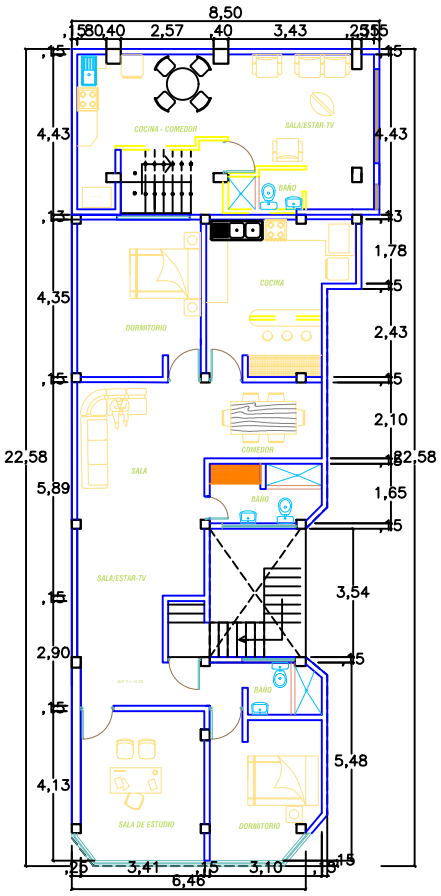
AZOTEA



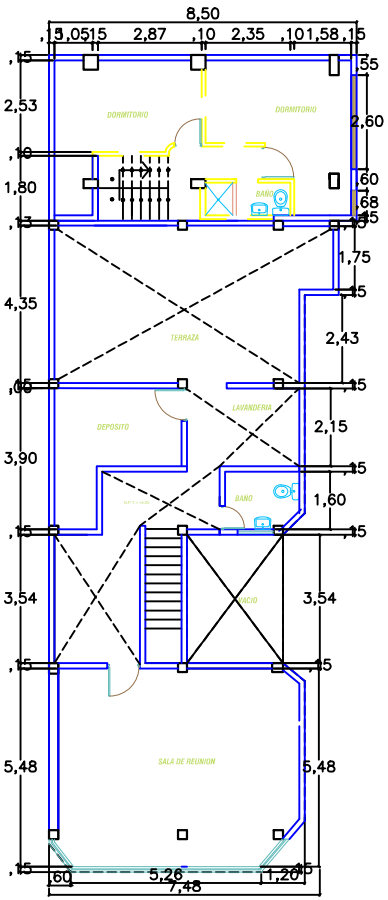
SEMI - SOTANO



PRIMER PISO



SEGUNDO PISO



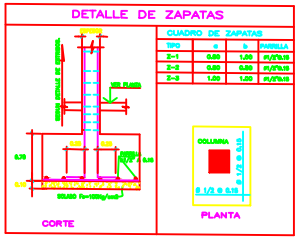
TERCER PISO

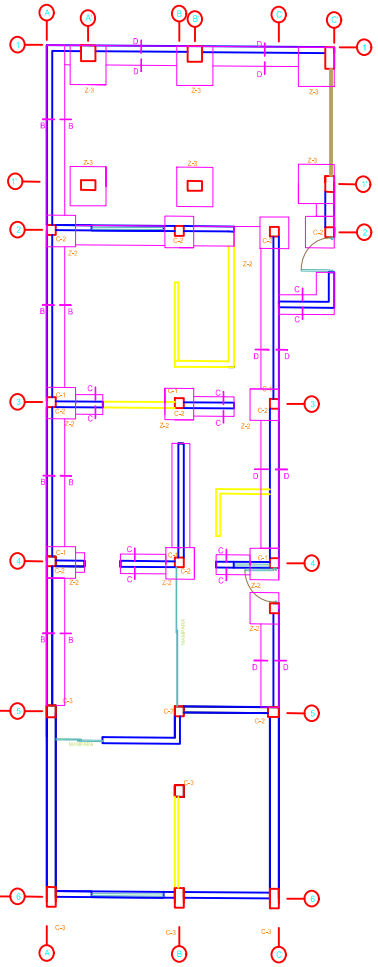
ANALISIS COMPARATIVO ENTRE ENCAMISADO Y FIBRA DE CARBONO PARA EL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA AUTOCONSTRUIDA		DPTO.	LIMA
		PROV.:	LIMA
		DISEÑO:	GUERRERO MILBOR
ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA	UBICACION: COOP. LA SAGRADA FAMILIA	DIBUJO:	GASPAR LAZARO M.
DESCRIPCION: DETALLE DE PLANTA	DISTRITO: SAN JUAN DE LURIGANCHO	ESCALA:	1 : 100
		FECHA:	SETIEMBRE 2020
PROYECTO: REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL			

LAMINA: A-01

1 DE 2

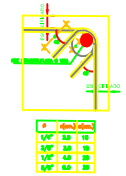
UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



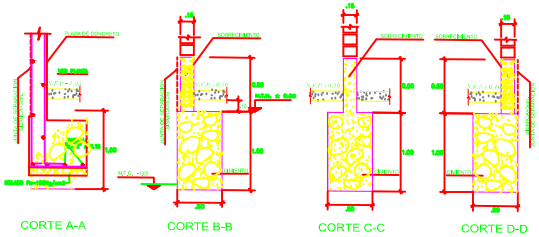


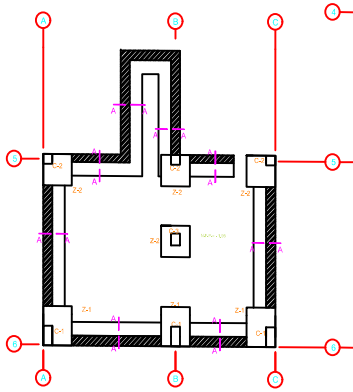
CUADRO DE COLUMNAS

TIPO	C-1	C-2	C-3	C-4
SECCION				
ACERO	4Ø5/8"+2Ø1/2"	6Ø5/8"	4Ø5/8"+2Ø1/2"	6Ø5/8"
ESTRIBO	Ø3/8": 1@5,4@10 RESTO@25	Ø3/8": 1@5,4@10 RESTO@25	Ø3/8": 1@5,4@10 RESTO@25	Ø3/8": 1@5,4@10 RESTO@25



DOBLADO DE ESTRIBOS EN COLUMNAS Y VIGAS





SEMI-SOTANO: CIMENTACION

PLANTA: CIMENTACION

ANALISIS COMPARATIVO ENTRE ENCAMISADO Y FIBRA DE CARBONO PARA EL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA AUTOCONSTRUIDA

DPTO.	LIMA
PROV.:	LIMA
DISEÑO:	GUERRERO MILBOR
DIBUJO:	GASPAR LAZARO M.
ESCALA:	1 : 100
FECHA:	SETIEMBRE 2020

ESPECIALIDAD: ESTRUCTURA

DESCRIPCION: CIMENTACION

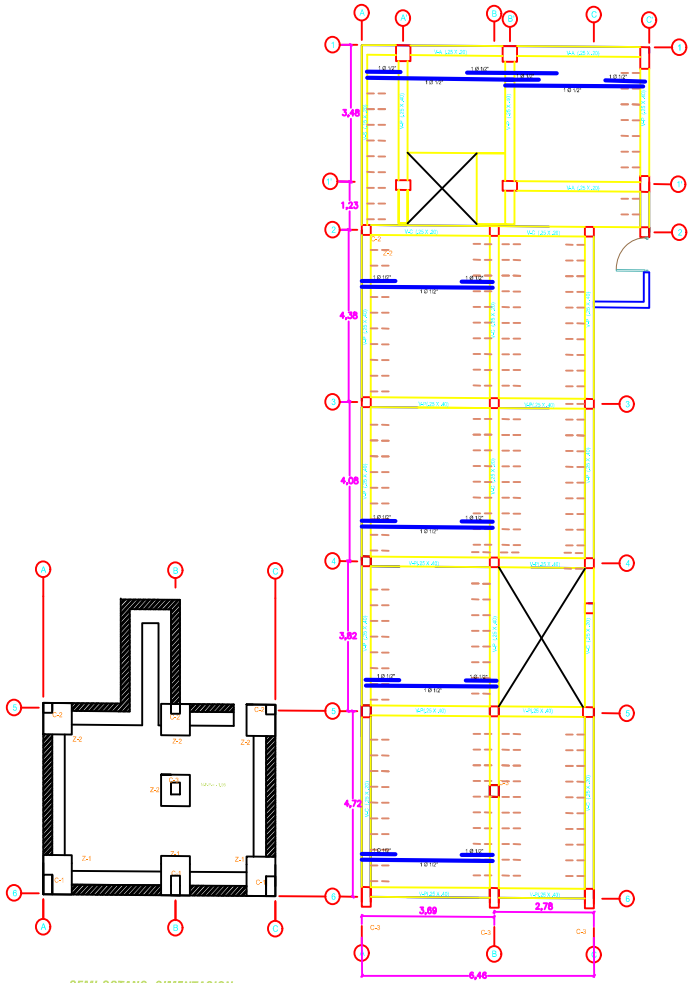
UBICACION: COOP. LA SAGRADA FAMILIA

DISTRITO: SAN JUAN DE LURIGANCHO

PROYECTO: REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL

LAMINA: E-01

1 DE 3

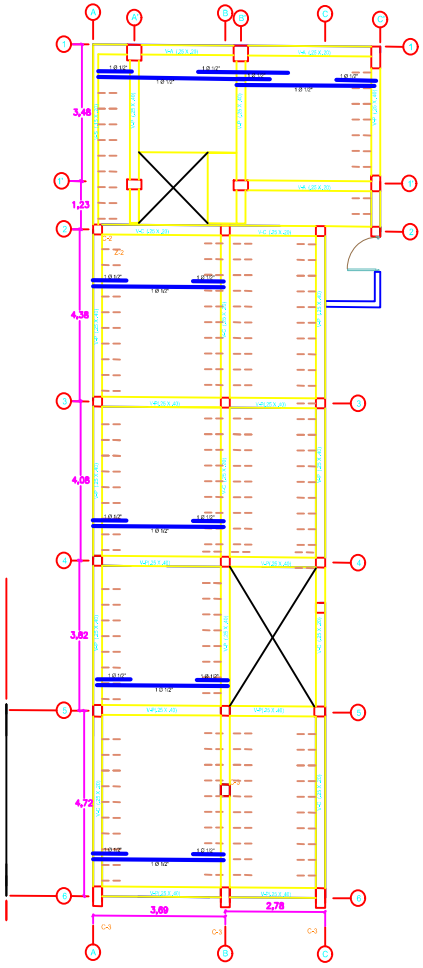


SEMI-SOTANO: CIMENTACION

ESC: 1:100

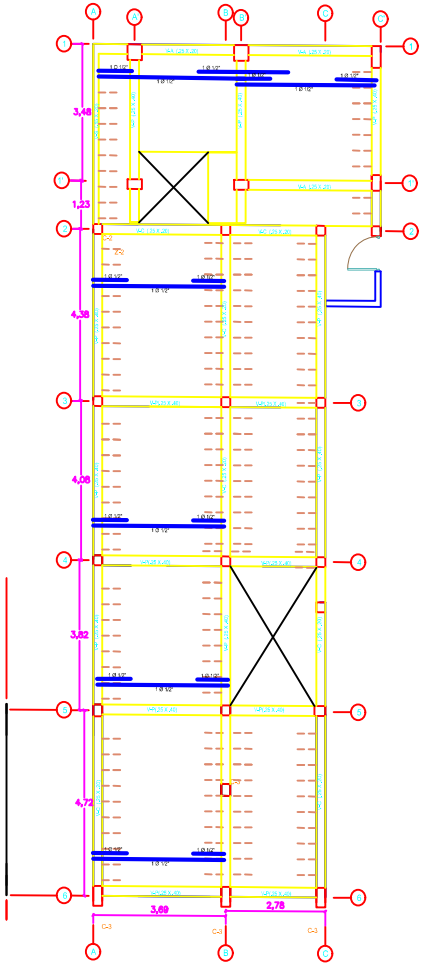
PRIMERA PLANTA: ALIGERADO

ESC: 1:100



SEGUNDA PLANTA: ALIGERADO

ESC: 1:100



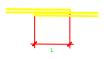
TERCERA PLANTA: ALIGERADO

ESC: 1:100

TRASLAPES Y EMPALMES

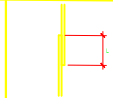
Ø	LOSAS, VIGAS (cm)	COLUM. (cm)
6mm	30	
3/8"	40	30
1/2"	50	40
5/8"	60	50

LOSAS Y VIGAS



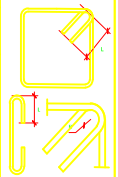
No se permitirán empalmes del refuerzo superior (negativo) en una Longitud de 1/4 de luz de la losa o viga a cada lado de la columna o apoyo.

EN COLUMNAS



Los empalmes L se ubicarán en el tercio central. No se empalmarán más del 50% de la armadura en una misma sección.

ESTRIBOS



Ø	L	Rmin
6mm	10cm	1.5cm.
3/8"	15cm	2.0cm.

ANALISIS COMPARATIVO ENTRE ENCAMISADO Y FIBRA DE CARBONO PARA EL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA AUTOCONSTRUIDA

DPTO.	LIMA
PROV.:	LIMA
DISEÑO:	GUERRERO MILBOR

LAMINA: E-02

1 DE 3

ESPECIALIDAD: ESTRUCTURA

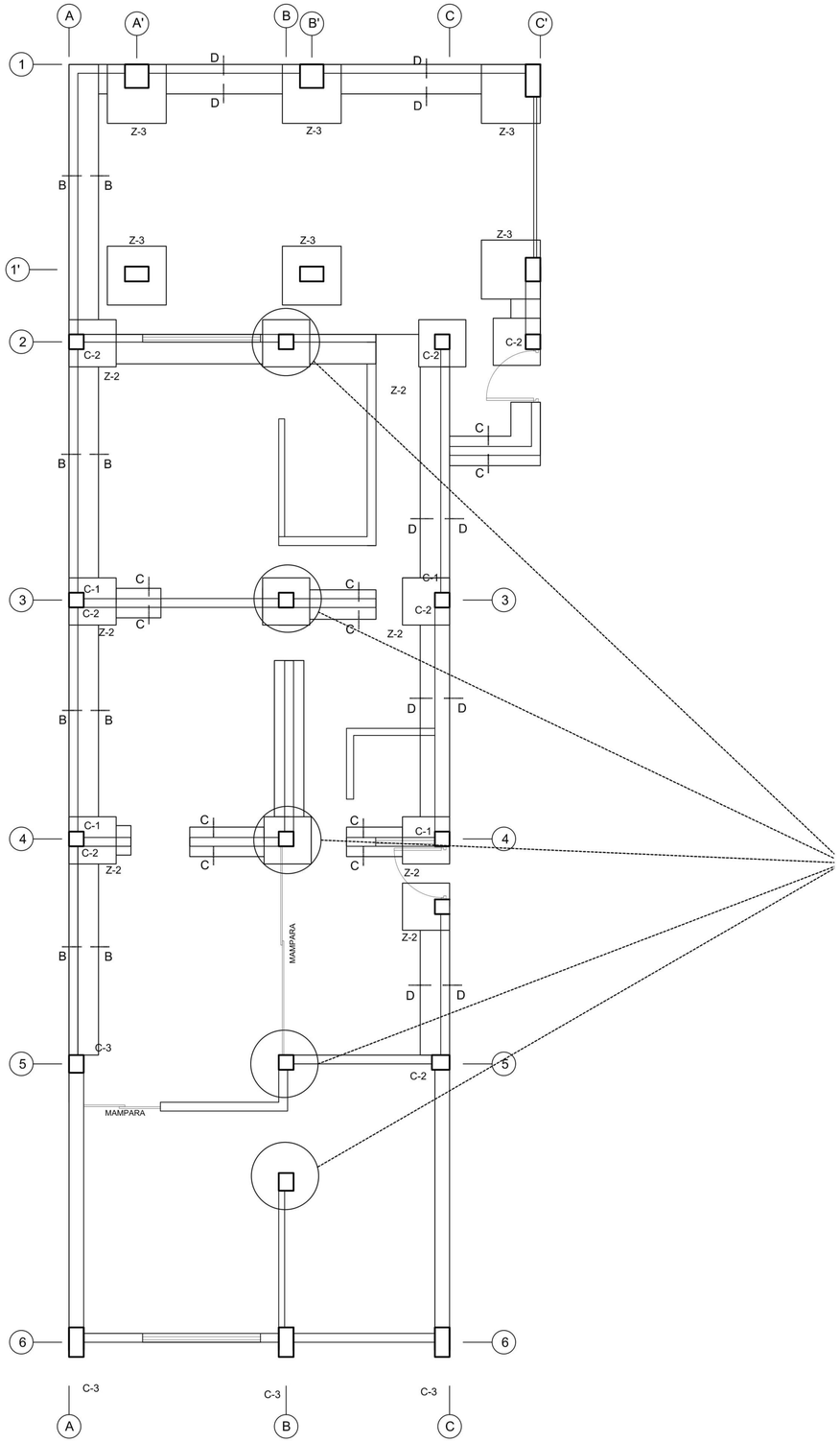
UBICACION: COOP. LA SAGRADA FAMILIA

DESCRIPCION: ALIGERADO

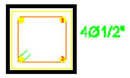
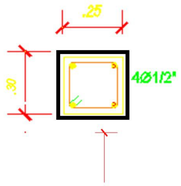
DISTRITO: SAN JUAN DE LURIGANCHO

DIBUJO:	GASPAR LAZARO M.
ESCALA:	1 : 100
FECHA:	SETIEMBRE 2020

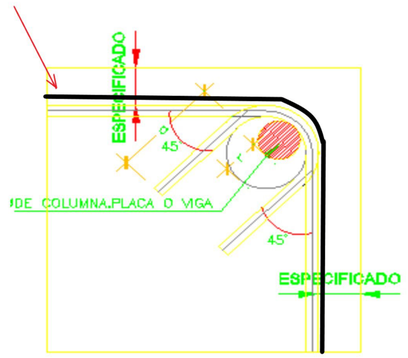
PROYECTO: REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL



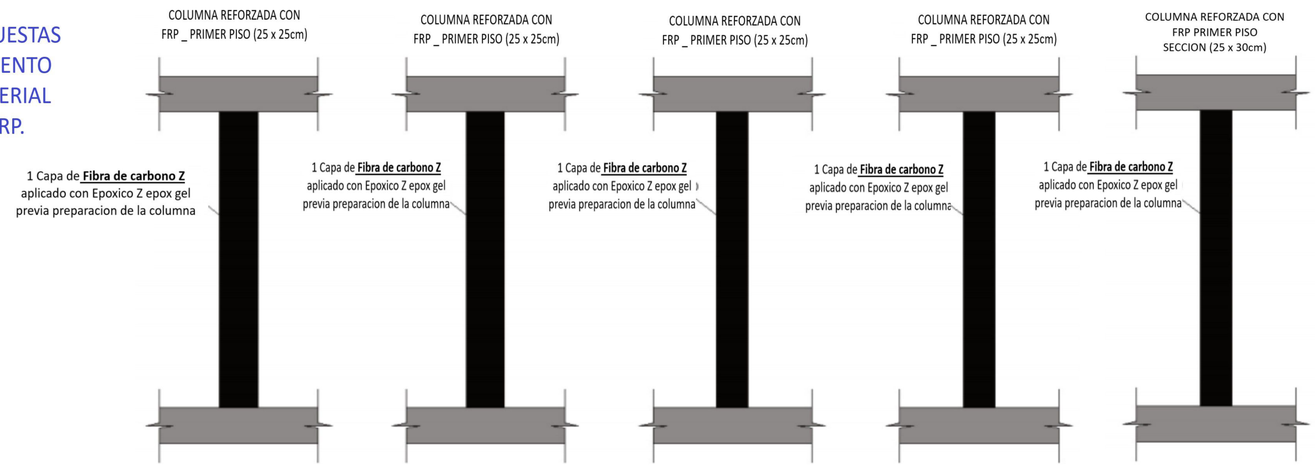
CUADRO DE COLUMNAS

TIPO	C-1	C-2
SECCION		
ACERO	4Ø5/8"+2Ø1/2"	6Ø5/8"
ESTRIBO	Ø3/8" 1@5,4@10 2@.15 RTO.20	Ø3/8" 1@5,4@10 2@.15 RTO.20

Fibra de carbono Z bidireccional (1 capa) , e = 0.167



COLUMNAS PROPUESTAS PARA REFORZAMIENTO UTILIZANDO MATERIAL COMPUESTO FRP.



ANALISIS COMPARATIVO ENTRE ENCAMISADO Y FIBRA DE CARBONO PARA EL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA AUTOCONSTRUIDA

DPTO.	LIMA
PROV.:	LIMA
DISEÑO:	GUERRERO MILBOR
DIBUJO:	GASPAR LAZARO M
ESCALA:	1 : 100
FECHA:	SETIEMBRE 2020

LAMINA: 1 DE 1

ESPECIALIDAD: ESTRUCTURA

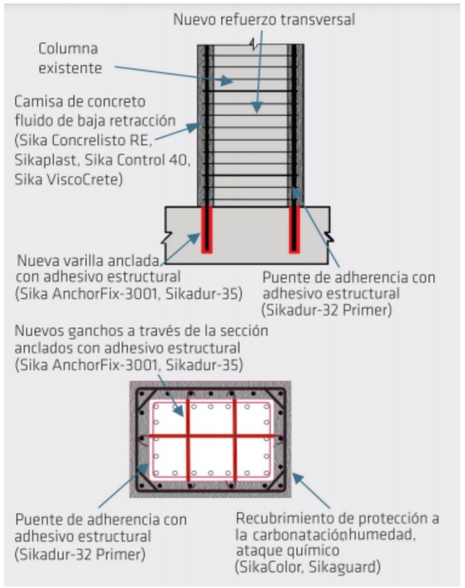
DESCRIPCION: DETALLE DE CONFINAMIENTO FRP

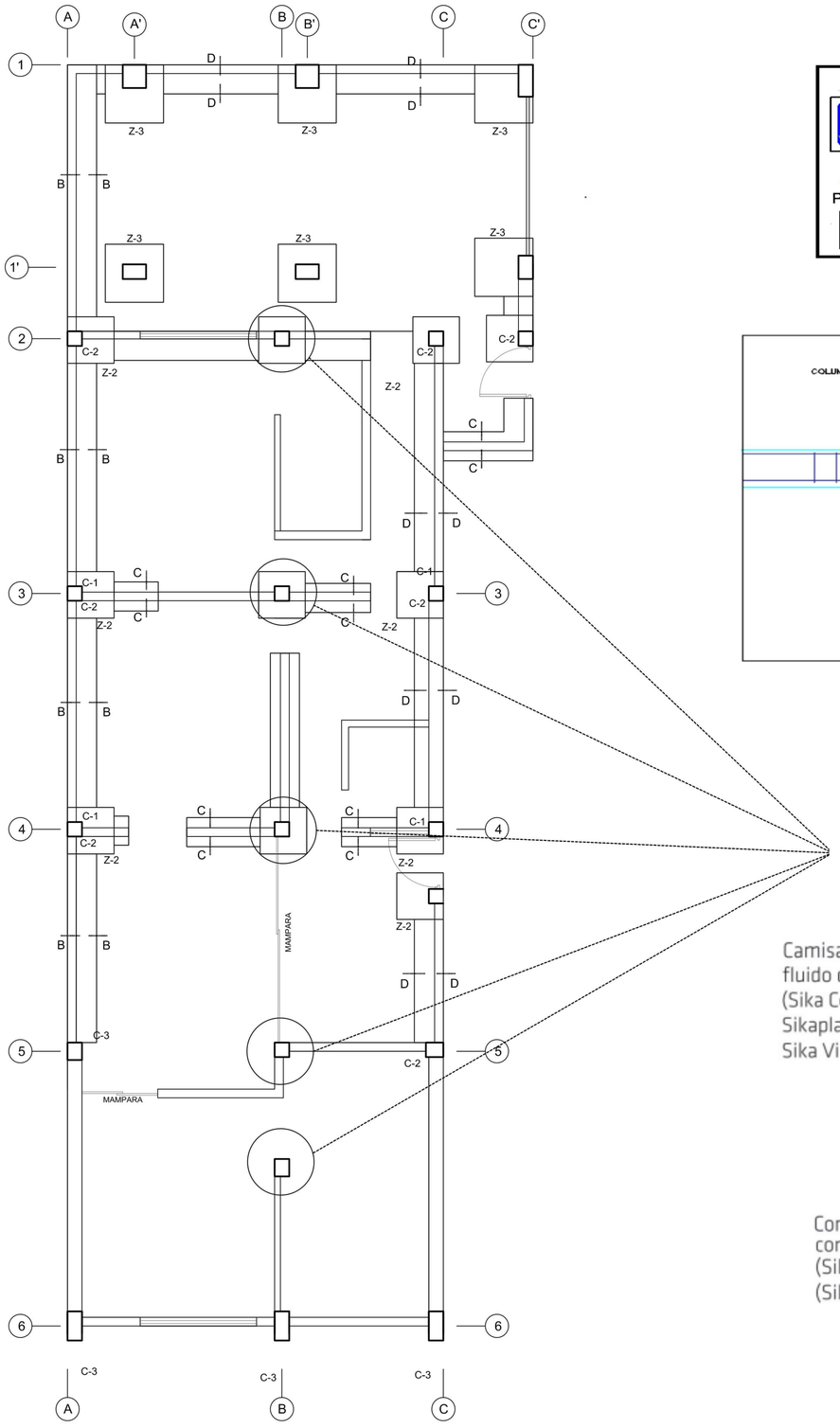
UBICACION: COOP. LA SAGRADA FAMILIA

DISTRITO. SAN JUAN DE LURIGANCHO

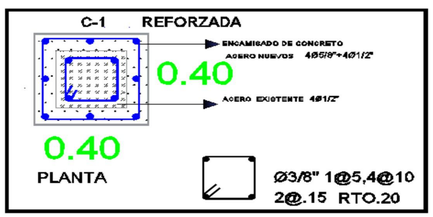
PROYECTO: REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

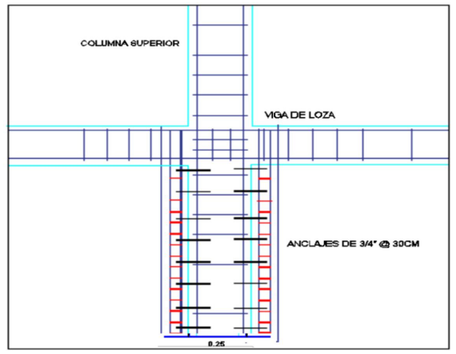


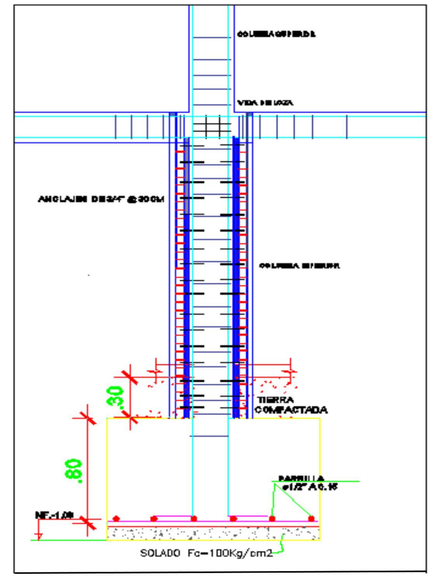


ANTES

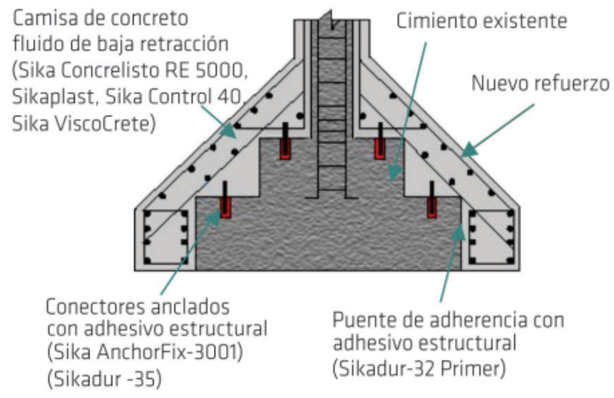


DESPUES DE ENCAMISADO





COLUMNAS A REFORZAR CON
ENCAMIZADO DE CONCRETO ARMADO
F´c > 210 Kg/cm2



ANALISIS COMPARATIVO ENTRE ENCAMISADO Y FIBRA DE CARBONO PARA EL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA AUTOCONSTRUIDA		DPTO.	LIMA
		PROV :	LIMA
		DISEÑO:	GUERRERO MILBOR
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURA	UBICACION: COOP. LA SAGRADA FAMILIA	DIBUJO:	GASPAR LAZARO M.
DESCRIPCION: DET. REFORZAMIENTO ENCAMISADO CA°	DISTRITO. SAN JUAN DE LURIGANCHO	ESCALA:	1 : 100
		FECHA:	SETIEMBRE 2020
PROYECTO: REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL			

LAMINA: 1 DE 1

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ANEXO 7: PRESUPUESTO Y ANALISIS DE PRECIOS DEL ENCAMISADO CON CA°

1. PRESUPUESTO

(Elaborado en presupuestos pe.)

PROYECTO: REFORZAMIENTO CON ENCAMISADO DE CONCRETO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS
SUBPRESUPUESTO: REFORZAMIENTO CON ECAMISADO DE CONCRETO
CLIENTE: TESISTAS UCV (MILBOR Y GASPAR)
UBICACION: COPERATIVA SAGRADA FAMILIA - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA
FECHA BASE: 11-11-2020 MONEDA: SOLES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL
1	**REFORZAMIENTO CON ENCAMISADO DE CONCRETO**				**9,249.78**
1.1	**TRABAJOS PRELIMINARES**				**964.46**
1.1.1	APUNTALAMIENTO DE ZONA DE TRABAJO	M	40.00	19.88	795.20
1.1.2	REMOCION DE TARRAEJO	M2	14.00	12.09	169.26
1.2	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				**237.07**
1.2.1	EXCAVACION SIMPLE PARA REFORZAR ZAPATAS	M3	5.65	41.96	237.07
1.3	**RELLENO**				**165.10**
1.3.1	TARRAJEO EN COLUMNAS	M2	0.93	35.30	32.83
1.3.2	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	5.60	23.62	132.27
1.4	**OBRAS DE CONCRETO ARMADO**				**7,883.15**
1.4.1	**ZAPATAS**				**3,297.73**
1.4.1.1	CONCRETO 210KG/CM2 PARA ZAPATA INCLUYE	M3	4.85	454.79	2,205.73
1.4.1.2	ACERO DE REFUERZO F´Y = 4200 KG/CM2 INCLUYE ANCLAJE Y EPOXICO	KG	210.00	5.20	1,092.00
1.4.2	**COLUMNAS**				**3,565.32**
1.4.2.1	CONCRETO EN COLUMNAS 210 KG/CM2	M3	1.37	464.02	635.71
1.4.2.2	ACERO DE REFUERZO F´Y = 4200 KG/CM2	KG	436.00	4.45	1,940.20
1.4.2.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	M2	22.40	44.17	989.41
1.4.3	**REVOQUES Y ENLUCIDOS**				**1,020.10**
1.4.3.1	TARRAJEO EN COLUMNAS	M2	22.40	35.30	790.72
1.4.3.2	PINTURA LATEX EN COLUMNAS	M2	22.40	10.24	229.38
				COSTO DIRECTO	**9,249.78**
				GASTOS GENERALES 10%	**924.98**
				UTILIDAD 10%	**924.98**
				SUB TOTAL	**11,099.74**
				IGV 18%	**1,997.95**
				TOTAL PRESUPUESTO	**13,097.69**

SON: TRECE MIL NOVENTA Y SIETE CON 69/100 SOLES

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: **REFORZAMIENTO CON ENCAMISADO DE CONCRETO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS**

SUBPRESUPUESTO: **REFORZAMIENTO CON ECAMISADO DE CONCRETO**

CLIENTE: **GORGE LAZARO DULANTO**

UBICACION: **COPERATIVA SAGRADA FAMILIA - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA**

FECHA BASE: **11-11-2020** MONEDA: **SOLES**

1.1.1 APUNTALAMIENTO DE ZONA DE TRABAJO

Rendimiento: 50.0000 M/DIA Unidad: M **Costo Unitario: 19.88 x [M]**

Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial
OPERARIO	HH	1.00	0.1600	19.81	3.17
PEON	HH	1.00	0.1600	14.33	2.29
				Mano de obra:	**5.46**
MADERA TORNILLO	P2		2.7900	5.07	14.15
				Materiales:	**14.15**
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	5.46	0.27
				Equipos:	**0.27**

1.1.2 REMOCION DE TARRAEJO

Rendimiento: 20.0000 M2/DIA Unidad: M2 **Costo Unitario: 12.09 x [M2]**

Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial
OPERARIO	HH	0.50	0.2000	19.81	3.96
PEON	HH	1.00	0.4000	14.33	5.73
				Mano de obra:	**9.69**
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0000	9.69	0.00
TALADRO DEMOLEDOR BOSCH GSH 11 E (1500W)	HM	1.00	0.4000	6.00	2.40
				Equipos:	**2.40**

1.2.1 EXCAVACION SIMPLE PARA REFORZAR ZAPATAS

Rendimiento: 3.5000 M3/DIA Unidad: M3 **Costo Unitario: 41.96 x [M3]**

Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial
PEON	HH	1.00	2.2857	14.33	32.75
				Mano de obra:	**32.75**
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	32.75	0.98
				Equipos:	**0.98**
DEMOLICION DE CONCRETO EXISTENTE EN PISO H=20CM	M2		0.5000	16.46	8.23
				Sub Partidas:	**8.23**

1.3.1 TARRAJEO EN COLUMNAS

Rendimiento: 10.0000 M2/DIA Unidad: M2 **Costo Unitario: 35.30 x [M2]**

Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial
OPERARIO	HH	1.00	0.8000	19.81	15.85
PEON	HH	1.00	0.8000	14.33	11.46
				Mano de obra:	**27.31**
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		0.2000	22.70	4.54
REGLA DE MADERA	P2		0.0250	4.50	0.11
ARENA FINA	M3		0.0160	65.00	1.04
CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.0150	5.50	0.08
				Materiales:	**5.77**
ANDAMIO METALICO	HM	0.50	0.4000	3.50	1.40
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	27.31	0.82
				Equipos:	**2.22**

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: **REFORZAMIENTO CON ENCAMISADO DE CONCRETO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS**

SUBPRESUPUESTO: **REFORZAMIENTO CON ECAMISADO DE CONCRETO**

CLIENTE: **GORGE LAZARO DULANTO**

UBICACION: **COPERATIVA SAGRADA FAMILIA - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA**

FECHA BASE: **11-11-2020** MONEDA: **SOLES**

1.3.2 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE

Rendimiento: 5.0000 M3/DIA Unidad: M3 **Costo Unitario: 23.62 x [M3]**

Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial
PEON	HH	1.00	1.6000	14.33	22.93
				Mano de obra: 22.93	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	22.93	0.69
				Equipos: 0.69	

1.4.1.1 CONCRETO 210KG/CM2 PARA ZAPATA INCLUYE

Rendimiento: 6.0000 M3/DIA Unidad: M3 **Costo Unitario: 454.79 x [M3]**

Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial
OPERARIO	HH	1.00	1.3333	19.81	26.41
OFICIAL	HH	1.00	1.3333	15.94	21.25
PEON	HH	3.00	4.0000	14.33	57.32
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	1.3333	20.73	27.64
				Mano de obra: 132.62	
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.1800	5.00	0.90
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		9.5000	22.70	215.65
ARENA GRUESA	M3		0.6500	65.00	42.25
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.5600	70.00	39.20
EPOXICO SIKADUR 32	GAL		0.0016	60.00	0.09
				Materiales: 298.09	
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	HM	1.00	1.3333	11.86	15.81
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	1.3333	6.20	8.27
				Equipos: 24.08	

1.4.1.2 ACERO DE REFUERZO F´Y = 4200 KG/CM2 INCLUYE ANCLAJE Y EPOXICO

Rendimiento: 250.0000 KG/DIA Unidad: KG **Costo Unitario: 5.20 x [KG]**

Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial
OPERARIO	HH	1.00	0.0320	19.81	0.63
PEON	HH	1.00	0.0320	14.33	0.46
				Mano de obra: 1.09	
ALAMBRE NEGRO N° 16	KG		0.0500	2.53	0.13
ACERO CORRUGADO F´Y = 4200 KG/CM2 GRADO 60	KG		1.0500	2.31	2.43
EPOXICO SIKADUR 32	GAL		0.0250	60.00	1.50
				Materiales: 4.06	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.09	0.05
				Equipos: 0.05	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: **REFORZAMIENTO CON ENCAMISADO DE CONCRETO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS**

SUBPRESUPUESTO: **REFORZAMIENTO CON ECAMISADO DE CONCRETO**

CLIENTE: **GORGE LAZARO DULANTO**

UBICACION: **COPERATIVA SAGRADA FAMILIA - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA**

FECHA BASE: **11-11-2020** MONEDA: **SOLES**

1.4.2.1 CONCRETO EN COLUMNAS 210 KG/CM2

Rendimiento: 6.0000 M3/DIA Unidad: M3 **Costo Unitario: 464.02 x [M3]**

Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial
OPERARIO	HH	1.00	1.3333	19.81	26.41
OFICIAL	HH	1.00	1.3333	15.94	21.25
PEON	HH	3.00	4.0000	14.33	57.32
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	HH	1.00	1.3333	20.73	27.64
					Mano de obra: 132.62
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.1800	5.00	0.90
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		9.7400	22.70	221.10
ARENA GRUESA	M3		0.5500	65.00	35.75
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	M3		0.6500	70.00	45.50
EPOXICO SIKADUR 32	GAL		0.0016	60.00	0.09
					Materiales: 303.34
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	132.62	3.98
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	HM	1.00	1.3333	11.86	15.81
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	HM	1.00	1.3333	6.20	8.27
					Equipos: 28.06

1.4.2.2 ACERO DE REFUERZO F´Y = 4200 KG/CM2

Rendimiento: 250.0000 KG/DIA Unidad: KG **Costo Unitario: 4.45 x [KG]**

Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial
OPERARIO	HH	1.00	0.0320	19.81	0.63
OFICIAL	HH	1.00	0.0320	15.94	0.51
PEON	HH	1.00	0.0320	14.33	0.46
					Mano de obra: 1.60
ALAMBRE NEGRO N° 16	KG		0.0500	2.53	0.13
ACERO CORRUGADO F´Y = 4200 KG/CM2 GRADO 60	KG		1.0500	2.31	2.43
EPOXICO SIKADUR 32	GAL		0.0035	60.00	0.21
					Materiales: 2.77
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.60	0.08
					Equipos: 0.08

1.4.2.3 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS

Rendimiento: 15.0000 M2/DIA Unidad: M2 **Costo Unitario: 44.17 x [M2]**

Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial
OPERARIO	HH	1.00	0.5333	19.81	10.56
PEON	HH	1.00	0.5333	14.33	7.64
					Mano de obra: 18.20
ALAMBRE NEGRO N ° 8	KG		0.2600	5.50	1.43
CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.1300	5.50	0.72
MADERA NACIONAL P/ENCOFRADO-CARP	P2		4.2300	5.50	23.27
					Materiales: 25.42
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	18.20	0.55
					Equipos: 0.55

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: **REFORZAMIENTO CON ENCAMISADO DE CONCRETO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS**

SUBPRESUPUESTO: **REFORZAMIENTO CON ECAMISADO DE CONCRETO**

CLIENTE: **GORGE LAZARO DULANTO**

UBICACION: **COPERATIVA SAGRADA FAMILIA - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA**

FECHA BASE: **11-11-2020** MONEDA: **SOLES**

1.4.3.1 TARRAJEO EN COLUMNAS

Rendimiento: 10.0000 M2/DIA Unidad: M2 **Costo Unitario: 35.30 x [M2]**

Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial
OPERARIO	HH	1.00	0.8000	19.81	15.85
PEON	HH	1.00	0.8000	14.33	11.46
					Mano de obra: 27.31
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		0.2000	22.70	4.54
REGLA DE MADERA	P2		0.0250	4.50	0.11
ARENA FINA	M3		0.0160	65.00	1.04
CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	KG		0.0150	5.50	0.08
					Materiales: 5.77
ANDAMIO METALICO	HM	0.50	0.4000	3.50	1.40
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	27.31	0.82
					Equipos: 2.22

1.4.3.2 PINTURA LATEX EN COLUMNAS

Rendimiento: 35.0000 M2/DIA Unidad: M2 **Costo Unitario: 10.24 x [M2]**

Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial
OPERARIO	HH	1.00	0.2286	19.81	4.53
PEON	HH	1.00	0.2286	14.33	3.28
					Mano de obra: 7.81
LIJA PARA MADERA	UND		0.0200	1.10	0.02
PINTURA LATEX	GAL		0.0400	40.00	1.60
SELLADOR	GAL		0.0350	16.50	0.58
					Materiales: 2.20
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	7.81	0.23
					Equipos: 0.23

ANEXO 8:

PRESUPUESTO Y ANALISIS DE PRECIOS DEL REFORZAMIENTO CON FRP

PRESUPUESTO

PROYECTO: **REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS**
SUBPRESUPUESTO: **REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO**
CLIENTE: **LOS TESIS DE LA UCV**
UBICACION: **COPERATIVA SAGRADA FAMILIA - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA**
FECHA BASE: **06-11-2020** MONEDA: **SOLES**

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	PU	PARCIAL
1	**ENCAMISADO CON FIBRA DE CARBANO**				**10,798.11**
1.1	**OBRAS PRELIMINARES**				**361.90**
1.1.1	REMOCION DE TARRAEJO	M2	14.00	25.85	361.90
1.2	**RELLENO**				**11.34**
1.2.1	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	0.48	23.62	11.34
1.3	**CONFINAMIENTO DE COLUMNAS**				**8,613.60**
1.3.1	ENCAMISADO DE COLUMNAS	M2	12.00	717.80	8,613.60
1.3.2	**REVOQUES Y ENLUCIDOS**				**0.00**
1.4	TARRAJEO EN COLUMNAS	M2	22.40	70.62	1,581.89
1.5	PINTURA LATEX EN COLUMNAS	M2	22.40	10.24	229.38
				COSTO DIRECTO	**10,798.11**
				GASTOS GENERALES 10%	**1,079.81**
				UTILIDAD 10%	**1,079.81**
				SUB TOTAL	**12,957.73**
				IGV 18%	**2,332.39**
				TOTAL PRESUPUESTO	**15,290.12**

SON: QUINCE MIL DOSCIENTOS NOVENTA CON 12/100 SOLES

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: **REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS**

SUBPRESUPUESTO: **REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO**

CLIENTE: **LOS TESIS DE LA UCV**

UBICACION: **COPERATIVA SAGRADA FAMILIA - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA**

FECHA BASE: **06-11-2020** MONEDA: **SOLES**

1.1.1 REMOCION DE TARRAEJO

Rendimiento: 7.5000 M2/DIA Unidad: M2 **Costo Unitario: 25.85 x [M2]**

Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial
OPERARIO	HH	0.50	0.5333	19.81	10.56
PEON	HH	1.00	1.0667	14.33	15.29
					Mano de obra: 25.85
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0000	25.85	0.00
					Equipos: 0.00

1.2.1 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE

Rendimiento: 5.0000 M3/DIA Unidad: M3 **Costo Unitario: 23.62 x [M3]**

Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial
PEON	HH	1.00	1.6000	14.33	22.93
					Mano de obra: 22.93
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	22.93	0.69
					Equipos: 0.69

1.3.1 ENCAMISADO DE COLUMNAS

Rendimiento: 280.0000 M2/DIA Unidad: M2 **Costo Unitario: 717.80 x [M2]**

Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial
OPERARIO	HH	1.00	0.0286	19.81	0.57
OFICIAL	HH	1.00	0.0286	15.94	0.46
					Mano de obra: 1.03
FIBRA DE CARBONO Z X 120CM	M2		1.2000	546.34	655.61
Z POX GEL X 1/4 GAL A+B	UND		1.0000	61.00	61.00
					Materiales: 716.61
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.03	0.03
CIZALLA ELECTRICA	HM	1.00	0.0286	4.40	0.13
					Equipos: 0.16

1.4 TARRAJEO EN COLUMNAS

Rendimiento: 10.0000 M2/DIA Unidad: M2 **Costo Unitario: 70.62 x [M2]**

Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial
OPERARIO	HH	1.00	0.8000	19.81	15.85
PEON	HH	1.00	0.8000	14.33	11.46
					Mano de obra: 27.31
REGLA DE MADERA	P2		0.0250	4.50	0.11
Z GROUT	BLS		0.9530	43.00	40.98
					Materiales: 41.09
ANDAMIO METALICO	HM	0.50	0.4000	3.50	1.40
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	27.31	0.82
					Equipos: 2.22

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: **REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS**

SUBPRESUPUESTO: **REFORZAMIENTO CON FIBRA DE CARBONO**

CLIENTE: **LOS TESIS DE LA UCV**

UBICACION: **COPERATIVA SAGRADA FAMILIA - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - LIMA**

FECHA BASE: **06-11-2020** MONEDA: **SOLES**

1.5 PINTURA LATEX EN COLUMNAS

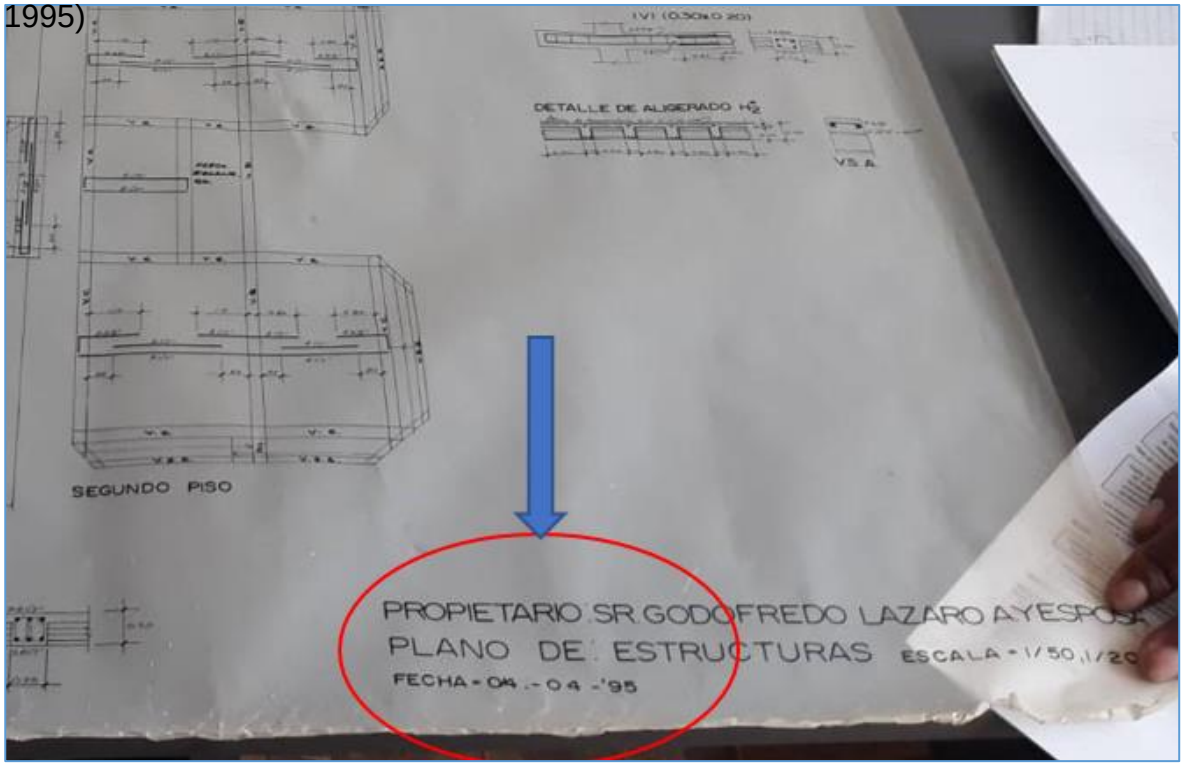
Rendimiento: 35.0000 M2/DIA Unidad: M2 **Costo Unitario: 10.24 x [M2]**

Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial
OPERARIO	HH	1.00	0.2286	19.81	4.53
PEON	HH	1.00	0.2286	14.33	3.28
					Mano de obra: 7.81
LIJA PARA MADERA	UND		0.0200	1.10	0.02
PINTURA LATEX	GAL		0.0400	40.00	1.60
SELLADOR	GAL		0.0350	16.50	0.58
					Materiales: 2.20
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	7.81	0.23
					Equipos: 0.23

ANEXO 9: PANEL FOTOGRAFICO

Foto 01: Frontis de las viviendas en estudio

Foto 02 : Planos de las viviendas (del año 1995)



Panel fotográfico del desarrollo de la tesis - SJL 2020

Foto3 y 4 : Levantamiento de medidas de las viviendas (para replanteo planos)

Foto 5: Extraccion de diamantina en columnas

Foto 6,7 y 8: Extracción de diamantinas en columnas seleccionadas

Foto 9, 10 y 11: Durante la extraccion de diamantina

Foto 12 y13: procedimiento para evitar que agentes del medio ambiente alteren la muestra (se forra la muestra con estresh film)

Foto 14,15 y 16: aditivo epóxico y aplicación para el resane de los agujeros en columnas

Foto 17, 18 y 19: epóxico y preparación de mortero de reparación para estructuras de concreto (Sika rep 500)

Foto 20, 21 y 22: reparación de columnas perforadas para extracción de diamantinas.

Foto 23, 24: Preparación de concreto para testigos (f´c = 210, según diseño de mezcla)

Foto 25, 26, 27: preparación de probetas (19/10/2020) para ensayo a compresión. (Incorporando el encorazonado de concreto extraído de las columnas existentes)

Foto 28: desmoldando probetas realizadas para el ensayo a compresión. (20/10/2020)

Foto 29: Poza de curado de probetas (14 días del 20/10/20 al 03/11/2020)

Foto 30, 31: Tejido de Fibra de carbono (FRP) habilitado para la aplicación en probeta.

Foto 32, 33, 34, 35: preparación de probeta confinada con FRP (adherido con epóxico de z aditivos)

Foto 36, 37, 38, 39: Fecha 03/11/2020, ensayo a compresión de probetas y núcleos acorazonados de concreto (diamantinas)

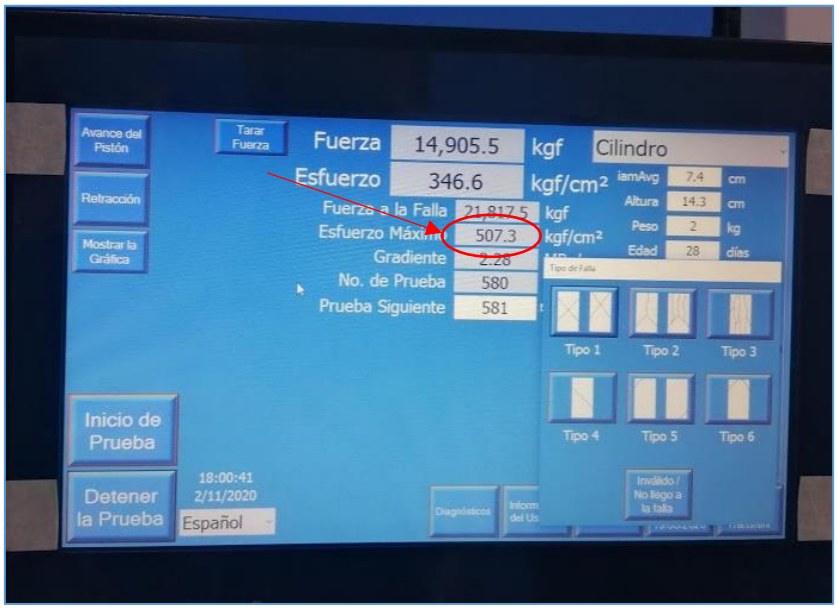
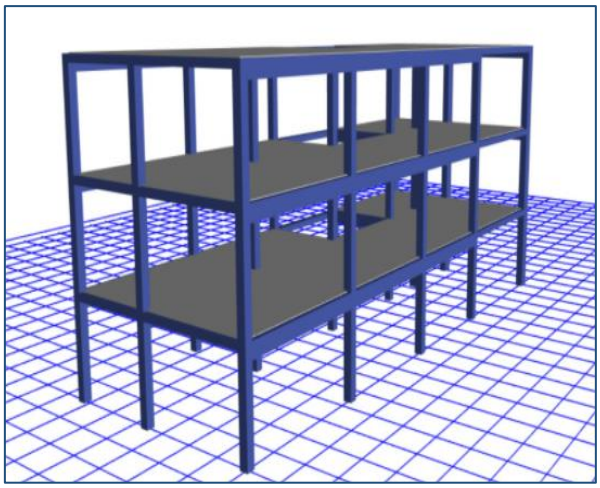
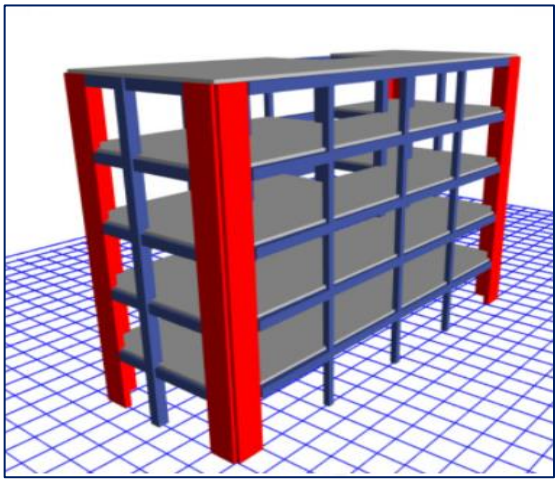


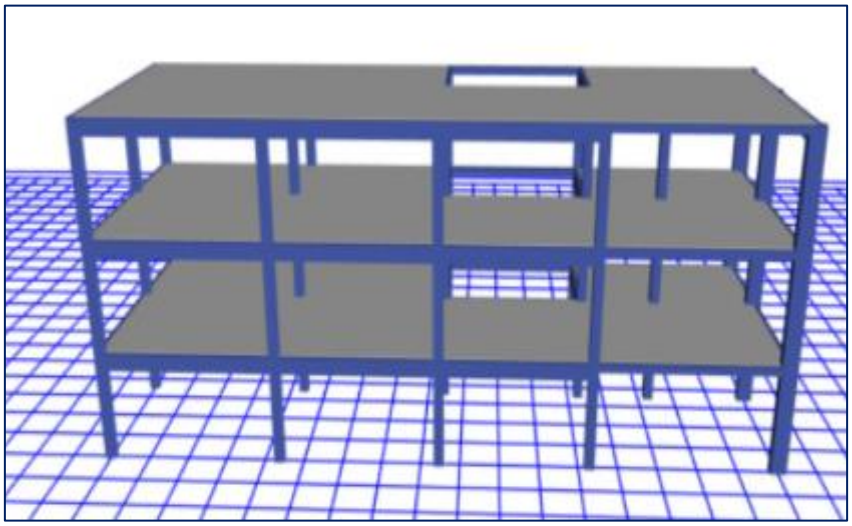
Foto 41: pantalla de prensa hidráulica durante ensayo a compresión del núcleo de concreto confinado con FRP. (fc=507.3 kg/cm2)

Foto 42, 43, 44: muestras después de la rotura en prensa (apreciar los tipos de falla)

Foto 45,46,47: modelos realizados de la estructura en el software etabs







ANEXO 10: CERTIFICADO DE ENSAYOS REALIZADOS

CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO S.A.C

ENSAYO A COMPRESIÓN
DE NÚCLEOS DIAMANTINOS DE CONCRETO

SOLICITANTE : BACHILLERES MILBOR GUERRERO & MIGUEL GASPAR
TESIS : "ANALISIS COMPARATIVO ENTRE ENCAMISADO Y FIBRA DE CARBONO PARA EL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN SAN JUAN DE LURIGANCHO – 2020"
UBICACIÓN : SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
FECHA DE EMISIÓN : 03.11.2020

1.- DE LAS MUESTRAS : Consistente en 06 núcleos diamantinos
La ubicación de las muestras, fue según lo señalado por el CLIENTE in situ.

El diámetro de las muestras, fue determinado por los solicitantes.
Se extrajeron muestras de diámetro 3 pulg, debido a congestión de acero in situ.

2.- DE LOS EQUIPOS : Prensa Automatizada F-1100KN-VFD, marca FORNEY, N° serie 20018, Año 2020.
Certificado de calibración MT - LF - 118 – 2020

Pie de rey, marca GENSIZE, N° serie L01.
Certificado de calibración N° LL - 696 - 2020

3.- METODO DE ENSAYO : Norma de referencia ASTM C39
Procedimiento interno CCC-05

5.- RESULTADOS :

IDENTIFICACION	FECHA DE EXTRACCION	FECHA DE ENSAYO	ALTURA H (mm)	DIAMETRO D (mm)	H/D	CARGA (kg)	FACTOR DE CORRECCION	RESISTENCIA SIN CORREGIR (kg/cm^2)	RESISTENCIA CORREGIDA (kg/cm^2)	TIPO DE FALLA
DIAMANTINA PATRON (COLUMNA C6I)	17.10.2020	02.11.2020	143.0	74.1	1.930	5246	1.000	122	122	3
DIAMANTINA PATRON (COLUMNA C8I)	17.10.2020	02.11.2020	143.0	74.1	1.930	5882	1.000	136	136	5
DIAMANTINA PATRON (COLUMNA C9I)	17.10.2020	02.11.2020	143.0	74.1	1.930	2076	1.000	48	48	2
DIAMANTINA CON FIBRA DE CARBONO (COLUMNA C4I)	17.10.2020	02.11.2020	143.0	74.1	1.930	21818	1.000	506	506	4
DIAMANTINA CON FIBRA DE CARBONO (COLUMNA C5I)	17.10.2020	02.11.2020	143.0	74.1	1.930	22632	1.000	525	525	4
DIAMANTINA CON FIBRA DE CARBONO (COLUMNA C7I)	17.10.2020	02.11.2020	143.0	74.1	1.930	20340	1.000	472	472	4

NOTAS:
1) El uso e interpretación de los resultados, es de exclusiva responsabilidad del SOLICITANTE
2) Los resultados presentados, son válidos únicamente para las muestras analizadas.
3) La velocidad de ensayo a compresión fue de 0.25 ± 0.05 Mpa/s, en conformidad con la norma ASTM C39.
4) Está prohibido reproducir o modificar este documento total o parcialmente, sin la autorización de CCC.

6.- ANEXOS:
- Anexo 1.- Certificado de calibración de prensa
- Anexo 2.- Certificado de calibración de pie de rey.

LUIS EDUARDO GUTIERREZ BARAHONA
Ingeniero Civil
CIP N° 235307

CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO S.A.C.

Sede: Sector 6, Grupo 1A, Manzana F, Lote 19, Villa el Salvador, Lima, Lima
Contacto: 957 274 678 / 987 147 649 - informes@ccc.net.pe - www.ccc.net.pe

INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : **BACHILLERES MILBOR GUERRERO & MIGUEL GASPAR**
TESIS : **"ANALISIS COMPARATIVO ENTRE ENCAMISADO Y FIBRA DE CARBONO PARA EL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN SAN JUAN DE LURIGANCHO - 2020"**
UBICACION DE LA OBRA : **SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA**
ASUNTO : **ENSAYO DE RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**
FECHA DE EMISIÓN : **03/11/2020**

1. DE LA MUESTRA : Consistente en 6 probetas cilíndricas de concreto de 4"x8"

2. DE LOS EQUIPOS : Prensa Automatizada F-1100KN-VFD, marca FORNEY, N° serie 20018, Año 2020. Certificado de calibración MT - LF - 118 - 2020

Pie de rey, marca GENSIZE, N° serie L01.
Certificado de calibración N° LL - 696 - 2020

3. MÉTODO DE ENSAYO : Norma de referencia ASTM C39
Procedimiento interno CCC-04

4. RESULTADOS

N°	IDENTIFICACIÓN	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO PROMEDIO (mm)	ÁREA (mm^2)	CARGA MÁXIMA (kN)	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA OBTENIDA (MPa)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm^2)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm^2)	TIPO DE FALLA
1	DIAMANTINA ENCAMISADA	19/10/2020	2/11/2020	14	100	7901	176	17935	22.3	227	225	2
2		19/10/2020	2/11/2020	14	100	7854	196	19967	24.9	254		3
3		19/10/2020	2/11/2020	14	100	7870	150	15314	19.1	195		3
4	CONCRETO PREDOSIFICADO PARA ENCAMISADO	19/10/2020	2/11/2020	14	100	7901	274	27957	34.7	354	353	5
5		19/10/2020	2/11/2020	14	100	7807	266	27146	34.1	348		2
6		19/10/2020	2/11/2020	14	100	7870	277	28199	35.1	358		3

********** Fin del documento **********

5. NOTAS:

1) El muestreo, moldeo, identificacion, curado inicial y transporte fue realizado por el CLIENTE
2) El curado final y ensayo a compresion fue realizado por CCC
3) La velocidad de ensayo a compresion fue de 0.25 ± 0.05 Mpa/s, en conformidad con la norma ASTM C39.
4) Se emplearon pads de neopreno como método de refrentado, en conformidad con la norma ASTM C1231.
5) El uso e interpretacion de los resultados, es de exclusiva responsabilidad del CLIENTE.
6) Esta prohibido reproducir u modificar el presente informe de ensayo, sin autorizacion de CCC.
7) Se indican los tipos de falla obtenidos durante el ensayo a compresion, en conformidad con la norma ASTM C39.

LUIS EDUARDO GUTIERREZ BARAHONA
Ingeniero Civil
CIP Nº 235307

Realizado por: BV
Aprobado por: LG

Resultados de la Prueba de Esclerometría

Cliente: Godofredo Lázaro
Proyecto: Análisis comparativo entre encamisado y fibra de carbono para el reforzamiento estructural de viviendas, San Juan de Lurigancho
Fecha: 17/10/20

Ensayo de Esclerometría
Basado ASTM C805

Identificación	Elemento estructural	Ángulo de impacto	NUMERO DE REBOTE										Promedio	Rango de validez según norma		Max-Min	Promedio definitivo
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Promedio -6	Promedio +6		
Muestra (Patrón)	Columna	0°	19	16	18	16	18	17	19	17	20	18	18	12	24	4	**18**
Muestra (Patrón)	Columna	0°	17	15	13	16	17	19	18	16	16	20	17	11	23	7	**17**
Muestra 1	Columna	0°	16	18	16	14	17	16	14	17	15	16	16	10	22	4	**16**
Muestra 2	Viga	0°	18	17	20	19	20	18	20	18	16	19	19	13	25	4	**19**
Muestra 3	Columna	0°	19	16	18	17	16	18	14	17	15	17	17	11	23	5	**17**
Muestra 4	Viga	0°	20	22	17	19	20	18	20	18	22	20	20	14	26	5	**20**

LUIS EDUARDO
GUTIERREZ BARAHONA
Ingeniero Civil
CIP Nº 235307

Resultados de Esclerometría y Diamantina

Identificación	Elemento estructural	Esclerometría	Diamantinas	Observación
Muestra (Patrón)	Columna	**18**	**122**	Parte inferior
Muestra (Patrón)	Columna	**17**	**136**	Parte inferior
Muesta1	Columna	**16**	**-**	Parte superior
Muestra2	Viga	**19**	**-**	Parte superior
Muestra3	Columna	**17**	**-**	Parte superior
Muestra4	Viga	**20**	**-**	Parte superior

Cálculo del Patrón

Identificación	Elemento estructural	Esclerometría	Diamantinas
Muestra (Patrón)	Columna	**18**	**122**
Muestra (Patrón)	Columna	**17**	**136**
		18	129

Estimación según Esclerometría

Identificación	Elemento estructural	Esclerometría	F'C ESTIMADA SEGÚN ESCLEROMETRO	Observación
Muestra (Patrón)	Columna	**18**	**129**	Parte inferior
Muestra (Patrón)	Columna	**17**	**122**	Parte inferior
Muestra1	Columna	**16**	**115**	Parte superior
Muestra 2	Viga	**19**	**136**	Parte superior
Muestra3	Columna	**17**	**122**	Parte superior
Muestra4	Viga	**20**	**143**	Parte superior

LUIS EDUARDO
GUTIERREZ BARAHONA
Ingeniero Civil
CIP Nº 235307

ANEXO 11: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

invierte.pe

EXPEDIENTE TECNICO PROYECTO
Mejoramiento del Servicio de Seguridad Ciudadana del Distrito de San Juan de Lurigancho, Provincia Lima, Departamento de Lima

CODIGO UNICO DE INVERSION: 2465505

ESTUDIO MECANICA SUELOS

DEPARTAMENTO : LIMA

PROVINCIA : LIMA

DISTRITO : SAN JUAN DE LURIGANCHO

SAN JUAN DE LURIGANCHO – 2019

"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA"

INFORME DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

1.0 GENERALIDADES

1.1 OBJETO DEL ESTUDIO

El presente informe técnico tiene por objetivo principal, evaluar los depósitos de suelo natural o relleno superficial del cual está compuesto el terreno del área del proyecto, para la determinación de las características físico-mecánicas y químicas del suelo con fines de cimentación, para el Proyecto **"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA"**.

Para el estudio se han efectuado exploraciones con calicatas, con la extracción de muestras alteradas para realizar los análisis y ensayos de laboratorio, a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas de los diferentes suelos predominantes requeridos en el diseño de la cimentación.

El programa de trabajo realizado ha consistido en lo siguiente:

- Reconocimiento del área en estudio
- Ejecución de una calicata
- Toma de muestras alteradas
- Ejecución de ensayos de laboratorio
- Evaluación de los resultados de campo y laboratorio
- Columnas estratigráficas
- Análisis de la cimentación
- Conclusiones y recomendaciones.

1.2 UBICACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO

El área donde se desarrollará el proyecto se encuentra ubicado en la intersección de la Av. Santa Rosa con la Calle J (Jr. Los Bengalies), en la **Mz. "Q" Lotes N° 3, 4 y 5 de la Urbanización Residencial Horizonte – Segunda Etapa**, **Distrito de San Juan de Lurigancho**.

La altura se encuentra comprendida entre los 235.1832 m.s.n.m. y su ubicación está comprendida según coordenadas UTM:

E	**:**	**282,877.4010**
N	**:**	**8'671604.6860**

1.3 CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCION DEL AREA EN ESTUDIO

Los alcances del presente informe es identificar el suelo del área donde se ubica el Proyecto que indica el proyecto **"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SEGURIDAD CIUDADANA DEL DISTRITO DE SAN JUAN DE LURIGANCHO, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA"** mediante registros, muestreo de campo y ensayos de laboratorio para determinar las características físicas y mecánicas del suelo de cimentación y obtener la capacidad admisible de carga del terreno.

1.4 NORMATIVAS

El estudio ha considerado las normas vigentes de Mecánica de suelos y cimentaciones, Norma **E - 050** y las Sismo Resistente **E - 030** y las de laboratorio del (A.S.T.M).

2.0 ANÁLISIS DE LOS ESTUDIOS BÁSICOS.

La información básica de las condiciones, topográficas, geológicas y geomorfológicas son de gran interés, principalmente las locales que se observan durante la exploración y verificación de los perfiles de las excavaciones en el área estudiada.

2.1 TOPOGRÁFICOS

El área de estudio es de topografía accidentada, con talud casi vertical en algunas zonas, pero no afecta las condiciones de cimentación de la estructura por encontrarse alejado de la zona en estudio.

2.2 GEOLÓGICAS.

REGIONALES: Según el mapa geológico regional, las características más relevantes en el área de estudio, es que se encuentra sobre depósitos Cuaternarios fluviales aluvionales, formados por lentes de sedimentos superficiales de arcilla, arenas finas y limos sobre gravas, que pertenece al delta del Valle del río Rímac en el Distrito de Ate: no hay ninguna estructura geológica de importancia.

LOCALES: Se ha realizado el mapeo geológico de la superficie, la identificación litológica, caracterización y delimitación de los depósitos cuaternarios existentes en el área.

Se ha utilizado la Carta Geológica Nacional INGEMMET Cuadrángulo de la **hoja 24-j**, para el mapeo geológico regional.

La incidencia geológica en el área de estudio que pudiera incidir en la estabilidad del talud es por efecto sísmico, más no en la cimentación por encontrarse formados por gravas, rocas, con intercalaciones de pequeños lentes de arenas y arcillas, el conglomerado tiene un buen drenaje además de su alta resistencia que favorece la estabilidad de las cimentaciones.

2.3 CARACTERISTICAS LITOESTRATIGRAFICA

Las unidades litológicas que afloran en el cuadrángulo, varían de acuerdo a las edades; siendo las mas jóvenes los Depósitos aluviales resientes (Qr-al) y los Depósitos aluviales pleistocenicos (Qp-al).

Las formaciones reportadas en el mapa geológico, tienen interés únicamente desde el punto de vista morfoestructural representando los relieves que delimitan y/o circundan el área en estudio.

2.4 GEODINAMICA EXTERNA

Durante los trabajos de campo efectuados no se han detectado fenómenos de geodinámica externa reciente, como levantamientos y/o hundimientos, ni desplazamientos de la formación existente en la zona.

3.0 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA LA CIMENTACIÓN

3.1 SISMICIDAD

Desde el punto de vista sísmico, el territorio Peruano, pertenece al Círculo Circumpacífico, que comprende las zonas de mayor actividad sísmica en el mundo y por lo tanto se encuentra sometido con frecuencia a movimientos telúricos.

Pero, dentro del territorio nacional, existen varias zonas que se diferencian por su mayor ó menor frecuencia de estos movimientos, así tenemos que las Normas Sismo - resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones, divide al país en tres zonas.

Los antecedentes de los sismos históricos estudiados por Silgado (1978), el mapa de zonas sísmicas de máximas intensidades observada en el Perú, el cual está basado en isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades de sismos históricos recientes (Ref. Dr. Jorge Alva Hurtado de 1984), se ha determinado la intensidad sísmica de la zona en estudio.

Según el mapa de zonas sísmicas dadas por la Norma Sismo Resistente **E - 030**, nos ubica en la **Zona 3**, de alta intensidad sísmica de VII a IX en la Escala Mercalli Modificado (EMM), por lo que es importante considerar el efecto sísmico.

3.2 PARAMETROS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE

De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones y a la Norma Técnica de Edificación **E – 030** Diseño Sismo Resistente, se deberá tomar los siguientes valores dados en el cuadro N° 1:

CUADRO N° 1

FACTORES		VALORES
Zona 3	Z	0.45
Uso	U	1.3
Suelo	S	1.20
Sísmico	C	2.50
Periodo Predominante	Tp	0.40 Seg

4.0 ETAPAS DEL ESTUDIO

Los trabajos se efectuaron en 3 etapas:

4.1 FASE DE CAMPO

Se efectuaron trabajos de exploración con el fin de conocer el tipo y características resistentes del sub-suelo.

4.2 FASE DE LABORATORIO

Las muestras obtenidas en el campo fueron llevadas al laboratorio con el objeto de determinar sus propiedades físicas y mecánicas.

4.3 FASE DE GABINETE

A partir de los resultados en Campo y Laboratorio, se ha elaborado el presente informe técnico final que incluye:

Análisis del perfil estratigráfico, cálculo de la capacidad portante, así como profundidad de desplante de las estructuras, así como conclusiones y recomendaciones constructivas.

Se incluye además anexos que contienen los resultados obtenidos en Campo y Laboratorio, ábacos y un plano de ubicación de calicatas, así como un panel fotográfico que corrobora la estratigrafía encontrada y los ensayos **"insitu"** efectuados.

5.0 INVESTIGACIONES DE CAMPO

Se presenta la descripción de los trabajos realizados en campo, desde la ubicación, excavación manual de las calicatas, muestreo y descripción de los materiales encontrados.

5.1 EXCAVACION DE CALICATAS

Con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico, se realizó un programa de exploración geotécnica en el área de estudio, que consistió en realizar calicatas o pozos en las ubicaciones probables de las estructuras proyectadas, realizados manualmente.

Así se ejecutaron 01 calicatas o pozos a **"cielo abierto"** en las ubicaciones de las estructuras y en ninguna de ellas presenta la napa freática.

CUADRO N° 2

CALICATAS	PROFUNDIDAD (m)
C-1	3.00

CALICATAS	PROFUNDIDAD (m)
C-2	3.00

CALICATAS	PROFUNDIDAD (m)
C-3	3.00

5.2 MUESTREO DE SUELO

De las calicatas se tomaron muestras alteradas representativas, para ser enviadas al laboratorio y poder identificar el tipo de suelo y características físicas-mecánicas.

Muestreo Disturbado

Se tomaron muestras disturbadas representativas de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente como para realizar los ensayos estándar y especiales, acondicionados cuidadosamente intentando en lo posible preservar el contenido de humedad in situ.

Además se extrajo una muestra única de la calicata C-1 de 0.30m a 1.00m de profundidad, para el análisis químico.

En el Cuadro N° 3 se observa el número de muestras por calicata.

CUADRO N° 3

ESTRUCTURA	CALICATA	MUESTRAS	PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREATICO
CIMENTACION	C-1	M-1 = 01	0.30 - 1.00	N.P.

5.3 REGISTRO DE EXCAVACIONES

Conjuntamente con el muestreo se efectuó el registro de la calicata, en las cuales se tomo nota de las principales características de los tipos de suelos encontrados, tales como: Espesor de los estratos, clasificación manual, compacidad, humedad, color, etc.

6.0 ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras obtenidas del subsuelo fueron enviados al Laboratorio, para los ensayos estándar, especiales y los ensayos químicos (Sulfatos).

Estos ensayos fueron realizados en cumplimiento de las normas de la American Society for Testing Materials (A.S.T.M), según los siguientes detalles:

6.1 CARACTERISTICAS FISICAS (ENSAYOS ESTANDAR)

- **Análisis granulométrico por tamizado ASTM D - 422.**
  Consistiendo este ensayo en pasar una muestra de suelo seco a través de una serie de mallas de dimensiones estandarizadas a fin de determinar las proporciones relativas de los diversos tamaños de las partículas.
- **Clasificación SUCS ASTM D - 2287.**
- **Clasificación AASHTO ASTM D - 3282.**
- **Contenido de humedad ASTM D - 2216.**
  Que es un ensayo rutinario de Laboratorio para determinar la cantidad dada de agua presente en una cantidad dada de suelo en términos de su peso en seco.
- **Límite Líquido y Plástico ASTM D - 4318. (Limites de Consistencia)**
  Estos ensayos sirven para expresar cuantitativamente el efecto de la variación del contenido de humedad en las características de plasticidad de un suelo cohesivo.
  Los ensayos se efectúan en la fracción de muestra de suelo que pasa la malla N° 4.
  La obtención de los límites líquido y plástico de una muestra de suelo permite determinar un tercer parámetro que es el índice de plasticidad.

6.2 CARACTERISTICAS MECANICAS (ENSAYOS ESPECIALES)

- **Densidad máxima ASTM D - 4253.**
- **Densidad mínima ASTM D - 4254.**
  Este ensayo se realiza para tomar la densidad **"INSITU"** de los suelos.
  El método utilizado fue el de Cono de Arena.
- **Ensayo Corte Directo ASTM D - 3080.**

Sirve para determinar en forma rápida los parámetros de resistencia (ϕ y C) de un suelo.

Con los resultados de los ensayos de laboratorio, se ha clasificado tres tipos de suelos de acuerdo a su textura y características principales, las mismas que se detallan a continuación.

7.0 PERFIL ESTRATIGRAFICO

En base al perfil del suelo de la calicata, se construye el perfil estratigráfico que está constituido, de arriba hacia debajo por lentes más o menos homogéneos de un relleno de arcilla, arena limosa, de color marrón y en estado ligeramente húmedo, de compacidad media.

No se ha registrado nivel freático.

CALICATA N° C - 1

En la calicata **C-1** existe un lente conformado de 0.00 a 0.30 m, por relleno de material granular, conglomerado de arena limosa con cantos redondeados angulosos de 3" a 10" **GW - GP**, de compacidad semi suelta color gris, ligeramente húmedo.

Continuando, sigue un lente conformado de 0.30 a 1.00 m, por grava pobremente graduada con limos, arcillas y cantos angulosos de 3" a 10" **GP-GM** con presencia de bloques angulares y redondeados aislados de 10" a 15" color gris.

Continuando, sigue un lente de suelo firme para la cimentación corrida de la estructura.

El nivel freático, no fue encontrado, hasta la profundidad excavada.

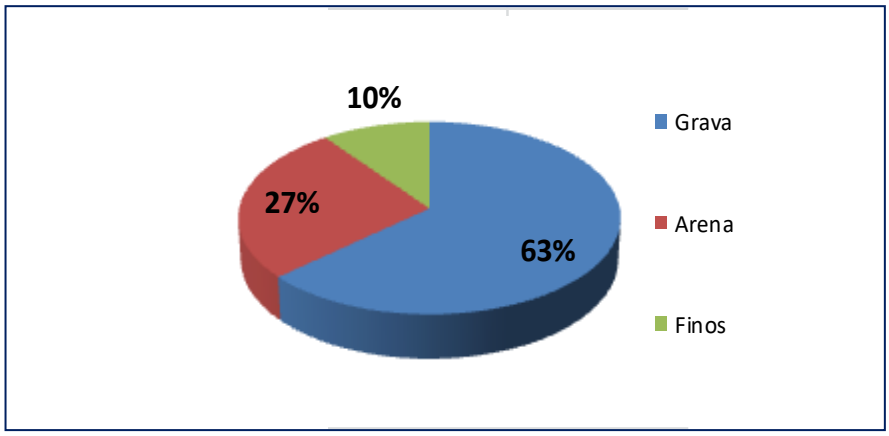


Figura Nº 1: El suelo de cimentación predominante del área de proyección de la cimentación

8.0 ANALISIS DE LA CIMENTACION

En base a los perfiles de suelos de las tres calicatas se construyen el perfil estratigráfico que está constituido, de arriba hacia debajo por lentes más o menos homogéneos de un relleno de arcilla limosa, gravas y bloques angulosos de color marrón y en estado ligeramente húmedo.

8.1 TIPO DE CIMENTACION

De acuerdo con la observaciones de campo en las calicatas efectuadas dadas los perfiles de suelos y estratigráfico, paralelo a la zona de estudio analizado en los estudios básicos y el tipo de proyecto se recomienda el tipo de **cimentación corrida.**

8.2 PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACION

Se recomienda por la presencia de relleno y suelos finos ligeramente húmedos una profundidad de cimentación Df = 1.50 m. como mínimo para cimentaciones corridas; en caso de realizar una sobre excavación o no presentar suelo firme, para evitar mayor asentamiento lo más recomendable es llenar la cimentación con una falsa zapata de concreto ciclópeo pobre.

CUADRO N° 4

ESTRATO DE LA CIMENTACION	TIPO DE CIMENTACION	NIVEL DE DESPLANTE Df (m)	ANCHO DE ZAPATA B (m)	Qadm (Kg/Cm^2)	ASENTAMIENTO INMEDIATO Si (CM)
Predominio de grava bien graduada con arena (GW) con intercalación de grava mal graduada con arena (GP)	ZAPATA AISLADA	1.00	1.00	1.52	0.55

ESTRATO DE LA CIMENTACION	TIPO DE CIMENTACION	NIVEL DE DESPLANTE Df (m)	ANCHO DE ZAPATA B (m)	Qadm (Kg/Cm^2)	ASENTAMIENTO INMEDIATO Si (CM)
Predominio de grava bien graduada con arena (GW) con intercalación de grava mal graduada con arena (GP)	ZAPATA AISLADA	1.20	1.89	1.52	0.68

ESTRATO DE LA CIMENTACION	TIPO DE CIMENTACION	NIVEL DE DESPLANTE Df (m)	ANCHO DE ZAPATA B (m)	Qadm (Kg/Cm^2)	ASENTAMIENTO INMEDIATO Si (CM)
Predominio de grava bien graduada con arena (GW) con intercalación de grava mal graduada con arena (GP)	ZAPATA AISLADA	1.50	1.96	1.52	0.70

8.3 ANALISIS DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE

El análisis de la capacidad de carga admisible se analiza por el método de Terzaghi modificado por Vésic considerando los resultados de las pruebas de corte directo y verificando por sondeos y comparación con los gráficos de Hunt de criterios prácticos y experiencia en estos suelos.

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

a) **Según los resultados de laboratorio de Corte Directo.**

Usando la ecuación de Vésic:

$$q\acute{u}ltima = N_C * C * S_C + N_q * q * S_q + 0.5 * \gamma * B * N_\gamma * S_\gamma \qquad (1)$$

$$q_{ADMISIBLE} = \frac{q_{\acute{u}ltima}}{FS} \qquad (2)$$

Donde:

$q_{última}$	=	Capacidad última de carga
$q_{ADMISIBLE}$	=	Capacidad admisible de carga del terreno (Kg / Cm^2)
FS	=	Factor de seguridad
γ	=	Peso unitario del suelo natural (Densidad Húmeda Natural del Terreno)
B	=	Ancho de zapata (Ancho menor de Cimiento, mts.)
q	=	Sobre carga
Df	=	Profundidad de cimentación (Profundidad de Desplante)
Nc, Nq, Nγ	=	Factores de capacidad de carga
Sc, Sq, Sγ	=	Factores de forma

También la capacidad de carga se puede determinar basándose en la formula de Terzaghi con su teoría de rotura por corte general y corroborada por Meyerhof, usando las siguientes ecuaciones:

Para cimientos corridos:

$$qa = \gamma * (Df * Nq + 0.5 * B * N\gamma) / FS \qquad (3)$$

Para cimientos cuadrados ó rectangulares:

$$qa = \gamma * (Df * Nq_1 + 0.4 * B_1 * N\gamma_1) / FS \qquad (4)$$

Nq = Factor unidimensional de capacidad de carga, dependiente del ancho y de la zona de empuje pasivo función del ángulo de fricción interna (ϕ), considera la influencia del peso del suelo.

Nγ = Factor adimensional de capacidad de carga debido a la presión de la sobrecarga (densidad de enterramiento). Función del ángulo de fricción interna. La sobrecarga se halla representada por el peso por unidad de área γ*Df, del suelo que rodea la zapata.

FS = Factor de seguridad, que toma en consideración lo siguiente:

(a) Variaciones naturales en la resistencia al corte de los suelos.

(b) Las incertidumbres que como es lógico, contienen los métodos o fórmulas para la determinación de la capacidad última del suelo.

(c) Disminuciones locales menores que se producen en la capacidad de carga de los suelos colapsables, durante o después de la Construcción.

(d) Excesivo asentamiento en suelos compresibles que haría fluir el suelo cuando éste, está próximo a la carga crítica o a la rotura por corte.

Por lo expuesto adoptaremos **FS igual a 3** valor establecido para estructuras permanentes.

Finalmente debido a las características del suelo de cimentación, el cual está conformado por suelo gravoso y arena, se considera para este tipo de material los resultados obtenidos del ensayo especial de corte directo e investigaciones realizadas inherentes del terreno, ver siguiente cuadro.

CUADRO N° 5

PARAMETROS DE RESISTENCIA COHESION Y ANGULO DE FRICCION

ESTRUCTURA	PERFIL DEL SUELO SUCS	PESO VOLUMETRICO (Gr / Cm^3)	VALOR DE DISEÑO	
			C (Kg/Cm^2)	Φ (°)
Cimentación	Grava, Arena Limosa, Bloques Redondeados, Angulosos	1.62	0.00	32.5

CUADRO N° 6

CAPACIDAD ADMISIBLE POR CORTE

ESTRUCTURA	TIPO DE CIMENTACION	NIVEL DE DESPLANTE Df (m)	ANCHO DE CIMENTACION B (m)	Sγ	Sq	Sc	Nγ	Nq	Nc	Q_{adm} (Kg/Cm2)
Cimentación	Corrida Aislada	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	37.065	24.635	32.705	1.89

Como complemento de las investigaciones realizadas presentamos a continuación valores propuestos por la experiencia de otros autores en este tipo de suelos.

CUADRO N° 7

PROPIEDADES DE LOS SUELOS GRANULARES

DESCRIPCION	MUY SUELTO	SUELTO	MEDIO	DENSO	MUY DENSO
Densidad Relativa Dr	0 – 0.15	0.15 – 0.35	0.35 – 0.65	0.65 - 0.85	0.85 – 1.00
SPT N_{70}					
Fino 0.075-0.425 mm	1 - 2	3 – 6	7 - 15	16 – 30	
Medio 0.425-2.000 mm	2 - 3	4 – 7	8 – 20	21 – 40	>40
Grueso 2.00 -4.750 mm	3 – 6	5 – 9	10 – 25	26 - 45	>45
Φ					
Fino 0.075-0.425 mm	26 – 28	28 – 30	30 – 34	33 – 38	
Medio 0.425-2.000 mm	27 – 28	30 – 32	32 – 36	36 – 42	<50
Grueso 2.00-4.750 mm	28 – 30	30 – 34	33 – 40	40 – 50	
γ_{humedo} (gr/cm^3)	1.1 – 1.6	1.4 – 1.8	1.7 – 2.0	1.7 – 2.2	20 - 23

Ref. Manuel Delgado Vargas / Ingeniería de Cimentaciones/ 2da edición 1999

CUADRO N° 8

PROPIEDADES DE LAS ROCAS

MATERIALES NO COHESIVOS	ANGULO DE FRICCION (°)	COHESION (kPa)
Arenas	28 - 34	0
Gravas	34 - 37	0
Roca triturada		
Basalto	40 - 50	0
Granito	45 - 50	0
Caliza	35 - 40	0
Arenisca	35 - 45	0
MATERIALES COHESIVOS	**ANGULO DE FRICCION (°)**	**COHESION (kPa)**
Arcillas	22 - 27	20 - 50
	27 - 32	30 - 70
Rocas		
Ígneas	35 - 45	5000 - 55000

Metamórficas	30 - 40	20000 - 40000
Sedimentarias duras	35 - 45	10000 - 30000
Sedimentarias Blandas	25 - 35	10000 - 20000

Ref. Gonzales de Vallejo, Ingeniería Geológica

9.0 ANALISIS DE LOS ASENTAMIENTOS

En los análisis de cimentación, se distinguen dos clases de asentamientos; los asentamientos totales y diferenciales, de los cuales, estos últimos son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura.

La presión admisible de los suelos granulares (para nuestro caso), generalmente depende de los asentamientos, debiendo en todo caso, verificarse el factor de seguridad por corte.

La presión admisible por asentamiento, es aquella que al ser aplicada por una cimentación de tamaño específico, produce un asentamiento tolerable por la estructura.

El límite de los asentamientos tolerables en que se deben esperar las primeras grietas en muros, según NAVFAC DM - 7, está dado por la distorsión angular, esto es:

$\alpha = \frac{\int}{L} = \frac{1}{300}$, Vale decir, 1cm, para luces de 3m.

9.1 ASENTAMIENTO INMEDIATO

La predicción de los asentamientos se realiza según la teoría de la elasticidad por LAMBE y WHITMAN (1969), para los tipos de cimientos analizados y el esfuerzo neto que transmite.

Para un asentamiento uniforme de una pulgada 1" = (2.54 cm) considerado como máximo, usando la formula :

$$\delta = \Delta q_S * B * \left(1 - \mu^2\right) * \frac{I_W}{E_S} \qquad (5)$$

Donde :

δ = Asentamiento (cm)

Δq_s = Esfuerzo neto transmitido (kg /cm^2)

B = Ancho de la cimentación (cm)

Es = Módulo de elasticidad (kg /cm^2)

μ = Relación de Poisson

I_w = Factor de influencia que depende de la forma y la rigidez de la

cimentación (Bowles, 1977) cm /cm

CUADRO N° 9

ESTRUCTURA	TIPO DE CIMENTACION	B (m)	Q_{adm} (Ton/m^2)	Es (Ton/m^2)	u	Iw	Si (Cm)
Cimentación	Zapata Aislada	1.00	1.89	1000	0.30	210	0.68

9.2 ASENTAMIENTO DIFERENCIAL

De acuerdo a la normatividad de asentamiento tolerable se tiene:

δ = Distorsión Angular x L (6)

Donde:

δ = Asentamiento Admisible

L = Longitud entre ejes de zapatas y/o cimientos.

De acuerdo a la Norma Técnica **E - 0.50** Suelos y Cimentaciones en su acápite Asentamiento Tolerable, para el trabajo en estudio adoptamos un asentamiento máximo para el Proyecto, considerando una relación de Distorsión angular de 1/250. Se considera, para una luz de 6.00m.

Distorsión angular = 1/250 Límite en que la perdida de verticalidad de estructuras esbeltas pueda ser visible.

$$\delta = \frac{1}{250} \times 600 = 2.40\text{cm.}$$

Por consiguiente se esta comprobando que el asentamiento es inferior a los valores limites prefijados para el proyecto, en el caso de utilizar luces mayores es necesario amarrar las zapatas mediante una viga armada de cimentación.

10.0 AGRESION DEL SUELO AL CONCRETO DE LA CIMENTACION

Los problemas de durabilidad ocasionada en estructuras que están en contacto con el suelo, tales como las cimentaciones, son debido al deterioro y destrucción de los materiales de concreto y acero por agresividad del medio.

Por lo que una vez conocido la zona, se identifico los agentes agresivos en base a las observaciones realizadas en la estructura actual y construcciones cercanas, para definir las medidas de prevención mas convenientes.

CUADRO N° 11

RESUMEN DE ENSAYOS QUIMICO CONTENIDO DE SULFATO

ESTRUCTURA	CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION SUCS	SULFATOS Ion SO4(ppm) ASTM D-516	CLORURO Ion Cl (ppm) ASTM D-512
Cimentación	C-1	M-1 Única	0.30 – 1.00	GP-GM	596	--------

Con este resultado se determina que no tiene agresividad de los sulfatos al concreto, en el caso de cloruros no tiene agresividad porque no se utiliza acero, por lo tanto se recomienda el uso del **cemento Pórtland Tipo I**.

Como complemento en la tabla N° 4, se muestra los límites permisibles de la agresividad de los elementos químicos presentes en un suelo en contacto con estructuras de concreto.

CUADRO N° 12

PRESENCIA EN SUELO	P.P.m.	GRADO DE ALTERACION	OBSERVACIONES
* Sulfato	0 – 1000 1000 – 2000 2000 – 20000 > 20000	Leve Moderado Severo Muy Severo	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
** Cloruros	> 6000	Perjudicial	Ocasiona Problemas de corrosión de armaduras o elementos metales.
** Sales Solubles totales	> 15000	Perjudicial	Ocasiona problemas de perdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación

* Comité 318 – 83 ACI

** Experiencia Existente

En resumen se concluye que el estrato de suelo donde ira desplantada la cimentación contiene concentraciones muy bajas de sulfatos, por lo que se recomienda el uso de **CEMENTO TIPO I.**

11.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los problemas de durabilidad ocasionada en estructuras que están en contacto con el suelo, tales como las cimentaciones, son debido al deterioro y destrucción de los materiales de concreto y acero por agresividad del medio.

11.1 CONCLUSIONES

- El análisis efectuado nos indica que la cimentación de la estructura es corrida.
- El perfil del suelo encontrado en la calicata y sondeo muestran que superficialmente existen rellenos de arcillas sobre la cual no debe cimentarse cuyo espesor es máximo 0.30 m. la sigue un lente de grava de mayor consolidación y resistencia, en la que se encuentra el suelo firme.
- Según la configuración del perfil estratigráfico y de suelos, el tipo de estructura proyectada se determino la profundidad de cimentación D_f = 1.20 m.
- Por mayor seguridad se debería alcanzar el nivel de la grava con un falso cimiento de concreto ciclópeo.
- Para la profundad de desplante D_f = 1.20 m los valores de la capacidad de carga admisible son:

CUADRO N° 13

CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

ESTRUCTURA	SUELO DE CIMENTACION	PROFUNDIDAD DE DESPLANTE (m)	ASENTAMIENTO INMEDIATO (Cm)	Qadm (kg/cm^2)
				CIMIENTO CORRIDO
Cimentación	Grava-Arena Limosa	1.20	0.68	1.89

- Los asentamientos encontrados están dentro los márgenes de tolerancia admisible, de los cimientos corridos.

11.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda la inspección por un profesional durante la excavación y antes de iniciar la colocación de la cimentación corrida, de modo que se pueda, si es necesario complementar y/o tomar las medidas de seguridad según el problema que se presente.

- Los contenidos sulfatos en los depósitos evaluados indican un grado de agresión al concreto de cimentación severo, por lo tanto, se recomienda la utilización de **cemento tipo I.**

- Las zonas de sobrexcavaciones en la cimentación, deberán rellenarse con sub zapatas. Además, los derrumbes de la capa superficial de suelo perdidos por excavaciones o inestabilidades locales, deberán complementarse con calzaduras cimentadas a las profundidades mínimas de cimentación recomendados.

- Los rellenos laterales de cimentación corrida de la estructura, deberán alcanzar el grado de compactación del 95% de la Máxima Densidad Seca del Proctor Modificado del ensayo de laboratorio.

- Los resultados de este estudio, como sus conclusiones y recomendaciones son validas solo para el área estudiada, no garantiza su uso para otro lugares aún en la misma zona.

12.0 RESUMEN

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACION
Tipo de Cimentación: Se utilizara cimentación corrida y aislada
Estrato de apoyo de la cimentación: GW, GP, Bloques redondeados y angulosos.
Parámetros de diseño de la Cimentación: Qadm = 1.89
Profundidad de cimentación Df: 1.00m
Presión admisible: Cimentación: 1.89kg/cm²
Factor de seguridad: 3
Asentamiento diferencial: 0.68cm
Agresividad del suelo a la cimentación: Utilizar Cemento Portland Tipo I.
Recomendaciones adicionales: No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, desmonte o relleno sanitario, estos materiales deben ser removidos en su totalidad.

ANEXO 12: COTIZACION DE INSUMOS_2020 (UTILIZADO PARA EL ANALISIS DE COSTOS DE LOS DOS PRESUPUESTOS)

1. Fibra de carbono Z y Epoxico Z pox gel (ambos de la empresa **aditivos Z**.)

Z ADITIVOS S.A.
Fabricantes de aditivos para concreto, suelo y asfalto.
El mejor amigo del concreto

R.U.C. 20101020739
COTIZACION
Nº 200004999

CLIENTE

Razón Social: GUERRERO YAJAHUANCA MILBOR
RUC: 10484024010
Dirección: JR GUYABAMBA 226 LA VICTORIA LA VICTORIA LIMA LIMA
Teléfono: -
Contacto:
Obra:
Nro. Oportunidad: Ofertas de ventas - C10484024010

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO DE LISTA	PRECIO DE OFERTA	TOTAL
FIBRA DE CARBONO Z X 120 CM	M2	1.00	500.00	463.00	463.00
Z POX BV X GAL A+B	GAL	1.00	167.28	145.00	145.00
Z POX GEL X GAL A+B	GAL	1.00	167.28	145.00	145.00
Z POX O UNIVERSAL X GAL A+B	GAL	1.00	167.28	145.00	145.00
Z GROUT X 30 KG	B30	1.00	39.03	36.00	36.00
				SUB TOTAL S/	934.00
				IGV S/	168.12
				TOTAL S/	1,102.12

CONDICIÓN DE PAGO
Contado

LUGAR DE ENTREGA
Proyecto: LA VICTORIA
Dirección: JR GUYABAMBA 226 LA VICTORIA

OBSERVACIONES

DATOS ADICIONALES
Solicitante: VT
Usuario: SIERRA GUIDO, YOLIMAR
Fecha Cotizacion: 16/10/2020
Fecha Vencimiento: 16/11/2020

APROBACION
Aprobador:

CONDICIONES COMERCIALES

1.- La Calidad de nuestros productos está garantizada por nuestra experiencia de más de 30 años en el mercado nacional.
2.- El lugar de entrega será en la puerta de **OBRA** y según indicación del **CLIENTE**, dentro de Lima Metropolitana.
3.- El **HORARIO DE ATENCION** es de Lunes a Viernes de 8:00 a 18:00 y Sábados de 8:00 a 12:15 horas.
4.- Damos asistencia técnica antes, durante y capacitación a los operarios para aplicación de producto durante la ejecución de la Obra .
5.- Entregamos **CERTIFICADOS DE CALIDAD, HOJAS DE SEGURIDAD (MSDS), ESPECIFICACIONES TÉCNICAS** y **CERTIFICADOS DE ENSAYO** de todos nuestros productos a solicitud del **CLIENTE**.
6.- Facilitamos **SOPORTE TÉCNICO** antes, durante y después de la aplicación de producto, según acuerdos con el **CLIENTE**.

Depósito a Cuenta corriente a nombre de Z ADITIVOS S.A.

CTA. CTE. Banco Continental (Soles): 0011-0384-0100007109-50
CTA. CTE. Banco de Crédito (Soles): 191-0620087004
CTA. CTE. Scotiabank (Soles): 000-3249204

Z ADITIVOS S.A.

Fabricantes de aditivos para concreto, suelo y asfalto.

Datos del documento
Tipo de documento: FACTURA ELECTRONICA
Serie y correlativo: F001-00032089
Fecha: 16-10-2020
Hora: 16:20:53

Datos del emisor

RUC: 20101020739
Nombre: Z ADITIVOS S.A.
Dirección: AV. LOS FAISANES N° 675 LA CAMPIÑA, CHORRILLOS, LIMA, DEPARTAMENTO LIMA
Sucursal: SUCURSAL CHORRILLOS

Adquiriente / Usuario

Identificación: RUC - REGISTRO UNICO DE CONTRIBUYENTES
Número de identificación: 10484024010
Nombre: GUERRERO YAJAHUANCA MILBOR
Dirección: JR. ANTONIO BAZO 436,LA VICTORIA,LIMA,LIMA,PERÚ

Cantidad	Unidad	Código	Código SUNAT	Descripción	Valor unitario	Importe
1.200	MTK	MERFIB0301	0	FIBRA DE CARBONO Z X 120 CM	S/ 463.00	S/ 555.60
1.000	A76	COMEPX0305	0	Z POX GEL X 1/4 GAL A+B	S/ 61.00	S/ 61.00

Información adicional

1: FORMA DE PAGO: Contado
2: CODIGO VENDEDOR: VT
3: ORDEN DE COMPRA: -
4: SOLICITANTE: -
5: OBRA: -
6: NUMERO DE OPORTUNIDAD: -
7: OPERACIÓN SUJETA A DETRACCIÓN (Solo para servicios). N° CTA. Bco. de la Nación 00-014-006176.
8: Esta factura está afecta al pago de intereses moratorios según las tasas fijas por el B.C.R. a la fecha de facturación, más los gastos administrativos a que hubiese lugar en caso de no ser cancelada a su vencimiento.
9: Producto vendido, bajo la modalidad puesto en Planta, por lo que su posterior transporte, almacenamiento, utilización y/o transformación, es de total responsabilidad del cliente, no teniendo derecho a reclamo alguno.
10: No se aceptan devoluciones de mercadería después de las 48 horas.

Total impuestos

Total IGV 18%: S/ 110.99

Totales del documento

Total Gravadas: S/ 616.60
Importe total de la venta: S/ 727.59

Visanet
S/ 727.59
16-10-20

CANCELADO
16-10-20
Z ADITIVOS S.A.

Guia(s) de remisión asociada(s)

G001-173803

Monto en letra: **SETECIENTOS VEINTISIETE Y 59/100 SOLES**

izipay
ID: 1016212224426232
COMPRAS
IZI*Z ADITIVOS S A(8452005)
AV LOS PAISANES URB PARCELACION
CHORRILLOS
00012523058
LOTE:0121 TERM:11881390
******* ***3881(C)
V
AP:103943 REF:1845
FECHA:160CT20 HORA:16:22 TIPO:VISA
TOTA S/727.59
PIN VERIFICADO
ACEPTO PAGAR AL EMISOR DE LA TARJETA
EL IMPORTE ANOTADO EN ESTE TITULO
AID: A0000000031010
APP LABEL: VISA DEBITO
CRIPTO: A0 91 EA B9 70 80 8B F7
********** VERSION 880510 **********

Representación impresa de una factura electrónica
Documento generado por **DFACTURE**
Tel. (511) 729 - 9045 - https://www.dfacture.com.pe/
Puede descargar su comprobante desde el sitio:
https://factura.thefactoryhka.com.pe/consultadocumentos

Z ADITIVOS S.A.

ADITIVOS® EL MEJOR AMIGO DEL CONCRETO

001 Av. Los Faisanes Nº 675 Urb. La Campiña, Lima - Lima - Chorrillos
Telf. 252-3058 / 252 3274 / Cel. 998 128 513 / 998 128 514
007 Av. América Sur Nº 818 - Urb. Palermo - La Libertad - Trujillo / Telf. 044-425548
008 Av. Tomasa Titto Condemayta 1032 - Wanchaq - Cuzco / Telf. 084-257111
009 Calle Paucarpata 323-A - Arequipa - Arequipa - Arequipa / Telf. 054-203 388
010 Cal. Los Tumbos 505 Dpto. 104 - Urb. San Eduardo - Chiclayo / Telf. 074-223718
012 Mza. G Lote 01 Coo. Las Vertientes - Lima - Lima - Villa El Salvador
014 Av. Bolognesi Nro. 311-3. Piura - Piura - Piura / Telf. (073) 321-480
015 Jr. Coronel Portillo 744 - Pucallpa - Ucayali / Telf. (061) 573-591
016 Av. San Luis 3051 A.H. Todos los Santos - San Borja - Lima - Lima / Telf. 715-5744
017 Av. Elmer Faucett Nº 1631 Urb. Jardines Viru - Callao - Callao / Telf. 715-5770 / 715-7771
018 Av. José de Lama 344 - Sullana - Sullana - Piura / Telf. (073) 509-408
019 Av. Los Faisanes Nº 675 Urb. La Campiña - Chorrillos - Lima / Telf. 252-3058
020 Av. Los Faisanes Nº 675 Urb. La Campiña - Chorrillos - Lima / Telf. 252-3058

e-mail: ventas@zaditivos.com.pe • cotizacion@zaditivos.com.pe • web site: www.zaditivos.com.pe

R.U.C. 20101020739

GUIA DE REMISION REMITENTE

0001- Nº 173803

PUNTO DE PARTIDA:	PUNTO DE LLEGADA:
Dirección: AV. LOS FAISANES N° 675 URB. PARCELACION SEMI RUSTICA (LA CAMPIÑA) CHORRILLOS - LIMA	Dirección: JR. ANTONIO BAZO 436
Distrito: CHORRILLOS Prov. LIMA Dpto. LIMA	Distrito: LA VICTORIA Prov. LIMA Dpto. LIMA

DATOS DEL DESTINATARIO	UNIDAD DE TRANSPORTE / CONDUCTOR
Apellidos y Nombre / Denominación / Razón Social: GUERRERO YAJAHUANCA MILBOR	Vehículo, Marca y Placa Nº:
R.U.C.: 10484024010	Certificado de Inscripción Nº:
Tipo y Nº de documento de Identidad:	Licencia de Conductor Nº:
	Nombre del Chofer: CLIENE
	D.N.I.: UNIDAD:

COD. VENDEDOR	ORD. COMPRA	Nº FACTURA	FECHA
33			16/10/2020

CANT.	CODIGO	DESCRIPCION	UNID. MEDIDA	PESO TOTAL
1.20	MERFIB0301	FIBRA DE CARBONO Z X 120 CM	M2	02-2018
1.00	COMEPX0305	Z POX GEL X 1/4 GAL A+B	1/4 GAL	04-373

La mercaderia viaja en optimas condiciones

La mercaderia viaja por cuenta y riesgo del Cliente

MOTIVO DEL TRASLADO

1.- VENTA	X	5.- DEVOLUCIÓN		10.- VENTA SUJETA A CONFIRMACIÓN	
2.- COMPRA		6.- TRASLADO ENTRE ESTABLECIMIENTOS DE UNA MISMA EMPRESA		11.- VENTA CON ENTREGA A TERCEROS	
3.- TRANSFORMACIÓN		7.- TRASLADO POR EMISOR ITINERANTE DE COMPROBANTES DE PAGO		12.- TRASLADO ZONA PRIMARIA	
4.- CONSIGNACIÓN		8.- IMPORTACIÓN		13.- RECOJO DE BIENES TRANSFERIDOS	
		9.- EXPORTACIÓN		14.- OTROS	

IMPRESIONES VAPIGRAF EIRL
RUC 20515423479
Serie 0001 del 173501 al 175500
Aut. Sunat Nº: 14395933023
F.I. 24 - 09 - 2020

Z ADITIVOS S.A.

DESPACHADO
Z ADITIVOS S.A.

Productos No Sujetos a Fiscalización SUNAT IQBF - DL 1126 Nº Registro 311119000202O

RECIBI CONFORME

DESTINATARIO

200106597

2. Cotización de materiales de construcción varios en la zona donde se desarrolla la investigación.

O/C : 00386 PROF. Nº : CTL-0376/2020

INVERSIONES REA S.A.C.
DISTRIBUIDORA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

LADRILLOS LARK®
CALIDAD QUE IMPONE

CEMENTO - FIERRO - LADRILLO - AGREGADOS
CONEXIONES PVC (PUESTOS EN OBRA)
Av. Próceres de la Independencia Nº 2022 - Urb. San Hilarión
Lima - Lima - San Juan de Lurigancho 459-0055
inversiones.rea.sac@hotmail.com

PROFORMA Nº 00386

S.J.L. 24 de Noviembre del 20

Cod. 102576
Señor(es): MIGUEL ANGEL GASPAR Telf. 902827723
Dirección: sagrada familia por la av. santa rosa Condiciones: EFECTIVO

CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	TOTAL
120.00 UN	8010016 FIERRO DE 1/2 SIDER PERU	27.000	3,240.00
10.00 KG	8040038 ALAMBRE N°8 PRODAC	5.000	50.00
1.50 M3	8030030 PIEDRA CHANCADA	50.000	75.00
1.50 M3	8030004 ARENA GRUESA MOLINA	50.000	75.00
0.50 M3	8030041 ARENA FINA	60.000	30.00
1.00 KG	8040007 CLAVO 3" PRODAC	5.500	5.50
1.00 KG	8040008 CLAVO 4" PRODAC	5.500	5.50

TOTAL S/ 3,481.00

V°B° INVERSIONES REA S.A.C. CONFORME - ACEPTADO

NOTA: Documentos sin Efectos Tributarios para ser Canjeados por Factura ó Boleta de Venta, según sea el caso, más los impuestos de ley (18%).

O/C : 00385

PROF. Nº : CTL-0376/2020

INVERSIONES REA S.A.C.

DISTRIBUIDORA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

LADRILLOS LARK® CALIDAD QUE IMPONE

CEMENTO - FIERRO - LADRILLO - AGREGADOS
CONEXIONES PVC (PUESTOS EN OBRA)

Av. Próceres de la Independencia Nº 2022 - Urb. San Hilarión
Lima - Lima - San Juan de Lurigancho 459-0055
inversiones.rea.sac@hotmail.com

PROFORMA Nº 00385

S.J.L. 24 de Noviembre del 20

Cod. 100000

Señor(es): CLIENTES VARIOS

Telf.

Dirección: Condiciones: EFECTIVO

CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	TOTAL
1.00 UN	8010016 FIERRO DE 1/2 SIDER PERU	27.500	27.50
1.00 VA	8010030 FIERRO DE 12MM SIDER PERU	25.000	25.00
1.00 VA	8010021 FIERRO DE 3/4 SIDER PERU	63.500	63.50
1.00 VA	8010023 FIERRO DE 3/8 SIDER PERU	15.500	15.50
1.00 VA	8010019 FIERRO DE 5/8 SIDER PERU	42.500	42.50
1.00 VA	8010025 FIERRO DE 6MM SIDER PERU	6.500	6.50
1.00 VA	8010029 FIERRO DE 8MM SIDER PERU	11.500	11.50
1.00 KG	8040004 ALAMBRE N°16 PRODAC	5.000	5.00
1.00 M3	8030030 PIEDRA CHANCADA	55.000	55.00
1.00 M3	8030004 ARENA GRUESA MOLINA	50.000	50.00
1.00 M3	8030041 ARENA FINA	50.000	50.00
1.00 M3	8030010 CONFLITILLO	55.000	55.00
1.00 BO	8030001 CEMENTO SOL	23.000	23.00
1.00 BO	8030002 CEMENTO ANDINO TIPO I ROJO	24.000	24.00

TOTAL S/ 454.00

VºBº INVERSIONES REA S.A.C.

CONFORME - ACEPTADO

NOTA: Documentos sin Efectos Tributarios para ser Canjeados por Factura ó Boleta de Venta, según sea el caso, más los impuestos de ley (18%).

SODIMAC

TIENDAS DEL MEJORAMIENTO DEL HOGAR S.A.
Av. Hogamos Este Nro. 1805 Int.2
(Oficina 2) LIMA LIMA SURQUILLO
20112273922
S/N: 0000000023510
FACTURA ELECTRONICA
F786 - 00024426

LOCAL : 00026
FECHA EMISION : 19/10/2020
HORA : 16:00:34
CAJA : 0010
CAJERO : 182 ROBERT ALB

229490 LISTO CONC
2 CU X 11.90 23.80

SUBTOTAL S/ 23.80
Numero de Items = 1
OP.GRAVADA S/ 20.17
IGV 18.00% S/ 3.63
IMPORTE TOTAL S/ 23.80

IV REF : 3761 S/ 23.80
Ahorro si hubiera usado CMR- 1.20

RUC: 10484024010
RAZON SOCIAL: MILBOR GUERRERO YAJAHUANCA

Autorizado mediante la resolucion Nro. 0180050001074/SUNAT
Representacion impresa de la factura de venta electronica, esta puede ser consultada en www.sodimac.com.pe

#11173

Todo cambio o devolucion de producto, accesorios, empaques y manuales originales deben estar en buen estado y sin señales de Uso. Presentar ticket original y documento de identidad

---

VISANET ID:991202932862818
**********3881
TEK:30006229 REF:3761
AP:196213 FECHA: 19/10/20 HORA:16:00
S/ 23.80

De: Lucesita Rosario Peve Achamiso
Av. Argentina N° 327 C.C. La Bellota
Psje. - Principal 1 Int. 6A1 - Lima
964 498 493 / 980 285 377
E-mail: distribuidoramdc@hotmail.com
ventas@corpferlumy.com
Facebook.com/corpferlumy - www.corpferlumy.com

R.U.C.: 10101223286
PROFORMA
0001- Nº 000673

Fecha: 16 / 10 / 20

Señor(es): .....

Dirección: ..... D.N.I. .....

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	TOTAL
3	Probetas PVC	14.00	12.00
1	Borrillo. 1/2	10.00	10.00
1	cucharon. 1/2	10.00	10.00
			S/ 2.00

Gracias por su preferencia.

TOTAL S/