



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Reforzamiento estructural y desempeño sismorresistente de  
una vivienda unifamiliar de concreto armado con fines de  
ampliación, San Sebastián, Cusco-2022”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

**AUTOR:**

Br. Chipayo Perez, Abdon Hosmi (orcid.org/0000-0002-4829-6440)

**ASESOR:**

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto (orcid.org/0000-0002-4136-7189)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

Doy gracias a dios por darme salud y fortaleza para culminar este proyecto tan anhelado. A mis padres queridos por estar siempre a mi lado y creer en mí, a mi esposa y a mi hijo quienes son el motivo para salir adelante.

## **Agradecimiento**

Mis más sinceros reconocimientos a mis docentes quienes fueron las personas que me guiaron en todo este tiempo, a mi centro de estudios que me dio la oportunidad de salir profesional y en especial a mi asesor de tesis el Dr. Luis Alberto Vargas Chacaltana quien fue el guía y nos dio toda la confianza para salir adelante en este proceso de aprendizaje.

## Índice de contenidos

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice de contenidos	iii
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	iv
Resumen	iv
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA	25
3.1 Tipo y diseño de investigación	25
3.2 Variables y operacionalización	26
3.3 Población, muestra y muestreo	27
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
3.5 Procedimientos	28
3.6 Método de análisis de datos	28
3.7 Aspectos éticos	29
IV. RESULTADOS	30
V. DISCUSIÓN	79
VI. CONCLUSIÓN	83
VII. RECOMENDACIONES	85
RERERENCIAS	86
ANEXOS	
Anexo 1. Matriz de consistencia	
Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables	
Anexo 3. Análisis estadístico de resultados	
Anexo 4. Ensayos	
Anexo 5. Contabilidad	
Anexo 6. Dosificación y antecedentes de resultados	
Anexo 7. Procedimientos	
Anexo 8. Ficha de recolección de datos del tratamiento del producto	

Anexo 9.	Turnitin
Anexo 10.	Normativa
Anexo 11	Mapas y Planos
Anexo 12	Panel fotográfico
Anexo 13	Presupuesto, costos unitarios y relación de insumos
Anexo 14	Memoria de cálculo estructural

## Índice de tablas

Tabla N°1 Limites para la distorsión de entrepiso	22
Tabla 2: cuadro de columnas	31
Tabla 3: cuadro de vigas	32
Tabla 4: cuadro de resultados del ensayo de esclerometría	33
Tabla 5: Desplazamiento en la dirección X-X	37
Tabla 6: Desplazamiento en la dirección Y-Y	37
Tabla 7: Periodo fundamental de vibración	37
Tabla 8 Fuerza cortante en la base	38
Tabla 9 Verificación al 80% del cortante en la base	38
Tabla 10: Desplazamiento en la dirección X-X	41
Tabla 11: Desplazamiento en la dirección Y-Y	42
Tabla 12: Periodo fundamental de vibración	42
Tabla 13: Fuerza cortante en la base	43
Tabla 14: Verificación al 80% del cortante en la base	43
Tabla15: cuadro de elementos estructurales Sobre esforzados	47
Tabla 16: Columna central 0.25mx0.25m	48
Tabla 17: columna excéntrica 0.25mx0.25m	49
Tabla 18: columna esquinera 0.25mx0.25m	49
Tabla 19: columna excéntrica 0.25mx0.30m	50
Tabla 20: columna esquinera 0.25mx0.25m	50
Tabla 21: columna excéntrica 0.25mx0.30m	51
Tabla 22: Viga chata 0.25mx0.20m	51
Tabla 23: Viga principal	52
Tabla 24: Viga secundaria	52
Tabla 25: desplazamiento X-X	53
Tabla 26: desplazamiento Y-Y	53
Tabla 27: Periodo fundamental de vibración	54
Tabla 28: Fuerza cortante en la base	54
Tabla 29: Verificación al 80% del cortante en la base	55
Tabla 30: Desplazamiento en la dirección X-X	58
Tabla 31: Desplazamiento en la dirección Y-Y	58
Tabla 32: Periodo fundamental de vibración	58

Tabla 33: Fuerza cortante en la base	59
Tabla 34: Desplazamiento X-X	62
Tabla 35: Desplazamiento Y-Y	62
Tabla 36: periodo fundamental de vibración	62
Tabla 37: cortante basal	63
Tabla 38: Características de la sección existe y reforzada (0.25mx0.25x)	67
Tabla 39: Características de la sección existe y reforzada (0.25mx0.30m)	67
Tabla 40: Desplazamiento X-X	68
Tabla 41: Desplazamiento Y-Y	68
Tabla 42: periodo fundamental de vibración	69
Tabla 43: cortante basal con reforzamiento	69
Tabla 44: Desplazamiento en la dirección X-X sin reforzamiento	72
Tabla 45: desplazamiento en la dirección X-X con reforzamiento	72
Tabla 46: Periodos de vibración sin reforzamiento analizado con el software Etabs	75
Tabla 47: Periodos reforzado con encamisado de concreto en el software Etabs	75
Tabla 48: Esfuerzos y momentos actuantes en la columna 0.25mx0.25m	76
Tabla 49: Diseño de la nueva columna reforzada	77
Tabla 50: Distorsión de entre piso	79
Tabla 51: Periodo de la edificación reforzada	79
Tabla 52: Distorsión de entre piso	80
Tabla 53: periodo fundamental de vibración para discusión	80
Tabla 54: Periodos de vibración según Ramos Sánchez	81
Tabla 55: Periodos de vibración de esta investigación	82
Tabla 56: comparación de distorsiones una vez reforzado con encamisado de concreto	83
Tabla 57: Distorsión reforzado y sin reforzamiento (Encamisado con concreto)	85
Tabla 58: Distorsión reforzado y sin reforzamiento (con CFRP)	86

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1: sección de la columna con encamisado	13
Figura 2: sección de la columna original con el recrecido de columna	13
Figura 3. Remoción de recubrimiento de la columna a reforzar	14
Figura 4. Coloración de ganchos y conectores de corte	14
Figura 5. Colocación del refuerzo longitudinal	14
Figura 6. Aplicación del puente de adherencia	15
Figura 7. Encofrado de columna	15
Figura 8. Encamisado de viga	16
Figura 9. Vista en planta del muro de corte	17
Figura 10. Encofrado de placa	17
Figura 11. Reforzamiento en columnas y vigas (zona de confinamiento)	18
Figura 12. Encamisado de zapata	19
Figura 13. Vivienda actual de 2 niveles	29
Figura 14: Mapa de la región cusco y distrito de san sebastiaan	30
Figura 15: Ubicación de acero existente	34
Figura 16: ensayo con esclerómetro y estudio de suelos	35
Figura 17: Modelado de la vivienda existente de dos niveles sin reforzamiento	36
Figura 18: Combinaciones de carga	39
Figura 19: Factores de reducción de la resistencia	39
Figura 20: Vista en 3D de la vivienda de dos pisos	40
Figura 21: Vista en 3D de la vivienda ampliada a 5 niveles	41
Figura 22: Combinaciones de carga	43
Figura 23: Factores de reducción de resistencia	44
Figura 24: Vista en planta del 1er nivel	44
Figura 25: Vista en planta del 2do nivel	45
Figura 26: Vista en planta del 3ro nivel	45
Figura 27: Vista en planta del 4to nivel	46
Figura 28: Vista en planta del 5to nivel	47
Figura 29: Vista en planta del 1er nivel columnas con encamisado de concreto	48
Figura 30: Combinaciones de carga	55
Figura 31: Factor de reducción de resistencia	55
Figura 32: vista en 3D de la vivienda ampliada y reforzada a 5 niveles	56



Figura 33: vista en plata de la vivienda de 2 pisos	57
Figura 34: combinaciones de carga	59
Figura 35: Factor de reducción de resistencia	60
Figura 36: vista en 3D de la vivienda de dos pisos sin reforzar	61
Figura 37: Vista en 3D de la vivienda ampliada a 5 niveles sin reforzamiento	61
Figura 38: Combinaciones de carga	63
Figura 39: Factor de reducción de resistencia	64
Figura 40: Vista en 3D y elementos estructurales mostrando falla	64
Figura 41: Definición de material	65
Figura 42: Designación la Fibra de carbono	66
Figura 43: Designación de la sección existente	66
Figura 44: Vista en 3D de la vivienda ampliada a 5 niveles con reforzamiento	70
Figura 45: Encamisado se secciones	72
Figura 46: Preferencias de diseño de estructuras de hormigón	74
Figura 47: Verificación de falla en el elemento estructural	75
Figura 48: Combinaciones de carga	75
Imagen 49: Diagrama de interacción columna 0.25mx0.25m	76
Imagen 50: verificación de falla en el elemento estructural nuevo	77
Imagen 51: Diagrama de interacción de la columna reforzada	78

## Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo determinar cómo influye el reforzamiento estructural en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos y frente a un sismo en la APV Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022. La metodología empleada es de tipo aplicada, diseño no experimental, nivel explicativo y enfoque cuantitativo. La población está compuesta por las viviendas de la apv. los laureles con similares problemas en la etapa de construcción y futuros cambios de uso. La muestra está definida por la vivienda unifamiliar de 2 pisos con fines a ampliación a 5 pisos. Los resultados del reforzamiento con encamisado con concreto armado muestran que las derivas de entre piso en la dirección "X" en el 1er nivel alcanzan un valor de 0.0024, 2do 0.0023, 3er 0.0016, 4to 0.0008 y 5to 0.0005 y en la dirección "Y" en el 1er piso 0.0028, 2do 0.0020, 3er 0.0016, 4to 0.0011 y 5to nivel 0.0006 todos cumplen con el valor máximo admisible de 0.007, y el periodo fundamental de la edificación disminuye de 0.66seg a 0.3seg y obteniendo una cortante en la base de 57.79Tn, las conclusiones de esta investigación muestran que el método de reforzamiento con encamisado con concreto aporta mayor rigidez y ductilidad a la estructura ya que disminuye significativamente los valores de derivas de entre piso y periodos fundamental de vibración en comparación con el método de reforzamiento con CFRP.

Palabras clave: Reforzamiento, Encamisado, Rigidez, ductilidad, derivas de entre piso, periodo fundamental de vibración, cortante basal.

## Abstract

The objective of this research was to determine how structural reinforcement influences a single-family home with 2 floors and extended to 5 floors and in the face of an earthquake in the APV Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022. The methodology used is of an applied type, non-experimental design, explanatory level and quantitative approach. The population is made up of the houses of the apv. The laurels with similar problems in the construction stage and future changes of use. The sample is defined by the single-family dwelling with 2 floors for the purpose of expansion to 5 floors. The results of the reinforcement with reinforced concrete lining show that the drifts between floors in the "X" direction at the 1<sup>st</sup> level reach a value of 0.0024, 2<sup>nd</sup> 0.0023, 3<sup>rd</sup> 0.0016, 4<sup>th</sup> 0.0008 and 5<sup>th</sup> 0.0005 and in the "Y" direction on the 1<sup>st</sup> floor 0.0028, 2<sup>nd</sup> 0.0020, 3<sup>rd</sup> 0.0016, 4<sup>th</sup> 0.0011 and 5<sup>th</sup> level 0.0006 all comply with the maximum admissible value of 0.007, and the fundamental period of the building decreases from 0.66sec to 0.3sec and obtaining a shear at the base of 57.79Tn, the conclusions of this research show that the reinforcement method with concrete jacketing provides greater rigidity and ductility to the structure since it significantly reduces the drift values between floors and fundamental periods of vibration compared to the reinforcement method with CFRP.

Keywords: Reinforcement, Jacketing, Stiffness, ductility, interstory drifts, vibration periods, base shear.

## I. INTRODUCCIÓN

La presente tesis desarrolla el reforzamiento estructural y desempeño sismorresistente de una vivienda unifamiliar de 2 pisos con fines de ampliación a 5 pisos, la vivienda es de concreto armado con un sistema estructural de pórticos, donde realizaremos un reforzamiento de elementos estructurales con el método de encamisado con concreto armado y reforzamiento con polímero reforzando con fibras de carbono con CFRP, se planten estos dos métodos para analizar los periodos fundamentales de vibración, derivas de entre piso, cortante basal, resistencia de los elementos estructurales, rigidez y ductilidad de la estructura. La vivienda tiene una antigüedad aproximada de 20 años, no cuenta con estudios previos para su construcción, está ubicado en el av. Los Laureles en el distrito de San Sebastián, departamento de Cusco con un área de 119.76m<sup>2</sup>.

A nivel internacional en México tenemos a (Carreon Hernandez, 2021), en su tesis menciona que los sismos son los principales fenómenos naturales que liberan la mayor cantidad de energía y los principales factores de riesgo sísmico en estructuras se deben a la falta de estructuras sismorresistentes, tan importante es conocer la zona sísmica, el proceso constructivo, la calidad y propiedad mecánicas de los materiales, estos factores se comprobaron en los sismos ocurridos en México en el año 1985 o el más reciente ocurrido el 2017, observando la falta de técnica y sistemas constructivos que debilitan la resistencia de los elementos estructurales, se observaron en algunas edificaciones el criterio erróneo viga fuerte columna débil, vigas con más rigidez que las columnas como también longitudes de desarrollo que no cumplen con lo especificado en las normas de construcción.

Como también menciona en el Ecuador (Estrada Arana & Vivanco Pesantez, 2019) el crecimiento de algunas ciudades de Sudamérica se genera sin un Plan de Desarrollo Urbano que organice e implante una ocupación ordenada y un uso sostenible del territorio. Estas acciones legalizan y enfocan una ubicación de la población, se implanta el desarrollo de las actividades económicas y sociales de forma que se logre un desarrollo sostenible que se anticipe a las limitaciones por criterios ambientales, socioculturales y económicos. Lo que se quiere conseguir con un plan de desarrollo urbano, es mantener y mejorar la calidad de vida de la población, construyendo viviendas seguras con un comportamiento adecuado ante

movimientos sísmicos, ya que la legalidad imparte faces para la construcción de viviendas siguiendo normas de diseño de acuerdo a cada País y tipo de zona. Cabe resaltar que los constructores en su gran mayoría hacen caso omiso de las especificaciones técnicas de un proyecto, disponiendo materiales de poca calidad y mano de obra no calificada, desarrollando procesos constructivos con irregularidades que se derivan a deficiencias estructurales.

A nivel Nacional según (Belizario Pacompia, 2017) Perú está situado en una zona altamente sísmica conocida como cinturón de fuego del pacifico, lugar donde se genera un fenómeno natural conocido como la subducción entre la placa de nazca y la placa sudamericana producido por el hundimiento de una placa litosférica, la energía liberada mediante este proceso son las ondas sísmicas las cuales causan grandes daños a las viviendas fundadas en suelos inestables con baja capacidad de carga donde las ondas sísmicas suelen amplificarse. Hoy en día ante la demanda de una vivienda, ampliación de ambientes o por el elevado costo de los terrenos, las personas incrementan los pisos de las edificaciones o incluso se genera cambios de uso, lo preocupante es que el proceso constructivo de las viviendas en la actualidad es realizado sin la supervisión de un especialista Ingeniero civil, Arquitecto o una persona capacitada en la construcción la cual genera viviendas vulnerables de poca resistencia a esfuerzos laterales ya que se construye sin seguir los parámetros sismorresistentes que se mencionan en la norma E-030.

Como también comenta, (Huertas Mory & Torres Romero, 2017) afirma que en el Perú cerca del 60 a 80% de las viviendas no cuentan con licencia de construcción, esto sumado a la falta de economía de los propietarios o al poco interés de fiscalización que demuestran las autoridades. También mencionar que, en el Perú obtener la licencia de construcción se hace complicado porque el sistema tiende a ser burocrático y no ayuda a obtener de forma rápida la formalización, aproximadamente para realizar un trámite de licencia de construcción debes esperar un tiempo aproximado de 5 a 8 meses pueda que este factor sea también una determinante para que los propietarios obtén por realizar una autoconstrucción sin la supervisión necesaria que necesita un proyecto de construcción.

En el nivel regional tenemos a (Mozo & Salinas, 2020) por la región del cusco atraviesan aproximadamente 53 fallas geológicas estas son las principales

causantes de los movimientos sísmicos ocurridos en dicha región. Estos movimientos sísmicos hacen que las viviendas de la ciudad del cusco sean más vulnerables a este tipo de fenómenos naturales, como sabemos el uso de materiales de mala calidad, la falta de supervisión técnica asociado a este el mal proceso constructivo de las viviendas generan un grado de inestabilidad y mal comportamiento de las viviendas frente a un sismo. Por ende un problema latente frente a sismos en la ciudad del cusco, es la ubicación de las fallas geológicas de chincheros, Qoricocha, Pachatusan, Tambomachay, Urcos y Zurite las cuales han estado sin actividad por 35 años aproximadamente tiempo en el cual se suscitó el ultimo sismo en la ciudad del cusco, sumado a ello está la baja capacidad portante de los suelos en la ciudad, cabe mencionar que gran parte de estos suelos se encuentran saturados permanentemente por el nivel freático superficial lo que incrementa la vulnerabilidad frente a un sismo ya que las ondas sísmicas se amplifican en suelos arcillosos poco consolidados.

Para este proyecto de investigación se propuso el siguiente problema general: ¿Cómo influye el reforzamiento estructural en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos frente a un sismo en la av. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022?, y como problemas específicos: ¿Cómo influye el reforzamiento estructural con el método encamisado de concreto armado en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos frente a un sismo en la av. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022?, ¿Cómo influye el reforzamiento estructural con el método encamisado de CFRP en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos frente a un sismo en la av. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022?, ¿Como influye el reforzamiento estructural de la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos en el análisis estructural frente a un sismo en la av. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022?, ¿Cómo influye el reforzamiento estructural de la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos en el diseño estructural frente a un sismo en la av. Los Laureles, San Sebastián, cusco-2022?

Se tiene como justificación teórica; este estudio determina los desplazamientos laterales, cortante basal, periodos fundamentales de vibración, verificación de la resistencia de los elementos estructurales, ductilidad y rigidez de una vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos, de esta forma se propone un

reforzamiento adecuado en base a los resultados obtenidos. Como justificación metodológica; para cumplir con los objetivos del estudio de aplico una metodología de tipo aplicativo con un nivel descriptivo y un enfoque cuantitativo, utilizando la recolección de datos por medio de ensayos en laboratorio, encuestas y entrevistas. Justificación técnica: de acuerdo al modelamiento estructural mediante los resultados podremos optar por el tipo de reforzamiento estructural. Justificación social: El estudio tendrá un aporte no solo para verificar el tipo de reforzamiento estructural de la vivienda en estudio, sino también serán beneficiados los socios de la apv. Los laureles, que cuenta con 33 socios empadronados, de los cuales solo dos viviendas cuentan con estudios previos para la construcción como es el estudio de mecánica de suelos (EMS), planos Arquitectónicos, cálculos estructurales, cabe mencionar que las demás viviendas de la APV. Los Laureles están en situación similar a la vivienda de estudio, por ende, consideró que el estudio es de mucha importancia en la zona ya que tiene la finalidad de mejorar la respuesta estructural de las viviendas frente a sismo y también concientizar a las personas sobre la elaboración de un plan de trabajo apoyados con profesionales en ejecución de obras de construcción.

Con el fin de tener el problema bien planteado también mencionamos el objetivo general: Determinar cómo influye el reforzamiento estructural en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos frente a un sismo en la apv. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022 y como objetivos específicos: Determinar cómo influye el reforzamiento estructural con el método encamisado de concreto armado en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos frente a un sismo en la apv. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022, determinar cómo influye el reforzamiento estructural con el método encamisado de CFRP en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos frente a un sismo en la apv. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022, determinar cómo influye el reforzamiento estructural de la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos en el análisis estructural frente a un sismo en la apv. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022 y determinar cómo influye el reforzamiento estructural unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos en el diseño estructural frente a un sismo en la apv. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022.

La hipótesis general: El reforzamiento estructural en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos influye frente a un sismo en la apv Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022, y también se planteó las siguientes hipótesis específicas: El reforzamiento estructural con el método encamisado de concreto armado en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos influye frente a un sismo en la apv. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022, el reforzamiento estructural con el método encamisado de CFRP en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos influye frente a un sismo en la apv. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022, el reforzamiento estructural de la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos influye en el análisis estructural frente a un sismo en la apv. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022 y el reforzamiento estructural de la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos influye en el diseño estructural frente a un sismo en la apv. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022.



## II. MARCO TEÓRICO

Para realizar esta investigación se revisó referencias bibliográficas con similar estudio del tema, que se llevaron a cabo años antes, en el ámbito internacional; En el Ecuador según (Guaño Olmedo, 2018) en su tesis indica que el objetivo general es establecer un sistema de Reforzamiento Estructural adecuado que mejore el comportamiento sismorresistente del edificio Regional 1 de la Contraloría General del Estado, la metodología es de enfoque cuantitativo con un diseño experimental y nivel correlativo, define su población a los elementos estructurales y la muestra a los parámetros para el suelo de cimentación del mismo modo se obtuvieron resultados sobre la resistencia del concreto en la subestructura con una resistencia del concreto de  $f'c=300\text{kg/cm}^2$  y en la superestructura  $f'c=205\text{kg/cm}^2$ , el periodo fundamental de vibración  $=0.737\text{seg}$ , la cortante basal debe cumplir:  $S.D>0.8S.E$  entonces: veamos en X-X;  $S.D=137.50\text{tn}$ ,  $SE=169.83\text{tn}$ ,  $137.50>135.86$  cumple en X, veamos en Y= $134.33<137.50$  no cumpliendo con la norma, de las derivadas de entre piso se tiene que el valor admisible es  $\Delta=0.02$ ; en X= $0.0194$  en Y= $0.0244$  controlar en Y, concluye que se optara por dos tipos de reforzamiento, uno con encamisado de columnas aportando rigidez y ductilidad y fibras de carbono (CFRP) entre sus características mejora la resistencia al corte, flexión y tiene una incidencia despreciable en el peso de la Estructura.

Según (Nogales & Yanez, 2019) su objetivo general es presentar al sistema CFRP como una opción eficiente y sencilla para el reforzamiento de estructuras de hormigón armado y aplicarlo en casos reales de refuerzo, con una metodología de diseño no experimental, de tipo aplicada, nivel descriptivo y un enfoque cuantitativo, la muestra será dos elementos estructurales como viga y columna, en los resultados del análisis de los 4 bloques, bloque 1 "X" cortante basal  $324.21\text{Tn}$  con un desplazamiento de  $0.15\text{m}$ , en "Y"  $C=288.50\text{Tn}$ ,  $D=0.13\text{m}$ , del bloque 2 en "X"  $C=343.10\text{Tn}$  y  $D=0.14\text{m}$  y en "Y" con una  $C=393.87\text{Tn}$  y  $D=0.13\text{m}$ , en el bloque 3 en "X"  $C=87.52\text{Tn}$  y  $D=0.12\text{m}$  y en "Y" con una  $C=132.85\text{Tn}$  y  $D=0.09\text{m}$  y en el bloque 4 en "X"  $C=127.56\text{Tn}$  y  $D=0.03$  y en "Y" con una  $C=125.41\text{Tn}$  y un desplazamiento igual a  $0.04\text{m}$ , también mencionar que la resistencia del concreto tuvo un incremento de  $f'c=240\text{kg/cm}^2$  a  $f'c=320\text{kg/cm}^2$  y en su conclusión menciona de acuerdo a los resultados se opta por el método de reforzamiento con

CFRP por su fácil aplicación y no incrementa cargas verticales, aportante rigidez y disminuyendo los desplazamientos.

Como expresa (Ibarra Barragan & Reinoso, 2017) en su estudio manifiesta que su objetivo es realizar un estudio estructural del estado actual del Galpón N°7 "Casa Mata" de la Escuela Politécnica Nacional, su metodología es de enfoque cuantitativo de diseño no experimental, define como la población a la Escuela Politécnica Nacional, los resultados de la evaluación la deriva máxima tiene un valor admisible de  $\Delta = 0.02$  en la dirección X,  $\Delta = 0.073$  el triple de lo permitido, la cimentación con un  $\Delta = 0.091$  superior el admisible, haciendo el reforzamiento y modelado con enchapado de mampostería de obtuvo derivas entre  $\Delta = 0.0004$ ,  $0.0009$  mejorando los desplazamientos máximos, periodo fundamental de vibración  $0.48\text{seg}$ , cortante basal  $240.96\text{tn}$ , se verifica deformación en cimentación por carga de servicio con reforzamiento,  $\delta_{\text{suelo}} = 15\text{tn/m}^2$  entonces: deformación  $0.0075$ , módulo de balasto  $2250\text{T/m}^3$   $\delta_{\text{suelo}} = 0.0075 * 2250 = 16.88\text{tn/m}^2$  excede el valor admisible. Deformación en cimentación por carga de servicio más sismo en X con reforzamiento,  $\delta_{\text{suelo}} = 15\text{tn/m}^2$  entonces: deformación  $0.013$ , módulo de balasto  $2250\text{T/m}^3$   $\delta_{\text{suelo}} = 0.0075 * 2250 = 29.25\text{tn/m}^2$  excede el valor admisible además en la conclusión se toma el reforzamiento mediante el método de enchapado que consiste en rigidizar los paneles de la mampostería, se rigidiza fachadas tanto en laterales, frontal y posterior con la finalidad de obtener mayor rigidez de toda la estructura.

Como antecedentes nacionales mencionamos lo hecho por (Belizario Pacompia, 2017) en su estudio menciona que su objetivo general es explicar la relación que existe entre la distorsión de entre piso y periodos fundamentales de vibración del sistema estructural de una edificación de Concreto Armado de la vivienda actual y la vivienda ampliada, la metodología es aplicada con un nivel de estudio descriptivo y enfoque cualitativo, define a la población como a todas las viviendas de similares características y la muestra es la vivienda en estudio de concreto armado, los resultados con respecto a las derivas 1er piso sin reforzar en  $X = 0.0201$  en  $Y = 0.0166$ , 2do piso  $X = 0.0204$  y en  $Y = 0.0105$ , con reforzamiento 1er piso  $X = 0.0019$  en  $Y = 0.0009$  en 2do piso  $X = 0.0044$  y en  $Y = 0.0026$ , el periodo de  $0.68\text{seg}$  a  $0.48\text{seg}$ , cortante basal  $139.29\text{Tn}$ , las conclusiones para el reforzamiento de

columnas y vigas se recomienda el incremento de sección con encamisado y adición muros de corte ya que mejoran la rigidez y absorben las fuerzas cortantes. Según menciona (Chavez Albarez & Ortiz Hidalgo, 2019) su objetivo general es analizar el reforzamiento de vigas de concreto armado mediante los métodos: láminas de fibra de carbono y encamisado, para el incremento de carga, siguiendo una metodología de tipo de investigación aplicada, con un nivel correlacional y un diseño experimental y enfoque cuantitativo, los resultados nos muestran que la edificación reforzada y ampliada llega a un cortante basal de 47.30tn con un periodo fundamental de vibración de 0.55seg y las derivas de entre piso en  $X=0.02$  y en  $Y=0.017$  en la conclusión menciona que ambos métodos mejoran las características de resistencia de los elementos estructurales.

Según (Yarasca Mandujano, 2021) su objetivo general es determinar la influencia del reforzamiento de las estructuras en sus derivas de pisos de una vivienda del programa techo propio para su ampliación en la ciudad de Chupaca, usando una metodología de tipo de investigación Aplicada, con un nivel descriptivo-experimental con un diseño cuasi experimental y la población menciona a todas las viviendas del programa techo propio de la provincia de Chupaca, los resultados muestran una cortante basal de 11.41Tn, con un periodo fundamental de vibración de  $T_x=0.532$ seg y en  $T_y=0.493$  y un desplazamiento en el 1er nivel en  $X=0.0065$ ,  $Y=0.0061$  en el segundo nivel  $X=0.0066$  y en el eje  $Y=0.0068$  y en el tercer nivel  $X=0.0062$  y en  $Y=0.0047$  también indica que la resistencia del concreto para hacer el análisis estático y dinámico con un valor de  $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> en la conclusión se llegó a la decisión de usar el método de reforzamiento con encamisado de concreto por que mejora la rigidez de la estructura considerablemente estando por debajo del valor admisible según la norma E-030.

In other languages as background, we have (Herrera Alarcon, 2018) in its general objective Indicate and demonstrate that a good alternative for the reinforcement of houses vulnerable to an earthquake is the cladding technique, the study methodology shows us that the type of research is applied with a quantitative approach and a non-research design. Experimental, From the results, a total shear at the base of 110tn was obtained, with two periods of vibration  $T_1=0.626$ sec and

$T_2=0.254\text{sec}$ , as well as a lateral displacement of  $X=0.0016$  and  $Y=0.0027$ , with a concrete quality verified in work of  $f'c=150\text{kg/cm}^2$ , leaving as a conclusion that the use of cladding of structural elements improves the rigidity and ductility of the building.

According to (Ramos Sanchez, 2019) mention that its general objective is determine the structural reinforcement of the columns when placing the carbon fiber cladding in a 3-story house in the Santa Anita district – 2019 applying a methodology, with a descriptive study level and a non-experimental research design, according to the results a total shear at the base of  $118.01\text{tn}$  was obtained, with two periods of vibration  $T_1=0.117\text{sec}$ ,  $T_2=0.084\text{sec}$  and  $T_3= 0.061$ , as well as a lateral displacement of  $X=0.0006$  and  $Y=0.0008$ , with a concrete quality verified in work of  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , In conclusion, the option The reinforcement taken according to the study is the coating of structural elements with carbon fiber for its contribution in rigidity, and high modulus of elasticity.

According to (Ramirez Aredo, 2020) its general objective Design the structural reinforcement to improve the earthquake-resistant behavior of a two-story building when we want to expand it by applying a methodology it is applied with a descriptive level and a quantitative approach and a non-experimental design according to the results a total shear at the base of  $137.05\text{tn}$  was obtained, with two periods of vibration  $T_1=0.737\text{sec}$ , as well as a lateral displacement of  $X=0.0194$  and  $Y=0.0244$ , with a concrete quality verified in work of  $f'c=205\text{kg/cm}^2$ , As a conclusion, he mentions that it is obtained by the method of including shear walls due to its great absorption of lateral force and the great rigidity that it gives to the building.

A continuación, se menciona las referencias de Artículos científicos los cuales son ayudan a profundizar en el tema de investigación:

Según (Hwang et al., 2020) en su artículo “Axial performance of RC columns reinforced with different cladding methods”, [Rendimiento axial de columnas RC reforzadas con diferentes métodos de revestimiento] su objetivo es examinar el potencial de enfoques propuestos para los refuerzos transversales en la sección de encamisado de columnas existentes para mejorar el rendimiento axial de la

columnas de concreto armado, usando una metodología de tipo de investigación aplicada, y un diseño experimental con un enfoque cuantitativo, los resultados demuestran según la curva axial-deformación, las columnas con encamisado obtienen un valor superior hasta en 40% en comparación con las columna existentes. El área de la sección de la columna con encamisado de concreto armado fue de 2.5 veces mayor que la de la columna existente por consiguiente en las conclusiones se menciona que la ductilidad de las columnas de concreto armado con el método de encamisado tienen un aumento en el índice del 166% a 207% y finalmente el autor menciona que las técnicas desarrolladas de refuerzo transversal en la sección con encamisado de concreto tienen un buen potencial para mejorar la ductilidad axial de las columnas existentes y lograr el cumplimiento de acuerdo a las normas de diseño sísmico.

Como también menciona (Murugan & Sengupta, 2020) en su artículo “Seismic behavior of reinforced reinforced concrete columns”, [Comportamiento sísmico de columnas de hormigón armado reforzado], su objetivo general es investigar sobre los efectos de tres interfaces diferentes, como la rugosidad de la superficie, rugosidad de la superficie reforzado con barras de pasadores y rugosidad de la superficie soldado con barras de pasadores al acero longitudinal, con una metodología de tipo aplicada, de diseño experimental y un enfoque cuantitativo, los resultados nos muestran que de los cuatro grupos todas las muestras fallaron por cizallamiento, al aplicar carga lateral se formaron finas grietas por flexión, las muestra del grupo 1 OC y OM sin encamisado tuvo una rápida degradación y las muestras del grupo 4 JBM y JBC con superficie rugosa más barras soldadas al acero longitudinal mostraron mayor rigidez en comparación los demás grupos y un mejor comportamiento en el diagrama de carga Lateral vs deformación, de la conclusión mostraron que el encamisado incrementa la respuesta ante esfuerzo por cortante o cizallamiento de 2.8 a 5.1 veces superior a las muestras y la muestra del grupo cuatro mostro mayor rigidez bajo ambos tipos de carga monótonos y cíclicos. Según (Jaleel, 2021) en su artículo “Rehabilitation and reinforcement techniques reinforced concrete columns”. [Técnicas de rehabilitación y refuerzo de columnas de hormigón armado], se utiliza cuando los elementos están muy dañados y propensos a terremotos. Se coloca una cascara de concreto adicional con una jaula de acero estructural, generalmente el concreto tiende a ser de mejor resistencia

que el usado en el proyecto inicial, se utiliza material adhesivo entre el concreto fresco y el concreto endurecido como un puente de adherencia. se llevó estudios para ver el efecto del aumento de barras de acero de refuerzo longitudinal, creando quince columnas de diferentes secciones, cinco columnas cuadradas de (200\*200\*1200)mm, cinco columnas rectangulares de (160\*250\*950)mm, y cinco columnas circulares con un diámetro de 160mm reforzando el primer y segundo grupo con acero de (4Ø 12, 6Ø 12, 8 Ø 12) mientras que el tercero con acero (4 Ø 10, 6 Ø 10, 8 Ø 10), utilizando pernos de anclaje y material adhesivo para mejorar la fuerza de unión entre, los resultados de las pruebas del revestimiento de concreto armado nos muestran el aumento la capacidad de carga ultima y en su conclusión menciona que es una técnica de fortalecimiento mejorando el eje de la columna, el cortante, la resistencia a la flexión y la rigidez.

Como bases teóricas tenemos al reforzamiento estructural que según (Belizario Pacompia, 2017) es una técnica que tiene la finalidad de aumentar la capacidad de resistencia de los elementos estructurales como son vigas, columnas y cimentación, las causas más comunes para realizar un reforzamiento se dan por la deficiencia en la etapa de construcción, falta de control de calidad de los materiales, falta de supervisión a la hora de ejecutar la construcción. El procedimiento y tipo de refuerzo se obtendrá después de hacer una evaluación y diagnostico estructural para verificar los posibles problemas y deficiencias que se encuentre en la superestructura y subestructura. Como también menciona (Yarasca Mandujano, 2021) es el proceso de incrementar la capacidad de la estructura, aumentando o añadiendo elementos estructurales. Tiene el objetivo de mejorar las características estructurales de los elementos antiguos. Como también comenta (López et al., 2021) es toda ejecución para incrementar el desempeño estructural de una edificación nueva sobre una edificación antigua, mencionamos algunas de las características importantes para realizar un reforzamiento estructural como aumento de la rigidez de la superestructura y subestructura, mejorar la ductilidad de la superestructura y subestructura mejorar los desplazamientos laterales de entre piso, disminuye los periodos fundamentales de vibración, aumenta el factor de cortante basal, establecer un mayor índice de seguridad analizando y rediseñando la vivienda con los parámetros sismorresistentes del reglamento

nacional de edificaciones (RNE) y lo más importante en lo posible reducir la pérdida de vidas humanas.

Como también menciona (Theurer et al., 2016) el reforzamiento de estructuras es una acción que adiciona capacidad de resistencia mecánica a una parte de la estructura o estructura completa. De acuerdo a los análisis estructurales se determina que la estructura requiere aumentar resistencia de acuerdo a las demandas actuales.

El reforzamiento de estructural para (Ospina & Castrillón, 2021) se realiza para que las estructuras puedan prevalecer con el tiempo y tengan la capacidad de resistir diferentes fenómenos naturales como sismos, vientos, cargas de nieve etc.; de modo que no afecte la integridad de las personas y se pueda ajustar al diseño sismorresistente de acuerdo a los requerimientos y lineamientos exigidos en la norma vigente.

Como también menciona (Sika, 2017) la intervención o rehabilitación ya sea por reforzamiento sísmico es un comportamiento esencial para mitigar efectos de los sismos los cuales viajan por medio de ondas sísmicas, como primarias, ondas secundarias y ondas superficiales, estas ultima siendo la causante de grandes daños. Además, puede ser necesario la intervención de un reforzamiento por cambios de uso, modificación del sistema estructural, daños por corrosión o ataque químico, incendio, impacto entre otros.

Tipos de Reforzamiento Estructural. – Existen diferentes tipos de reforzamiento el cual se optará por uno de estos de acuerdo a la evaluación y solicitud del propietario.

Reforzamiento mediante el método de encamisado de columnas. – Este método consiste en incrementar la sección de la columna agregando una capa externa de concreto y acero de refuerzo longitudinal y transversal por ende el elemento estructural obtendrá mayor capacidad de resistencia y ductilidad, generalmente el concreto nuevo será de alta resistencia podemos mencionar algunas ventajas, aumenta la capacidad de resistencia, aumenta la rigidez, mejora la ductilidad y disminuye los desplazamientos laterales y como desventajas aumenta el peso propio de la edificación, disminuye el espacio de los ambientes dificultad de instalación y aumento de la sección de la cimentación.

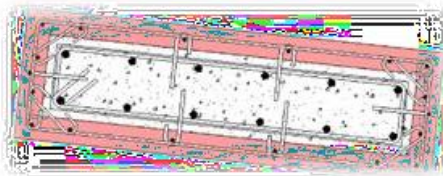
Figura 1: sección de la columna con encamisado



Fuente: Manual y diseño del sap2000

También comenta (Halac, 2021) debemos tener en cuenta que el concreto antiguo y el concreto nuevo se deben comportar de forma monolítica, aplicando una remoción del recubrimiento con productos epóxicos y conectores de corte. Es importante que la capa del concreto anterior tenga un grado de rugosidad para mayor adherencia con el concreto nuevo.

Figura 2: sección de la columna original con el recrecio de columna.



Fuente: (Halac, 2021)

Según (Soto Barraza, 2008) se debe tener en cuenta consideraciones que nos ayuden a mejorar el comportamiento uniforme del elemento estructural, es recomendable encamisar los cuatro lados de la columna, el espesor mínimo del encamisado deberá ser 10cm para concreto premezclado y 4 para concreto lanzado, la cuantía de acero para refuerzo deberá estar entre un rango de 0.015% a 0.04%, y se recomienda utilizar aceros de 5/8" en cada esquina del elemento estructural también tener en cuenta que la resistencia a compresión ( $f'c$ ) deberá ser mayor a la del concreto existente en 50kg/cm<sup>2</sup>.

Proceso constructivo. – Se extrae el recubrimiento de las caras de la columna a reforzar, la superficie deberá estar limpia y rugosa para garantizar la adherencia entre el concreto nuevo y existente, brindando un comportamiento monolítico.



*Figura 3. Remoción de recubrimiento de la columna a reforzar*



A. Coloración de los conectores de corte y ganchos.

*Figura 4. Coloración de ganchos y conectores de corte*



B. El acero longitudinal debe atravesar la losa de entre piso, para brindar continuidad y aumentar la resistencia a flexión en los extremos del elemento.

*Figura 5. Colocación del refuerzo longitudinal*



C. Colocación del puente de adherencia con la finalidad de mejorar la adherencia entre el concreto nuevo y el antiguo.

*Figura 6. Aplicación del puente de adherencia*



D. Colocación de encofrado

*Figura 7. Encofrado de columna*



E. Colocación de concreto nuevo.

F. Desencofrado de columnas.

Reforzamiento mediante el método de encamisado de vigas. – Este método consiste en incrementar la sección de la viga. Se puede aumentar en su totalidad la sección para mejorar esfuerzos a momentos positivos y momentos negativos, pero también se puede mejorar solo la parte de acero superior donde se mejora la resistencia a esfuerzos a tracción y flexión como también se puede mejorar la parte

de acero inferior mejorando la capacidad de resistencia a compresión siempre teniendo en cuenta los esfuerzos por cargas muerta, peso propio y cargas de sismo, las ventajas que podemos mencionar, aumenta la capacidad de resistencia, mejora la resistencia de esfuerzos a flexión, mejora la resistencia a corte y como desventajas, aumenta el peso propio de la edificación, dificultad al instalar y por ende demolición de elementos existentes.

*Figura 8. Encamisado de viga*

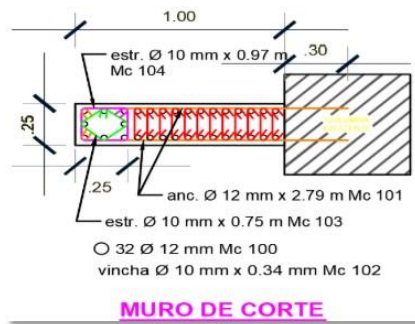


*Fuente: (Rendón, 2016)*

Reforzamiento con incorporación de muros de corte. – Se puede optar por este tipo de reforzamiento cuando queremos aumentar la rigidez de la superestructura y por ende disminuye los desplazamientos laterales. Para incorporar los muros de corte se deberá hacer una nueva cimentación para la continuidad de los elementos verticales.

Para construir los muros de corte se debe destruir parcial o totalmente los elementos no estructurales como la tabiquería. Dentro de las ventajas de este método de reforzamiento aumenta la capacidad de resistencia, mejora la rigidez, absorbe mejor los esfuerzos a cortante, disminuye las derivas de entre piso y mejora los periodos fundamentales de vibración.

Figura 9. Vista en planta del muro de corte



Desventajas aumenta el peso propio de la edificación, dificultad al instalar  
Se tendrá que reforzar la cimentación y genera costos elevados.

Figura 10. Encofrado de placa



FUENTE:(Palacios et al., 2019)

Reforzamiento estructural con fibras de carbono (CFRP).- Según (Theurer et al., 2016) el componente más importante de la fibra de carbono es el PAN (poliacrilonitrilo) es un polímero de tipo acrílico. Los hilos de Pan entrelazados conforman la fibra de carbono.

Como también menciona (Cutti Huallpa, 2021) la fibras de carbono surgieron como una alternativa de reforzamiento ante otros materiales tradicionales como el incremento de sección encamisado, encamisado metálico, muros de corte, disipadores de energía, aislamiento sísmico etc. El CFRP tiene algunas ventajas debido a su alto módulo de elasticidad y poco espesor, que lo hace mejor en cuanto

a estética, también se puede colocar en lugares con poco espacio por ende tiene una mayor facilidad para su aplicación.

*Figura 11. Reforzamiento en columnas y vigas (zona de confinamiento)*



Es necesario tener algunas consideraciones y evaluaciones para el correcto funcionamiento de la fibra de carbono (CFRP), por ende, como mínimo se deberá evaluar lo siguiente de la estructura de concreto.

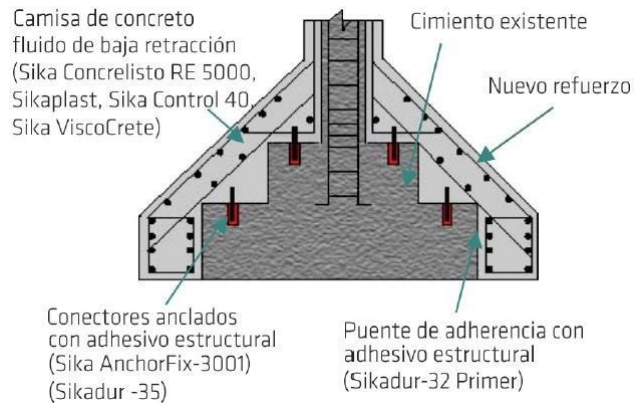
La ubicación, tamaño y causa de fisuras, cabe resaltar que fisuras mayores a 0.3 mm de ancho deben ser inyectados con resina epóxica ya que esto puede alterar el desempeño de la CFRP, tener en cuenta la ubicación y corrosión del acero de refuerzo, el cual deberá ser reparado antes de aplicar la CFRP, este sistema no detiene la corrosión de la armadura y la resistencia del concreto deberá ser como mínimo un concreto estructural grado 170kg/cm<sup>2</sup>.

Las características que nos brindan a fibra de carbono son elevado módulo de elasticidad, elevada resistencia a la flexión y tracción, estable ante ataques externos, muy liviano y con una alta relación resistencia/peso, buena resistencia al fuego y buen aislamiento térmico.

Reforzamiento de cimentación.- Según la (Norma e-050, 2018) la cimentación cumple un rol importante la cual es transferir las cargas de la superestructura al suelo, de tal manera que las deformaciones que se generen en el suelo o roca causen una distorsión angular menor a la permitida según el reglamento y produzcan presiones menores que las admisibles.

Se pueden presentar tipologías o síntomas de fallos en una cimentación como asentamientos diferenciales, levantamientos, desplomes, giros, desplazamientos, degradación de los materiales y colapso parcial o total.

Figura 12. Encamisado de zapata



Es importante mencionar que la cimentación de estudio está prácticamente obligada a intervenir ya que la vivienda de estudio es de dos niveles y se propone un reforzamiento el cual incrementara las cargas transmitidas por esfuerzos axiales. Calidad del Concreto. - Según (Orozco et al., 2018) el concreto es el material más usado a nivel mundial en el sector de la construcción, el uso de este material involucra a gran cantidad de profesionales de campo, académicos y de laboratorio en su producción, transporte y aplicación lo cual genera un margen de error que puede traer como consecuencia un concreto de baja calidad. Menciona que la calidad del concreto depende de la metodología 5M es decir usando cinco factores: calidad de los materiales, mano de obra, maquinaria, método y medio ambiente. En los que respecta al primer factor, es importante conocer y controlar la característica de los agregados como tamaño, porcentaje de absorción, coeficiente de forma ya que estos determinan la trabajabilidad del concreto fresco. Seguidamente el segundo factor es la mano de obra, que influye directamente manipulando el concreto, las altas temperaturas y las amplias jornadas de trabajo disminuyen la productividad poniendo y ponen en riesgo la vida de los trabajadores. De acuerdo con mencionado brindar condiciones de trabajo adecuados puede mejorar la productividad en obra y en consecuencia se puede ver refleja en la buena calidad de la obra. De acuerdo al factor maquinaria la colocación del concreto premezclado requieren de equipos y herramientas especializadas con el fin de prevenir la segregación y pérdida de materiales garantizando una adecuada calidad del concreto.

Finalmente menciona el quinto factor como el medio ambiente, que la temperatura juega un rol muy importante, partiendo de una temperatura de 23°C, su investigación demuestra que el asentamiento del concreto decrece o aumenta en 20mm por cada 10°C de incremento o disminución en la temperatura.

Rigidez. – Es la capacidad que tiene un elemento estructural de oponerse a las deformaciones causadas por las fuerzas laterales provenientes de los sismos. La rigidez de una estructura está en función del módulo de elasticidad de concreto, momento de inercia y longitud del elemento estructural.

Ductilidad. – Es la capacidad que tiene un elemento estructural de deformarse sin perder su forma original y conservar además su resistencia es decir logra deformarse en el rango inelástico, según (Quezada, 2019) es importante mencionar algunas características que nos brinda la ductilidad en una estructura por ejemplo aumenta la resistencia de miembros, conexión y estructura, indica que se producirá un fallo y permite que la estructura se comporte ante cargas producidas por sismos.

Resistencia. – Es la capacidad que tiene un elemento estructural de resistir distintos esfuerzos, tales como, esfuerzos a tracción, compresión, flexión y flexo compresión. La capacidad resistente de las vigas y losas se interpreta por su resistencia nominal a flexión ( $\phi M_n$ ), y por su resistencia a cortante ( $\phi V_n$ ), para las columnas se compara los esfuerzos en el diagrama de interacción entre momentos flector y carga axial.

Desempeño Sismorresistente. – Está basado en la elaboración de sistemas de cálculo, con la finalidad de determinar la resistencia, rigidez, ductilidad, durabilidad y seguridad de las estructuras obteniendo valores numéricos necesarios para un diseño económico y seguro de toda la edificación y cada uno de sus elementos estructurales deberán estar diseñadas y construidas para resistir solicitaciones sísmicas, siguiendo las especificaciones de la norma (Norma E-030, 2016).

Uno de los objetivos del diseño sismorresistente es que la estructura se comporte de forma regular y uniforme ante los movimientos de sismo evitando así el colapso de la estructura y sobre todo resguardando la salud y la vida de las personas.

Análisis Estructural Según (Granados, 2017) se realiza con la finalidad de plantear un adecuado sistema estructural que garantice un comportamiento óptimo de toda la estructura frente a un movimiento sísmico, es importante conocer la ubicación del proyecto o zonificación, tipo de suelo, categoría de la edificación y el sistema

estructural para plantear un diseño sísmico correcto con parámetros sísmicos que nos ayuden a obtener los desplazamientos laterales, fuerzas cortantes, periodos fundamentales de vibración etc. Todos estos parámetros de diseño sísmico están enmarcados en la norma E-030 diseño sismorresistente. Según la (Norma E-030, 2016), para estos cálculos nos basamos en el capítulo IV Análisis estructural, para estructuras regulares el análisis se puede realizar en base al total de la fuerza sísmica actuante en las dos direcciones ortogonales. Para estructuras irregulares el sismo tendrá más acción de fuerzas en la dirección más desfavorable. El análisis sísmico tiene dos tipos de procedimientos tales como análisis estático o de fuerzas estáticas y análisis dinámico modal espectral.

Diseño Estructural según (Norma E-060, 2016) deberán cumplir con las condiciones y demandas mínimas para el análisis, diseño, construcción, control de calidad y supervisión de estructuras de concreto armado, preesforzado y simple.

Para el diseño de estructuras de concreto armado se usa el método diseño por resistencia  $\theta R_n > R_u$ , donde se brindará a todas las secciones y elementos estructurales el diseño por resistencia, utilizando factores de amplificación y los factores de reducción.

Fuerza cortante en la base o cortante basal de la estructura.- según la (Norma E-030, 2016) se calculará en ambas direcciones con la siguiente formula:

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

Donde:

Z= factor de zona

U=factor de uso

C=factor de amplificación sísmica

S= factor de suelo

R= coeficiente básico de reducción

P= Peso de la edificación.

Periodo fundamental de vibración. – El periodo fundamental de vibración se calcula para cada dirección con la siguiente expresión:

$$T = \frac{hn}{Ct}$$

Donde:



hn= altura total de la edificación

Ct= 35 Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente: a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte y b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

Ct = 45 Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean: a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras y b) Pórticos de acero arriostrados.

Ct = 60 Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

Según (Domínguez Caicedo, 2014) el comportamiento activo de una edificación durante un evento sísmico está en relación entre el periodo de vibración de las fuerzas sísmicas y su propio periodo de vibración de la estructura. Es importante que estos dos periodos nunca de igualen ya que la edificación entraría en resonancia producto de este fenómeno la estructura aumenta en la aceleración y por consecuencia se tendrá mayor deformación de los elementos estructurales Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles. – El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el artículo 31, no debe exceder la fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la tabla.

Tabla N°1 Límites para la distorsión de entrepiso

Material Predominante	$(\Delta_i/h_{ei})$
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: norma E-030.

En nuestra investigación la muestra con la que estamos trabajando está compuesto con un Sistema Estructural de Pórticos de concreto armado donde nuestra

distorsión admisible deberá ser menor a 0.007. Se deberá buscar una relación en base a este valor ya que un valor muy aproximado se interpreta como una vivienda flexible y un valor alejado nos muestra el diseño de la vivienda es muy rígido.

Como también comenta (Hernández García & Tena Colunga, 2016) se conoce como piso suave o piso débil a aquellos entre pisos dentro de una estructura que tienen una reducción significativa en su rigidez y/o resistencia lateral con respecto a los siguientes entre pisos.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo de Diseño de Investigación

##### Tipo de Investigación

La Investigación es de tipo aplicada, según (Sampieri, 2019) porque el problema es práctico y tendrá relevancia en la mejora de la calidad de vida de las personas en un ámbito económico y social, los resultados de esta investigación servirán como referencias para otros investigadores con problemas similares ya que orienta, mejora, perfecciona y optimiza el estudio de la investigación.

##### Diseño de Investigación

Según (Vásquez Rodríguez, 2020) el diseño de investigación es no experimental define porque se realiza sin maniobrar premeditadamente las variables. Es decir, se trata de estudios donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes para ver su resultado sobre otras variables. Y es de tipo transversal porque se hará la recolección de datos en un tiempo y punto determinado lo que verificaremos en nuestro estudio es observar el fenómeno o problemática tal como se da en el contexto ubicado en la APV. Los Laureles en el distrito de San Sebastián Provincia de Cusco.

##### Nivel de investigación

Es explicativo por que pretende explicar el fenómeno por el cual ocurre los problemas y bajo qué condiciones, determinando una relación causa-efecto entre la falta de estudios técnicos y el reforzamiento de la vivienda de concreto armado.

##### Enfoque de Investigación

Según (Burneo & Rodriguez, 2017) la metodología cuantitativa se cuantifica por conteos numéricos y métodos matemáticos, es este sentido la ruta de investigación es cuantitativo porque el fenómeno es medible y se puede comprobar las hipótesis con valores numéricos, una vez hecha la recolección de datos se procede a realizar el análisis matemático donde se procesa la información recolectada en campo y se cuantifica resultados de forma estadística comprobando los valores con los parámetros de diseño sísmico según la norma E-030, además el propósito del enfoque cuantitativo es la descripción, explicación, predicción y control imparcial de sus causas.

### 3.2 Variables y Operacionalización

Variable Independiente: Reforzamiento Estructural

Definición Conceptual: Según (Hosen et al., 2019) el reforzamiento estructural consiste en mejorar la capacidad estructural de una vivienda, por cambios en la estructuración, ampliación, peso propio o por fuerzas de sismo. El reforzamiento de viviendas en nuestro país se realiza con más frecuencia ya que estamos ubicados en una zona altamente sísmica conocida como el cinturón de fuego del pacífico, sumado a ellos están las viviendas autoconstruidas en zonas de alto riesgo y con suelos poco consolidados lo que aumenta el grado de vulnerabilidad ante un movimiento sísmico

Definición Operacional: Es un método que se aplica cuando se necesita ampliar, hacer cambios de uso o cuando las viviendas cuentan con un grado de vulnerabilidad sísmica, es así que consiste en mejorar los elementos estructurales brindando más rigidez y ductilidad mediante tipos de refuerzo como el encamisado de columnas, vigas, adicionando muros de corte o placas y el encamisado con fibras de carbono etc. Este proceso viene tomando gran importancia en Perú ya que las construcciones en nuestro país son ejecutadas de forma empírica sin la supervisión de un profesional responsable.

Indicadores:

Indicadores de la variable Independiente: Resistencia, rigidez y ductilidad

Indicadores de la variable dependiente: Fuerza Cortante en la base, Periodo fundamental de vibración, desplazamientos laterales y resistencia de diseño.

Escalas de Medición: La Razón

Variable dependiente: Desempeño Sismorresistente

Definición conceptual: El objetivo del desempeño sismorresistente es crear edificaciones con características sismorresistentes, es decir, que sea capaz de soportar movimientos sísmicos, por medio del análisis y diseño que dependen de la zonificación sísmica, tipo de suelo y entre otros parámetros que complementan la norma, se plantea un diseño estructural en la búsqueda de brindar un diseño económica de calidad y sobre todo seguro, con la finalidad de brindar una calidad de vida a las personas.

Definición Operacional: La (Norma E-030, 2016) establece condiciones mínimas para el diseño sismorresistente de una edificación, analizando construcciones

nuevas, reforzando viviendas existentes y reparando las mismas, basándose en parámetros de diseño sísmico según a la norma, estos parámetros de diseño sísmico son desarrollados en el análisis estático o de fuerzas estáticas y en el análisis dinámico modal espectral una vez planteado el sistema estructural se pasa al diseño estructural donde se genera la sección, cuantía de acero, en base a los esfuerzos a actuantes en la edificación.

### 3.3 Población, Muestra y Muestreo

#### Población

Según (Arias et al., 2016) define a la población como un conjunto de personas, animales, cosas etc.; delimitados en un espacio y tiempo de los cuales pretendemos conocer más en nuestro estudio de investigación. Es importante dar a conocer que, al finalizar la investigación en base a una muestra de dicha población, será posible generalizar los resultados hacia el resto de la población.

En esta investigación la población son las viviendas de la APV. Los laureles con similares problemas en la etapa de construcción y futuros cambios de uso ubicados en el distrito de San Sebastián provincia de Cusco.

#### Muestra

Como menciona también (Sampieri, 2019) sabemos que la muestra es una parte representativa de la población, también definido como un subconjunto del universo o población de donde se extraerá los datos pertinentes.

En esta investigación la muestra está definida por la vivienda unifamiliar de 2 pisos con fines a ampliación a 5 pisos.

#### Muestreo

Es de tipo no probabilístico porque no depende de la probabilidad si no de la razón relacionada con características y contexto de la investigación.

### 3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos.

#### Técnicas de recolección de datos

Se realizó la recolección de los datos de la vivienda de dos pisos por medio de la observación directa, se fue a campo a verificar los elementos estructurales, cuantías de acero, tipo de sistema estructural, separación mínimas y máximas de acero longitudinal, continuidad de elementos estructurales y no estructurales y también se tuvo una entrevista con el dueño de la vivienda.

### Instrumentos de recolección de datos

Son recursos de los cuales el investigador se vale para extraer información acerca del fenómeno de estudio, como un plano replanteado de la edificación, ensayo de esclerómetro o ensayo no destructivo, ensayo con pacómetro, estudio de mecánica de Suelos (EMS), modelado de la vivienda de concreto armado Etabs, Sap200 y procesamiento de los datos en Microsoft Excel.

### Validez

Es el grado en que un instrumento mide con exactitud la variable que verdaderamente pretende medir, para verificar la resistencia del concreto se usara el ensayo de esclerómetro o martillo de rebote, apoyado del pacómetro que ubicara la distribución del acero por medio de un scanner.

### Confiabilidad

Existen determinados procedimientos para calcular el contenido de fiabilidad en un instrumento de medición. Todos utilizan fórmulas que producen coeficientes de fiabilidad. En el caso del ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría) NTP 339.181, se debe tener algunas consideraciones, se recomienda no hacer el ensayo en elementos estructurales congelados, se recomienda hacer la prueba de forma horizontal y no aplicar directamente sobre el acero de refuerzo, el uso del pacómetro nos da una indicación de la ubicación de los aceros de refuerzo.

## 3.5 Procedimientos

Una vez realizado los planos de distribución arquitectónica, obtenido resultados de los estudios de mecánica de suelos y el ensayo para verificar la resistencia del concreto, se procede a realizar el análisis estructural con los Software Etabs y Sap2000, de la vivienda de 2 pisos y la vivienda ampliada 5 y posteriormente se plantea el reforzamiento y se hace el análisis con el tipo de reforzamiento definido y posteriormente se realiza en diseño estructural.

## 3.6 Método de análisis de Datos

Para la obtención de los análisis de datos se usó el software Etabs 18.1.1, sap2000 23.3.1 y Microsoft Excel estos programas nos permiten hacer los cálculos necesarios para la obtención de los resultados. Así mismo se hizo el ensayo de

resistencia del concreto parámetro importante para el análisis estructural y el estudio de mecánica de suelos para verificar la capacidad admisible del suelo.

### 3.7 Aspectos Éticos

De acuerdo a mis principios de ética y moral como persona, realizo esta investigación respetando la información y citando las mismas con la metodología ISO690. La muestra obtenida de la población está dentro de un marco de respeto y guarda sinceridad de los datos expuestos, de igual forma la legitimidad de la información que se hará llegar a la población.

## IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio.

El Presente estudio está enfocado al reforzamiento estructural con el método de encamisado con concreto armado y reforzamiento con CFRP realizando los cálculos estructurales en los softwares etabs 18.1.1 y Sap2000 23.3.1 en una vivienda de concreto armado, la vivienda es de dos niveles con un sistema estructural de pórticos y se propone una ampliación a 5 niveles.

*Figura13. Vivienda actual de 2 niveles*



*Fuente: elaboración propia*

Nombre de la tesis:

“Reforzamiento estructural y desempeño sismorresistente de una vivienda unifamiliar de concreto armado con fines de ampliación, San Sebastián, Cusco-2022”

Ubicación política

La presente investigación se realizó en la av. Los laureles, San Sebastián, Provincia de Cusco, en el departamento de Cusco.



Limites:

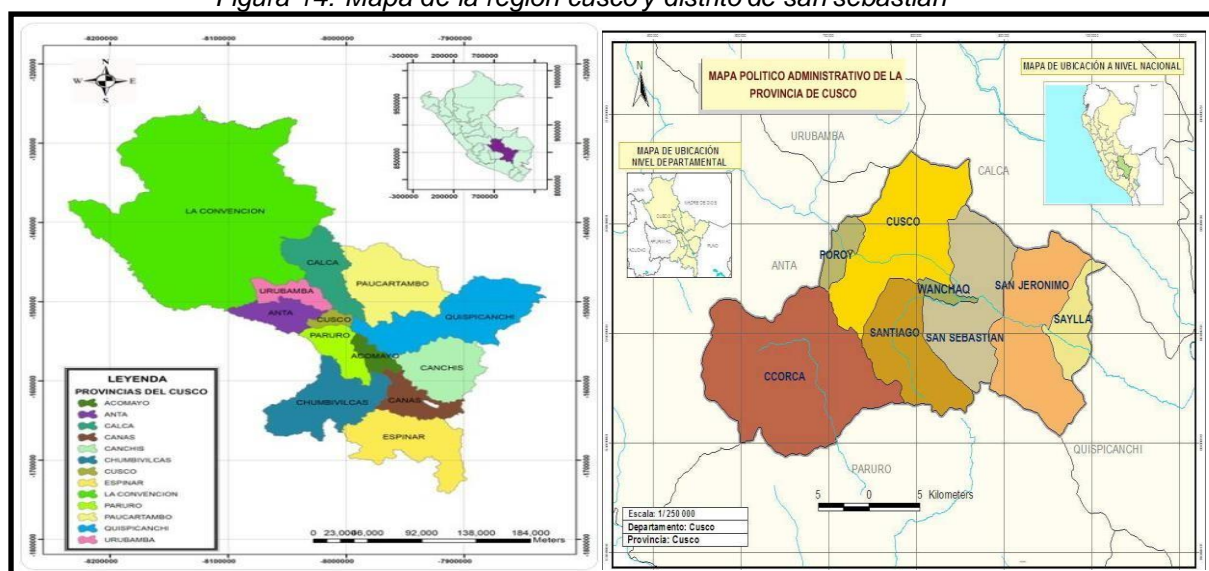
Norte : con el distrito de cusco

Sur : distrito de Yaurisque

Este : con el distrito de San Jerónimo

Oeste : con el distrito de Wánchaq y Santiago

Figura 14: Mapa de la region cusco y distrito de san sebastian



Fuente: Municipalidad San Sebastian

Ubicación Geográfica:

El distrito de San Sebastián presenta las siguientes coordenadas UTM: Este 81965.88 y Norte 8502340.90, contando con un área 89.44km<sup>2</sup> aproximadamente con una elevación de 3244m.s.n.m. Según el censo del 2017 San Sebastián cuenta con una población registrada de 109767 habitantes.

Clima:

El clima que posee el distrito de San Sebastián es templado y moderadamente lluvioso, los meses entre enero y marzo son muy lluviosos y los meses de mayo a junio son meses de fuertes heladas. Con una temperatura que varía entre los 1 °C hasta los 15 °C, teniendo una temperatura promedio de 12 °C durante el año.

## VIVIENDA EXISTENTE:

La vivienda en el 1er y 2do nivel tiene un área construida de 132m<sup>2</sup>, con una altura de entre piso de 2.50 ml tanto en el primer nivel y segundo nivel.

Sistema estructural existente consta de: Pórticos de concreto armado con columnas y vigas variables peraltadas en ambas direcciones, losa aligerada de e=0. 20m, columnas y vigas como se muestra en la tabla 2 y 3.

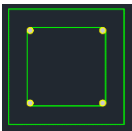
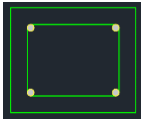

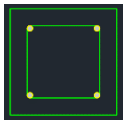
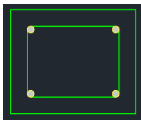
### Concreto Armado

- $f'c$  : 209kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de E. : 216,852.48kg/cm<sup>2</sup> ( $E=15000*210^{0.5}$ )
- Módulo de Poisson : 0.20
- Peso específico : 2,400kg/cm<sup>3</sup>

### Acero corrugado

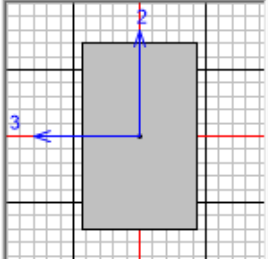
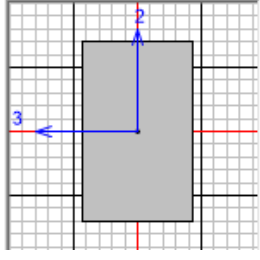
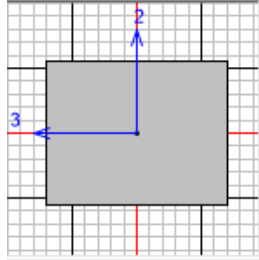
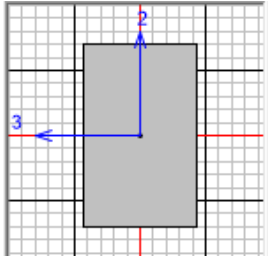
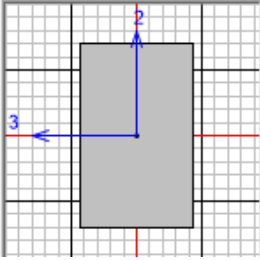
- Resistencia de fluencia : 4,200kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de elasticidad : 2'100,000kg/cm<sup>2</sup>

Tabla 2: cuadro de columnas

CUADRO DE COLUMNAS			
NIVEL	C1	C2	C3
1ER NIVEL	 25*25, 4Ø1/2"	 25*30, 4Ø5/8"	 25*40, 4Ø5/8"
2DO NIVEL	 25*25, 4Ø1/2"	 25*30, 4Ø5/8"	 25*40, 4Ø5/8"
Cuantía de acero	0.0081%	0.0105%	0.0079%

Fuente: elaboración propia

Tabla 3: cuadro de vigas.

CUADRO DE VIGAS			
NIVEL	VP	VS	VCH
1ER NIVEL	25*40 	25*40 	25*20 
2DO NIVEL	25*40 	25*40 	

Fuente: elaboración propia

Según el artículo 10.9 de la norma E-060 Límites del refuerzo de elementos a compresión. - El área de acero no deberá ser menor al 0.01 ni mayor que 0.06 veces el área total,  $A_g$ , de la sección transversal.

#### CALIDAD DEL CONCRETO EXISTENTE:

Según la norma -060 la resistencia mínima para el diseño de un concreto estructural será de 170kg/cm<sup>2</sup>, para la verificación del concreto existente se realizó según lo estipulado en la norma NTP 339.181 "Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría)", Norma ACI, 228.1R-03 "In-Place Methods to Estimate Concrete Strength", y Norma ASTM C 805-02, "Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete", como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4: cuadro de resultados del ensayo de esclerometría

RESULTADOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA					
N° de Ensayo	Elemento estructural	Edad del concreto	f'c de diseño Kg/cm2	f'c obtenido Kg/cm2	Resistencia obtenida en %
ESC-01	COLUMNA	>28 días	210	189	90.13
ESC-02	VIGA	>28 días	210	228	108.56
ESC-03	COLUMNA	>28 días	210	207	98.42
ESC-04	COLUMNA	>28 días	210	213	101.27
ESC-05	COLUMNA	>28 días	210	204	97.01
ESC-06	VIGA	>28 días	210	225	107.08
ESC-07	CIMENTACION	>28 días	210	154	73.44
ESC-08	COLUMNA	>28 días	210	213	101.27
ESC-09	COLUMNA	>28 días	210	207	98.42
ESC-010	COLUMNA	>28 días	210	201	95.62

Fuente: elaboración propia

Para el realizar el Análisis estructural sacaremos un promedio de las resistencias obtenidas en el ensayo de esclerometría donde obtuvimos un valor de 209kg/cm<sup>2</sup>.

Acero de refuerzo encontrado

Para encontrar la distribución de los aceros longitudinales en columnas se verifico el ultimo nivel y para acero transversal se verifico con el scanner para acero (pacómetro), además, para el acero en vigas se tuvo que eliminar el recubrimiento y también se usó el scanner y de la misma forma para verificar el acero en losa se tuvo que eliminar el recubrimiento. Adicional a estos métodos se tuvo una entrevista con el maestro de obra que realizo la construcción de la vivienda de concreto armado.

Figura 15: Ubicación de acero existente



Fuente: elaboración propia

Verificación de la profundidad de fundación de la cimentación.

El tipo de cimentación usado en la vivienda es de zapatas aisladas con una profundidad de fondo de zapata de 1.50m, esta información se verifico por la calicata que se realizó a pie de la columna y por la entrevista con el maestro constructor y también con el dueño de la vivienda, adicional a esto se realizó el EMS con la finalidad de obtener capacidad portante del suelo y el ensayo de esclerometría efectuado en la zapata aislada encontrando una dimensión de zapata de 1.20mx1.20m con peralte de 0.50m.

Figura 16: ensayo con esclerómetro y estudio de suelos



Fuente: elaboración propia

Vivienda Proyectada. – Nuestra vivienda actual reforzada y ampliada una vez intervenida con el método de encamisado con concreto y CFRP tendrá una altura de 12.5ml es decir 5 niveles, el objetivo es rediseñar una vivienda que este dentro de los parámetros establecidos en el reglamento nacional de edificaciones RNE.

Especificaciones técnicas de los materiales empleados:

- Resistencia  $f'c$  : 280kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de E. : 216,852.48kg/cm<sup>2</sup> ( $E=15000*240^{0.5}$ )
- Módulo de Poisson : 0.20
- Peso específico : 2,400kg/cm<sup>3</sup>

Acero corrugado

- Resistencia de fluencia : 4,200kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de elasticidad : 2'100,000kg/cm<sup>2</sup>

Recubrimiento del concreto para el refuerzo. – según el artículo 7.7 de la norma E-060, se debe proporcionar el siguiente recubrimiento mínimo de concreto:

- Concreto colocado contra el suelo 7cm
- Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo para vigas y columnas 4cm

Parámetros de diseño sísmico

- Factor de zona : 0.25 (zona 2 provincia de cusco)

- Factor de uso : 1.0 (edificaciones comunes)
- Factor de suelo : 1.40 (suelos blandos)
- Coeficiente de reducción sísmica : 8 (Pórticos)
- Factor de amplificación sísmica :  $T < T_p$   $C = 2.5$

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

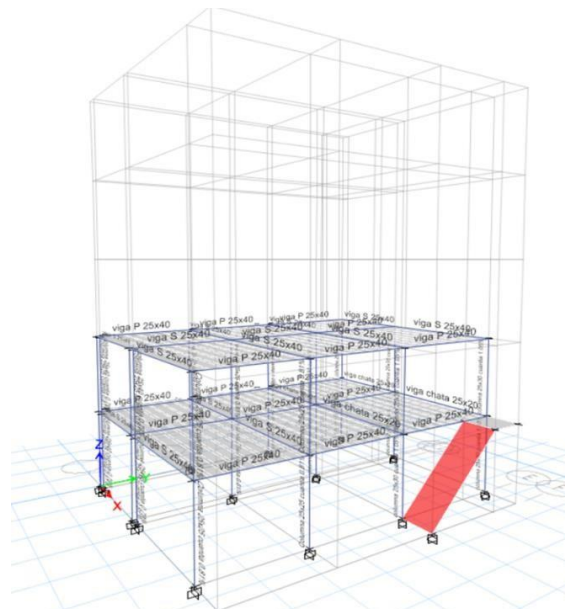
$$T > T_L \quad C = 2.5 \left( \frac{T_p * T_L}{T^2} \right)$$

Objetivo específico 1.- Determinar cómo influye el reforzamiento estructural con el método encamisado de concreto armado en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos frente a un sismo en la APV. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022.

#### Análisis estructural para la vivienda existente de dos pisos sin ampliación

Se procedió a calcular los parámetros para el análisis estructural de la vivienda existente con el programa de cálculo estructural Etabs 18.1.1 siendo importante el producto obtenido en el ensayo con esclerómetro, estudio de suelos y secciones de columnas y vigas encontrados en la recolección de datos.

Figura 17: Modelado de la vivienda existente de dos niveles sin reforzamiento.



Fuente: Software Etabs 18.1.1

## Control de desplazamientos laterales relativos admisibles

Este parámetro de medición está descrito en la norma e-030 capítulo V donde menciona la importancia de la rigidez, resistencia y ductilidad de una estructura.

Para obtener los resultados de la distorsión de entre piso, desplazamientos laterales relativos admisibles se deberá crear una combinación de cargas de sismo dinámico en ambas direcciones multiplicado por el  $0.75 \cdot R$  así como se muestra en la tabla 5 y 6.

Tabla 5: Desplazamiento en la dirección X-X

PISO	R	DESPLAZAMIENTO ABSOLUTOS	DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS (D)	Hi	DISTORCION DE ENTREPISO	DESP SEGÚN RNE	
		m	m	m	m		
2	8	0.014632	0.008361	2.5	<b>0.0033</b>	0.007	OK
1	8	0.006271	0.006271	2.5	<b>0.0025</b>	0.007	OK

Fuente: elaboración propia

Tabla 6: Desplazamiento en la dirección Y-Y

PISO	R	DESPLAZAMIENTO ABSOLUTOS	DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS (D)	Hi	DISTORCION DE ENTREPISO	DESP SEGÚN RNE	
		m	m	m	m		
2	8	0.012077	0.006081	2.5	<b>0.0024</b>	0.007	OK
1	8	0.005996	0.005996	2.5	<b>0.0024</b>	0.007	OK

Fuente: elaboración propia

Como se observa en la tabla 5 y 6 las derivas de entre piso cumplen con lo establecido en la norma E-030 siendo el valor admisible 0.007.

## Control del periodo fundamental de vibración

Se verifica el control del periodo de vibración en ambos sentidos en X-X y Y-Y y con la siguiente expresión:

tabla 7: Periodo fundamental de vibración

Caso	Modo	Periodo	UX	UY	SumUX	SumaUY	RZ
Modo	1	0.268	0.0346	0.7061	0.0346	0.7061	0.1583
Modo	2	0.249	0.7935	0.0057	0.8281	0.7118	0.0795
Modo	3	0.184	0.0278	0.1226	0.8559	0.8344	0.5547
Modo	4	0.098	0.0036	0.1266	0.8595	0.961	0.0004
Modo	5	0.085	0.1244	0.0069	0.9839	0.9679	0.0001

Fuente: Elaboración propia



La tabla 7 nos muestra que el modo1 traslacional en “Y” el periodo es de 0.26seg y en el modo2 traslacional en “X” con un periodo de 0.24seg.

### Control de la cortante en la base

La fuerza cortante en la base se calcula multiplicado los parámetros de análisis más el peso de la edificación.

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

Donde:

P= Según al artículo 26 se halla tomando el 100% de la carga permanente y total de la edificación más un 25% de la carga viva esto para edificaciones de categoría C.

Tabla 8 Fuerza cortante en la base

Nombre	c	Peso de la edificación (tn)	Cortante en la base (tn)
SISMO ESTATICO X-X	0.10938	123.60514	13.51993021
SISMO ESTATICO Y-Y	0.10938	123.60514	13.51993021

Fuente: elaboración propia

Además, deberá cumplir con el artículo 29.4 de la norma e-030.

$$SD \geq 80\%SE$$

Tabla 9 Verificación al 80% del cortante en la base

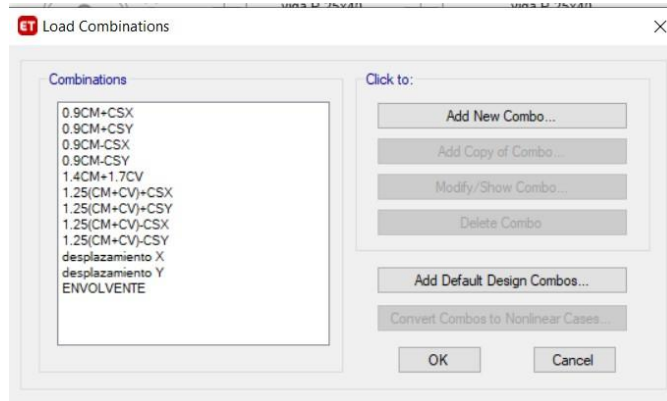
Dirección	Sismo dinámico	0.8*SE	Sismo estático	Verificación de cortante al 80%
<b>X</b>	12.9172	10.81592	13.5199	<b>VERDADERO</b>
<b>Y</b>	11.5395	10.81592	13.5199	<b>VERDADERO</b>

Fuente: elaboración propia

Se verifica que el sismo estático al 80% es menor que el sismo dinámico lo cual se concluye que no se necesita escalar el valor.

Para la verificación de la resistencia y diseño estructural de la edificación existente de 2 pisos sin reforzamiento se procede a realizar las siguientes combinaciones de carga:

Figura 18: combinaciones de carga



Fuente: Software Etabs 18.1.1

Y para la resistencia de diseño será como se muestra en la imagen:

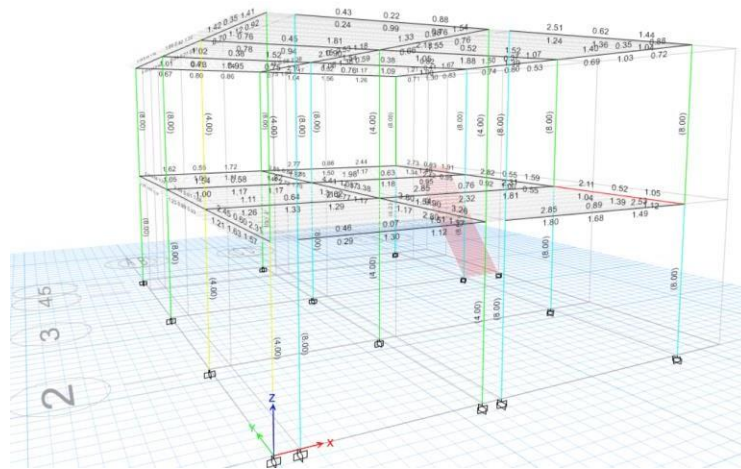
Figura 19: factores de reducción de resistencia

	Item	Value
01	Design Code	ACI 318-14
02	Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
03	Number of Interaction Curves	24
04	Number of Interaction Points	11
05	Consider Minimum Eccentricity?	Yes
06	Design for B/C Capacity Ratio?	Yes
07	Seismic Design Category	D
08	Design System Omega0	2
09	Design System Rho	1
10	Design System Sds	0.5
11	Consider ICC-ES ESR-2107	No
12	Phi (Tension Controlled)	0.9
13	Phi (Compression Controlled Tied)	0.7
14	Phi (Compression Controlled Spiral)	0.75
15	Phi (Shear and/or Torsion)	0.85
16	Phi (Shear Seismic)	0.6
17	Phi (Joint Shear)	0.85
▶ 18	Pattern Live Load Factor	0.75

Fuente: Software Etabs 18.1.1

Verificación de los esfuerzos en la vivienda de 2 pisos.

Figura 20 vista en 3D de la vivienda de dos pisos



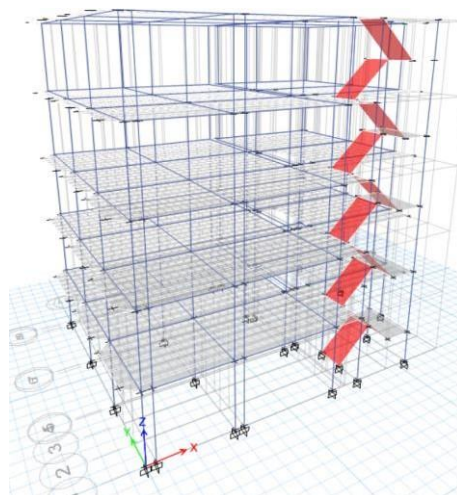
Fuente: Software Etabs 18.1.1

Interpretación: El resultado de la distorsión de entre piso muestran que la distorsión máxima está en la dirección "X" con un valor de 0.0033 de 0.007 siendo este último el valor admisible según la norma E-030. También se observa que la resistencia de los elementos estructurales tiene un comportamiento óptimo ante esfuerzos sometidos por combinaciones de cargas estática y cargas dinámicas lo que concluye que la edificación de dos niveles sin ampliación no necesita reforzamiento.

Análisis estructural de la edificación existente y ampliada a 5 pisos sin reforzamiento en el programa Etabs 18.1.1

Se realizó el análisis estructural de la edificación ampliada con el programa de cálculo estructural Etabs 18.1.1 donde veremos el desempeño sismorresistente de la estructura en base a parámetros de diseño de nos exige la norma E-030.

Figura 21: vista en 3D de la edificación ampliada a 5 niveles



Fuente: Software Etabs 18.1.1

### Control de desplazamientos laterales relativos admisibles

Este parámetro de medición está descrito en la norma e-030 capítulo V donde menciona la importancia de la rigidez, resistencia y ductilidad de una estructura.

Para obtener los resultados de la distorsión de entre piso, desplazamientos laterales relativos admisibles se deberá crear una combinación de cargas de sismo dinámico en ambas direcciones multiplicado por el  $0.75 \cdot R$  así como se muestra en la tabla 5 y 6.

Tabla 10: Desplazamiento en la dirección X-X

PISO	R	DESPLAZAMIENTO ABSOLUTOS	DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS (D)	Hi	DISTORCION DE ENTREPISO	DESP SEGÚN RNE	
		m	m		m		
5	8	0.106085	0.010222	2.5	0.0041	0.007	OK
4	8	0.095863	0.018185	2.5	0.0073	0.007	VERIFICAR
3	8	0.077678	0.025687	2.5	0.0103	0.007	VERIFICAR
2	8	0.051991	0.030623	2.5	0.0122	0.007	VERIFICAR
1	8	0.021368	0.021368	2.5	0.0085	0.007	VERIFICAR

Fuente: elaboración propia

<i>Tabla 11: Desplazamiento en la dirección Y-Y</i>							
PISO	R	DESPLAZAMIENTO ABSOLUTOS	DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS (D)	Hi	DISTORCION DE ENTREPISO	DESP SEGÚN RNE	
		m	m	m	m		
5	8	0.066585	0.011016	2.5	0.0044	0.007	OK
4	8	0.055569	0.010733	2.5	0.0043	0.007	OK
3	8	0.044836	0.014336	2.5	0.0057	0.007	OK
2	8	0.0305	0.017234	2.5	0.0069	0.007	OK
1	8	0.013266	0.013266	2.5	0.0053	0.007	OK

*Fuente: elaboración propia*

Como se observa en la tabla 10 las derivas de entre piso exceden el valor admisible de 0.007 a comparación de los valores obtenidos en la tabla 11 todos los valores están por debajo del valor máximo.

### Control del periodo fundamental de vibración

Se verifica el control del periodo fundamental de vibración en ambos sentidos en X-X y Y-Y tal como se muestra en la siguiente tabla.

*Tabla 12: Periodo fundamental de vibración*

Caso	Modo	Periodo	UX	UY	SumUX	SumaUY	RZ
Modo	1	0.662	0.2212	0.3466	0.2212	0.3466	0.2878
Modo	2	0.617	0.6096	0.1477	0.8308	0.4943	0.0729
Modo	3	0.4	0.0019	0.3269	0.8327	0.8212	0.4698
Modo	4	0.211	0.0123	0.0537	0.8449	0.8749	0.0286
Modo	5	0.193	0.0893	0.0115	0.9343	0.8864	0.0038
Modo	6	0.125	0.0001	0.0178	0.9344	0.9042	0.0807

*Fuente: elaboración propia*

### Control de la cortante basal

La fuerza cortante en la base se calcula multiplicado los parámetros de análisis más el peso de la edificación:

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

Donde:

P= Según al artículo 26 se halla tomando el 100% de la carga permanente y total de la edificación más un 25% de la carga viva esto para edificaciones de categoría C.

Tabla 13: Fuerza cortante en la base

Nombre	c	Peso de la edificación (tn)	Cortante en la base (tn)
SISMO ESTATICO X-X	0.109	244.65644	26.76052141
SISMO ESTATICO Y-Y	0.109	244.65644	26.76052141

Fuente: elaboración propia

Además, deberá cumplir con el artículo 29.4 .

$$SD \geq 80\%SE$$

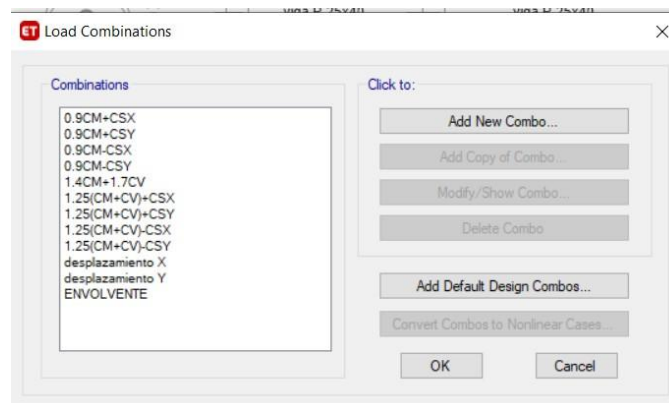
Tabla 14: Verificación al 80% del cortante en la base

Dirección	Sismo dinámico	0.8*SE	Sismo estático	Verificación de cortante al 80%
<b>X</b>	65.9015	21.4084171	26.76052141	<b>VERDADERO</b>
<b>Y</b>	43.5212	21.4084171	26.76052141	<b>VERDADERO</b>

Fuente: elaboración propia

Para la verificación de la resistencia y diseño estructural de la edificación ampliada a 5 pisos sin reforzamiento se procede a realizar las siguientes combinaciones de carga:

Figura 22: combinaciones de carga



Fuente: Software Etabs 18.1.1

Y para la resistencia de diseño será como se muestra en la imagen:

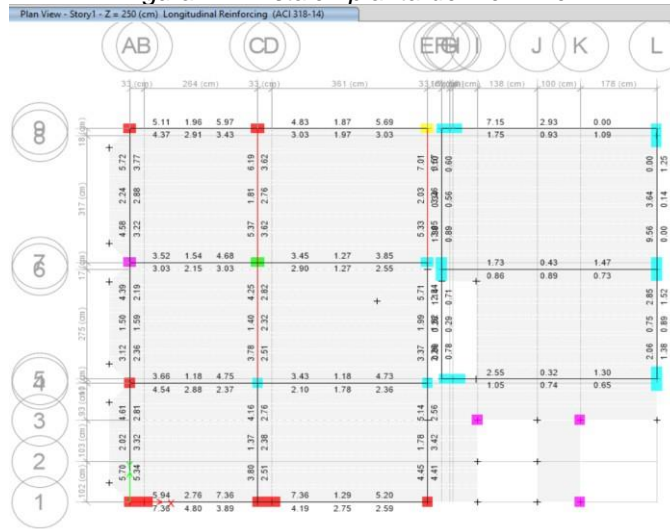
Figura 23: factores de reducción de resistencia

Item	Value
01 Design Code	ACI 318-14
02 Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
03 Number of Interaction Curves	24
04 Number of Interaction Points	11
05 Consider Minimum Eccentricity?	Yes
06 Design for B/C Capacity Ratio?	Yes
07 Seismic Design Category	D
08 Design System Omega0	2
09 Design System Rho	1
10 Design System Sds	0.5
11 Consider ICC-ES ESR-2107	No
12 Phi (Tension Controlled)	0.9
13 Phi (Compression Controlled Tied)	0.7
14 Phi (Compression Controlled Spiral)	0.75
15 Phi (Shear and/or Torsion)	0.85
16 Phi (Shear Seismic)	0.6
17 Phi (Joint Shear)	0.85
18 Pattem Live Load Factor	0.75

Fuente: Software Etabs 18.1.1

A continuación, se muestra los elementos estructurales sobre esforzados en cada nivel de la edificación:

Figura 24: Vista en planta del 1er nivel

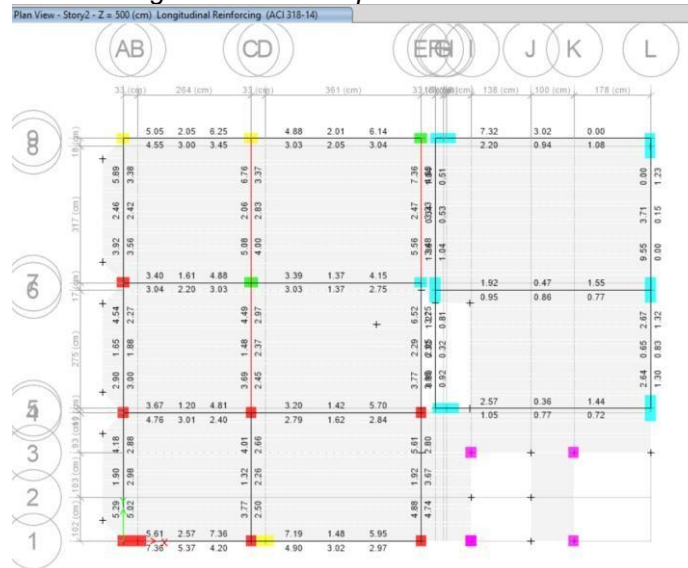


Fuente: Software Etabs 18.1.1

Cómo se observa en la figura 20, los elementos estructurales mostrando falla son los siguientes: 3 vigas principales, 4 columnas esquineras y 4 columnas excéntricas, estas fallas en vigas están generados por el esfuerzo a cortante debido a la fuerza cortante y la torsión juntos excede el máximo permitido (shear stress due to shear 44xced and torsion together 44xcedes maximun allowed) y la falla

generada en las columnas son por la relación de capacidad excede el límite (capacity ratio 45xcedes limit)

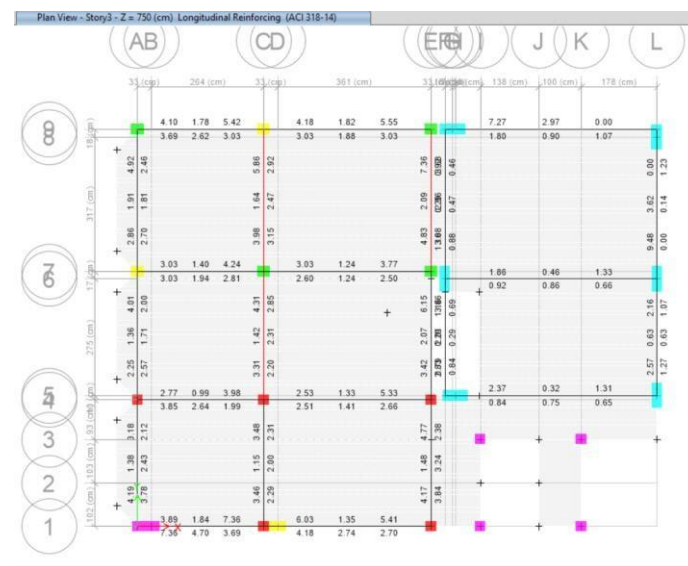
Figura 25: Vista en planta del 2do nivel



Fuente: Software Etabs 18.1.1

También se observa en la figura 21, que las fallas se dan en 3 vigas principales, 3 columnas esquineras, 4 columnas excéntricas y 1 columna centran, las vigas fallan por el esfuerzo a cortante debido a la fuerza cortante y la torsión juntos excede el máximo permitido (shear stress due to shear 45xced and torsion together 45xcedes maximun allowed) y la falla generada en las columnas son por la relación de capacidad excede el límite (capacity ratio 45xcedes limit)

Figura 26: Vista en planta del 3ro nivel

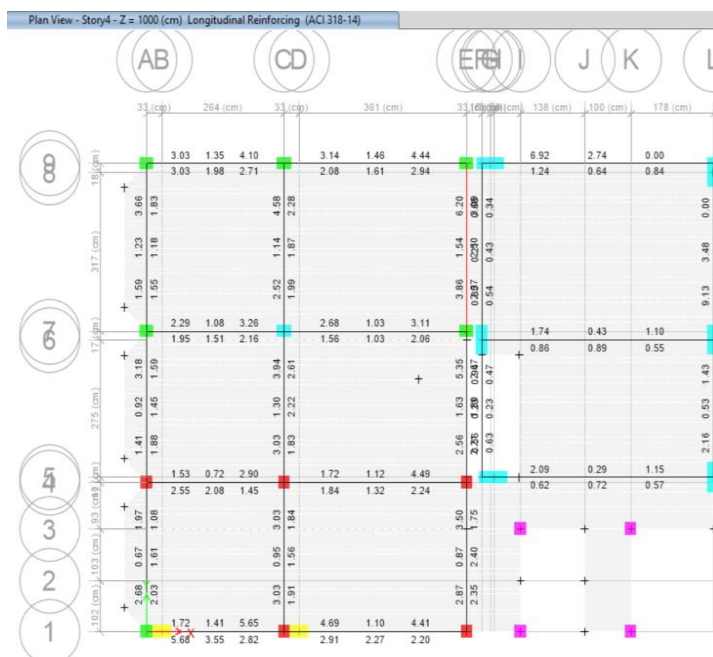


Fuente: Software Etabs 18.1.1



En la figura 22 vemos que 3 vigas principales, 1 columna esquinera, 3 columnas excéntricas y 1 columna centran muestran falla, las vigas fallan por el esfuerzo cortante debido a la fuerza cortante y la torsión juntos excede el máximo permitido (shear stress due to shear 46xced and torsion together 46xcedes maximun allowed) y la falla generada en las columnas son por la relación de capacidad excede el límite (capacity ratio 46xcedes limit)

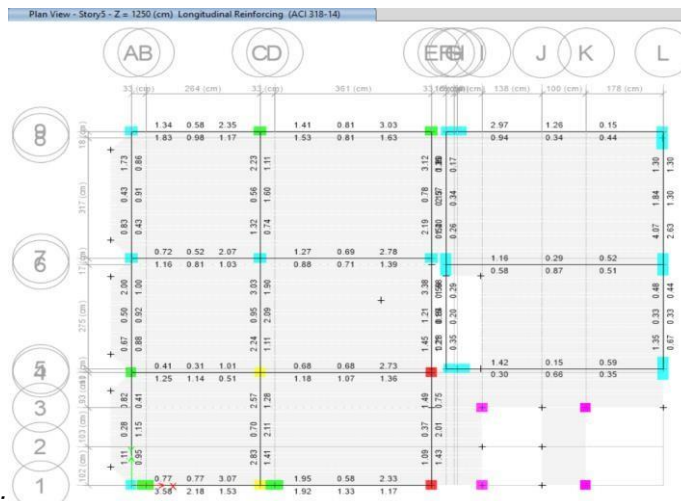
Figura 27: Vista en planta del 4to nivel



Fuente: Software Etabs 18.1.1

cómo se observa en la figura 23, 1 viga principal, 1 columna esquinera, 3 columnas excéntricas y 1 columna centran muestran falla, las vigas fallan por el esfuerzo cortante debido a la fuerza cortante y la torsión juntos excede el máximo permitido (shear stress due to shear 46xced and torsion together 46xcedes maximun allowed) y la falla generada en las columnas son por la relación de capacidad excede el límite (capacity ratio 46xcedes limit)

Figura 28: Vista en planta del 5to nivel



Fuente: Software Etabs 18.1.1

cómo se observa en la figura 24, 1 columna esquinera y 1 columna excéntrica muestran falla, las vigas fallan por el esfuerzo a cortante debido a la fuerza cortante y la torsión juntos excede el máximo permitido (shear stress due to shear 47xced and torsion together 47xcedes maximun allowed) y la falla generada en las columnas son por la relación de capacidad excede el límite (capacity ratio 47xcedes limit)

Interpretación: Los resultados de la distorsión de entre piso muestran que la distorsión máxima se muestra en el 2do nivel en la dirección “X” con un valor de 0.0122 de 0.007 siendo este último el valor admisible según la norma E-030. También se observa que tanto vigas como columnas no tienen un comportamiento óptimo cuando son sometidos a esfuerzos por cortante y excediendo la D/C a continuación en la tabla 15 mostramos el total de elementos estructurales mostrando falla.

Tabla: 15: cuadro de elementos estructurales Sobreesforzados

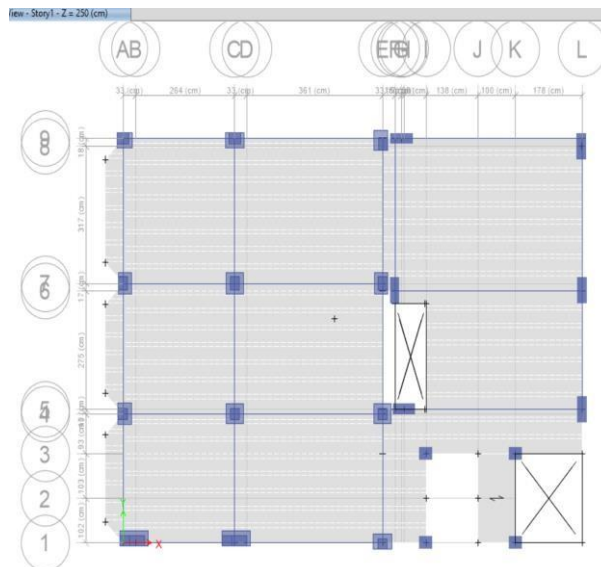
Cuadro de elementos estructurales sobreesforzados					
N° pisos	viga principal	viga secundaria	columna central	columna esquinera	columna excéntrica
1	3			4	4
2	3		1	3	4
3	3		1	1	3
4	1		1	1	3
5				1	1
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>15</b>

Fuente: elaboración propia

Análisis estructural con encamisado de concreto y ampliado a 5 niveles en el programa etabs 18.1.1

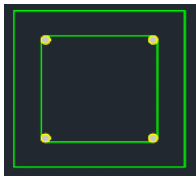
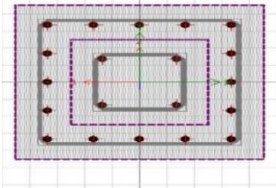
A continuación, se realiza el cálculo estructural con encamisado de concreto tanto en vigas como en columnas tal como se muestra en la imagen 25 y en las tablas que paso a mostrar a continuación:

Imagen 29: Vista en planta del 1er nivel de las columnas con encamisado de concreto



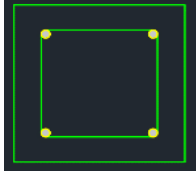
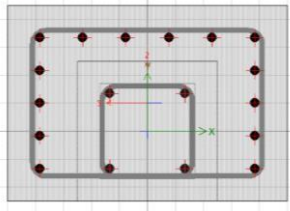
Fuente: Software Etabs 18.1.1

Tabla 16: Columna central 0.25mx0.25m

Columna central existente	Columna reforzada
	
<p>Sección: 0.25m*0.25m  <math>f'c=209\text{kg/cm}^2</math>  <math>E_c=216852.4844\text{kg/cm}^2</math>  <math>A_s=4\text{Ø}1/2''</math>                      Cuantía de acero= 0.81%                      Estribo: 3/8''</p>	<p>Sección:0.45m*0.45m  <math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math>  <math>E_c=250998.008\text{kg/cm}^2</math>  <math>A_s=16\text{Ø}5/8''</math>                      Cuantía: 1.56%                      Estribo: 3/8''</p>

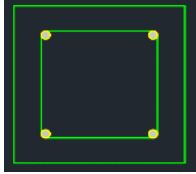
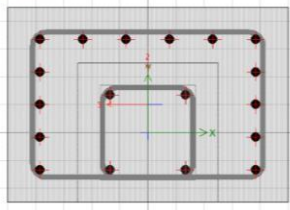
Fuente: elaboración propia

Tabla 17: columna excéntrica 0.25mx0.25m

Columna excéntrica existente	Columna reforzada
	
<p>Sección: 0.25m*0.25m  <math>f'c=209\text{kg/cm}^2</math>  <math>E_c=216852.4844\text{kg/cm}^2</math>  <math>A_s=4\varnothing 1/2''</math>                      Cuantía de acero= 0.81%                      Estribo: 3/8''</p>	<p>Sección:0.35m*0.45m  <math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math>  <math>E_c=250998.008\text{kg/cm}^2</math>  <math>A_s=14\varnothing 5/8''</math>                      Cuantía: 1.76%                      Estribo: 3/8''</p>

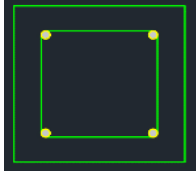
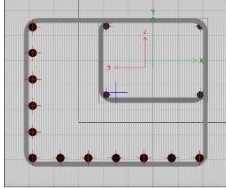
Fuente: elaboración propia

Tabla 18: columna esquinera 0.25mx0.25m

Columna esquinera existente	Columna reforzada
	
<p>Sección: 0.25m*0.25m  <math>f'c=209\text{kg/cm}^2</math>  <math>E_c=216852.4844\text{kg/cm}^2</math>  <math>A_s=4\varnothing 1/2''</math>                      Cuantía de acero= 0.81%                      Estribo: 3/8''</p>	<p>Sección:0.35m*0.45m  <math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math>  <math>E_c=250998.008\text{kg/cm}^2</math>  <math>A_s=14\varnothing 5/8''</math>                      Cuantía: 1.76%                      Estribo: 3/8''</p>

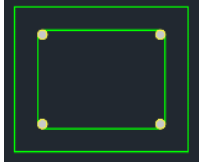
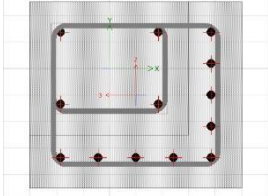
Fuente: elaboración propia

Tabla 19: columna excéntrica 0.25mx0.30m

Columna esquinera existente	Columna reforzada
	
<p>Sección: 0.25m*0.30m  <math>f'c=209\text{kg/cm}^2</math>  <math>E_c=216852.4844\text{kg/cm}^2</math>  <math>A_s=4\text{Ø}5/8''</math>                      Cuantía de acero= 1.05%                      Estribo: 3/8''</p>	<p>Sección:0.35m*0.45m  <math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math>  <math>E_c=250998.008\text{kg/cm}^2</math>  <math>A_s=12\text{Ø}5/8''</math>                      Cuantía: 1.50%                      Estribo: 3/8''</p>

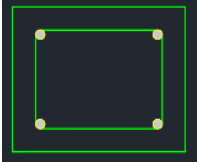
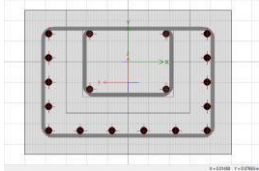
Fuente: elaboración propia

Tabla 20: columna esquinera 0.25mx0.25m

Columna esquinera existente	Columna reforzada
	
<p>Sección: 0.25m*0.30m  <math>f'c=209\text{kg/cm}^2</math>  <math>E_c=216852.4844\text{kg/cm}^2</math>  <math>A_s=4\text{Ø}5/8''</math>                      Cuantía de acero= 1.05%                      Estribo: 3/8''</p>	<p>Sección:0.35m*45m  <math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math>  <math>E_c=250998.008\text{kg/cm}^2</math>  <math>A_s=9\text{Ø}5/8''</math>                      Cuantía: 1.13%                      Estribo: 3/8''</p>

Fuente: elaboración propia

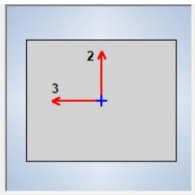
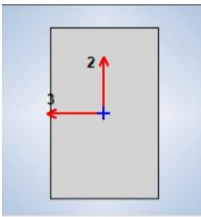
Tabla 21: columna excéntrica 0.25mx0.30m

Columna excéntrica existente	Columna reforzada
	
<p>Sección: 0.25m*0.30m  <math>f'c=209\text{kg/cm}^2</math>  <math>E_c= 216852.4844\text{kg/cm}^2</math>  <math>A_s= 4\text{Ø}5/8''</math>                      Cuantía de acero= 1.05%                      Estribo: 3/8''</p>	<p>Sección:0.35m*50m  <math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math>  <math>E_c= 250998.008\text{kg/cm}^2</math>  <math>A_s= 14\text{Ø}5/8''</math>                      Cuantía: 1.76%                      Estribo: 3/8''</p>

Fuente: elaboración propia

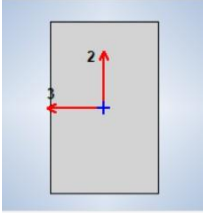
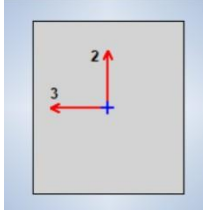
### Encamisado de Vigas:

Tabla 22: Viga chata 0.25mx0.20m

Viga chata	Viga Reforzada
	
<p>Sección: 0.25m*0.20m  <math>f'c=209\text{kg/cm}^2</math>  <math>E_c= 216852.4844\text{kg/cm}^2</math>  <math>A_s= 4\text{Ø}5/8''</math>                      Estribo: 3/8''</p>	<p>Sección:0.25m*40m  <math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math>  <math>E_c= 250998.008\text{kg/cm}^2</math>                      Estribo: 3/8''</p>

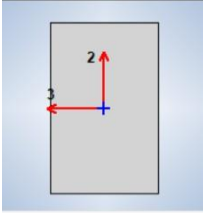
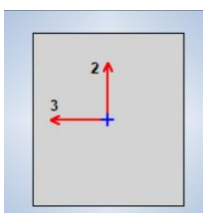
Fuente: elaboración propia

Tabla 23: Viga principal

Viga Principal	Viga reforzada
	
<p>Sección: 0.25m*0.40m  <math>f'c=209\text{kg/cm}^2</math>  <math>E_c=216852.4844\text{kg/cm}^2</math>  <math>A_s=4\varnothing 5/8''</math>                      Estribo: 3/8''</p>	<p>Sección:0.35m*40m  <math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math>  <math>E_c=250998.008\text{kg/cm}^2</math>                      Estribo: 3/8''</p>

Fuente: elaboración propia

Tabla 24: Viga secundaria

Viga Secundaria	Viga reforzada
	
<p>Sección: 0.25m*0.40m  <math>f'c=209\text{kg/cm}^2</math>  <math>E_c=216852.4844\text{kg/cm}^2</math>  <math>A_s=4\varnothing 5/8''</math>                      Estribo: 3/8''</p>	<p>Sección:0.35m*40m  <math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math>  <math>E_c=250998.008\text{kg/cm}^2</math>                      Estribo: 3/8''</p>

Fuente: elaboración propia

### Control de desplazamientos laterales relativos admisibles

Este parámetro de medición está descrito en la norma e-030 capítulo V donde menciona la importancia de la rigidez, resistencia y ductilidad de una estructura.

Para obtener los resultados de la distorsión de entre piso, desplazamientos laterales relativos admisibles se deberá crear una combinación de cargas de sismo dinámico en ambas direcciones multiplicado por el  $0.75 \cdot R$  así como se muestra en la tabla 5 y 6.

Tabla 25: desplazamiento X-X

PISO	R	DESPLAZAMIENTO ABSOLUTOS	DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS (D)	Hi	DISTRORCION DE ENTREPISO	DESP SEGÚN RNE	
		m	m				
5	<b>8</b>	0.018857	0.001277	2.5	<b>0.0005</b>	0.007	OK
4	<b>8</b>	0.01758	0.002112	2.5	<b>0.0008</b>	0.007	OK
3	<b>8</b>	0.015468	0.003877	2.5	<b>0.0016</b>	0.007	OK
2	<b>8</b>	0.011591	0.005634	2.5	<b>0.0023</b>	0.007	OK
1	<b>8</b>	0.005957	0.005957	2.5	<b>0.0024</b>	0.007	OK

Fuente: elaboración propia

Tabla 26: desplazamiento Y-Y

PISO	R	DESPLAZAMIENTO ABSOLUTOS	DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS (D)	Hi	DISTRORCION DE ENTREPISO	DESP SEGÚN RNE	
		m	m				
5	<b>8</b>	0.02014	0.001434	2.5	<b>0.0006</b>	0.007	OK
4	<b>8</b>	0.018706	0.002699	2.5	<b>0.0011</b>	0.007	OK
3	<b>8</b>	0.016007	0.00393	2.5	<b>0.0016</b>	0.007	OK
2	<b>8</b>	0.012077	0.005071	2.5	<b>0.0020</b>	0.007	OK
1	<b>8</b>	0.007006	0.007006	2.5	<b>0.0028</b>	0.007	OK

Fuente: elaboración propia

Como se observa en la tabla 25 y 26 las derivas de entre piso cumplen con lo establecido en la norma E-030 siendo el máximo valor admisible 0.007.



### Control del periodo fundamental de vibración

Se verifica el control del periodo fundamental de vibración en ambos sentidos en X-X y Y-Y tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 27: Periodo fundamental de vibración

Caso	Modo	Periodo	UX	UY	SumUX	SumaUY	RZ
Modo	1	0.333	0.0322	0.6945	0.0322	0.6945	0.1861
Modo	2	0.272	0.8051	0.0644	0.8372	0.7589	0.0254
Modo	3	0.256	0.0626	0.1083	0.8998	0.8673	0.6741
Modo	4	0.084	0.0651	0.0006	0.9649	0.8679	0.0083
Modo	5	0.076	0.0006	0.0885	0.9655	0.9564	0.0139

Fuente: elaboración propia

La tabla 27 muestra que el modo1 traslacional en “Y” el periodo fundamental de vibración es de 0.3seg y el modo2 traslacional en “X” con un periodo de 0.27seg.

### Control de la cortante basal

La fuerza cortante en la base se calcula multiplicado los parámetros de análisis más el peso de la edificación:

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

Donde:

P= Según al artículo 26 se halla tomando el 100% de la carga permanente y total de la edificación más un 25% de la carga viva esto para edificaciones de categoría C.% de la carga muerta y peso propio y adicionando un 25% de la carga viva.

Tabla 28: Fuerza cortante en la base

Nombre	c	Peso de la edificación (tn)	Cortante en la base (tn)
SISMO ESTATICO X-X	0.109	528.40318	57.79673983
SISMO ESTATICO Y-Y	0.109	528.40318	57.79673983

Fuente: elaboración propia

Además, deberá cumplir con el artículo 29.4.

$$SD \geq 80\%SE$$

Tabla 29: Verificación al 80% de la fuerza cortante en la base

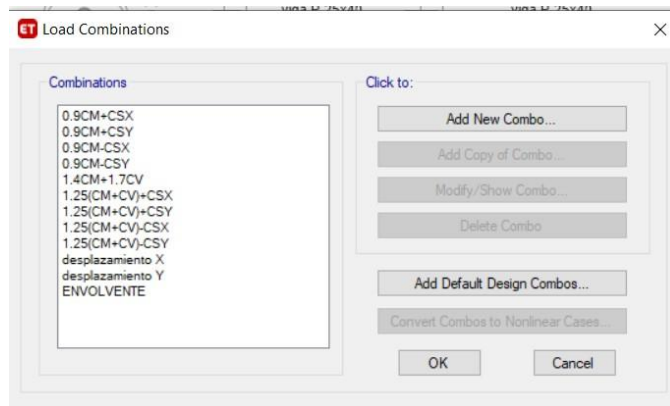
Dirección	Sismo dinámico	0.8*SE	Sismo estático	Verificación de cortante al 80%
<b>X</b>	68.3198	46.2373919	57.79673983	<b>VERDADERO</b>
<b>Y</b>	53.9854	46.2373919	57.79673983	<b>VERDADERO</b>

Fuente: elaboración propia

Se verifica que el sismo estático al 80% es menor que el sismo dinámico lo cual se concluye que no se necesita escalar el valor.

Para la verificación de la resistencia y diseño estructural de la edificación existente de 2 pisos sin reforzamiento se procede a realizar las siguientes combinaciones de carga:

Figura 30: combinaciones de carga



Fuente: Software Etabs 18.1.1

Y para la resistencia de diseño será como se muestra en la imagen:

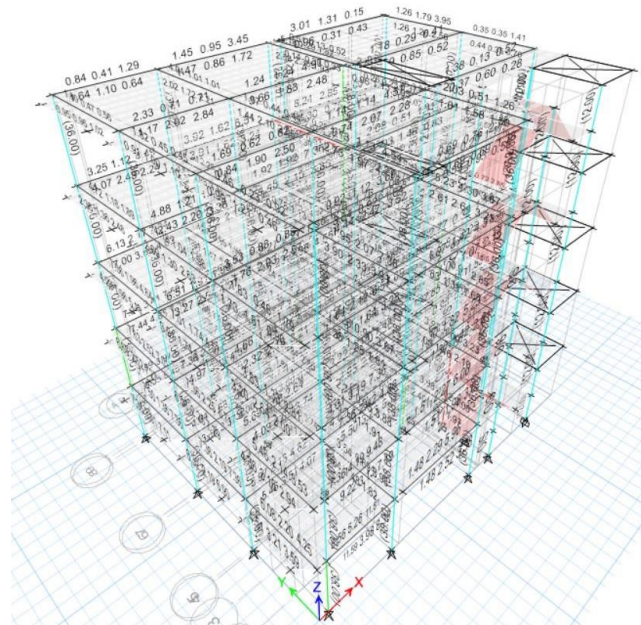
Figura 31: Factor de reducción de resistencia

Item	Value
01 Design Code	ACI 318-14
02 Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
03 Number of Interaction Curves	24
04 Number of Interaction Points	11
05 Consider Minimum Eccentricity?	Yes
06 Design for B/C Capacity Ratio?	Yes
07 Seismic Design Category	D
08 Design System Omega0	2
09 Design System Rho	1
10 Design System Sds	0.5
11 Consider ICC-ES ESR-2107	No
12 Phi (Tension Controlled)	0.9
13 Phi (Compression Controlled Tied)	0.7
14 Phi (Compression Controlled Spiral)	0.75
15 Phi (Shear and/or Torsion)	0.85
16 Phi (Shear Seismic)	0.6
17 Phi (Joint Shear)	0.85
18 Pattern Live Load Factor	0.75

Fuente: Software Etabs 18.1.1

Como se observa en la figura 26 todos los elementos estructurales pasan el diseño de D/C.

Figura 32: vista en 3D de la vivienda ampliada y reforzada a 5 niveles



Fuente: Software Etabs 18.1.1

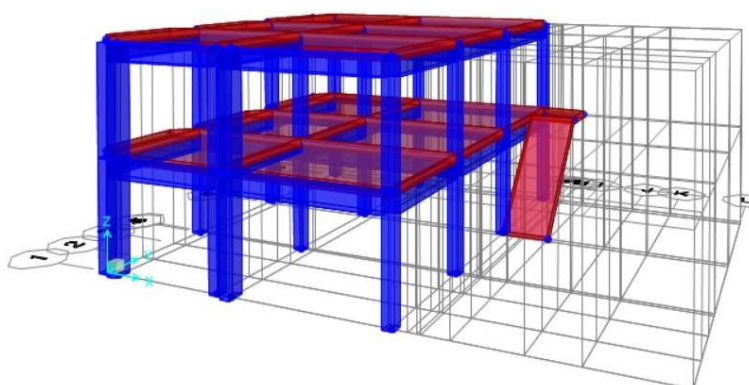
Interpretación: La vivienda analizada de 2 niveles tiene un desempeño óptimo no necesitando realizar el reforzamiento con encamisado de concreto, pero cuando se proyecta la ampliación a 5 niveles se observa que la estructura se vuelve frágil y muestra distorsiones de entre piso desfavorables en la dirección "X" en el 1er nivel de 0.0085, 2do 0.0122, 3ro 0.0103 y 4to 0.0073 excediendo el valor admisible según la norma de 0.007, el periodo fundamental llega a un valor de 0.66seg. realizando movimiento de traslación en "X" del 0.22% en Y de 0.354% y un movimiento de rotacional de 0.28%, en el segundo modo el periodo fundamental de vibración con un valor de 0.61seg. realizando un movimiento de traslación en "X" de 0.60% en "Y" de 0.147% y un movimiento de rotación de 0.07%, la fuerza cortante mínima deberá ser  $SD > 0.8SE$  donde  $65.9 > 21.40$  cumpliendo con lo establecido en la norma E-030 según el artículo 29.4, en la verificación de resultados por esfuerzos tuvimos una falla en 10 vigas principales todas por cortante y 28 columnas todas fallando por D/C donde las cargas actuantes exceden la respuesta de cada elemento estructural siendo necesario realizar un mejor diseño estructural ampliando secciones e incrementando el área de acero.

Con el encamisado con concreto armado se redujo significativamente los desplazamientos laterales obteniendo en la dirección “X” considerada la más crítica un valor en el 1er nivel de 0.0024, 2do 0.0023, 3ro 0.0016 y 4to con un valor de 0.0008 estos resultados muestran que cumplimos con los parámetros de la norma E-030 siendo el valor admisible de 0.007, el periodo fundamental de vibración tuvo una reducción en el 1er modo de 0.66seg a 0.3seg y en el segundo modo de 0.617seg a 0.27seg, la fuerza cortante mínima deberá ser  $SD > 0.8SE$  donde  $68.31 > 46.23$  cumpliendo con los establecido en la norma E-030 según el artículo 29.4, en la verificación de resultados por esfuerzos se realizó el diseño estructural incrementando las sección y área en las columnas y vigas aportando mayor rigidez y ductilidad a la estructura.

Objetivo específico 2: Determinar cómo influye el reforzamiento estructural con el método encamisado de CFRP en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos frente a un sismo en la APV. Los Laureles, San Sebastián, cusco-2022.

Análisis estructural de la edificación existente de dos pisos sin ampliación  
Se realizó el análisis estructural de la edificación existente con el programa de cálculo estructural SAP2000 teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el ensayo con esclerómetro y secciones de columnas y vigas encontrados en campo.

*Figura 33: vista en plata de la vivienda de 2 pisos*



*Fuente: Software sap2000 23.3.1*

### **Control de desplazamientos laterales relativos admisibles**

Este parámetro de medición está descrito en la norma e-030 capítulo V donde menciona la importancia de la rigidez, resistencia y ductilidad de una estructura.

Para obtener los resultados de la distorsión de entre piso, desplazamientos laterales relativos admisibles se deberá crear una combinación de cargas de sismo dinámico en ambas direcciones multiplicado por el  $0.75 \cdot R$  así como se muestra en la tabla 5 y 6.

Tabla 30: Desplazamiento en la dirección X-X

PISO	R	Desplazamiento Sismo Dinámico	DESPLAZAMIENTO ABSOLUTOS	DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS (D)	Hi	DISTRORCION DE ENTREPISO	DESP SEGÚN RNE	
			m	m			m	m
2	8	0.002051	0.012306	0.006882	2.5	0.0027528	0.007	OK
1	8	0.000904	0.005424	0.005424	2.5	0.0021696	0.007	OK

Fuente: elaboración propia

Tabla 31: Desplazamiento en la dirección Y-Y

PISO	R	Desplazamiento Sismo Dinámico	DESPLAZAMIENTO ABSOLUTOS	DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS (D)	Hi	DISTRORCION DE ENTREPISO	DESP SEGÚN RNE	
			m	m			m	m
2	8	0.001458	0.008748	0.004086	2.5	0.0016344	0.007	OK
1	8	0.000777	0.004662	0.004662	2.5	0.0018648	0.007	OK

Fuente: elaboración propia

Como se observa en la tabla 30 y 31 las derivas de entre piso cumplen con lo establecido en la norma E-030 siendo el máximo valor admisible 0.007.

### Control del periodo fundamental de vibración

Se verifica el control del periodo fundamental de vibración en ambos sentidos en X-X y Y-Y tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 32: Periodo fundamental de vibración

Caso	Modo	Periodo	UX	UY	SumUX	SumaUY	RZ
Modo	1	0.199139	0.491309	0.160753	0.491309	0.160753	0.317234
Modo	2	0.180829	0.127082	0.819287	0.618391	0.98004	0.034829
Modo	3	0.12093	0.357878	0.004712	0.97627	0.984752	0.632168
Modo	4	0.064469	0.002671	0.013541	0.978941	0.998293	0.000477
Modo	5	0.059004	0.019955	0.001638	0.998896	0.999931	0.011603

Fuente: Elaboración propia

La tabla 32 nos muestra que el modo1 traslacional en “X” el periodo es de 0.19seg y en el modo2 traslacional en “Y” con un periodo de 0.18seg.

### Control de la cortante en la base

La fuerza cortante en la base se calcula multiplicado los parámetros de análisis más el peso de la edificación:

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

Donde:

P= Según al artículo 26 se halla tomando el 100% de la carga permanente y total de la edificación más un 25% de la carga viva esto para edificaciones de categoría C.

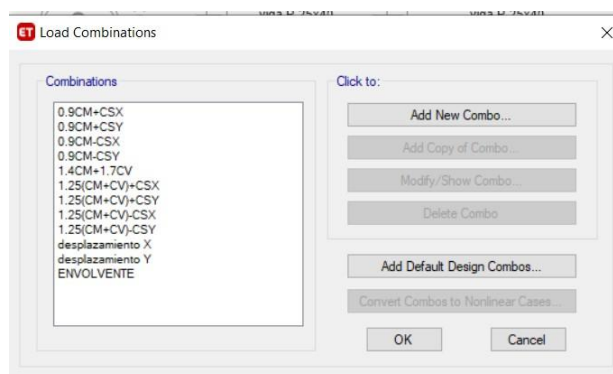
Tabla 33: Fuerza cortante en la base

Nombre	c	Peso de la edificación (tn)	Cortante en la base (tn)
SISMO ESTATICO X-X	0.10938	64.7396	7.081217448
SISMO ESTATICO Y-Y	0.10938	64.7396	7.081217448

Fuente: elaboración propia

Para la verificación de la resistencia y diseño estructural de la edificación existente de 2 pisos sin reforzamiento se procede a realizar las siguientes combinaciones de carga:

Figura 34: combinaciones de carga



Fuente: Software Etabs 18.1.1

Y para la resistencia de diseño será como se muestra en la imagen:

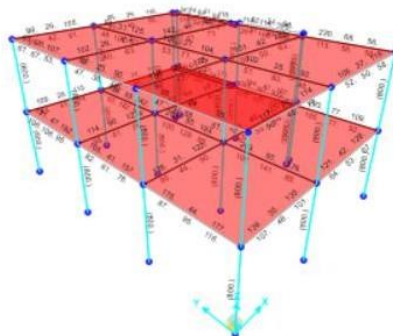
Figura 35: Factor de reducción de la resistencia

	Item	Value
01	Design Code	ACI 318-14
02	Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
03	Number of Interaction Curves	24
04	Number of Interaction Points	11
05	Consider Minimum Eccentricity?	Yes
06	Design for B/C Capacity Ratio?	Yes
07	Seismic Design Category	D
08	Design System Omega0	2
09	Design System Rho	1
10	Design System Sds	0.5
11	Consider ICC-ES ESR-2107	No
12	Phi (Tension Controlled)	0.9
13	Phi (Compression Controlled Tied)	0.7
14	Phi (Compression Controlled Spiral)	0.75
15	Phi (Shear and/or Torsion)	0.85
16	Phi (Shear Seismic)	0.6
17	Phi (Joint Shear)	0.85
▶ 18	Pattem Live Load Factor	0.75

Fuente: Software Etabs 18.1.1

Verificación de esfuerzos de elementos estructurales.

Figura 36: vista en 3D de la vivienda de dos pisos sin reforzar



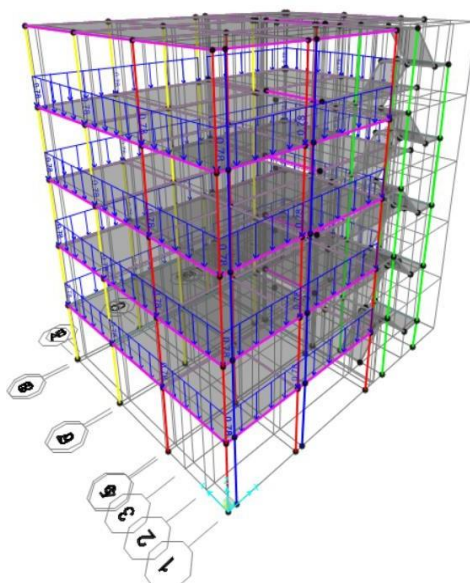
Fuente: Software sap2000 23.3.1

Interpretación: El resultado de la distorsión de entre piso muestran que la distorsión en la dirección “X” en el 1er piso con un valor de 0.0001872 y en el 2do piso 0.0001344 y en la dirección “Y” en el 1er piso con un valor de 0.0002304 estos valores son menores al valor admisible de 0.007. según la norma E-030. También se observa que la resistencia de los elementos estructurales tiene un comportamiento óptimo ante esfuerzos sometidos por combinaciones de cargas estáticas y cargas dinámicas se concluye que la edificación de dos niveles sin ampliación no necesita reforzamiento.

Análisis estructural de la edificación existente y ampliada a 5 pisos sin reforzamiento en el programa Sap2000 23.3.1

Se realizó el análisis estructural de la edificación ampliada con el programa de cálculo estructural Sap2000 23.3.1 donde veremos el desempeño sismorresistente controlando los parámetros de diseño de nos exige la norma E-030.

*Figura 37: Vista en 3D de la vivienda ampliada a 5 niveles sin reforzamiento*



*Fuente: Software sap2000 23.3.1*

### **Control de desplazamientos laterales relativos admisibles**

Este parámetro de medición está descrito en la norma E-030 capítulo V donde menciona la importancia de la rigidez, resistencia y ductilidad de una estructura.

Para obtener los resultados de la distorsión de entre piso, desplazamientos laterales relativos admisibles se deberá crear una combinación de cargas de sismo dinámico en ambas direcciones multiplicado por el  $0.75 \cdot R$  así como se muestra en la tabla 5 y 6.



Tabla 34: Desplazamiento X-X

PISO	R	Desplazamiento Sismo Dinámico	DESPLAZAMIENTO ABSOLUTOS	DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS (D)	Hi	DISTRORCION DE ENTREPISO	DESP SEGÚN RNE	
			m	m			m	m
5	8	0.036488	0.218928	0.038238	2.5	0.0152952	0.007	VERIFICAR
4	8	0.030115	0.18069	0.062382	2.5	0.0249528	0.007	VERIFICAR
3	8	0.019718	0.118308	0.066858	2.5	0.0267432	0.007	VERIFICAR
2	8	0.008575	0.05145	0.031914	2.5	0.0127656	0.007	VERIFICAR
1	8	0.003256	0.019536	0.019536	2.5	0.0078144	0.007	VERIFICAR

Tabla 35: Desplazamiento Y-Y

PISO	R	Desplazamiento Sismo Dinámico	DESPLAZAMIENTO ABSOLUTOS	DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS (D)	Hi	DISTRORCION DE ENTREPISO	DESP SEGÚN RNE	
			m	m			m	m
5	8	0.010416	0.062496	0.006534	2.5	0.0026136	0.007	OK
4	8	0.009327	0.055962	0.012588	2.5	0.0050352	0.007	OK
3	8	0.007229	0.043374	0.016602	2.5	0.0066408	0.007	OK
2	8	0.004462	0.026772	0.014862	2.5	0.0059448	0.007	OK
1	8	0.001985	0.01191	0.01191	2.5	0.004764	0.007	OK

### Control del periodo fundamental de vibración

Se verifica el control del periodo de vibración en ambos sentidos en X-X y Y-Y tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 36: periodo fundamental de vibración

Caso	Modo	Periodo	UX	UY	SumUX	SumaUY	RZ
Modo	1	0.744012	0.598227	0.000581	0.598227	0.000581	0.002927
Modo	2	0.506497	0.004022	0.407521	0.602249	0.408102	0.380128
Modo	3	0.460562	0.004268	0.278549	0.606517	0.686651	0.199065
Modo	4	0.418118	0.172975	0.013818	0.779492	0.700469	0.013718
Modo	5	0.327868	0.00752	0.119754	0.787012	0.820223	0.199093
Modo	6	0.259765	0.004516	0.001872	0.791528	0.822095	0.01234
Modo	7	0.243528	0.03988	0.000676	0.831408	0.822771	0.000035
Modo	8	0.222116	0.000327	0.002513	0.831735	0.825284	0.004448
Modo	9	0.206749	0.027785	0.000571	0.85952	0.825855	0.000042
Modo	10	0.165733	0.008251	0.051356	0.867771	0.877211	0.016199
Modo	11	0.156296	0.06247	0.012153	0.930241	0.889364	0.002487
Modo	12	0.117282	0.000643	0.053707	0.930884	0.943071	0.019625

Fuente: elaboración propia

La tabla XX nos muestra que el modo1 traslacional en “X” el periodo es de 0.74seg y en el modo2 traslacional en “Y” con un periodo de 0.50seg.

### Control de la cortante en la base

La fuerza cortante en la base se calcula multiplicado los parámetros de análisis más el peso de la edificación:

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

Donde:

P= Según al artículo 26 se halla tomando el 100% de la carga permanente y total de la edificación más un 25% de la carga viva esto para edificaciones de categoría C.

Tabla 37: cortante basal

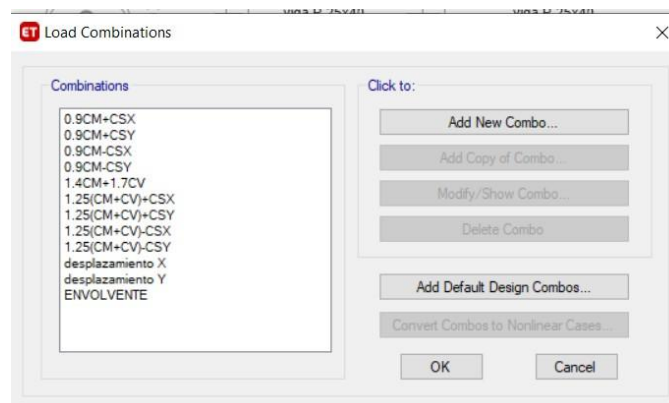
Nombre	c	Peso de la edificación (tn)	Cortante en la base (tn)
SISMO ESTATICO X-X	0.10938	381.987	41.7817
SISMO ESTATICO Y-Y	0.10938	381.987	41.7817

Fuente: elaboración propia

Verificación de la resistencia y diseño estructural de la edificación existente de dos pisos y ampliada a 5 pisos sin reforzamiento.

Combinaciones de carga:

Figura 38: combinación de cargas



Fuente: Software Etabs 18.1.1

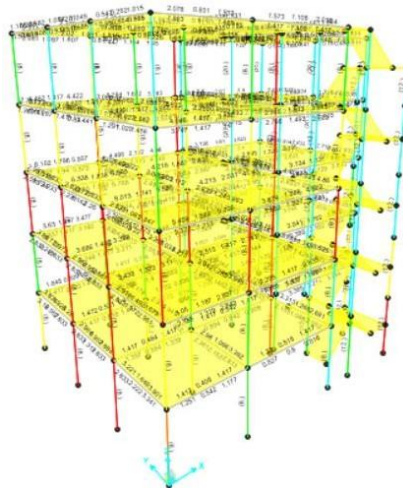
Y para la resistencia de diseño será como se muestra en la imagen:

Figura 39: factor de reducción de la resistencia.

	Item	Value
01	Design Code	ACI 318-14
02	Multi-Response Case Design	Step-by-Step - All
03	Number of Interaction Curves	24
04	Number of Interaction Points	11
05	Consider Minimum Eccentricity?	Yes
06	Design for B/C Capacity Ratio?	Yes
07	Seismic Design Category	D
08	Design System Omega0	2
09	Design System Rho	1
10	Design System Sds	0.5
11	Consider ICC-ES ESR-2107	No
12	Phi (Tension Controlled)	0.9
13	Phi (Compression Controlled Tied)	0.7
14	Phi (Compression Controlled Spiral)	0.75
15	Phi (Shear and/or Torsion)	0.85
16	Phi (Shear Seismic)	0.6
17	Phi (Joint Shear)	0.85
▶ 18	Pattem Live Load Factor	0.75

Fuente: Software Etabs 18.1.1

Figura 40: Vista en 3D de la vivienda ampliada a 5 niveles sin reforzamiento



Fuente: Software sap2000 23.3.1

Una vez realizado la verificación de esfuerzos en elementos estructurales se observó que las vigas tienen un buen desempeño sismorresistente cuando son sometidos a cargas estáticas y cargas sísmicas pero los elementos que muestran falla son las columnas con un total de 24 elementos estructurales.

Interpretación de resultados: El control de derivas de entre piso muestra que en la dirección "X" la estructura tiende a desplazarse más, alcanzado un valor máximo

de deriva en el 5to nivel con un valor de 0.0143 de 0.007 siendo este último el valor admisible según la norma E-030.

Se aprecia que los esfuerzos actuantes en columnas son mayores que los actuantes en vigas donde el factor de falla es por columna fuerte- viga débil con este parámetro de diseño se busca que la columna sea más resistente que la viga, en nuestra investigación tenemos un caso contrario ya que las vigas muestran mayor resistencia que las columnas.

Análisis estructural con CFRP y ampliado a 5 niveles en el programa Sap200023.3.1

se realiza en reforzamiento estructural definiendo algunas características de la fibra de carbono:

tipo: sika-Carbodur

tf= espesor

Ec= módulo de elasticidad

fy=esfuerzo de rotura

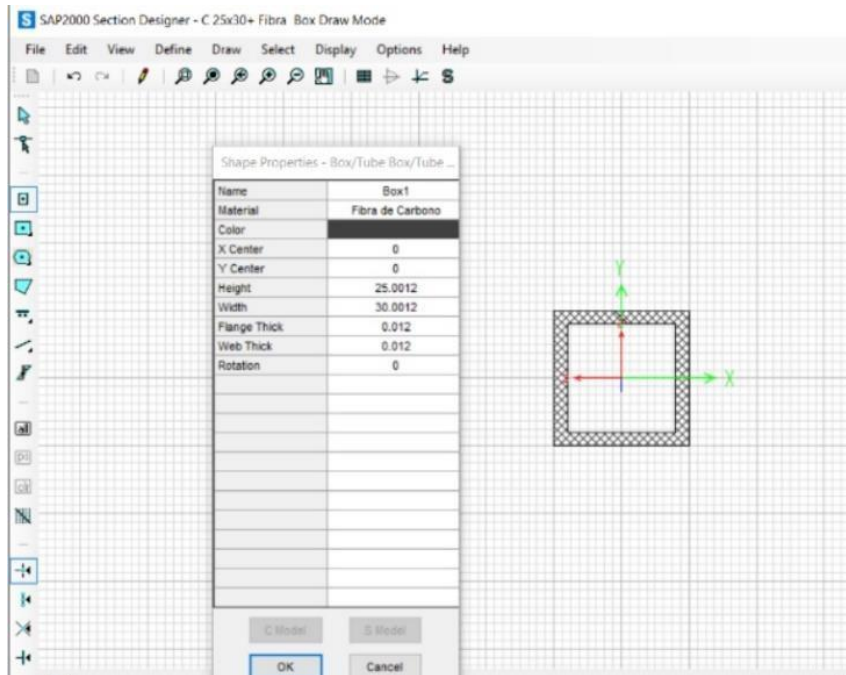
$\delta=1.60\text{kg/cm}^3$

Figura 41: Definición de material

The image shows a screenshot of the 'Material Property Data' dialog box in SAP2000. The dialog is titled 'Material Property Data' and contains several sections for defining material properties. The 'General Data' section shows 'Material Name and Display Color' as 'Fibra de Carbono', 'Material Type' as 'Steel', and 'Material Grade' as an empty field. The 'Weight and Mass' section shows 'Weight per Unit Volume' and 'Mass per Unit Volume' both set to 0. The 'Units' dropdown is set to 'Kgf, cm, C'. The 'Isotropic Property Data' section shows 'Modulus Of Elasticity, E' as 2300000, 'Poisson, U' as 0, 'Coefficient Of Thermal Expansion, A' as 1.170E-05, and 'Shear Modulus, G' as 1150000. The 'Other Properties For Steel Materials' section shows 'Minimum Yield Stress, Fy', 'Minimum Tensile Stress, Fu', 'Expected Yield Stress, Fye', and 'Expected Tensile Stress, Fue' all set to 38000. At the bottom, there is a checkbox for 'Switch To Advanced Property Display' which is unchecked, and 'OK' and 'Cancel' buttons.

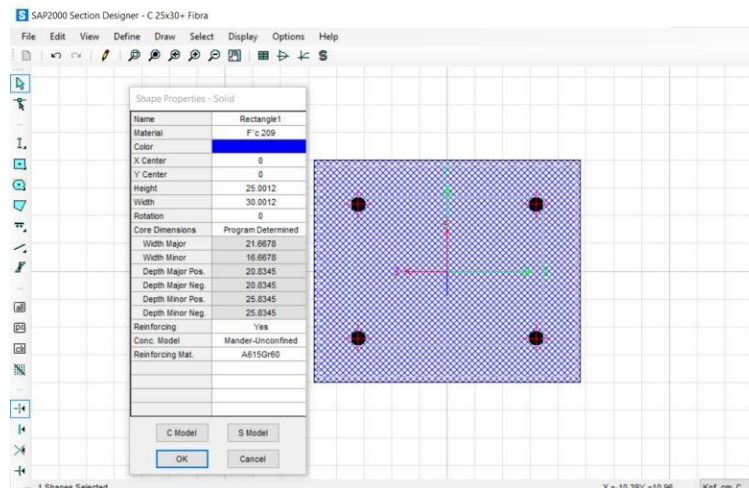
Fuente: Software sap2000 23.3.1

Figura 42: Designación la Fibra de carbono



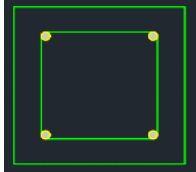
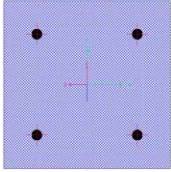
Fuente: Software sap2000 23.3.1

Figura 43: Designación de la sección existente



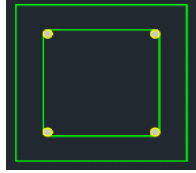
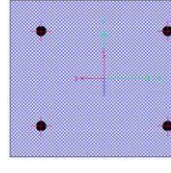
Fuente: Software sap2000 23.3.1

Tabla 38: Características de la sección existe y reforzada (0.25mx0.25x)

Columna excéntrica Columna central Columna esquinera	Columna reforzada
	
Sección: 0.25m*0.25m $f'c=209\text{kg/cm}^2$ $E_c=216852.4844\text{kg/cm}^2$ $A_s=4\varnothing 1/2''$ Cuantía de acero= 0.81% Estribo: 3/8''	$t_f=0.012\text{cm}$ $E_c=2300000/\text{cm}^2$ $f_y=38000\text{kg/cm}^2$

Fuente: elaboración propia

Tabla 39: Características de la sección existe y reforzada (0.25mx0.30m)

Columna excéntrica Columna central Columna esquinera	Columna reforzada
	
Sección: 0.25m*0.30m $f'c=209\text{kg/cm}^2$ $E_c=216852.4844\text{kg/cm}^2$ $A_s=4\varnothing 1/2''$ Cuantía de acero= 0.81% Estribo: 3/8''	$t_f=0.012\text{cm}$ $E_c=2300000/\text{cm}^2$ $f_y=38000\text{kg/cm}^2$

Fuente: elaboración propia

### Control de desplazamientos laterales relativos admisibles

Este parámetro de medición está descrito en la norma e-030 capítulo V donde menciona la importancia de la rigidez, resistencia y ductilidad de una estructura.

Para obtener los resultados de la distorsión de entre piso, desplazamientos laterales relativos admisibles se deberá crear una combinación de cargas de sismo dinámico en ambas direcciones multiplicado por el  $0.75 \cdot R$  así como se muestra en la tabla 5 y 6.

Tabla 40: Desplazamiento X-X								
PISO	R	Desplazamiento Sismo Dinámico	DESPLAZAMIENTO ABSOLUTOS	DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS (D)	Hi	DISTORCION DE ENTREPISO	DESP SEGÚN RNE	
			m	m	m	m		
5	8	0.02391	0.14346	0.010644	2.5	0.0042576	0.007	OK
4	8	0.022136	0.132816	0.02163	2.5	0.008652	0.007	VERIFICAR
3	8	0.018531	0.111186	0.032832	2.5	0.0131328	0.007	VERIFICAR
2	8	0.013059	0.078354	0.045132	2.5	0.0180528	0.007	VERIFICAR
1	8	0.005537	0.033222	0.033222	2.5	0.0132888	0.007	VERIFICAR

Fuente: elaboración propia

Tabla 41: Desplazamiento Y-Y								
PISO	R	Desplazamiento Sismo Dinámico	DESPLAZAMIENTO ABSOLUTOS	DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS (D)	Hi	DISTORCION DE ENTREPISO	DESP SEGÚN RNE	
			m	m	m	m		
5	8	0.010103	0.060618	0.004716	2.5	0.0018864	0.007	OK
4	8	0.009317	0.055902	0.0126	2.5	0.00504	0.007	OK
3	8	0.007217	0.043302	0.01683	2.5	0.006732	0.007	OK
2	8	0.004412	0.026472	0.014628	2.5	0.0058512	0.007	OK
1	8	0.001974	0.011844	0.011844	2.5	0.0047376	0.007	OK

Fuente: elaboración propia

La tabla 39 muestra la distorsión de entre piso con el reforzamiento con CFRP, en donde se verifica que solo en el 5to nivel el valor obtenido es menor al valor admisible 0.007 y en la tabla 40 se puede apreciar una reducción mínima de la distorsión de entre piso cumpliendo con lo establecido en la norma E-030.

Tabla 42: periodo fundamental de vibración

Caso	Modo	Periodo	UX	UY	SumUX	SumaUY	RZ
Modo	1	0.746685	0.58	0.001216	0.58	0.001216	0.005168
Modo	2	0.523708	0.002612	0.41	0.58	0.41	0.38
Modo	3	0.466382	0.00408	0.27	0.59	0.68	0.19
Modo	4	0.418546	0.18	0.01642	0.77	0.69	0.007887
Modo	5	0.327876	0.009414	0.13	0.78	0.82	0.21
Modo	6	0.261819	0.004	0.002144	0.78	0.82	0.01659
Modo	7	0.242657	0.04302	0.0006882	0.83	0.82	5.98E-07
Modo	8	0.225617	1.90E-06	0.001787	0.83	0.82	0.005673
Modo	9	0.20844	0.02276	0.001265	0.85	0.83	4.45E-06
Modo	10	0.168824	0.007978	0.05177	0.86	0.88	0.01689
Modo	11	0.156816	0.06774	0.01136	0.93	0.89	0.00238
Modo	12	0.117917	7.20E-05	0.05311	0.93	0.94	0.01841

Fuente: elaboración propia

La tabla 41 nos muestra que el modo1 traslacional en “X” se alcanza un periodo de 0.74seg y en el modo2 traslacional en “Y” con un periodo de 0.52seg.

### Control de la cortante en la base

La fuerza cortante en la base se calcula multiplicado los parámetros de análisis más el peso de la edificación.

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

Donde:

P= Según al artículo 26 se halla tomando el 100% de la carga permanente y total de la edificación más un 25% de la carga viva esto para edificaciones de categoría C.

Tabla 43: cortante basal con reforzamiento

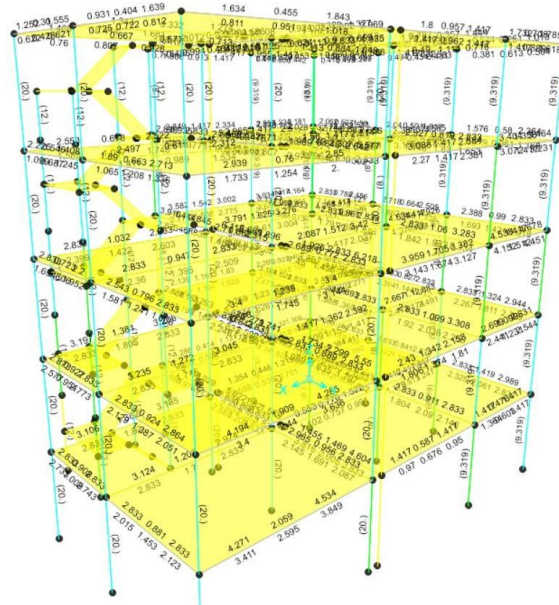
Nombre	c	Peso de la edificación (tn)	Cortante en la base (tn)
SISMO ESTATICO X-X	0.10938	381.987	41.7817
SISMO ESTATICO Y-Y	0.10938	381.987	41.7817

Fuente: elaboración propia



Verificación de la resistencia y diseño estructural de la edificación existente de dos pisos y ampliada a 5 pisos con reforzamiento CFRP.

Figura 44: Vista en 3D de la vivienda ampliada a 5 niveles con reforzamiento



Fuente: Software sap2000 23.3.1

Interpretación: La vivienda analizada de 2 niveles tiene un desempeño óptimo y se concluye que no necesitando reforzamiento.

La vivienda proyecta a 5 niveles sin reforzamiento tiene un desempeño que no cumple con los parámetros sismorresistentes y muestra distorsiones de entre piso desfavorables en la dirección "X" en el 1er nivel de 0.007814, 2do 0.01276, 3ro 0.02674 y 4to 0.02495 y 5to 0.01529 excediendo el valor admisible según la norma de 0.007, en la dirección "Y" con un valor en el 1er nivel 0.004764, 2do 0.005944, 3ro 0.006640, 4to 0.005035 y 5to 0.002613 estando en un rango inferior al admisible según la norma de 0.007, el periodo fundamental de vibración en el modo1 muestra un movimiento de traslación en X al 59% y un periodo de 0.74seg en el modo2 traslación en Y al 0.40% y rotación en Z de 0.38% y un periodo de 0.50seg, el peso de la edificación con un valor de 381.987Tn y la fuerza cortante en la base 41.7817Tn, en la verificación de resultados por esfuerzos no se observó falla en vigas pero si en columnas en total con un numero de 24 columnas todas

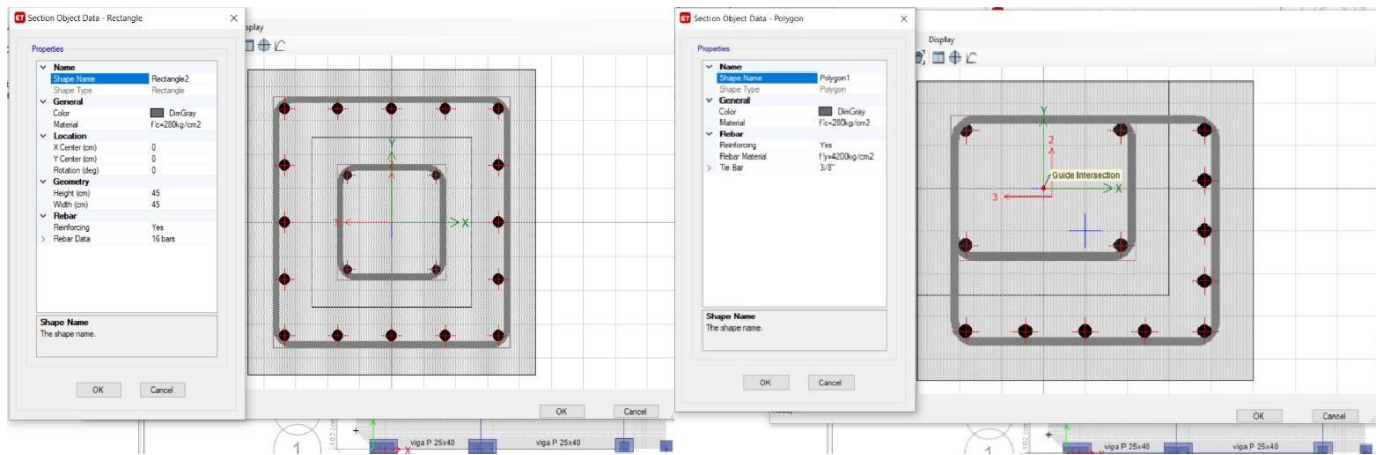
fallando por el criterio viga débil-columna fuerte, en este caso resultando con mayor resistencia las vigas siendo necesario realizar el reforzamiento con CFRP en columnas.

Se realizó el reforzamiento con CFRP en la dirección considerada crítica en "X" obteniendo con distorsiones de entre piso en el 1er nivel 0.01328, 2do 0.01805, 3ro 0.01313, 4to 0.0086 y solo alcanzado un valor satisfactorio en el 5to nivel 0.004, en la dirección "Y" en el 1er nivel 0.00047, 2do 0.005851, 3er 0.006762, 4to 0.005 y 5to nivel 0.0001, en los resultados del periodo fundamental de vibración no se mostró diferencia en el 1er modo con un valor de 0.74seg y en el segundo modo de 0.52seg, el peso de la edificación no tuvo variación alguna con un valor de 381.987 y con una cortante basal de 41.7817Tn, en la verificación de esfuerzos las 24 columnas mostraron una mejora en la resistencia ante cargas sísmicas y estáticas.

Objetivo 3: Determinar cómo influye el reforzamiento estructural de la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos en el análisis estructural frente a un sismo en la APV. Los Laureles, San Sebastián, cusco-2022.

El reforzamiento estructural con encamisado de concreto armado tubo un aporte en la rigidez de la estructura importante mejorando significativamente los desplazamientos laterales, periodos de vibración y aportando mayor resistencia a los elementos estructurales es importante mencionar que para el reforzamiento se consideró algunos parámetros importantes como el área mínima a encamisar que es de 10cm a cada lado, la calidad del concreto para el encamisado es superior al concreto existente en 50kg/cm<sup>2</sup> y la cuantía de acero para reforzamiento debe estar entre 1.5% y 4%.

Figura 45: Encamisado se secciones



Fuente: Software Etabs 18.1.1

El aporte del encamisado con concreto armado en el control de distorsión de entre piso fue significativo para lo cual hacemos una comparación de los desplazamientos sin y con reforzamiento.

Tabla 44: Desplazamiento en la dirección X-X sin reforzamiento

PISO	R	DESPLAZAMIENTO ABSOLUTOS	DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS (D)	Hi	DISTORCION DE ENTREPISO	DESP SEGÚN RNE	
		m	m			m	C
5	8	0.106085	0.010222	2.5	0.0041	0.007	OK
4	8	0.095863	0.018185	2.5	0.0073	0.007	VERIFICAR
3	8	0.077678	0.025687	2.5	0.0103	0.007	VERIFICAR
2	8	0.051991	0.030623	2.5	0.0122	0.007	VERIFICAR
1	8	0.021368	0.021368	2.5	0.0085	0.007	VERIFICAR

Fuente: elaboración propia

Tabla 45: desplazamiento en la dirección X-X con reforzamiento

PISO	R	DESPLAZAMIENTO ABSOLUTOS	DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS (D)	Hi	DISTORCION DE ENTREPISO	DESP SEGÚN RNE	
		m	m			m	m
5	8	0.018857	0.001277	2.5	0.0005	0.007	OK
4	8	0.01758	0.002112	2.5	0.0008	0.007	OK
3	8	0.015468	0.003877	2.5	0.0016	0.007	OK
2	8	0.011591	0.005634	2.5	0.0023	0.007	OK
1	8	0.005957	0.005957	2.5	0.0024	0.007	OK

Fuente: elaboración propia

El periodo fundamental de vibración de una edificación se mide por los segundos que oscila una estructura en este sentido la norma E-030 menciona este parámetro en el artículo 28.4.

*Tabla 46: Periodos fundamental de vibración sin reforzamiento analizado con el software Etabs*

Caso	Modo	Periodo	UX	UY	SumUX	SumaUY	RZ
Modo	1	0.3	0.0322	0.6945	0.0322	0.6945	0.1861
Modo	2	0.272	0.8051	0.0644	0.8372	0.7589	0.0254
Modo	3	0.256	0.0626	0.1083	0.8998	0.8673	0.6741
Modo	4	0.084	0.0651	0.0006	0.9649	0.8679	0.0083
Modo	5	0.076	0.0006	0.0885	0.9655	0.9564	0.0139

*Fuente: elaboración propia*

*Tabla 47: Periodos de vibración reforzado con encamisado de concreto en el software Etabs.*

Caso	Modo	Periodo	UX	UY	SumUX	SumaUY	RZ
Modo	1	0.662	0.2212	0.3466	0.2212	0.3466	0.2878
Modo	2	0.617	0.6096	0.1477	0.8308	0.4943	0.0729
Modo	3	0.4	0.0019	0.3269	0.8327	0.8212	0.4698
Modo	4	0.211	0.0123	0.0537	0.8449	0.8749	0.0286
Modo	5	0.193	0.0893	0.0115	0.9343	0.8864	0.0038
Modo	6	0.125	0.0001	0.0178	0.9344	0.9042	0.0807

*Fuente: elaboración propia*

El peso de la estructura según nuestra norma peruana para edificación tipo C se halla considerando el 100% de la carga muerta y un 25% de la carga viva, el cálculo para el peso de la estructura con el software Sap2000 ampliada a 5 niveles mostro un valor de 381.987Tn y con el reforzamiento con CFRP mostro un valor igual de 381.987Tn, este factor es importante mencionar ya que no se incrementa la carga muerta de la edificación.

Interpretación de resultados: El reforzamiento con encamisado con concreto aporta mayor rigidez a la estructura ya que disminuye significativamente los desplazamientos laterales de la estructura a comparación del reforzamiento con CFRP que no tiene una variación importante en torno a los desplazamientos de la estructura.

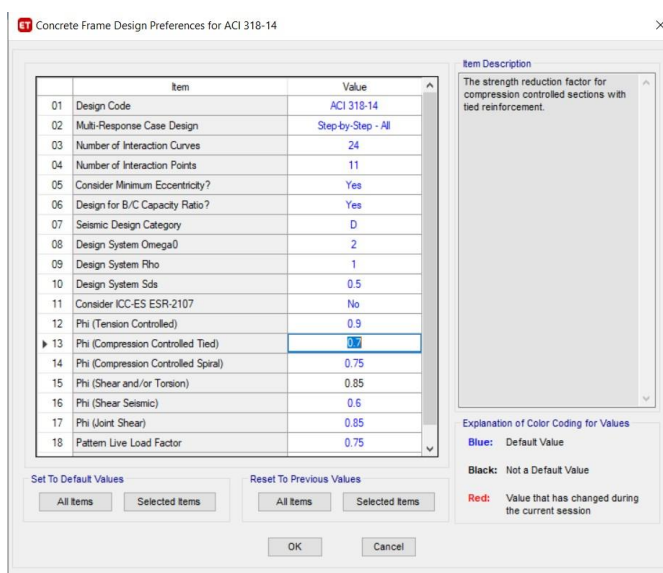
El reforzamiento con encamisado de concreto disminuye considerablemente el periodo fundamental de vibración a comparación del reforzamiento con CFRP que no tiene un aporte considerable en la reducción del periodo de la estructura.

El reforzamiento de la estructura con encamisado de concreto tuvo un incremento considerable en el peso obteniendo un valor de 244.65644Tn sin reforzamiento y una vez modelado la estructura con reforzamiento se obtuvo un valor de 528.40318Tn con una diferencia de 283.73Tn. En comparación con el reforzamiento con CFRP el peso de la estructura sin reforzamiento fue de 381.987 y una vez reforzado se obtuvo un valor igual de 381.987Tn.

Objetivo 4: Determinar cómo influye el reforzamiento estructural en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos en el diseño estructural frente a un sismo en la APV. Los Laureles, San Sebastián, cusco-2022.

Para el diseño estructural de la edificación ampliada a 5 niveles se tomó en cuenta la combinación de cargas según el capítulo 9 de la norma E-060:

Figura 46: preferencias de diseño de estructuras de hormigón



Fuente: software Etabs 18.1.1

El diseño por resistencia última deberá ser mayor a la resistencia solicitada por las combinaciones de cargas de diseño.

$$\phi R_n \geq R_u$$

Para este caso se diseñará una columna modelo de 0.25mx0.25m donde veremos la demanda capacidad de la columna por medio del diagrama de interacción entonces:

*Figura 47: verificación de falla en el elemento estructural*

COMBO ID	STATION LOC	CAPACITY RATIO	MAJOR SHEAR REINFORCEMENT	MINOR SHEAR REINFORCEMENT
1.4CM+1.7CV	0.000	0/S #35	0.0000	0.0000
1.4CM+1.7CV	105.000	0/S #35	0.0000	0.0000
1.4CM+1.7CV	210.000	0.998	0.0000	0.0000
1.25 (CM+CV) +	0.000	0/S #35	0.0209	0.0000
1.25 (CM+CV) +	105.000	0.889	0.0209	0.0000
1.25 (CM+CV) +	210.000	0/S #35	0.0209	0.0000
1.25 (CM+CV) -	0.000	0/S #35	0.0209	0.0000
1.25 (CM+CV) -	105.000	0.889	0.0209	0.0000
1.25 (CM+CV) -	210.000	0/S #35	0.0209	0.0000
1.25 (CM+CV) +	0.000	0/S #35	0.0209	0.0000
1.25 (CM+CV) +	105.000	0.880	0.0209	0.0000
1.25 (CM+CV) +	210.000	0.913	0.0209	0.0000
1.25 (CM+CV) -	0.000	0/S #35	0.0209	0.0000
1.25 (CM+CV) -	105.000	0.880	0.0209	0.0000
1.25 (CM+CV) -	210.000	0.913	0.0209	0.0000

*Fuente: software Etabs 18.1.1*

Como se observa en la figura 37 la columna de 0.25mx0.25m muestra falla por combinaciones de sismo:

*Figura 48: combinación de cargas*

*Fuente: Software Etabs 18.1.1*

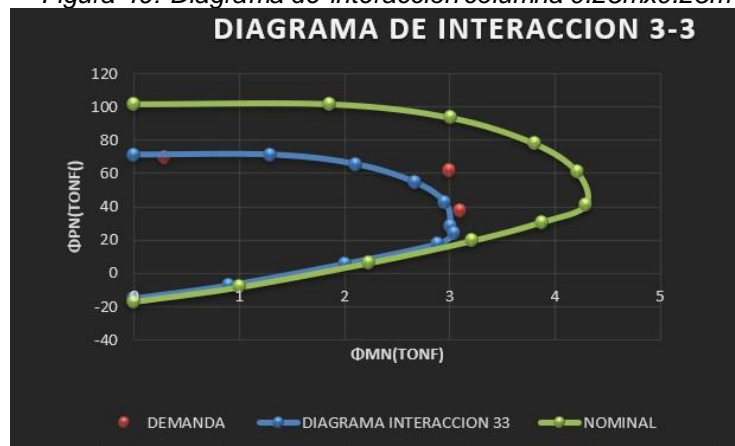
Verificamos la demanda capacidad de la columna sin reforzamiento de 0.25mx0.25m en el diagrama de interacción:

Tabla 48: Esfuerzos y momentos actuantes en la columna 0.25mx0.25

Pu	MU 3-3	MU2-2
71.1876	0	0
71.1876	1.2981	1.2981
65.5224	2.1032	2.1032
54.628	2.6651	2.6651
42.566	2.9522	2.9522
28.6906	3.0078	3.0078
24.2199	3.0445	3.0445
17.6829	2.8898	2.8898
5.7273	2.009	2.009
-7.2993	0.9011	0.9011
-15.12	0	0

Fuente: elaboración propia

Figura 49: Diagrama de interacción columna 0.25mx0.25m



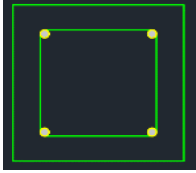
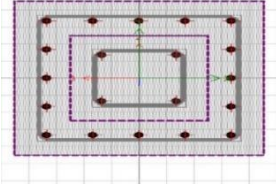
Fuente: elaboración propia

Demanda capacidad de la columna D/C ratio=1.27 ¡No cumple!

De la imagen podemos mencionar que la  $\phi R_n \leq R_u$  ya que los puntos de color rojo son las fuerzas actuantes en la sección y la polilínea de color azul es la capacidad de la columna.

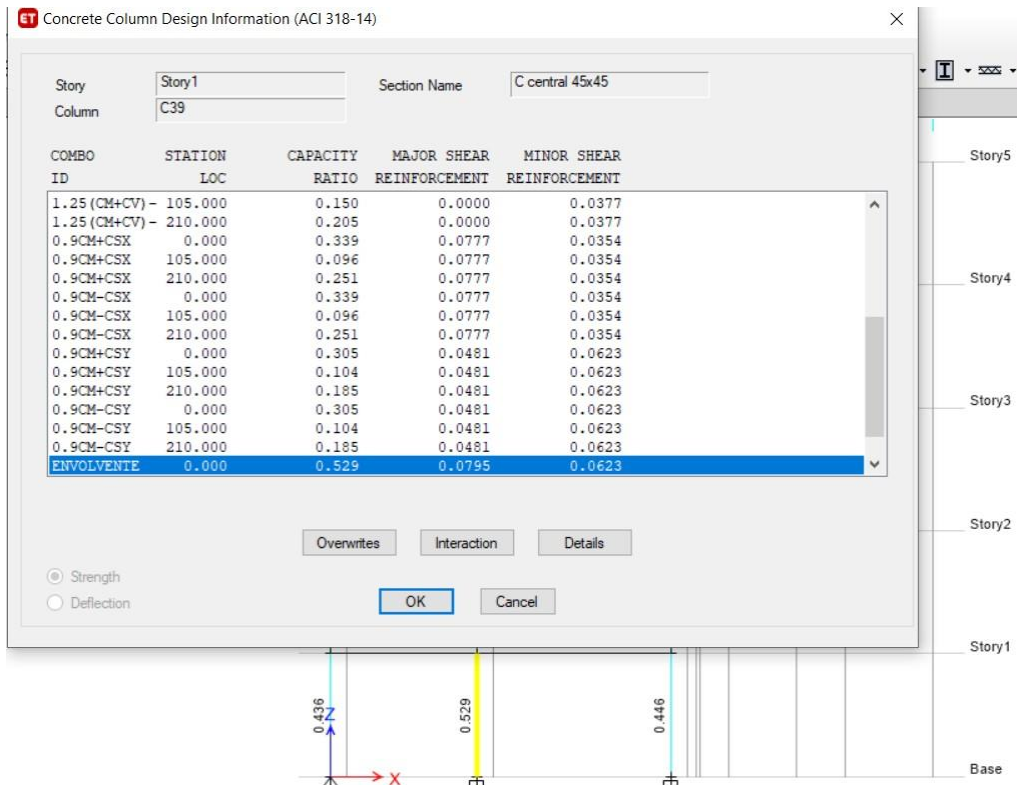
Diseño estructural de la columna de 0.25mx0.25m con encamisado de concreto.

Tabla 49: Diseño de la nueva columna reforzada

Columna central existente	Columna reforzada
	
<p>Sección: 0.25m*0.25m  <math>f'c=209\text{kg/cm}^2</math>  <math>E_c=216852.4844\text{kg/cm}^2</math>  <math>A_s=4\text{Ø}1/2''</math>                      Cuantía de acero= 0.81%                      Estribo: 3/8''</p>	<p>Sección: 0.45m*0.45m  <math>f'c=280\text{kg/cm}^2</math>  <math>E_c=250998.008\text{kg/cm}^2</math>  <math>A_s=16\text{Ø}5/8''</math>                      Cuantía: 1.56%                      Estribo: 3/8''</p>

Fuente: elaboración propia

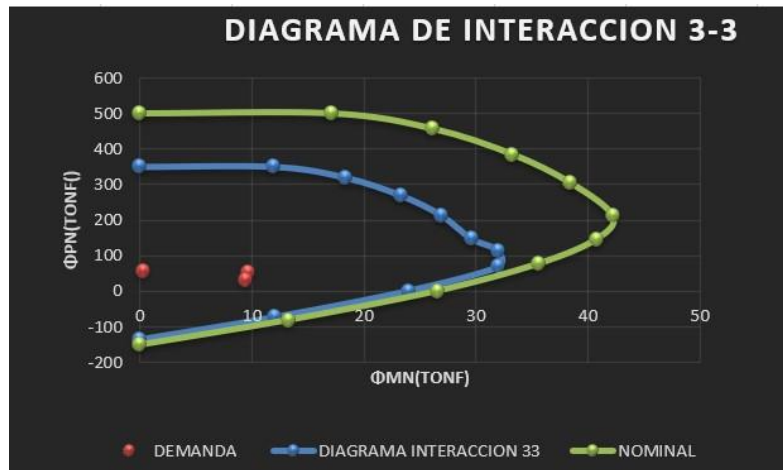
Imagen 50: verificación de falla en el elemento estructural nuevo



Fuente: software Etabs 18.1.1



Imagen 51: Diagrama de interaccion de la columna reforzada



Fuente: software Etabs 18.1.1

Demanda capacidad de la columna D/C ratio=0.52 ¡cumple!

Interpretación de los resultados: Las columnas de la vivienda actual no cumplen con el capítulo 9 de la norma e-060  $\emptyset R_n \geq R_u$ , donde la capacidad de las columnas está por debajo de la demanda actuante.

La columna de 0.25m\*0.25m sin reforzamiento obtuvo una D/C de 1.27.

La columna existente de 0.25m\*0.25m fue reforzada obteniéndose así una sección nueva de 0.45m\*0.45m y se obtuvo un valor de D/C 0.52 cumpliendo con los requisitos del capítulo 9 de la norma e-060.

## V. DISCUSIÓN

Objetivo específico 1.- Determinar cómo influye el reforzamiento estructural con el método encamisado de concreto armado en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos frente a un sismo en la APV. Los Laureles, San Sebastián, cusco-2022.

Para (Ramirez Aredo, 2020) en su tesis “Reforzamiento estructural para mejorar el comportamiento sismorresistente en una edificación con fines de ampliación para 5 pisos, Callao 2020”, muestra que los desplazamiento de la edificación ampliada y reforzada con el método de encamisado con concreto armado son como se muestra en la tabla:

*Tabla 50: Distorsión de entre piso*

N° pisos	Edificación Nueva		Edificación antigua	
	Deriva X	Deriva Y	Deriva X	Deriva Y
5	0.001932	0.000336	0.00567	0.000727
4	0.002531	0.000441	0.006917	0.000974
3	0.002903	0.000509	0.007578	0.001127
2	0.002825	0.000515	0.007094	0.001143
1	0.001922	0.000399	0.004624	0.000961

También verifica los periodos fundamentales de vibración de la vivienda ampliada y reforzada a 5 niveles tal como se observa en la siguiente tabla.

*Tabla 51: Periodo de la edificación reforzada*

case	modo	Periodo
Modo	1	0.336
modo	2	0.184
modo	3	0.143
Modo	4	0.098
modo	5	0.081

En nuestra investigación se realizó el reforzamiento estructural con el método de encamisado con concreto armado alcanzado distorsiones de entre piso como se muestran en la tabla 52:

Tabla 52: Distorsión de entre piso

N° pisos	Edificación Nueva		Edificación antigua	
	Deriva X	Deriva Y	Deriva X	Deriva Y
5	0.0005	0.0006	0.0041	0.0044
4	0.0008	0.0011	0.0073	0.0043
3	0.0016	0.0016	0.0103	0.0057
2	0.0023	0.002	0.0122	0.0069
1	0.0024	0.0028	0.0085	0.0053

Fuente: elaboración propia

También obtuvimos valores del periodo fundamental de vibración de la edificación ampliada y reforzada a 5 niveles con encamisado con concreto armado tal como mostramos en la siguiente tabla:

Tabla 53: periodo fundamental de vibración para discusión

Caso	Modo	Periodo	UX	UY	SumUX	SumaUY	RZ
Modo	1	0.33	0.0322	0.6945	0.0322	0.6945	0.1861
Modo	2	0.272	0.8051	0.0644	0.8372	0.7589	0.0254
Modo	3	0.256	0.0626	0.1083	0.8998	0.8673	0.6741
Modo	4	0.084	0.0651	0.0006	0.9649	0.8679	0.0083
Modo	5	0.076	0.0006	0.0885	0.9655	0.9564	0.0139

Fuente: elaboración propia

En la investigación de (Ramirez Aredo, 2020) la distorsión de entre piso en la dirección "X" en el 1er nivel fue de 0.001622, 2do 0.002825, 3ro 0.002903, 4to 0.002531 y 5to nivel 0.001932 en la dirección "Y" en el 1er piso 0.000399, 2do 0.000515, 3ro 0.000509, 4to 0.000441 y 5to nivel 0.000336 en comparación con nuestra investigación se obtuvo en "X" en el 1er nivel 0.0024, 2do 0.0023, 3ro 0.0016, 4to 0.0008 y 5to nivel 0.0005 en la dirección "Y" en el 1er piso 0.0028, 2do 0.0020, 3ro 0.0016, 4to 0.0011 y 5to nivel 0.0006, por consiguiente hay SIMILITUD en los resultados de distorsión de entre piso.

En el control de los periodos fundamentales de vibración (Ramirez Aredo, 2020) obtuvo en el modo 1 un periodo de 0.336seg y en el modo 2 un periodo de 0.184seg, modo 3 un periodo de 0.143seg, modo 4 periodo de 0.098 y modo 5 con un periodo de 0.081 y en nuestra investigación el modo 1 nos dio un valor de 0.333seg y en el modo 2 un valor de 0.27seg, modo 3 con un periodo de 0.256, modo 4 con periodo

de 0.084 y modo 5 con un periodo fundamental de vibración de 0.076. Existiendo SIMILITUD con los resultados de Ramírez Aredo.

Objetivo específico 2.- Determinar cómo influye el reforzamiento estructural con el método encamisado de CFRP en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos frente a un sismo en la APV. Los Laureles, San Sebastián, cusco-2022.

Para (Ramos Sanchez, 2019) en su tesis “Reforzamiento estructural con encamisado de fibra de carbono en columna para vivienda de 3 pisos en Santa Anita, 2019”, según los resultados de los desplazamientos laterales relativos admisibles de la edificación sin fibra en la dirección “X” obtuvo un valor en el 1er nivel 0.0433cm, 2do 0.0096cm y 3er nivel 0.148cm y en la dirección “Y” en el 1er nivel 0.061cm, 2do 0.128cm y 3er nivel 0.175cm.

Ahora verificamos los resultados de desplazamientos laterales relativos admisibles con fibra de carbono en la dirección “X” en el 1er nivel 0.0427cm, 2do 0.0978cm y 3er nivel 0.145cm y en la dirección “Y” en el 1er nivel 0.06cm, 2do 0.126cm y 3er nivel 0.172cm.

También verificamos los resultados de los periodos fundamentales de vibración de la edificación sin reforzamiento y con reforzamiento como se muestra en la tabla:

Tabla 54: Periodos de vibración según Ramos Sanchez

modo	Periodo fundamental sin fibra de carbono	Periodo fundamental con fibra de carbono
1	0.119	0.117
2	0.085	0.084
3	0.061	0.061
4	0.042	0.042
5	0.033	0.032

*Fuente: elaboración propia*

En nuestra investigación se obtuvieron los siguientes valores de desplazamientos laterales relativos admisibles ampliado a 5 niveles sin reforzamiento, en la dirección “X” en el 1er nivel 1.9cm, 2do 5.1cm, 3ro 11cm, 4to 0.18cm y 5to nivel 21cm y en la dirección “Y” en el 1er nivel 1.19cm, 2do 2.67cm, 3ro 4.43cm, 4to 5.59 y 5to nivel 6.24cm.

Ahora verificamos los desplazamientos laterales relativos admisibles de la edificación ampliada a 5 niveles con reforzamiento con CFRP en la dirección “X” obteniendo en el 1er nivel 3.32cm, 2do 7.83cm, 3ro 11.11cm, 4to 13.28cm y 5 nivel 14.34 y en la dirección “Y” en el 1er nivel 1.18cm, 2do 2.64cm, 3er 4.33cm, 4to 5.59cm y 5 nivel 6.06cm.

En la siguiente tabla mostramos los resultados de nuestra investigación sobre los periodos fundamentales de vibración.

Tabla 55: Periodos de vibración de esta investigación

modo	Periodo fundamental sin fibra de carbono	Periodo fundamental con fibra de carbono
1	0.744	0.746
2	0.506	0.523
3	0.460	0.466
4	0.418	0.418
5	0.327	0.327

*Fuente: elaboración propia*

Para (Ramos Sanchez, 2019) la disminución de los desplazamiento una vez realizado el reforzamiento con fibra de carbono en la dirección “X” en el 1er nivel es de 0.0002cm, 2do nivel 0.0004cm y tercer nivel 0.0006cm en nuestra investigación se tuvo un incremento en el 1er nivel de 1.36cm, 2do nivel 2.69cm y en el tercer nivel una disminución de 0.71cm, 4to 4.78cm y 5to nivel 7.54cm, existiendo una DISCREPANCIA con la investigación de Ramos Sánchez.

El periodo fundamental de vibración con reforzamiento para (Ramos Sanchez, 2019) tuvo una disminución en el 1er modo de 0.002seg, 2do modo 0.001, en el 3er y 4to modo no hubo disminución y en el 5to modo una disminución de 0.001seg y en nuestra hubo un aumento en los 3 primeros modos en el 1er modo 0.002seg, 2do modo 0.0017seg, 3er modo 0.006seg. y en el 4to y 5to modo no hubo ninguna variación, por consiguiente, los resultados del periodo tienen SIMILITUD con nuestra investigación.

Objetivo 3: Determinar cómo influye el reforzamiento estructural de la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos en el análisis estructural frente a un sismo en la APV. Los Laureles, San Sebastián, cusco-2022.

Según (Cordova Cruz, 2019) el reforzamiento con fibra de carbono no tiene buen comportamiento a compresión y realizó el reforzamiento de la edificación con encamisado con concreto armado mostrando distorsiones de entre piso en la dirección "X" en el 1er nivel 0.00134, 2do nivel 0.00208, 3er nivel 0.00185, 4to nivel 0.00203 y 5to nivel 0.00652 y en la dirección "Y" en el 1er piso 0.00158, 2do 0.00227, 3er 0.00198, 4to 0.00198 y 5to nivel 0.00204.

Los periodos fundamentales de vibración nos muestran en el 1er modo 0.423seg, 2do 0.474seg, 3er 0.627eg, 4to 1.149seg y 5to modo 1.306.

En nuestra investigación una vez realizado el reforzamiento con el método de encamisado con concreto armado obtuvimos en la dirección "X" en el 1er nivel 0.0024, 2do 0.0023, 3ro 0.0016, 4to 0.0008 y 5to nivel 0.0005 en la dirección "Y" en el 1er piso 0.0028, 2do 0.0020, 3ro 0.0016, 4to 0.0011 y 5to nivel 0.0006.

Y los periodos fundamentales de vibración de la edificación reforzada nos muestra en el 1er modo 0.333seg, 2do 0.272seg, 3er 0.256seg, 4to 0.084seg y 5to modo 0.076seg.

De acuerdo a los resultados obtenidos según (Cordova Cruz, 2019) y nuestra investigación presentamos la siguiente tabla donde comparamos los resultados de las edificaciones ampliadas y reforzadas a 5 niveles con el método de encamisado con concreto armado.

*Tabla 56: comparación de distorsiones una vez reforzado con encamisado de concreto*

Nivel	Distorsión "X"	Distorsión "Y"	Distorsión "X" según (Cordova Cruz, 2019)	Distorsión "Y" según (Cordova Cruz, 2019)	Limite según la norma e-030.
5to	0.0005	0.0006	0.00652	0.00204	0.007
4to	0.0008	0.0011	0.00203	0.00198	0.007
3ro	0.0016	0.0016	0.00185	0.00198	0.007
2do	0.0023	0.0020	0.00208	0.00227	0.007
1ro	0.0024	0.0028	0.00134	0.00158	0.007

*Fuente: elaboración propia*

Una vez verificado los resultados podemos mencionar que hay una SIMILITUD.

Realizando una comparación de los periodos en cada modo tenemos que en el 1er modo hay una diferencia de 0.239seg, en el 2do 0.143seg, 3er 0.227seg, 4to 0.939seg y 5to 1.113seg obteniendo una DISCREPANCIA.

Objetivo 4: Determinar cómo influye el reforzamiento estructural unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos en el diseño estructural frente a un sismo en la APV. Los Laureles, San Sebastián, cusco-2022.

Según (Belizario Pacompia, 2017) en su investigación hizo el reforzamiento de una columna crítica de  $0.25\text{m} \times 0.30\text{m}$  con una cuantía 1.39% y colocando acero longitudinal  $4\text{Ø}5/8"$  y  $2\text{Ø}1/2"$  con un área total  $A_s=10.46\text{cm}^2$  y el  $f'c=156\text{kg/cm}^2$  y diseñando una nueva columna de  $0.40\text{m} \times 0.45\text{m}$  con una cuantía de 0.72%, acero longitudinal  $4\text{Ø}5/8"$  y  $4\text{Ø}1/2"$  alcanzando un área  $A_s= 13\text{cm}^2$  con un  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  y alcanzando una D/C de 0.52 según el diagrama de interacción de la columna.

En esta investigación se diseñó el total de las columnas ver Anexo xx, el análisis de la columna de  $0.25\text{m} \times 0.25\text{m}$  tiene una cuantía 0.81% con acero longitudinal  $4\text{Ø}1/2"$  con un área  $A_s= 5.08\text{cm}^2$  con un  $f'c=209\text{kg/cm}^2$  nos dio un valor de demanda capacidad D/C de 1.27 y una vez realizado el diseño con el reforzamiento la columna nueva tuvo una sección de  $0.45\text{m} \times 0.45\text{m}$  con una cuantía 1.56% y acero longitudinal  $16\text{Ø}5/8"$  y área de acero  $A_s= 31.68\text{cm}^2$  con un  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  de se obtuvo un valor de D/C de 0.52 según el diagrama de interacción de la columna.

De acuerdo a estos resultados hacemos una confrontación del diseño realizado en ambas investigaciones donde vemos que la cuantía de acero utilizado en nuestro diseño excede en 0.84% y el área de acero también excede en  $18.68\text{cm}^2$ , también encontrando diferencia en el uso del concreto nuevo en nuestra investigación se uso un  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  y en la investigación de Belizario Pacompia de uso una diseño con un  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , cabe mencionar que en ambas investigaciones la demanda capacidad D/C alcanza un valor de 0.52 y 0.55 según el diagrama de interacción de columnas.

## VI. CONCLUSIONES

1.- Es importante realizar el diseño una edificación aportando rigidez y ductilidad a ambas direcciones, tanto en "X" como en "Y", la configuración de los elementos estructurales en nuestra investigación demuestra que la vivienda ampliada a 5 niveles de desplazé más en la dirección "X" y tenga un mejor comportamiento en la dirección "Y".

2.- El reforzamiento con encamisado de concreto disminuye considerablemente las derivas de entre piso de la edificación ampliada a 5 niveles tal como se muestra en la siguiente tabla:

Nivel	Distorsión "X" reforzada	Distorsión "Y" reforzada	Distorsión "X" sin reforzamiento	Distorsión "Y" Sin reforzamiento	Limite según la norma e-030.
5to	0.0005	0.0006	0.0041	0.0044	0.007
4to	0.0008	0.0011	0.0073	0.0043	0.007
3ro	0.0016	0.0016	0.0103	0.0057	0.007
2do	0.0023	0.0020	0.0122	0.0069	0.007
1ro	0.0024	0.0028	0.0085	0.0053	0.007

*Fuente: elaboración propia.*

Estos resultados obtenidos una vez realizado el encamisado con concreto armado cumplen con los requisitos de diseño del artículo 32 de la norma e-030.

3.- El periodo fundamental de vibración en la vivienda ampliada a 5 niveles sin reforzamiento alcanzo un valor en el 1er modo de 0.662seg y una vez reforzada con encamisado con concreto armado disminuye a 0.33seg, 2do modo de 0.617 a 0.272seg, 3er modo de 0.4 a 0.256, 4to modo de 0.211 a 0.084seg y 5to modo de 0.193 a 0.076seg.

4.- El reforzamiento con CFRP mejora la resistencia de cada elemento estructural pero no mejora la rigidez conjunta de toda la edificación.

5.- El reforzamiento con CFRP no tuvo una disminución considerable en las derivas de entre piso de la edificación ampliada a 5 niveles tal como se muestra en la siguiente tabla:



Nivel	Distorsión "X" reforzada	Distorsión "Y" reforzada	Distorsión "X" sin reforzamiento	Distorsión "Y" Sin reforzamiento	Limite según la norma e-030.
5to	0.0042576	0.0018864	0.0152952	0.0026136	0.007
4to	0.008652	0.00504	0.0249528	0.0050352	0.007
3ro	0.0131328	0.006732	0.0267432	0.0066408	0.007
2do	0.0180528	0.0058512	0.0127656	0.0059448	0.007
1ro	0.0132888	0.0047376	0.0078144	0.004764	0.007

Fuente: elaboración propia.

El reforzamiento con CFRP mostro una reducción en las distorsiones de entre piso solo en el 5to nivel donde se redujo de 0.0152952 a 0.0042576 solo en este nivel cumpliendo con el valor admisible según la norma.

6.- El peso calculado de la edificación ampliado a 5 pisos sin reforzamiento en el programa Etabs 18.1.1 es de 244.65Tn y el peso calculado en el programa Sap2000 13.3.1 es de 381.987Tn con una diferencia de 137.33 Tn.

7.- El peso calculado de la edificación con encamisado de concreto en el programa Etabs 18.1.1 alcanza un valor de 528.40318Tn.

8.- El peso calculado de la edificación reforzado con CFRP en el Sap2000 13.3.1 alcanza un valor de 381.987Tn.

9.- El aporte del método con encamisado con concreto armado es significativo en cuanto a mejorar la rigidez y ductilidad de la estructura, pero la desventaja de este método de reforzamiento estructural es que aumenta el peso propio de la edificación obligando a reforzar la cimentación.

10.- El reforzamiento con fibra de carbono mejora el comportamiento de los elementos estructurales cuando son sometidos a esfuerzos de cortante y flexión, pero no disminuyo los desplazamientos laterales relativos admisibles de la edificación según establece la norma -030.

## VII. RECOMENDACIONES

1.- De acuerdo los resultados obtenidos en esta investigación, el reforzamiento estructural con encamisado de concreto armado mejora significativamente la rigidez y ductilidad de la estructura, se recomienda investigar el reforzamiento estructural con otro tipo de metodología como por ejemplo el reforzamiento con la creación de pórticos de concreto armado y pórticos metálicos.

2.- De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis estático de la edificación ampliada y reforzada con el método de encamisado con concreto armado el peso de la edificación aumenta en un 46% del peso inicial de la vivienda ampliada sin reforzamiento, se recomienda realizar la verificación de presiones y asentamientos en la cimentación de la vivienda reforzada y ampliada para futuras investigaciones.

3.- De los resultados obtenidos con el reforzamiento con polímero reforzado con fibra de carbono CFRP las distorsiones de entre piso no tuvieron una disminución en los cuatro primeros niveles, tan solo alcanzado un resultado óptimo en el quinto nivel, se recomienda realizar el reforzamiento con un mayor número de capas de CFRP.

4.- Según las características obtenidas en campo de los elementos estructurales como vigas, columnas y cimentación tuvieron un pre dimensionamiento incorrecto ya que las secciones y áreas de acero no fueron las óptimas para un correcto desempeño de la edificación una vez ampliada a 5 niveles, se recomienda realizar procesos constructivos apoyados en nuestra norma E-060.

## REFERENCIAS

Arias, J., Villasís, M., & Miranda, M. (2016). El protocolo de investigación III: lapoblación de estudio. *Revista Alergia México*, 63(2), 201–206.  
www.nietoeditores.com.mx

Belizario Pacompia, C. F. (2017). *UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL TESIS “REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION DE CONCRETO ARMADO DE DOS PISOS CON FINES DE AMPLIACION” TEMA: REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL.*

Burneo, K., & Rodriguez, J. (2017). Metodología De La Investigación. *Libro*, 115.

Carreon Hernandez, C. E. (2021). *Método para evaluar la vulnerabilidad sísmica en edificios de concreto reforzado en México.pdf.*

Chavez Alvarez, R., & Ortiz Hidalgo, J. D. (2019). *Universidad Nacional “Hermilio Valdizan” Facul Tao De Ingeniería Civil Y Arquitectura.*

Cordova Cruz, J. A. (2019). *ASESOR : Mg. Arriola Moscoso Cecilia.* 0–1.

Cutti Huallpa, K. (2021). *Análisis experimental del uso de las fibras de carbono para el reforzamiento en una viga peraltada, de concreto armado para una edificaci{\'o}n en la Ciudad de Lircay-Angaraes-Huancavelica.*  
<http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/265/TP - UNH CIVIL 0048.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Domínguez Caicedo, M. (2014). Períodos de vibración de las edificaciones. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 8(2), 1–13.

Estrada Arana, K. P., & Vivanco Pesantez, N. A. (2019). *Escuela politécnica nacional.*

Granados, G. H. (2017). *FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA Diseño Estructural de Edificio de Viviendas de Muros Delgados de Concreto Armado TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO PRESENTADA POR : Gerardo Huaynate Granados Asesor : Ing . Daniel Roberto Quiun Wong.*

Guaño Olmedo, M. R. (2018). *Universidad Central del Ecuador Universidad Central del Ecuador. Figura 1, 2–3.*

Halac, M. D. (2021). *Refuerzo de columnas a través de encamisado de hormigon armado.*

Hernández García, D. A., & Tena Colunga, A. (2016). Estudio Paramétrico De Modelos Representativos De Estructuras Propensas a Desarrollar Pisos Suaves

Ante Excitaciones Sísmicas De Suelo Blandos. *Revista de Ingeniería Sísmica*, 95, 53–80. <https://doi.org/10.18867/ris.95.405>

Herrera Alarcon, J. H. (2018). FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA 01 Facultad de Ingeniería y Arquitectura. *Universidad Cesar Vallejo*, 1–118. [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Hosen, A., Zamin, M., Alengaram, U. J., & Ramli, N. H. (2019). *Rendimiento estructural de vigas de hormigón ligero reforzadas con la técnica de refuerzo lateral externo adherido ( S-EBR ) utilizando telas CFRP*. 176.

Huertas Mory, P. D., & Torres Romero, S. S. (2017). *Propuesta de implementación BIM con LPDS para la gestión de proyectos de autoconstrucción de viviendas*. <http://hdl.handle.net/10757/622827>

Hwang, Y. H., Yang, K. H., Mun, J. H., & Kwon, S. J. (2020). Axial performance of RC columns strengthened with different jacketing methods. *Engineering Structures*, 206. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110179>

Ibarra Barragan, I. A., & Reinoso, L. (2017). *Escuela politécnica nacional*.

Jaleel, A. N. (2021). Rehabilitation and strengthening techniques for reinforced concrete columns: Review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1895(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1895/1/012049>

López, J., Depz, F., & Olaza, C. (2021). Aporte Santiaguino. *Aporte Santiaguino*, 12(2), 214–227. [http://revistas.unasam.edu.pe/index.php/AS\\_V10N2/article/view/172](http://revistas.unasam.edu.pe/index.php/AS_V10N2/article/view/172)

Mozo, K., & Salinas, C. (2020). *Análisis del riesgo sísmico de las viviendas de la APV CachimayoSan Sebastián- Cusco*. <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/3546>

Murugan, K., & Sengupta, A. K. (2020). Seismic performance of strengthened reinforced concrete columns. *Structures*, 27, 487–505. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.05.059>

Nogales, D., & Yanez, J. (2019). *Universidad Central del Ecuador Universidad Central del Ecuador. Figura 1*, 2–3.

Norma E-030, reglamento nacional de edificaciones. (2016). Reglamento Nacional de Edificaciones E.030 Diseño Sismorresistente. *Diario El Peruano*, 576293–576322.

Norma e-050, suelos y cimentaciones. (2018). *Resolución Ministerial Que Modifica La Norma Técnica Resolución Ministerial Que Modifica*.

Norma E-060, R. (2016). *Norma e.060 concreto armado*.

Orozco, M., Avila, Y., Restrepo, S., & Parody, A. (2018). Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón Factors influencing concrete quality : a survey to the principal actors of the concrete industry. *Revista Ingeniería de Construcción*, 33(2013), 161–172.

Ospina, E., & Castrillón, R. (2021). *REPARACIONES Y REFORZAMIENTOS DE ESTRUCTURAS EN CONCRETO REFORZADO Una revisión de literatura Autor ( es ) Edwin Hernán Ospina Molina René Alberto Castrillón Arenas Universidad de Antioquia Facultad Ingeniería Medellín , Colombia.*

Palacios, J., Zevallos, M., García, L., & Menéndez, E. (2019). *Reforzamiento Estructural Con Muros De Corte, De Edificio De La Facultad De Filosofía Y Letras De La Universidad Técnica De Manabí. Resumen. 24, 201–222.*

Quezada, S. (2019). *Fallas más Comunes en Sistemas Estructurales de Ductilidad Limitada en Viviendas de Hasta Dos Pisos en Zonas Sísmicas Altas. 44.*  
<http://186.3.32.121/bitstream/48000/14514/1/ECFIC-2019-ICI-DE00029.pdf>

Ramirez Aredo, E. J. (2020). FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA 01 Facultad de Ingeniería y Arquitectura. In *Universidad Andina del Cusco*.  
[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ramos Sanchez, I. B. (2019). Facultad de ingeniería escuela profesional de formación profesional de ingeniería civil. *Universidad César Vallejo*, 0–74.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46380>

Rendón, J. (2016). *Reforzamiento y Actualización Sísmica de Estructuras.*

Sampieri, R. (2019). *No Title!!!! // !!!!!!.*

Sika. (2017). *Reforzamiento de Estructuras de concreto. 272, 3–15.*  
<https://col.sika.com/dms/getdocument.get/c5fbb55d-9240-3b09-9eee-edf695806345/Reforzamiento Estructuras 2017.pdf>

Soto Barraza, E. (2008). *SOTO.pdf.*

Theurer, M., Rodriguez, J., Alcivar, López, Soriano, & Villacis. (2016). Las fibras de carbono como una alternativa para reforzamiento de estructuras. *Ingeniería*, 20(1), 57–62.

Vásquez Rodríguez, W. A. (2020). Metodología de la investigación, Manual de estudiante. *Universidad San Martín de Porres*, 1–139.  
<https://revistas.uv.cl/index.php/asid/article/view/2574/2500>

Yarasca Mandujano, J. E. (2021). Universidad Peruana Los Andes. *Universidad*

*Peruana Los Andes*, 1–20. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/1592>

# **ANEXOS**

## Anexo 1 Matriz de consistencia

**TITULO:** “Reforzamiento estructural y desempeño sismorresistente en una vivienda unifamiliar de concreto armado con fines de ampliación, San Sebastián, Cusco-2022”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensión	Indicadores	Instrumentos
<p>Problema general</p> <p>¿Cómo influye el reforzamiento estructural en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos frente a un sismo en la APV Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022?</p>	<p>Objetivos generales</p> <p>Determinar cómo influye el reforzamiento estructural en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos frente a un sismo en la APV Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>El reforzamiento estructural en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos influye frente a un sismo en la APV Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022</p>	<p>V. Independiente</p> <p>Reforzamiento Estructural</p>	<p>Fibra de Carbono</p> <p>Encamisado en concreto</p>	<p>Resistencia (Tn/m<sup>2</sup>)</p> <p>Rigidez (Tn/m)</p> <p>Ductilidad (adimensional)</p>	<p>Software Etabs V18 SAP2000</p>
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>				
¿Cómo influye el reforzamiento estructural con el método encamisado de concreto armado en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos frente a un sismo en la APV. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022?	Determinar cómo influye el reforzamiento estructural con el método encamisado de concreto armado en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos frente a un sismo en la APV. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022	El reforzamiento estructural con el método encamisado de concreto armado en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos influye frente a un sismo en la APV. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022		Análisis Estructural	Desplazamiento Lateral (Admisible=0.007)	Software Etabs V18 SAP2000
					Cortante basal (Tn)	
¿Cómo influye el reforzamiento estructural con el método encamisado de CFRP en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos frente a un sismo en la APV. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022?	Determinar cómo influye el reforzamiento estructural con el método encamisado de CFRP en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos frente a un sismo en la APV. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022	El reforzamiento estructural con el método encamisado de CFRP en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos influye frente a un sismo en la APV. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022	V. Dependiente		Periodo fundamental de vibración (Seg)	
¿Cómo influye el reforzamiento estructural de la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos en el análisis estructural frente a un sismo en la APV. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022?	Determinar cómo influye el reforzamiento estructural de la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos en el análisis estructural frente a un sismo en la APV. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022	El reforzamiento estructural de la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos influye en el análisis estructural frente a un sismo en la APV. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022	Desempeño Sismorresistente			
¿Cómo influye el reforzamiento estructural de la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos en el diseño estructural frente a un sismo en la APV. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022?	Determinar cómo influye el reforzamiento estructural unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos en el diseño estructural frente a un sismo en la APV. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022	El reforzamiento estructural de la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos influye en el diseño estructural frente a un sismo en la APV. Los Laureles, San Sebastián, Cusco-2022		Diseño Estructural	Diseño por Resistencia ( $\theta_{Rn} > R_n$ )	



## Anexo 2 Matriz de Operacionalización de Variables

TÍTULO “Reforzamiento estructural y desempeño sismorresistente en una vivienda unifamiliar de concreto armado con fines de ampliación, San Sebastián, Cusco-2022”

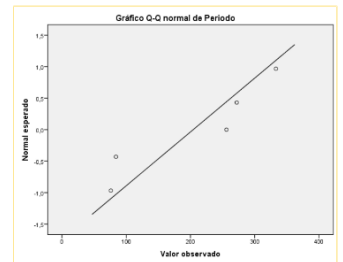
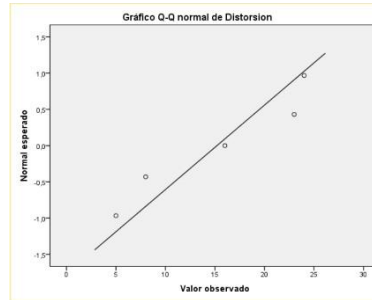
VARIABLE DE LA INVESTIGACION	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
Variable dependiente  Desempeño sismorresistente	El objetivo del desempeño sismorresistente es crear edificaciones con características sismorresistentes, es decir, que sea capaz de soportar movimientos sísmicos, por medio del análisis y diseño que dependen de la zonificación sísmica, tipo de suelo y entre otros parámetros que complementan la norma, se plantea un diseño estructural en la búsqueda de brindar un diseño económica de calidad y sobre todo seguro, con la finalidad de brindar una calidad de vida a las personas.	La norma E-030 establece condiciones mínimas para el diseño sismorresistente de una edificación, analizando construcciones nuevas, reforzando viviendas existentes y reparando las mismas, basándose en parámetros de diseño sísmico según a la norma, estos parámetros de diseño sísmico son desarrollados en el análisis estático o de fuerzas estáticas y en el análisis dinámico modal espectral una vez planteado el sistema estructural se pasa al diseño estructural donde se genera la sección, cuantía de acero, en base a los esfuerzos a actuantes en la edificación.	Análisis Estructural	Desplazamiento Lateral (Admisible=0.007)	Razón	Tipo de Investigación Aplicado  Nivel de Investigación Explicativo  Enfoque: Cuantitativo  Diseño de Investigación No Experimental  Población: Vivienda con similar problema en la APV. los laureles Muestra: Vivienda unifamiliar Muestreo: No probabilístico
				Periodo fundamental de vibración (Seg)		
				Cortante basal (Tn)		
			Diseño Estructural	Resistencia de Diseño $\theta R_n > R_n$		
Variable Independiente  Reforzamiento estructural	Consiste en mejorar la capacidad estructural de una vivienda, por cambios en la estructuración, ampliación, peso propio o por fuerzas de sismo, el reforzamiento de viviendas en nuestro país se realiza con más frecuencia ya que estamos ubicados en una zona altamente sísmica conocida como el cinturón de fuego del pacífico, sumado a ellos están las viviendas autoconstruidas en zonas de alto riesgo y con suelos poco consolidados lo que aumenta el grado de vulnerabilidad ante un movimiento sísmico.	Es un método que se aplica cuando se necesita ampliar, hacer cambios de uso o cuando las viviendas cuentan con un grado de vulnerabilidad sísmica, es así que consiste en mejorar los elementos estructurales brindando más rigidez y ductilidad a los elementos estructurales mediante tipos de refuerzo como el encamisado de columnas, vigas, adicionando muros de corte o placas y el encamisado con fibras de carbono etc. Este proceso viene tomando gran importancia en Perú ya que las construcciones en nuestro país son ejecutadas de forma empírica sin la supervisión de un profesional responsable.	Fibra de Carbono	Resistencia	Razón	Técnica: Observación directa Instrumento de recolección de datos: -Fichas de Recolección de datos -Equipos y herramientas de laboratorio -Software Etabs, Safe, Sap2000 y Microsoft Excel.
				Rigidez		
			Encamisado de Elementos Estructurales	Ductilidad		

### Anexo 3. Análisis estadístico de resultados

O1: Determinar cómo influye el reforzamiento estructural con el método encamisado de concreto armado en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos frente a un sismo en la APV. Los Laureles, San Sebastián, cusco-2022

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Distorsion	,218	5	,200 <sup>*</sup>	,896	5	,386
Periodo	,271	5	,200 <sup>*</sup>	,854	5	,206

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de la significación de Lilliefors



Existe normalidad y por ende usamos la prueba estadística de Pearson.

#### 1.- Planteamiento del problema

H1= La disminución de la distorsión de entre piso no está relacionado con la disminución del periodo fundamental de vibración cuando se realiza el reforzamiento con encamisado de concreto. (hipótesis nula)

H2= La disminución de la distorsión de entre piso está relacionado con la disminución del periodo fundamental de vibración cuando se realiza el reforzamiento con encamisado de concreto (hipótesis alterna).

2.- nivel de significancia  
 $\alpha=5\%$  (0.05)

#### 3.- elección de la prueba estadística

Correlaciones			
		Distorsion	Periodo
Distorsion	Correlación de Pearson	1	-.952 <sup>**</sup>
	Sig. (bilateral)		,012
	N	5	5
Periodo	Correlación de Pearson	-.952 <sup>**</sup>	1
	Sig. (bilateral)	,012	
	N	5	5

\*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).



#### 4.- Regla de decisión:

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05$ ... se rechaza la hipótesis nula

$p\text{-valor} = 0.012$

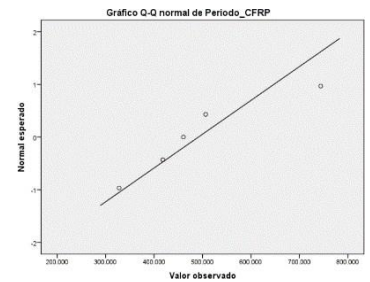
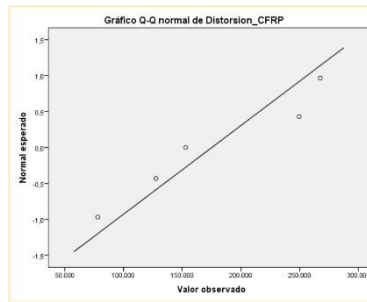
$0.012 < 0.05$  entonces se acepta la hipótesis alterna

5.- Existe evidencia estadística para decir que el reforzamiento con encamisado con concreto armado disminuye la distorsión de entre piso e influye también en la disminución del periodo fundamental de vibración con una correlación de (0.952).

O2: Determinar cómo influye el reforzamiento estructural con el método encamisado de CFRP en la vivienda unifamiliar de 2 pisos y ampliada a 5 pisos frente a un sismo en la APV. Los Laureles, San Sebastián, cusco-2022

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Distorsion_CFRP	,221	5	,200 <sup>a</sup>	,919	5	,526
Periodo_CFRP	,261	5	,200 <sup>a</sup>	,914	5	,492

\*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de la significación de Lilliefors



Existe normalidad por ende usamos la prueba estadística de Pearson.

### 1.- Planteamiento del problema

H1= La disminución de la distorsión de entre piso no está relacionado con la disminución del periodo fundamental de vibración cuando se realiza el reforzamiento con CFRP (hipótesis nula)

H2= La disminución de la distorsión de entre piso está relacionado con la disminución del periodo fundamental de vibración cuando se realiza el reforzamiento con CFRP (hipótesis alterna)

2.- nivel de significancia  
 $\alpha=5\%$  (0.05)

### 3.- elección de la prueba estadística

Correlaciones			
		Distorsion_C FRP	Periodo_CFR P
Distorsion_CFRP	Correlación de Pearson	1	,238
	Sig. (bilateral)		,700
	N	5	5
Periodo_CFRP	Correlación de Pearson	,238	1
	Sig. (bilateral)	,700	
	N	5	5

### 4.- Regla de decisión:

Si  $p\text{-valor} \leq 0.05$ ... se rechaza la hipótesis nula  
 $p\text{-valor} = 0.700$

$0.700 > 0.05$  entonces se acepta la hipótesis nula

5.- Existe evidencia estadística para decir que el reforzamiento con CFRP no disminuye la distorsión de entre piso y por consiguiente no afecta los valores del periodo fundamental de vibración.



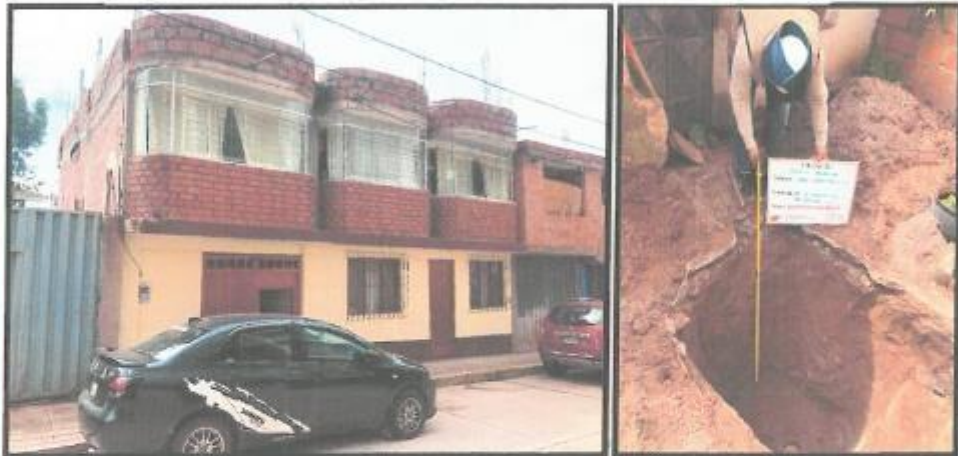
## Anexo 4. Ensayos

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON  
FINES DE CIMENTACIÓN

### INFORME TÉCNICO

N°11-2022

### PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR.



**SOLICITANTE** : JUANA PEREZ SALGADO  
**RESPONSABLE** : ING: ALBERTH E. MALLQUITUPA,  
CIP: 266558  
**UBICACIÓN** :  
LUGAR : A.P.V. LOS LAURELES B-12  
DISTRITO : SAN SEBASTIAN  
PROVINCIA : CUSCO  
REGIÓN : CUSCO

FEBRERO DEL 2022

  
**PRO INGEMA S.A.C**  
PROFESIONALES EN INGENIERÍA  
GEOTECNIA Y MATERIALES  
ALBERTH E. MALLQUITUPA  
CIP: 266558

CAUCATA	Tipo de cimentación recomendada	Estrato de apoyo de la cimentación	Profundidad de cimentación recomendada (m)	Capacidad portante (kg/cm <sup>2</sup> )
C-01	ZAPATAS CONECTADAS CON VIGAS DE CONEXION	ARENA LIMOSA (SM)	2.40	1.14

### 1.3. RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

ASENTAMIENTO TOLERABLE	: 2,54 cm.
DISTORSIÓN ANGULAR MÁXIMA	: 1/500
PROBLEMAS ESPECIALES DE CIMENTACIÓN	: NO PRESENTA

### 2. NORMATIVIDAD

Para la elaboración del presente informe se toma las siguientes normas técnicas:

- Interpretación y Análisis de Resultados
  - Norma E - 050, Suelos y Cimentaciones.
  - Norma E - 030, Diseño Sismo resistente.
  - Norma E - 060, Concreto Armado.
- Ensayos en Campo y Laboratorio
  - Manual De Ensayos De Materiales (EM-2016)
  - Normas Técnicas Peruanas (NTP)

• **SISMICIDAD DE LA ZONA**

El distrito de San Sebastián, se encuentra geográficamente en una zona de sismicidad mediana. Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, con fines de diseño estructural, se considera en forma general los siguientes parámetros sísmicos de diseño para suelos del departamento de Cusco:

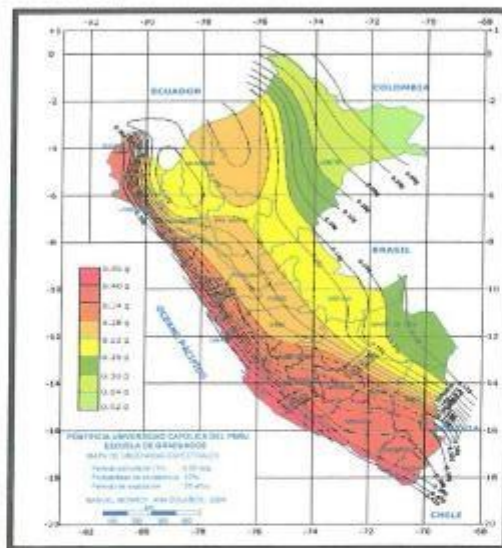


Tabla 2: Parámetros de diseño sísmico de la zona

PARAMETRO DE DISEÑO	MAGNITUD	DESCRIPCIÓN
Zona	2	Mapa de Zonificación Sísmica
Factor de Zona (Z)	0.25	Tabla N° 1
Tipo de perfil	Tipo S <sub>1</sub>	Suelos blandos
Parámetros del suelo (Tabla N° 2)	T <sub>p</sub> =1.00 S=1.40	Período predominante Factor de Ampliación del Suelo
Categoría de la edificación	C	Edificaciones comunes
Factor de Uso (U)	1,0	Tabla N° 5
Factor de Seguridad	3	

ANEXOS

## 1.RESULTADOS DE ENSAYOS EN LABORATORIO CORTE DIRECTO –CLASIFICACIÓN



**PRO INGEMA S.A.C**  
 - GEOTECNIA, INGENIERÍA DEL TERRENO Y MATERIALES  
 A.P.V. San Antonio G-3-B, distrito de San Sebastián, provincia de Cusco- Cusco

Proyecto: Vivienda Unifamiliar  
 Ubicación: A.P.V. Los Laureles B-12, distrito de San Sebastián, provincia de Cusco - Cusco  
 Solicita: Juana Perez Salgado  
 Fecha: Febrero del 2022

Calicata: C-01  
 Profundidad: 2.20 m

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
 MTCE 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Antes del lavado  
 Peso de la Muestra Seca = 573.18 gr

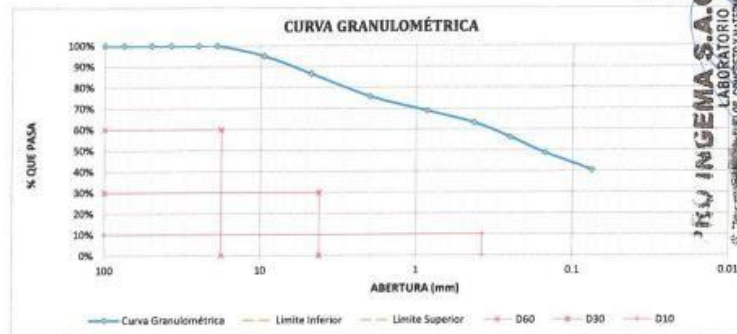
Después del lavado  
 Peso de la Muestra Seca = 344.09 gr  
 % de Error en Peso = 0.40%

DKI

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"	100	0.00	573.18	0.00%	0.00%	100.00%
3"	75	0.00	573.18	0.00%	0.00%	100.00%
2"	50	0.00	573.18	0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	37.5	0.00	573.18	0.00%	0.00%	100.00%
3"	25	0.00	573.18	0.00%	0.00%	100.00%
3/4"	19	0.00	573.18	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.5	28.08	545.10	4.90%	4.90%	95.10%
Nº 4	4.75	48.59	496.51	8.48%	13.38%	86.62%
Nº 10	2	62.03	434.48	10.82%	24.20%	75.80%
Nº 20	0.850	40.19	394.29	7.01%	31.21%	68.79%
Nº 40	0.425	31.97	362.32	5.58%	36.79%	63.21%
Nº 60	0.250	39.76	322.56	6.94%	43.72%	56.28%
Nº 100	0.150	42.82	279.74	7.47%	51.20%	48.80%
Nº 200	0.075	47.03	232.71	8.21%	59.40%	40.60%
Cazuela	-	2.26	-	0.39%	59.79%	-
Lavado	-	229.09	-	40.21%	100.00%	-
Total Fracción Retenida en Lavado =		342.73		100.00%		

% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 13.38%  
 % de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 46.02%  
 % de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 40.60%  
 Total = 100.00%

Fracción Gruesa  
 % de grava = 22.52%  
 % de arena = 77.48%  
 Total = 100.00%



Tamaño Máximo Absoluto = 3/4"  
 Tamaño Máximo Nominal = Nº 4  
 D60 = 17.72 mm      Cu = 47.15  
 D30 = 4.19 mm      Cc = 2.634  
 D10 = 0.376 mm





**PRO INGEMA S.A.C**  
 - GEOTECNIA, INGENIERÍA DEL TERRENO Y MATERIALES  
 A.P.V. San Antonio G-3 R, Distrito de San Sebastián, provincia de Cusco - Cusco

Proyecto: Vivienda Unifamiliar  
 Ubicación: A.P.V. Los Laureles 8-12, distrito de San Sebastián, provincia de Cusco - Cusco  
 Solicita: Juana Peraz Salgado  
 Fecha: Febrero del 2022  
 Calicota: C-01  
 Profundidad: 2.20 m

**LÍMITE LÍQUIDO**

MTC E 110 - 2000. Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de Capsula + Muestra Humeda (gr)	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso del Agua (gr)	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de la Muestra Seca (gr)	0.00	0.00	0.00	0.00
Contenido de Humedad	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Número de Golpes	38	30	18	16



**LÍMITE PLÁSTICO**

MTC E 111 - 2000. Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso de Capsula + Muestra Humeda (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso del Agua (gr)	0.00	0.00	0.00
Peso de la Muestra Seca (gr)	0.00	0.00	0.00
Contenido de Humedad	0.00%	0.00%	0.00%



LÍMITE LÍQUIDO = NO PRESENTA
LÍMITE PLÁSTICO = NO PRESENTA
ÍNDICE DE PLASTICIDAD = NO PRESENTA



**PRO INGEMA S.A.C**

- GEOTECNIA, INGENIERÍA DEL TERRENO Y MATERIALES

A.P.V. San Antonio G-3-B, distrito de San Sebastian, provincia de Cusco- Cusco

Proyecto: Vivienda Unifamiliar

Ubicación: A.P.V. Los Laureles B-12, distrito de San Sebastian, provincia de Cusco - Cusco

Solicita: Juana Perez Salgado

Calicata: C-01

Fecha: Febrero del 2022

Profundidad: 2.20 m

**DENSIDAD EN CAMPO POR EL MÉTODO DEL CONO DE ARENA**

MTC E 117 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-1556 y AASHTO T-191

DATOS DE LA ARENA	
Tipo de Arena utilizada: Machupicchu	
Peso Unitario de la Arena [gr/cm <sup>3</sup> ] = 1.54 gr/cm <sup>3</sup>	

DATOS DEL ENSAYO	
Número de Cono	1
Peso del Frasco + Cono antes de usarlo (gr)	5644.00
Peso del Frasco + Cono después de usarlo (gr)	2133.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	1752.00
Peso de la Arena Utilizada, hueco + cono (gr)	3511.00
Peso de la Arena en el Cono (gr)	1737.00
Peso de la Arena en el Hueco (gr)	1774.00
Volumen del Hueco (cm <sup>3</sup> )	1154.65
Densidad Natural Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.52

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Peso de Capsula (gr)	21.96
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	72.04
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	64.91
Peso del Agua (gr)	7.13
Peso de la Muestra Seca (gr)	42.95
Contenido de Humedad	16.60%

DENSIDAD NATURAL HUMEDA = 1.52 gr/cm<sup>3</sup>

DENSIDAD NATURAL SECA = 1.30 gr/cm<sup>3</sup>



**PRO INGEMA S.A.C**

- GEOTECNIA, INGENIERIA DEL TERRENO Y MATERIALES  
 A.P.Y. San Antonio G-3-II, distrito de San Sebastian, provincia de Cusco - Cusco

Proyecto: Vivienda Unifamiliar  
 Ubicación: A.P.V. Los Laureles B-12, distrito de San Sebastian, provincia de Cusco - Cusco  
 Solicita: Juana Perez Salgado  
 Fecha: Febrero del 2022

**CORRELACIONES DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)**

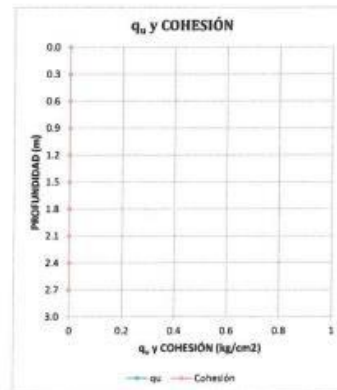
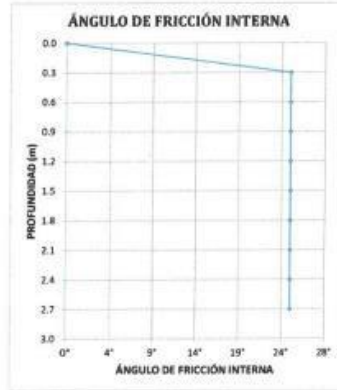
NO Presenta Nivel Freático

NÚMERO	ESTRATO	ESPESOR (m)	PROFUNDIDAD		CLASIFICACIÓN SUCS
			INICIAL (m)	FINAL (m)	
Estrato 1		0.30	0.00	0.30	OL
Estrato 2		0.30	0.30	1.90	SM



Profundidad de investigación alcanzada en campo: 1.90 m

PROFUNDIDAD (m)	NÚMERO DE GOLPES EN SPT Ncampo	ESFUERZO TOTAL DEL SUELO (kg/cm2)	ESFUERZO EFECTIVO DEL SUELO (kg/cm2)	FACTOR DE CORRECCIÓN POR PROFUNDIDAD C <sub>u</sub>	NÚMERO DE GOLPES EN SPT CORREGIDO N <sub>corr</sub>	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE q <sub>v</sub> (kg/cm2)	COHESIÓN c (kg/cm2)
0.30	1.30	0.05	0.05	1.00	1.30	25° 00' 00"	-	-
0.60	8.25	0.11	0.09	1.00	8.25	25° 00' 00"	-	-
0.90	11.29	0.16	0.14	1.00	11.29	25° 00' 00"	-	-
1.20	12.59	0.21	0.18	1.00	12.59	25° 00' 00"	-	-
1.50	11.72	0.26	0.20	1.00	11.72	25° 00' 00"	-	-
1.80	11.29	0.30	0.23	1.00	11.29	25° 00' 00"	-	-
2.10	13.02	0.35	0.27	1.57	20.46	25° 00' 00"	-	-
2.40	13.02	0.39	0.31	1.52	19.85	25° 00' 00"	-	-
2.70	5.21	0.44	0.35	1.48	7.71	25° 00' 00"	-	-



1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100

## 2. A. PROPIEDADES MECÁNICAS PARA EL ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN



**PRO INGEMA S.A.C**

- GEOTECNIA, INGENIERÍA DEL TERRENO Y MATERIALES

A.P.V. San Antonio G-3-B, distrito de San Sebastian, provincia de Cusco- Cusco

Proyecto: Vivienda Unifamiliar

Ubicación: A.P.V. Los Laureles B-12, distrito de San Sebastian, provincia de Cusco - Cusco

Solicitante: Juana Perez Salgado

Fecha: Febrero del 2022

**CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y ADMISIBLE SEGÚN TERZAGHI**

$$q_{cu} = 1.3 \cdot c \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.4 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma$$

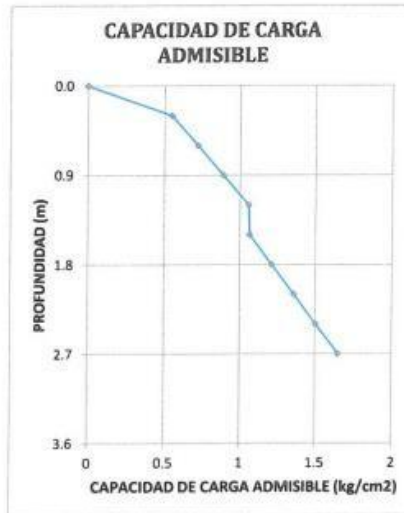
B= 1.50 m

F.S. = 3

$$q = \gamma \cdot D_f$$

L= 1.50 m

D <sub>f</sub> (m)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	γ (gr/cm <sup>3</sup> )	q (kg/cm <sup>2</sup> )	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N <sub>γ</sub>	q <sub>cu</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	q <sub>a</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
0.30	-	1.75	0.05	20.72	10.66	10.88	1.65	0.55
0.60	-	1.75	0.11	20.72	10.66	10.88	2.16	0.72
0.90	-	1.75	0.16	20.72	10.66	10.88	2.66	0.89
1.20	-	1.75	0.21	20.72	10.66	10.88	3.17	1.06
1.50	-	1.52	0.23	20.72	10.66	10.88	3.19	1.06
1.80	-	1.52	0.27	20.72	10.66	10.88	3.63	1.21
2.10	-	1.52	0.32	20.72	10.66	10.88	4.07	1.36
2.40	-	1.52	0.36	20.72	10.66	10.88	4.51	1.50
2.70	-	1.52	0.41	20.72	10.66	10.88	4.95	1.65



**PRO INGEMA S.A.C**  
 LABORATORIO  
 SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES  
 Ing. Alvaro...  
 CIP 20000...  
 GERENTE GENERAL

**PRO INGEMA S.A.C**  
 - GEOTECNIA, INGENIERIA DEL TERRENO Y MATERIALES  
 A.P.V. San Antonio 5-8-B, distrito de San Sebastián, provincia de Cusco - Ormaiztegui

Proyecto: Vivienda Unifamiliar  
 Ubicación: A.P.V. Los Laureles B-12, distrito de San Sebastián, provincia de Cusco - Cusco  
 Solicita: Juana Perez Salgado  
 Fecha: Febrero del 2022

**ASENTAMIENTO INMEDIATO**

ASENTAMIENTO EN EL CENTRO DE LA ZAPATA B= 1.50 m  
L= 1.50 m

$$S = 2 \cdot q_a \cdot B \cdot \frac{1 - \mu^2}{E} \cdot N$$

D<sub>v</sub> = 2.10 m

ASENTAMIENTO EN LAS ESQUINAS DE LA ZAPATA El valor más crítico es el  
Asentamiento en el Centro

$$S = q_a \cdot R \cdot \frac{1 - \mu^2}{E} \cdot N$$

D <sub>v</sub> (m)	q <sub>a</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )				μ	E (kg/cm <sup>2</sup> )	N
	Skempton	Terzaghi	Meyerhof	Vesic			
0.30	-	0.55	0.52	0.52	0.33	50.00	0.56
0.60	-	0.72	0.78	0.78	0.25	50.00	0.56
0.90	-	0.89	1.08	1.08	0.25	62.00	0.56
1.20	-	1.06	1.40	1.40	0.25	65.00	0.56
1.50	-	1.06	1.52	1.52	0.25	65.00	0.56
1.80	-	1.21	1.72	1.72	0.25	72.00	0.56
2.10	-	1.36	2.00	2.00	0.25	72.00	0.56
2.40	-	1.50	2.28	2.28	0.25	72.00	0.56
2.70	-	1.65	2.57	2.57	0.25	72.00	0.56

D <sub>v</sub> (m)	ASENTAMIENTOS EN EL CENTRO DE LA ZAPATA (cm)							
	Skempton		Terzaghi		Meyerhof		Vesic	
	Calculado	Corregido	Calculado	Corregido	Calculado	Corregido	Calculado	Corregido
0.30	-	-	1.05	1.05	1.56	1.56	1.56	1.56
0.60	-	-	2.06	2.06	2.24	2.24	2.24	2.24
0.90	-	-	2.26	2.26	2.71	2.50	2.71	2.50
1.20	-	-	2.56	2.50	3.39	2.50	3.39	2.50
1.50	-	-	2.58	2.50	3.67	2.50	3.67	2.50
1.80	-	-	2.65	2.50	3.77	2.50	3.77	2.50
2.10	-	-	2.97	2.50	4.38	2.50	4.38	2.50
2.40	-	-	3.29	2.50	4.99	2.50	4.99	2.50
2.70	-	-	3.61	2.50	5.62	2.50	5.62	2.50

S <sub>max</sub> (cm)	ASENTAMIENTOS MÁXIMOS CALCULADOS			
	Skempton	Terzaghi	Meyerhof	Vesic
	-	3.61	5.62	5.62

S<sub>max</sub> = 5.62 cm < 2.50 cm MAL

Los asentamientos superan los límites permisibles, por lo que se debe realizar correcciones en la Capacidad de Carga Admisible, Reduciendo el Asentamiento

S <sub>max</sub> (cm)	ASENTAMIENTOS MÁXIMOS CORREGIDOS			
	Skempton	Terzaghi	Meyerhof	Vesic
	-	2.50	2.50	2.50

S<sub>max</sub> = 2.50 cm < 2.50 cm OK



### 3. B. ANÁLISIS DE CIMENTACIONES ZAPATAS CUADRADAS



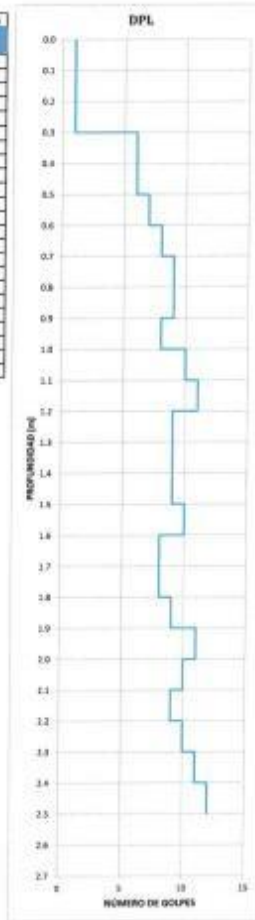
**PRO INGEMA S.A.C**  
 GEOTECNIA, INGENIERÍA DEL TERRENO Y MATERIALES  
 A.P.V. San Antonio 6 - 3 B. Barrio de San Sebastián, provincia de Cusco - Perú

Proyecto: **Vivienda Unifamiliar**  
 Ubicación: A.P.V. Los Laureles 8-12, Barrio de San Sebastián, provincia de Cusco - Cuzco  
 Solicita: Juan Pérez Salgado  
 Fecha: Febrero del 2022

Cilindr. C-01  
 Profundidad: 2.30 m

**PEMETRÓMETRO DINÁMICO LIGERO (DPL)**  
 NTP 330.103, Norma DIN 4034 y Norma R179/DF

DPL	
PROFUNDIDAD (m)	NÚM DE GOLPES
0.10	100A
0.20	3
0.30	6
0.40	6
0.50	6
0.60	7
0.70	8
0.80	9
0.90	9
1.00	9
1.10	10
1.20	11
1.30	9
1.40	9
1.50	9
1.60	10
1.70	9
1.80	9
1.90	10
2.00	11
2.10	10
2.20	9
2.30	10
2.40	11
2.50	12



**CORRELACION ENTRE DPL Y SPT**

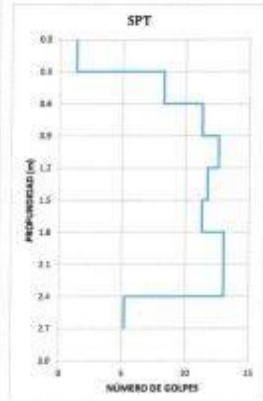
$$W_s = N \cdot W' + M = \phi_{DPL} \cdot A + C$$

$$K_{DPL} = \frac{N_{DPL} \cdot W_{DPL} + \phi_{SPT}}{A_{DPL} + \phi_{SPT}} = \frac{W_{DPL} \cdot N_{DPL} + \phi_{SPT}}{A_{DPL} + \phi_{SPT}}$$

$$N_{SPT} = \phi_{DPL} \cdot \frac{W_{DPL} \cdot N_{DPL} + \phi_{SPT}}{W_{DPL} + \phi_{SPT}}$$

Uso Penetrómetro	DPL	SPT
Placa de Wamita 30 kg	30.00	51.50
Placa de Caida 11 kg	50.00	76.37
Placa de Panto A 10kg	4.82	10.27
Equipos de Huelo T 10kg	30.00	50.00

SPT	
PROFUNDIDAD (m)	NÚM DE GOLPES
0.10	11.80
0.30	8.25
0.60	11.24
1.20	12.54
1.50	11.50
1.80	11.24
2.20	13.82
2.40	13.00
2.50	9.24





### PRO INGEMA S.A.C

- GEOTECNIA, INGENIERÍA DEL TERRENO Y MATERIALES

A.P.V. San Antonio C-3-R, distrito de San Sebastián, provincia de Cusco- Cusco

Proyecto: Vivienda Unifamiliar

Ubicación: A.P.V. Los Laureles B 12, distrito de San Sebastián, provincia de Cusco -Cusco

Solicita: Juana Perez Salgado

Fecha: Febrero del 2022

Calicata: C-01

Profundidad: 2,20 m

#### INCREMENTO DEL ESFUERZO VERTICAL CAUSADO POR UNA CARGA

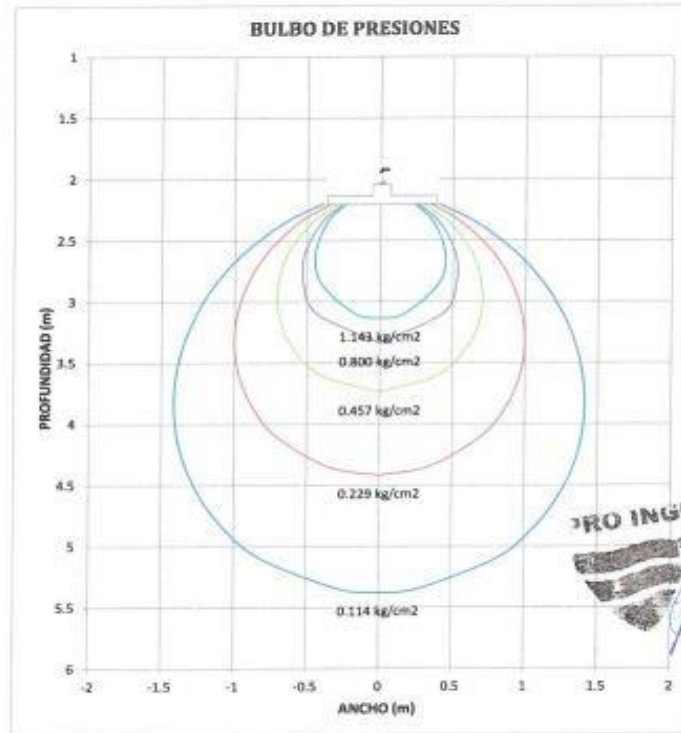
$$\sigma_z = \frac{3 \cdot P \cdot z^3}{2 \cdot \pi \cdot (r^2 + z^2)^{5/2}}$$

B= 1.50 m

L= 1.50 m

Profundidad de Cimentación Recomendada (D<sub>c</sub>): 2.10 m

P = 25714 kg



## 4. COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS





**GEO MECÁNICA DE SUELOS E.I.R.L**  
COLUMNA ESTRATIGRÁFICA

**C-01**

**PROYECTO:** VIVIENDA MULTIFAMILIAR ESTE : 181020  
**UBICACION:** APV LOS LAURELES B-12, DISTRITO DE SAN SEBASTIAN, PROVINCIA DE CUSCO - CUSCO. NORTE : 8501085  
**SOLICITA:** JUANA PEREZ SALGADO ELEVACION: 3339 m.s.n.m

**FECHA:** FEBRERO DEL 2022 NRO DE ESTRATOS: 02 FINALIDAD: Cimentación

PROFUNDIDAD	SIMBOLOGÍA	COLOR	IMAGEN	SUCS	DESCRIPCIÓN
0		Marrón parduzco		Loza	Revestimiento de piedra labrada, lisa, llana y delgada.
0.1					
0.2					
0.3					
0.4					
0.5					
0.6					
0.7					
0.8					
0.9					
1					
1.1					
1.2					
1.3					
1.4		Marrón		SM	<p>Arena Limosa (SM): Material con media-alta humedad (16.60%), con presencia de disolución de óxidos que le da la coloración amarillenta, de consistencia media sin dificultada para la excavación, conformado por 13.38% de gravas 46.02% arena y 40.60% de limos y arcillas. No se encontró nivel freático a la fecha de excavación hasta la profundidad de exploración realizada.</p> <p><b>INGENIERIA S.A.</b> LABORATORIO SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO</p>
1.5					
1.6					
1.7					
1.8					
1.9					
2					



**LEYENDA**

- Arena Limosa
- Loza

## EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL CONCRETO POR ESCLEROMETRIA



**PROYECTO :**  
**"REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DESEMPEÑO  
SISMORRESISTENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE  
CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACIÓN, SAN  
SEBASTIÁN, CUSCO-2022".**

**UBICACIÓN :** DEPARTAMENTO : CUSCO  
PROVINCIA : CUSCO  
DISTRITO : SAN SEBASTIAN

**SOLICITANTE :** JUANA PEREZ SALGADO.

**FECHA :** CUSCO, FEBRERO DE 2022.



**RESULTADOS OBTENIDOS**

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Nº DE ENSAYO	ELEMENTO ESTRUCTURAL	EDAD DEL CONCRETO	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA OBTENIDA	RESISTENCIA OBTENIDA
			Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	%
ESC-01	COLUMNA	> 28 días	210	189	90.13
ESC-02	VIGA	> 28 días	210	228	108.56
ESC-03	COLUMNA	> 28 días	210	207	98.42
ESC-04	COLUMNA	> 28 días	210	213	101.27
ESC-05	COLUMNA	> 28 días	210	204	97.01
ESC-06	VIGA	> 28 días	210	225	107.08
ESC-07	CIMENTACION	> 28 días	210	154	73.44
ESC-08	COLUMNA	> 28 días	210	213	101.27
ESC-09	COLUMNA	> 28 días	210	207	98.42
ESC-10	COLUMNA	> 28 días	210	201	95.62

**Tabla 2.-** Datos obtenidos en el ensayo de esclerometría. Fuente Propia.

 Ing. Emilio Álvarez Escobedo  
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y VIBRACIONES  
 Nº 164001

**CONCLUSIONES**

De la Inspección y Evaluación de los elementos estructurales se concluye:

1. De los ensayos de calidad del concreto realizados, empleando el Martillo de Schmidt (esclerómetro), se puede concluir lo siguiente:

N° DE ENSAYO	ELEMENTO ESTRUCTURAL	EDAD DEL CONCRETO	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA OBTENIDA	RESISTENCIA OBTENIDA	OBSERVACIÓN
			Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	%	
ESC-01	COLUMNA	> 28 días	210	189	90.13	Admisible
ESC-02	VIGA	> 28 días	210	228	108.56	Si Cumple
ESC-03	COLUMNA	> 28 días	210	207	98.42	Admisible
ESC-04	COLUMNA	> 28 días	210	213	101.27	Si Cumple
ESC-05	COLUMNA	> 28 días	210	204	97.01	Admisible
ESC-06	VIGA	> 28 días	210	225	107.08	Admisible
ESC-07	CIMENTACION	> 28 días	210	154	73.44	No Cumple
ESC-08	COLUMNA	> 28 días	210	213	101.27	Si Cumple
ESC-09	COLUMNA	> 28 días	210	207	98.42	Admisible
ESC-10	COLUMNA	> 28 días	210	201	95.62	Admisible

2. Teniendo en cuenta la edad del concreto (superior a los 28 días), podemos concluir que:
  - Existen elementos estructurales que superan la resistencia de diseño (210 Kg/cm<sup>2</sup>).
  - Algunos elementos tienen una resistencia ADMISIBLE, ya que se encuentran próximos a la resistencia de diseño.
  - La cimentación dio valores bajos, esto se debe a la humedad existente.
  - Si se desea conocer con mayor precisión la resistencia de las estructuras, se recomienda determinar la resistencia mediante cores diamantinos, extraídos de las estructuras, según lo indicado en la NTP 339.181, apartado 3.2.

 Ing. Emiliano Alvarez Excalante  
 ING. PROF. ESPECIALISTA  
 EN GEOTECNIA Y SISMOLOGIA  
 C.I.R. N° 184001

**ENSAYOS DE RESISTENCIA DEL CONCRETO**  
**Martillo de Schmidt - Esclerómetro - Rebound Hammer Method**

**PROYECTO:** "REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACIÓN, SAN SEBASTIÁN, CUSCO-2022".

**ELEMENTO:** COLUMNA **ENSAYO Nro:** 01

**SOLICITA:** JUANA PEREZ SALGADO. **F'c de Diseño:** 210

**UBICACIÓN:** CUSCO- CUSCO- SAN SEBASTIAN. **Edad:** > 28 días

**FECHA:** CUSCO, FEBRERO DE 2022. **Dirección (α):** Horizontal (0°)

**Concrete Strength Evaluation**

ASTM C-805, BS 1881:202  
NF P18-417, DIN 1048, UNI 9189

Ensayo Numero	Lectura Esclerómetro	
1	26	
2	26	
3	26	
4	28	
5	28	
6	26	
7	26	
8	26	
9	28	
10	28	

**PROMEDIO:** 26.60

**RESISTENCIA:** 18.56 Mpa **R= 189.26 Kg/cm²**

**CONCLUSION:** El elemento estructural presenta una resistencia de diseño ADMISIBLE.

**ENSAYOS DE RESISTENCIA DEL CONCRETO**  
**Martillo de Schmidt - Esclerómetro - Rebound Hammer Method**

**PROYECTO:** "REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACIÓN, SAN SEBASTIÁN, CUSCO-2022".

**ELEMENTO:** VIGA **ENSAYO Nro:** 02

**SOLICITA:** JUANA PEREZ SALGADO. **F'c de Diseño:** 210

**UBICACIÓN:** CUSCO- CUSCO- SAN SEBASTIAN. **Edad:** > 28 días

**FECHA:** CUSCO, FEBRERO DE 2022. **Dirección (α):** Horizontal (0°)

**Concrete Strength Evaluation**

ASTM C-805, BS 1881:202  
NF P18-417, DIN 1048, UNI 9189

Ensayo Numero	Lectura Esclerómetro	
1	30	
2	28	
3	28	
4	30	
5	30	
6	28	
7	32	
8	32	
9	28	
10	28	

**PROMEDIO:** 29.40

**RESISTENCIA:** 22.36 Mpa **R= 227.97 Kg/cm²**

**CONCLUSION:** El elemento estructural SI cumple con la resistencia de diseño.

  
**Emigdio Alvarez Escalante**  
 INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA  
 EN TECNICAS DE TERRESTRE  
 CIPEN N.º 114001

PROYECTO: "REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACIÓN, SAN SEBASTIÁN, CUSCO-2022"

**ENSAYOS DE RESISTENCIA DEL CONCRETO**  
Martillo de Schmidt - Esclerómetro - Rebound Hammer Method

**PROYECTO:** "REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACIÓN, SAN SEBASTIÁN, CUSCO-2022".

**ELEMENTO:** COLUMNA

**SOLICITA:** JUANA PEREZ SALGADO.

**UBICACIÓN:** CUSCO- CUSCO- SAN SEBASTIAN.

**FECHA:** CUSCO, FEBRERO DE 2022.

**ENSAYO Nro:** 03

**F'c de Diseño:** 210

**Edad:** > 28 días

**Dirección (α):** Horizontal (0°)

Concrete Strength Evaluation

ASTM C-805, BS 1881:202  
NF P18-417, DIN 1048, UNI 9189

Ensayo Numero	Lectura Esclerometro
1	30
2	30
3	28
4	28
5	26
6	26
7	26
8	30
9	28
10	28

**PROMEDIO:** 28.00

**RESISTENCIA:** 20.27 Mpa R= 206.68 Kg/cm<sup>2</sup>

**CONCLUSION:** El elemento estructural presenta una resistencia de diseño **ADMISIBLE**.

**ENSAYOS DE RESISTENCIA DEL CONCRETO**  
Martillo de Schmidt - Esclerómetro - Rebound Hammer Method

**PROYECTO:** "REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACIÓN, SAN SEBASTIÁN, CUSCO-2022".

**ELEMENTO:** COLUMNA

**SOLICITA:** JUANA PEREZ SALGADO.

**UBICACIÓN:** CUSCO- CUSCO- SAN SEBASTIAN.

**FECHA:** CUSCO, FEBRERO DE 2022.

**ENSAYO Nro:** 04

**F'c de Diseño:** 210

**Edad:** > 28 días

**Dirección (α):** Horizontal (0°)

Concrete Strength Evaluation

ASTM C-805, BS 1881:202  
NF P18-417, DIN 1048, UNI 9189

Ensayo Numero	Lectura Esclerometro
1	28
2	28
3	30
4	28
5	26
6	30
7	30
8	28
9	28
10	28

**PROMEDIO:** 28.40

**RESISTENCIA:** 20.85 Mpa R= 212.66 Kg/cm<sup>2</sup>

**CONCLUSION:** El elemento estructural **SI** cumple con la resistencia de diseño.



**ENSAYOS DE RESISTENCIA DEL CONCRETO**  
**Martillo de Schmidt - Esclerómetro - Rebound Hammer Method**

**PROYECTO:** "REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACIÓN, SAN SEBASTIÁN, CUSCO-2022".

**ELEMENTO:** COLUMNA **ENSAYO Nro:** 05

**SOLICITA:** JUANA PEREZ SALGADO. **F'c de Diseño:** 210

**UBICACIÓN:** CUSCO- CUSCO- SAN SEBASTIAN. **Edad:** > 28 días

**FECHA:** CUSCO, FEBRERO DE 2022. **Dirección (α):** Horizontal (0°)

**Concrete Strength Evaluation**  
**ASTM C-805, BS 1881:202**  
**NF P18-417, DIN 1048, UNI 9189**

Ensayo Numero	Lectura Esclerometro	
1	28	
2	26	
3	26	
4	28	
5	30	
6	28	
7	28	
8	26	
9	26	
10	30	

**PROMEDIO:** 27.80

**RESISTENCIA:** 19.98 Mpa **R= 203.73 Kg/cm²**

**CONCLUSION:** El elemento estructural presenta una resistencia de diseño ADMISIBLE.

**ENSAYOS DE RESISTENCIA DEL CONCRETO**  
**Martillo de Schmidt - Esclerómetro - Rebound Hammer Method**

**PROYECTO:** "REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACIÓN, SAN SEBASTIÁN, CUSCO-2022".

**ELEMENTO:** VIGA **ENSAYO Nro:** 06

**SOLICITA:** JUANA PEREZ SALGADO. **F'c de Diseño:** 210

**UBICACIÓN:** CUSCO- CUSCO- SAN SEBASTIAN. **Edad:** > 28 días

**FECHA:** CUSCO, FEBRERO DE 2022. **Dirección (α):** Horizontal (0°)

**Concrete Strength Evaluation**  
**ASTM C-805, BS 1881:202**  
**NF P18-417, DIN 1048, UNI 9189**

Ensayo Numero	Lectura Esclerometro	
1	30	
2	28	
3	30	
4	30	
5	28	
6	28	
7	32	
8	28	
9	26	
10	30	

**PROMEDIO:** 29.20

**RESISTENCIA:** 22.05 Mpa **R= 224.86 Kg/cm²**

**CONCLUSION:** El elemento estructural SI cumple con la resistencia de diseño.

  
**Ing. Efraim Alvarado**  
 ING. EN GEOTECNIA Y SUELOS  
 EN GEOTECNIA Y SUELOS TERRESTRES  
 C. N.º 184001

**ENSAYOS DE RESISTENCIA DEL CONCRETO**  
**Martillo de Schmidt - Esclerómetro - Rebound Hammer Method**

PROYECTO : "REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACIÓN, SAN SEBASTIÁN, CUSCO-2022".

ELEMENTO : CIMENTACION

SOLICITA : JUANA PEREZ SALGADO.

UBICACIÓN : CUSCO- CUSCO- SAN SEBASTIAN.

FECHA : CUSCO, FEBRERO DE 2022.

ENSAYO Nro: 07  
 F'c de Diseño: 210  
 Edad: > 28 días  
 Dirección (α) Horizontal (0°)

Concrete Strength Evaluation

ASTM C-805, BS 1881:202  
 NF P18-417, DIN 1048, UNI 9189

Ensayo Numero	Lectura Esclerometro	
1	24	
2	24	
3	26	
4	24	
5	26	
6	26	
7	24	
8	22	
9	22	
10	24	
<b>PROMEDIO:</b> 24.20		
<b>RESISTENCIA:</b> 15.12 Mpa		$R_m = 154.22 \text{ Kg/cm}^2$

CONCLUSION: El elemento estructural **NO** cumple con la resistencia de diseño.

**ENSAYOS DE RESISTENCIA DEL CONCRETO**  
**Martillo de Schmidt - Esclerómetro - Rebound Hammer Method**

PROYECTO : "REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACIÓN, SAN SEBASTIÁN, CUSCO-2022".

ELEMENTO : COLUMNA

SOLICITA : JUANA PEREZ SALGADO.

UBICACIÓN : CUSCO- CUSCO- SAN SEBASTIAN.

FECHA : CUSCO, FEBRERO DE 2022.

ENSAYO Nro: 08  
 F'c de Diseño: 210  
 Edad: > 28 días  
 Dirección (α) Horizontal (0°)

Concrete Strength Evaluation

ASTM C-805, BS 1881:202  
 NF P18-417, DIN 1048, UNI 9189

Ensayo Numero	Lectura Esclerometro	
1	30	
2	30	
3	28	
4	30	
5	28	
6	26	
7	26	
8	26	
9	28	
10	30	
<b>PROMEDIO:</b> 28.40		
<b>RESISTENCIA:</b> 20.85 Mpa		$R_m = 212.66 \text{ Kg/cm}^2$

CONCLUSION: El elemento estructural **SI** cumple con la resistencia de diseño.

**ENSAYOS DE RESISTENCIA DEL CONCRETO**  
**Martillo de Schmidt - Esclerómetro - Rebound Hammer Method**

**PROYECTO:** "REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACIÓN, SAN SEBASTIÁN, CUSCO-2022".

**ELEMENTO:** COLUMNA      **ENSAYO Nro:** 09

**SOLICITA:** JUANA PEREZ SALGADO,      **F c de Diseño:** 210

**UBICACIÓN:** CUSCO- CUSCO- SAN SEBASTIAN,      **Edad:** > 28 días

**FECHA:** CUSCO, FEBRERO DE 2022.      **Dirección (α):** Horizontal (0°)

**Concrete Strength Evaluation**

ASTM C-805, BS 1881:202  
NF P18-417, DIN 1048, UNI 9189

Ensayo Numero	Lectura Esclerometro
1	30
2	26
3	26
4	30
5	30
6	26
7	26
8	26
9	26
10	26

**PROMEDIO:** 28.00

**RESISTENCIA:** 20.27 Mpa      **R=** 206.68 Kg/cm<sup>2</sup>

**CONCLUSION:** El elemento estructural presenta una resistencia de diseño **ADMISIBLE**.

**ENSAYOS DE RESISTENCIA DEL CONCRETO**  
**Martillo de Schmidt - Esclerómetro - Rebound Hammer Method**

**PROYECTO:** "REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACIÓN, SAN SEBASTIÁN, CUSCO-2022".

**ELEMENTO:** COLUMNA      **ENSAYO Nro:** 10

**SOLICITA:** JUANA PEREZ SALGADO,      **F c de Diseño:** 210

**UBICACIÓN:** CUSCO- CUSCO- SAN SEBASTIAN,      **Edad:** > 28 días

**FECHA:** CUSCO, FEBRERO DE 2022.      **Dirección (α):** Horizontal (0°)

**Concrete Strength Evaluation**

ASTM C-805, BS 1881:202  
NF P18-417, DIN 1048, UNI 9189

Ensayo Numero	Lectura Esclerometro
1	28
2	26
3	28
4	28
5	26
6	30
7	26
8	26
9	28
10	30

**PROMEDIO:** 27.80

**RESISTENCIA:** 19.89 Mpa      **R=** 200.79 Kg/cm<sup>2</sup>

**CONCLUSION:** El elemento estructural presenta una resistencia de diseño **ADMISIBLE**.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**TC - 05784 - 2021**

PROFORMA 1491A Fecha de emisión 2021-04-07 Página 1 de 2

**SOLICITANTE : UNITEST S.A.C.**  
 Dirección Cal Perú Mza. X Lote 13 Urb. Tio Cusco-Cusco Wanchaq

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : ESCLERÓMETRO**  
 Marca SADY  
 Modelo HT225A  
 TI° de Serie No indica  
 Alcance de Escala 10 a 100 div (70 H/mm<sup>2</sup>)  
 Tipo de indicación Analógico  
 Procedencia No indica  
 Identificación No indica  
 Gravedad Local 9,7823 m/s<sup>2</sup>  
 Fecha de Calibración 2021-04-07

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
 Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
 La calibración se realizó por comparación directa utilizando un yunque de calibración FORIEY.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se lo recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	20.3 °C	20.3 °C
HUMEDAD RELATIVA	54.3 %HR	54.0 %HR

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.  
 El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
 Gerente Técnico,  
 CFP :0316



📍 Calle Perú N° 13 Wanchaq - Cusco, Tlf: (084) 242700, RFC 987 252 150, RPM 959 646 496, Y Cel. 984 354 750

📞 051 242 5996  
 📠 211 058 631 000

🌐 [www.unitestperu.com](http://www.unitestperu.com)



COPIA



**PINZUAR LTDA**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

### Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

M -144

Página / Pág 1 de 4

<b>Equipo</b> <small>Instrument</small>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
<b>Fabricante</b> <small>Manufacturer</small>	OHAUS
<b>Modelo</b> <small>Model</small>	R31P30
<b>Número de Serie</b> <small>Serial Number</small>	8339480074
<b>Identificación Interna</b> <small>Internal Identification</small>	NO INDICA
<b>Carga Máxima</b> <small>Maximum Mass</small>	30000 g
<b>Solicitante</b> <small>Customer</small>	PROFESIONAL EN INGENIERÍA GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
<b>Dirección</b> <small>Address</small>	MZA. G-3 LOTE 5 APV. SAN ANTONIO (A 1 CDRA ANTES I E BOLIVARIANO EN C2P BLAN) CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN
<b>Ciudad</b> <small>City</small>	CUSCO
<b>Fecha de Calibración</b> <small>Date of calibration</small>	2021 - 08 - 24
<b>Fecha de Emisión</b> <small>Date of issue</small>	2021 - 08 - 24

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no es responsable de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relate to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos  
Number of pages of the certificate and documents attached

04

Sin la autorización del Laboratorio de Metrología Pinzuar Ltda. no se puede reproducir o imitar, siendo válido el certificado en su totalidad, de lo contrario se requiere que los datos del certificado no se separen de contexto. Los certificados de calibración en forma no son válidos.  
Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, copied when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Uncopied calibration certificates are not valid.

**Firmas Autorizadas**  
Authorized signatures

Henry Dario Rodríguez  
Metrológico Laboratorio de Metrología



Ing. Manuel Vargas Huamán  
Ingeniero Civil  
CIP. Nro. 56402

Henry R. Espinoza  
CIP. 203116

Valerio Saldaña Lenes  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 117456

Calle Ricardo Palma Nº 998 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.  
Teléfonos S/11) 5621263 - 4641886 | RPC 986054547 - RPN 943877118 | labmetrologia@pinzuar.com.pe

WWW.PINZUAR.COM.PE



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza**  
Calibration Certificate - Force of Laboratory

F-227

Page / Pág. 1 de 4

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	EQUIPO AUTOMÁTICO PARA ENSAYOS DE CORTE DIRECTO - 2500 N
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR LTDA
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	PS - 107 - 2
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	140
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	NO INDICA
<b>Intervalo de Medición</b> <i>Measurement Range</i>	Del 10 % al 100 %
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	PROFESIONAL EN INGENIERIA GEOTECNIA Y MATERIALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	MZA G-3 LOTE 5 APV. SAN ANTONIO ( A 1 CDRA ANTES I.E. BOLIVARIANO EN C/2P BLANCOUSCO- CUSCO - SAN SEBASTIAN CUSCO
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	CUSCO
<b>Fecha de Recepción</b> <i>Date of Receipt</i>	2021 - 02 - 15
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2021 - 02 - 15
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2021 - 02 - 22

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en las que se realizaron las mediciones. Dichos resultados corresponden al ítem relacionado en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.  
Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate refer to the moment and conditions at which the measurements were made. These results only relate to the item mentioned in page number one. The laboratory that issues it is not responsible for the damages that may result from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).  
The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

**Número de páginas del certificado, incluyendo anexos** 04  
*Number of pages of the certificate and documents attached*

Se le advierte al Laboratorio de Metrología Pinzuar S.A.S. no se puede reproducir ni extraer, ningún material que reproduzca en su totalidad, ya que compromete la seguridad que los datos del certificado no se vean afectados. Los certificados de calibración en forma no son válidos.  
Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the data of the certificate are not taken out of context. Unapproved calibration certificates are not valid.

**Firmas Autorizadas**  
*Authorized signatures*

Henry Luis Leon Masgo  
Ingeniero Civil

14 - 02 - 2021 10:31 AM



**Ing. Misael Vargas Huamán**  
Ingeniero Civil  
CIP Nro. 56402

Tere R. Espinoza  
CIP 20310



**Valerio Satta Lenex**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 117486

CALLE PINZUAR PARRA Nº 996 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.  
Teléfono: 51(1) 5621263 - 4641086 | RPC 986654547 - RPM 943827108 | labmetrologia@pinzuar.com.co

## Anexo 5

Tabla 1: Presupuesto de bienes y servicios

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
<b>01</b>	<b>Bienes</b>				<b>S/. 876.00</b>
01.01	Útiles de Escritorio	UNID.	1	S/. 25.00	S/. 25.00
01.02	Internet	MES.	6	S/. 89.00	S/. 356.00
01.03	Impression	UNID.	1	S/. 40.00	S/. 40.00
01.04	Modulo	UNID.	1	S/. 35.00	S/. 35.00
01.05	Luz	MES.	6	S/. 45.00	S/. 270.00
01.06	Transporte de material	Unid	1	S/. 150.00	S/. 150.00

Tabla 2: Presupuesto de ensayos

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
<b>02</b>	<b>Ensayo de campo</b>				<b>S/. 1170.00</b>
02.01	Calicatas	Und	1	S/. 50.00	S/. 50.00
02.02	Ensayo no destructivo	Und	10	S/. 60.00	S/. 540.00
02.02	Levantamiento topográfico	Und	1	S/. 80.00	S/. 80.00
02.02	Estudio de mecánica de suelos	Und	1	S/. 500.00	S/. 500.00

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
<b>03</b>	<b>Presupuesto Total</b>				<b>S/. 2046.00</b>
03.01	Bienes y servicios	GLB.			S/. 876.00
03.03	Ensayo de campo	GLB.			S/. 1170.00



## Anexo 6: Dosificación y resultados de antecedentes

	AUTOR	TITULO	Año	Tipo de reforzamiento estructural	Cortante Basal	Períodos fundamentales de Vibración	Distorsión del entre Piso	Sistema Estructural	Resistencia del Concreto
I n t e r n a c i o n a l	ING. Miguel Ricardo Guaño Olmedo Tutor:	"Estudio de la influencia de los sistemas de reforzamiento, mediante un análisis estructural, para mejorar la respuesta sísmorresistente del edificio de la Contraloría General del Estado-Regional 1	2018	encamisado de concreto y encamisado con CFRP	137.50tn	T=0.737seg	X=0.0194 Y=0.0244 Admisible=0.02	Sistema Dual	205kg/cm <sup>2</sup>
	Nogales Freire David Mauricio Yáñez Yáñez Chicaiza Jonathan Israel	Propuesta de reforzamiento estructural del edificio de la Facultad de Comunicación Social, de la Universidad Central del Ecuador	2019	CFRP	324.21tn	T=0.48seg	Desplazamiento 0.15cm	Sistema apuntado	320kg/cm <sup>2</sup>
	IVETTE ALEJANDRA BARRAGÁN IBARRA LUIS VINICIO REINOSO CALUGUILLIN	ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y REFORZAMIENTO DEL GALPÓN N°7 "CASA MATA" CORRESPONDIENTE AL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NUCLEARES DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL	2017	Enchapado de Muros	240.96tn	T=0.43seg	Superestructura X=0.073 cimentación X=0.091 Admisible=0.02	Sistema Dual	210kg/cm <sup>2</sup>
T e s i s N a c i o n a l	CHRISTIAN FLORENCIO, BELIZARIO PACOMPIA	REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION DE CONCRETO ARMADO DE DOS PISOS CON FINES DE AMPLIACION"	2017	Encamisado de columnas y vigas con concreto	139.29tn	T=0.48seg	1er piso X=0.0019 Y=0.0009 2do piso X=0.0044 Y=0.0026	Sistema apuntado	156kg/cm <sup>2</sup>
	Bach. CHAVEZ ALVAREZ RICHARD Bach. ORTIZ HIDALGO JANEZ DRIDER	ANALISIS Y REFORZAMIENTO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO MEDIANTE LOS MÉTODOS: LÁMINAS DE FIBRA DE CARBONO Y ENCAMISADO EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES APORTICADAS HASTA DOS NIVELES PARA EL INCREMENTO DE CARGA EN EL DISTRITO DE AMARILIS AÑO 2019	2019	Encamisado con concreto y Fibra de carbono	47.30tn	T1=0.55seg	X=0.02 Y=0.017	sistema apuntado	210kg/cm <sup>2</sup>
	Rojas Ruiz, John Frank Tito Apaza, Susan Margot	EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA DEL PROGRAMA TECHO PROPIO CON FINES DE REFORZAMIENTO Y AMPLIACIÓN EN LA PROVINCIA DE CHUPACA	2021	encamisado de concreto armado	11.41Tm	Tx=0.532seg Ty=0.493seg	1er piso X=0.0065 Y=0.0061 2do piso X=0.0066 Y=0.0068 3er piso X=0.0062 Y=0.0047	Sistema apuntado	210kg/cm <sup>2</sup>
t e s i s i d i o m a s o t r o s	Br. Herrera Alarcón, Jhon Harley	"Structural reinforcement using the column cladding method for homes vulnerable to earthquakes in the district of Comas - 2018"	2018	encamisado de concreto armado	110Tn	T1=0.626seg T2=0.245seg	X=0.016 Y=0.0027	Sistema Dual	150kg/cm <sup>2</sup>
	Iván Bruno Ramos Sánchez	Structural reinforcement with carbon fiber cladding in column for a 3-story house in Santa Anita, 2019	2019	CFRP	118.01Tn	T1=0.117 T2=0.084 T3=0.061	1er nivel X=0.0006 Y=0.0008 2do nivel X=0.0018 Y=0.002 3er X=0.003 X=0.003	Alabiteria confinada	210kg/cm <sup>2</sup>
	SURICHAQUI GUERRERO, JUAN ELISEO	"Structural reinforcement to improve the earthquake-resistant behavior in a building for expansion purposes for 5 floors, Callao 2020"	2020	Muros de Corte	158.55Tn	T=0.462seg	1er nivel 0.004624 2do nivel 0.0070074 3er nivel 0.0075 4to nivel 0.0069 5to nivel 0.00570	Sistema Dual	210kg/cm <sup>2</sup>

## Anexo 7. Procedimientos

### Estudio de mecánica de suelos



### Levantamiento topográfico



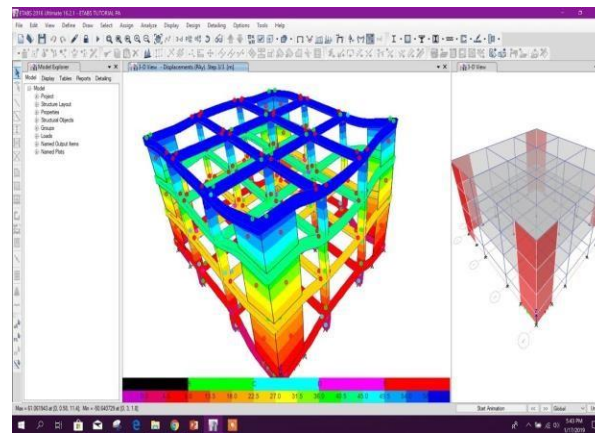
### Scanner de acero



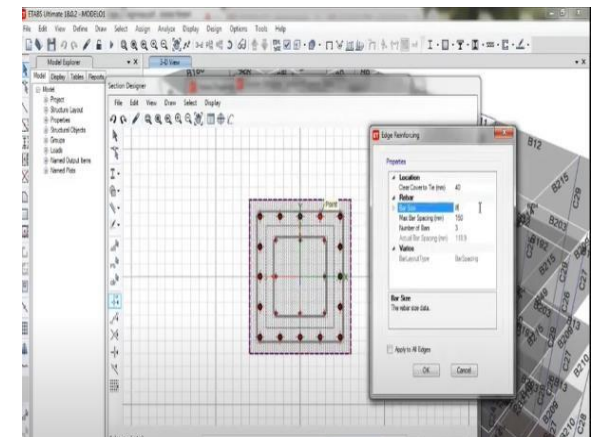
### Ensayo con esclerómetro



### Análisis Estructural



### Diseño Estructural



## Anexo 8: Fichas de recolección de datos

### DATOS INICIALES

DESCRIPCIÓN: Reforzamiento estructural y desempeño sismorresistente en una vivienda

unifamiliar de concreto armado con fines de ampliación, San Sebastián, Cusco-2022"

LOCALIZACIÓN: Localidad: Cusco Municipio: San Sebastián Región: Cusco  
C/ \_\_\_\_\_ n° \_\_\_\_\_

PROPIEDAD:  Unica  Comunidad de propietarios  
Datos (1): Juana Pérez Salgado

ADMINISTRATIVOS:  Viv. Libre  V.P.O.  Viv. Social  Otros

COMPOSITIVOS (2):	N.º de	Plantas	Usos y n.º
<input type="checkbox"/> Bajo-cubierta y áticos	—	—	—
<input type="checkbox"/> Plantas altas	<u>5</u>	<u>concluida</u>	<u>—</u>
<input type="checkbox"/> Semisótano	<u>0</u>	<u>—</u>	<u>Cuarto vivienda</u>

### DATOS CLASIFICATORIOS

Fecha de construcción:  3er Tercio S.XX  1º Tercio S. XXI  2º Tercio S. XXI  
2000 ( 1er nivel) / 2012 ( 2do nivel) SEGÚN CONSULTAS AL PROPIETARIO

#### GRADO DE EXPOSICIÓN

Localización:  Rural  Urbana Topografía:  Llano  Pendiente

Agresividad por situación:  Altitud  Marina  Ribera  Zona industrial  Otros zona urbana

#### TIPOLOGIA EDIFICATORIA

Multifamiliar:  Aislada  En hilera o adosada

Colectiva:  En manzana  En bloque  
 Entre medianeras  Exenta  En esquina

#### CONFIGURACION DE LA UNIDAD CONSTRUIDA EN RELACION CON LAS EDIFICACIONES CONTIGUAS (3)

- Sin elementos compartidos
- Con elementos estructurales compartidos: \_\_\_\_\_
- Con elementos fundamentales compartidos: \_\_\_\_\_
- Con instalaciones de servicio compartidas: \_\_\_\_\_


**DATOS DE INSPECCION:**


Nombre del inspector: ARDON ROSMICHIPAYO PEREZ Titulación (4) Bach / Ing. Civil


Motivo de la inspección (6): Voluntario orientado a tesis


Encargada por (7): Dr. Luis Alvario Vargas Chacaltana

Fecha de la inspección: \_\_\_\_\_

  
 Ing. Manuel Vargas Huamán  
 Ingeniero Civil  
 CIP. Nro. 56402

  
 Ing. Thony R. Enriquez Buzza  
 CIP. 203110

  
 Valerio Sutti Lenex  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 197685 de

  
 Valerio Sutti Lenex  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 197685 de

**Parte del edificio: CUBIERTA**

**DATOS CONSTRUCTIVOS:**

Tipo (1): Plano transitable  
 Material de cubrición (2): losa aligerada  
 Recogida de aguas (2): somideros empotrados en losa aligerada  
 Puntos y elementos singulares (3): juntas de construcción con los vecinos  
 Grado de accesibilidad (4): Físicamente accesible y sin dificultad  
Visualmente se observan los elementos sin mayor dificultad

**INFORME:**

Elemento	Estado de conservación (5)	Síntoma/Lesión (6)		Importancia del daño (7)
		Descripción		
Material de cubrición	Aparentemente bueno	La losa aligerada se encuentra en buen estado		Sin riesgo aparente
Recogida de aguas	Aparentemente bueno	Tubos con somideros y tuberías de pluviales empotradas		Sin riesgo aparente
Puntos y elementos singulares:	Juntas de dilatación de construcción	Juntas de construcción pequeñas		Riesgo a otros elementos constructivos

**DICTAMEN:**

**Pre diagnóstico (posibles causas) (8):**

Juntas de dilatación sísmica pequeña    Inadecuados elementos verticales poco rígidos para la junta  
 Juntas de construcción no respetadas por vecinos

**Evaluación de la intervención (9):** Intervención necesaria a mediano plazo

Nota.- En un posible sismo se verá golpeo entre edificaciones.

Ing. Manuel Vargas Huamán  
 Ingeniero Civil  
 CIP. Nro. 56402

Ing. Thoni R. Estrada Arellano  
 CIP. 203110

Valerio Sutila Lenex  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 167086 de

**Parte del edificio: CIMENTACION Y ESTRUCTURA**

**DATOS CONSTRUCTIVOS:**

Cimentación (1): Zapatas aisladas  
 Soleras (2): .....  
 Estructura Vertical (3): Columnas  
 Estructura Horizontal e Inclinada (4): Vigas, losas, escalera  
 Otros elementos estructurales (5): .....  
 Puntos y elementos singulares (6): .....  
 Grado de accesibilidad (7): FISICA (Difícilmente accesible en vigas y algunas columnas), VISUAL  
 (La cimentación no se observa, se hace necesaria excavación)  
 Patología aparente s/ propiedad: .....  
 Información de obras y/o lesiones anteriores: .....

**INFORME:**

Elemento	Estado de conservación (8)	Síntoma/Lesión (9)		Importancia del daño (10)
		Descripción		
Cimentación	Aparentemente bueno	Según conversación con el propietario, se tienen dimensiones de 1.20 x 1.20 m		
Soleras				
Estructura Vertical	Deficiencia puntual	Columna con sección de área insuficiente y área de acero por debajo del 1%		Riesgo a otros elementos constructivos ( ante un movimiento sísmico puede ceder)
Estructura Horizontal:	Deficiencia puntual	Vigas chatas en 6 tramos y vigas peraltadas en ambas direcciones de 0.25x0.40m.		Riesgo a otros elementos constructivos ( el acero está sobre esforzado)
Estructura Inclinada:				
Otros elementos estructurales:				

**DICTAMEN**

**Prediagnos (posibles causas) (11):**  
 Columnas con área de acero por debajo del 1% y secciones mínimas, vigas chatas en 6 tramos. las vigas se encuentran sobre esforzadas.

**Evaluación de la intervención (12):** Realizar un análisis de la estructura en su condición actual  
 Para las columnas se recomienda utilizar encamisado de concreto armado.  
 Para las vigas se recomienda evaluar el recrecido con concreto armado, o el uso de fibras de carbono.  
 Para las cimentaciones, ante un posible reforzamiento se deberá ampliar la cimentación ya que requerirán de mayor área de apoyo.


  
 Ing. Manuel Vargas Huamán  
 Ingeniero Civil  
 CIP. Nro. 56402  
 Ing. Tony R. Estigarribia  
 CIP. 203110  
 Valerio Sutil Lenner  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 197489-00

## DICTAMEN FINAL I.T.E

### CONCLUSIONES (1):

La edificación actualmente se encuentra sin deformaciones, fisuras o problemas aparentes.

Las losas aligeradas no presentan un riesgo aparente.

Las juntas de dilatación sísmica son preocupantes

En la cimentación no se observan problemas aparentes, las dimensiones que el propietario menciona es de 1.20m en su totalidad, sin embargo, se recomienda un análisis que permita determinar dimensiones óptimas.

Las columnas centrales no tienen la sección adecuada, por lo que deberán analizarse que permita determinar dimensiones óptimas

Las columnas tienen acero insuficiente y existen vigas chatas, las mismas que deberán analizarse para su reforzamiento.

### TIPO DE INTERVENCIÓN RECOMENDADA Y AGENTES INTERVINIENTES (2):

Realizar un análisis más minucioso de los elementos,

Para los elementos verticales se recomienda el recrecido de sección con encamisados.

Para los elementos horizontales deberá analizarse el recrecido de sección con encamisados o su refuerzo con fibras de carbono.

Para la cimentación deberá verificarse y modificar el área de apoyo hasta obtener las dimensiones óptimas en el terreno.



Ing. Manuel Vargas Huamán  
Ingeniero Civil  
CIP. Nro. 56402



Ing. Thony R. Elizuniga Bustos  
CIP. 203110



Valerio Sutti Lenes  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 107400 de

## Anexo 10. Normativa



PERÚ

Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

Viceministerio de  
Vivienda y Urbanismo

Dirección Nacional  
de Urbanismo

**ICI INGESOFT**

NORMA TÉCNICA

**ESTRUCTURAS**

**E.030**

**Diseño**  
**SISMORRESISTENTE**



PERÚ

Ministerio de Vivienda  
Construcción y Saneamiento



**SENCICO**  
SERVICIOMACIONAL DE GARANTIA PARA  
LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

**NORMA E.060**  
**CONCRETO ARMADO**

LIMA – PERÚ  
2009

PUBLICACIÓN OFICIAL





PERÚ

Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

Viceministerio de  
Vivienda y Urbanismo

Dirección Nacional  
de Urbanismo



NORMA TÉCNICA

**ESTRUCTURAS**

**E.020**

**CARGAS**



PERÚ

Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

Viceministerio de  
Vivienda y Urbanismo

Dirección Nacional  
de Urbanismo

**ICI** INGESOFT

NORMA TÉCNICA

**ESTRUCTURAS**

**E.050**

**SUELOS Y  
CIMENTACIONES**

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 339.181  
2013

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI  
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

CONCRETO. Método de ensayo para determinar el  
número de rebote del concreto endurecido (esclerometría)

CONCRETE. Standard test method for rebound number of hardened concrete (sclerometry)

2013-01-16  
2ª Edición

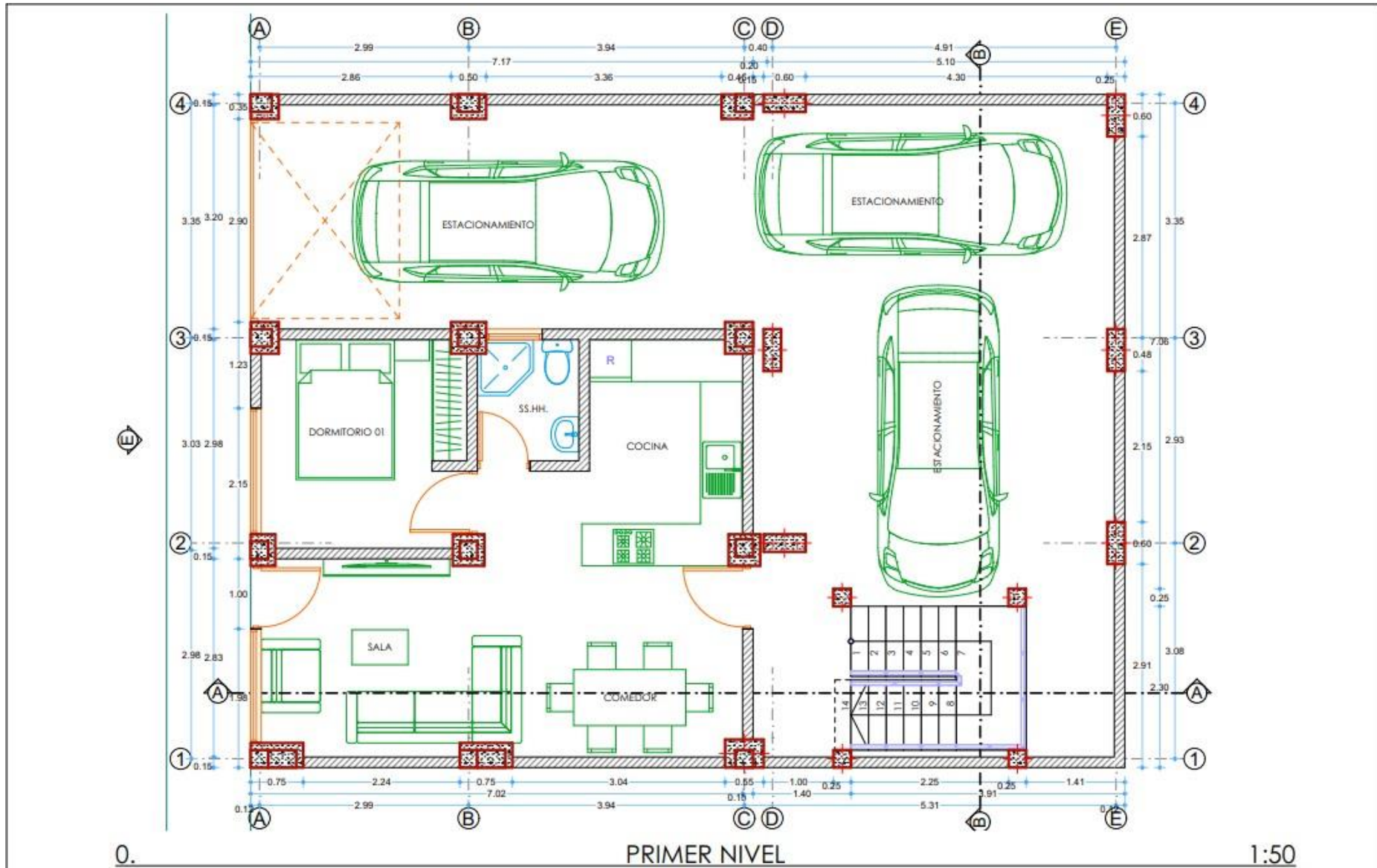
R.0006-2013/CNB-INDECOPI. Publicada el 2013-02-01  
I.C.S.: 91.100.30

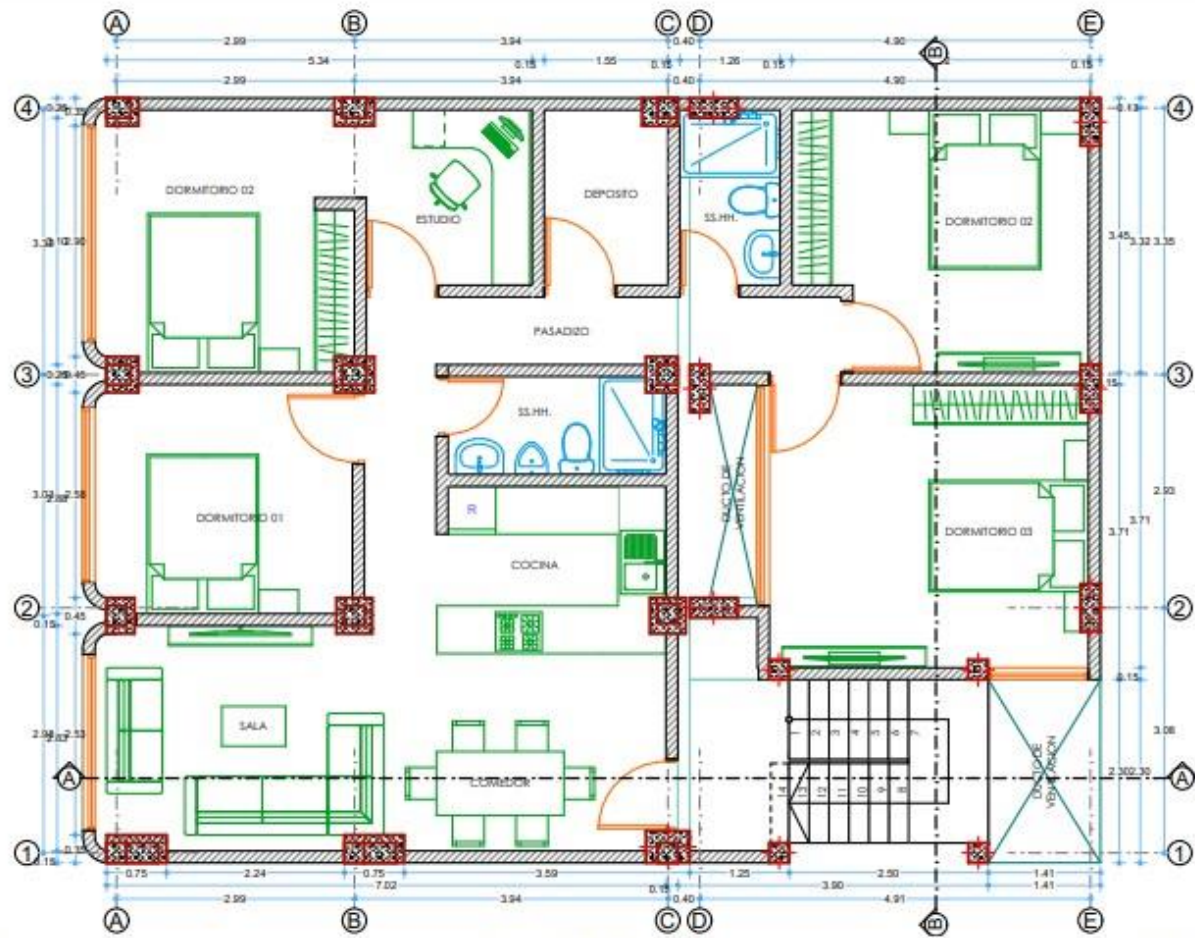
Precio basado en 09 páginas  
ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Concreto, uniformidad "in situ", ensayo no destructivo, martillo de rebote, número de rebote

© INDECOPI 2013

Anexo 11. Planos

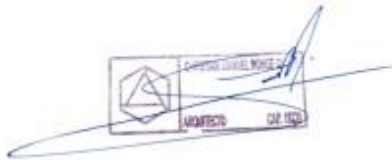




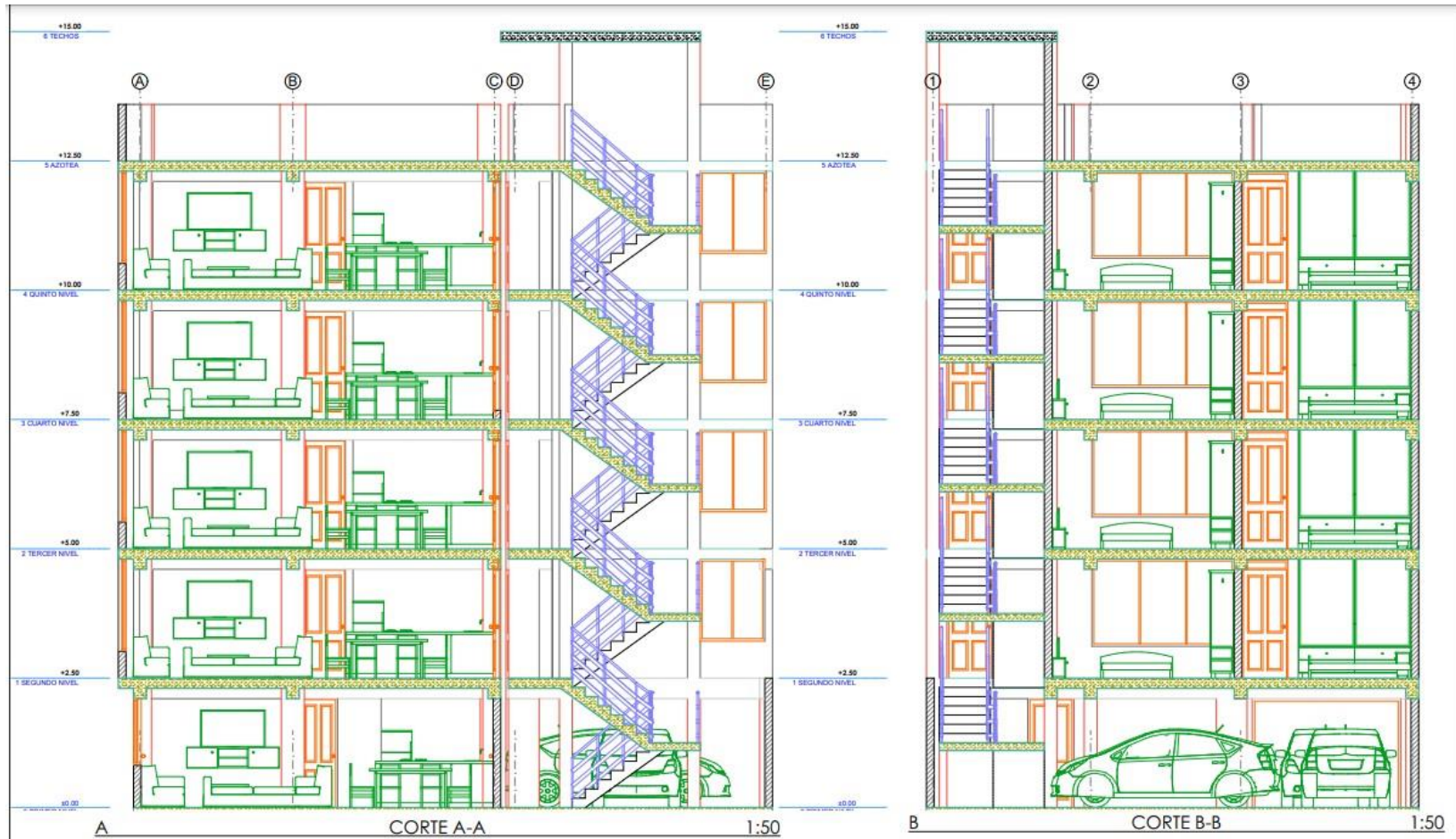
1.

SEGUNDO NIVEL

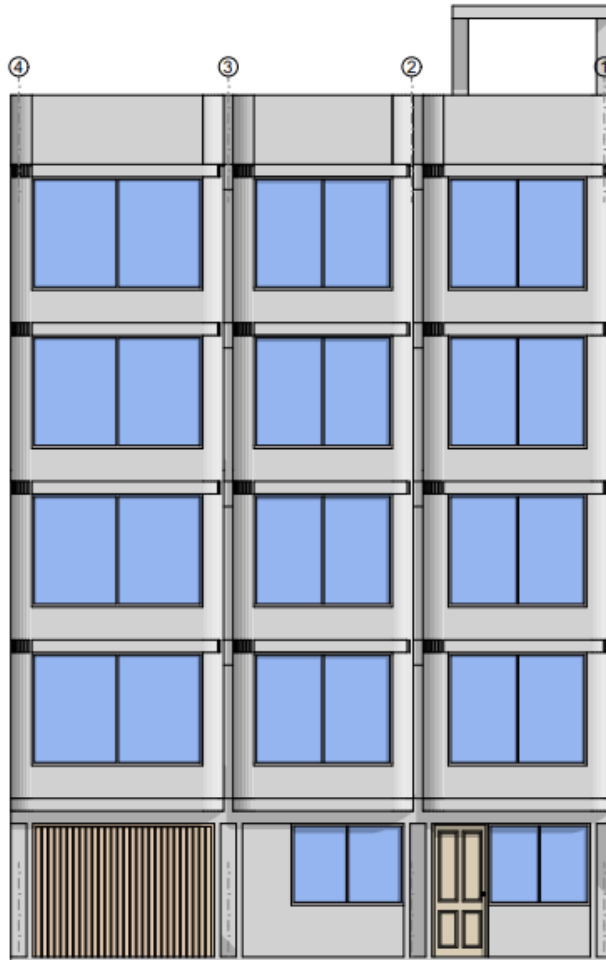
1:50



PROYECTO: "REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACION, SAN SEBASTIAN CUSCO-2022"			
PROPIEDAD: JUANA PEREZ SALGADO		LUGAR:	
PROFESIONAL: Br. ABDON HOSMI CHIPAYO PEREZ		AR-01	
PLANO: DISTRIBUCION ARQUITECTONICA			
DISEÑO: A.R.S.	REV:	ESCALA: 1/50	FECHA: MARZO 2022



PROYECTO: REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DESEMPEÑO SISMORESISTENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON RINES DE AMPLIACION, SAN SEBASTIAN CUSCO-2022			
PROBLEMA: JUANA PEREZ SALGADO			LABOR:
PROFESIONAL: Br. ABDON HOSMI CHIPAYO PEREZ			AR-02
PLANO: CORTE A-A Y CORTE B-B			
DISEÑO: A.R.S	REV:	ESCALA: 1/50	FECHA: MARZO 2022

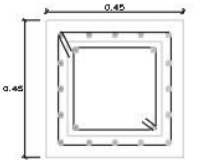
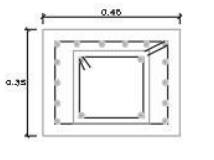
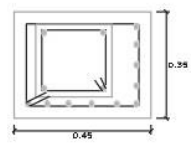
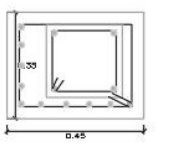
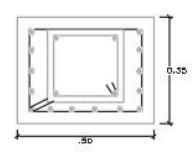
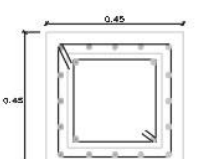
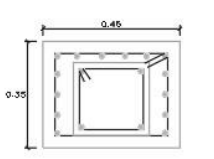
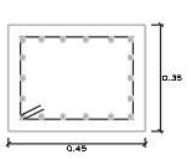
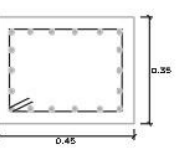
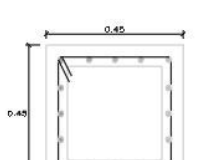
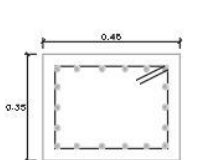
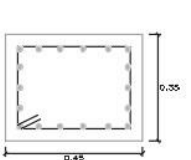
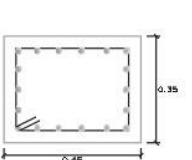


E PRIMER NIVEL 1:50

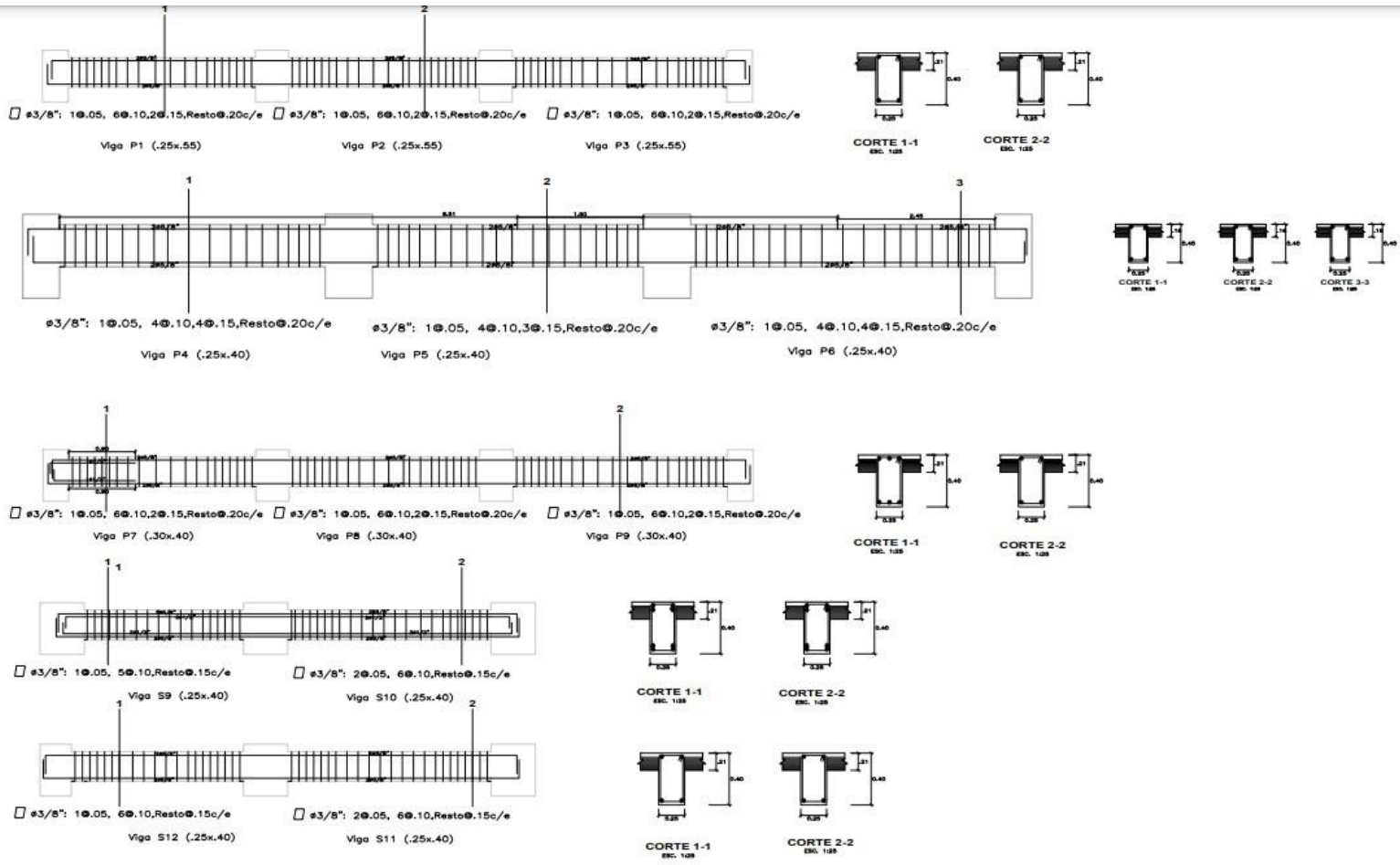


REFORMA ESTRUCTURAL Y DESMPLÉO SIMULTÁNEO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACIÓN, SAN SEBASTIÁN C/800-822			
PROYECTADA POR: JUANA PEREZ SALGADO			LABOR: AR-03
PROYECTADO POR: Dr. ABDON HOSMI CHIPAYOPEREZ			
PLANO DE ELEVACION			
ESCALA: 1:50	FECHA: 10/03/2022	PROYECTO: 100	HOJA: 003/003

# CUADRO DE COLUMNAS

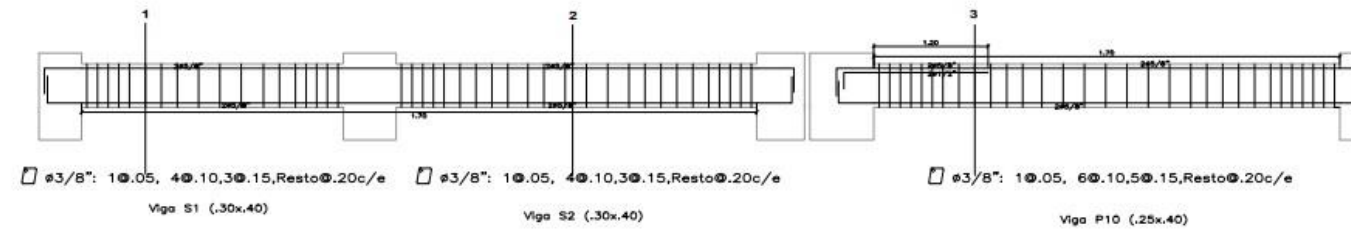
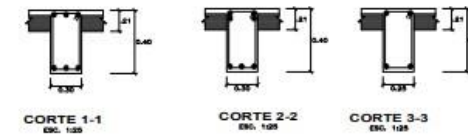
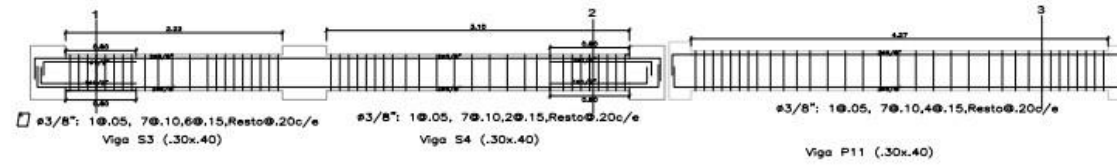
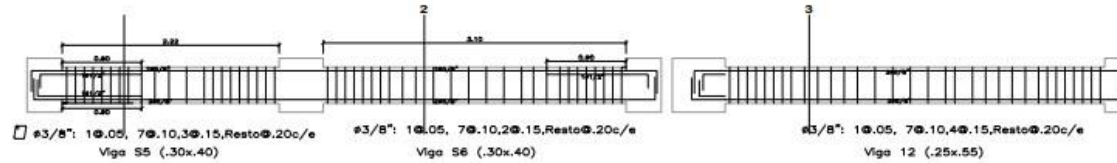
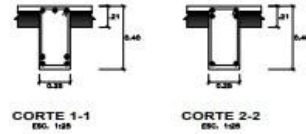
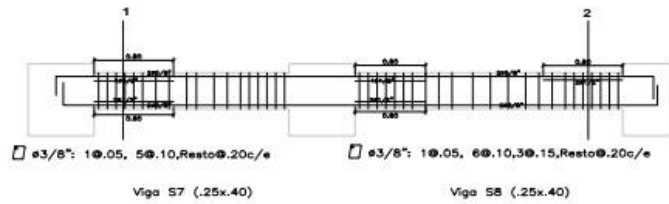
NIVEL	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
1er PISO	 <p style="text-align: center;">16 # 5/8" □ 1 @ 0.5, 390.10, 390.15, R90.20</p>	 <p style="text-align: center;">14 # 5/8" □ 1 @ 0.5, 390.10, 390.15, R90.20</p>	 <p style="text-align: center;">12 # 5/8" □ 1 @ 0.5, 390.10, 390.15, R90.20</p>	 <p style="text-align: center;">9 # 5/8" □ 1 @ 0.5, 390.10, 390.15, R90.20</p>	 <p style="text-align: center;">14 # 5/8" □ 1 @ 0.5, 390.10, 390.15, R90.20</p>
	2do PISO	 <p style="text-align: center;">16 # 5/8" □ 1 @ 0.5, 390.10, 390.15, R90.20</p>	 <p style="text-align: center;">14 # 5/8" □ 1 @ 0.5, 390.10, 390.15, R90.20</p>	 <p style="text-align: center;">12 # 5/8" □ 1 @ 0.5, 390.10, 390.15, R90.20</p>	 <p style="text-align: center;">9 # 5/8" □ 1 @ 0.5, 390.10, 390.15, R90.20</p>
3er,4to y 5to PISO		 <p style="text-align: center;">16 # 5/8" □ 1 @ 0.5, 390.10, 390.15, R90.20</p>	 <p style="text-align: center;">18 # 5/8" □ 1 @ 0.5, 390.10, 390.15, R90.20</p>	 <p style="text-align: center;">18 # 5/8" □ 1 @ 0.5, 390.10, 390.15, R90.20</p>	 <p style="text-align: center;">18 # 5/8" □ 1 @ 0.5, 390.10, 390.15, R90.20</p>





**DETALLE DE VIGAS 1° NIVEL**  
ESC. INDICADA

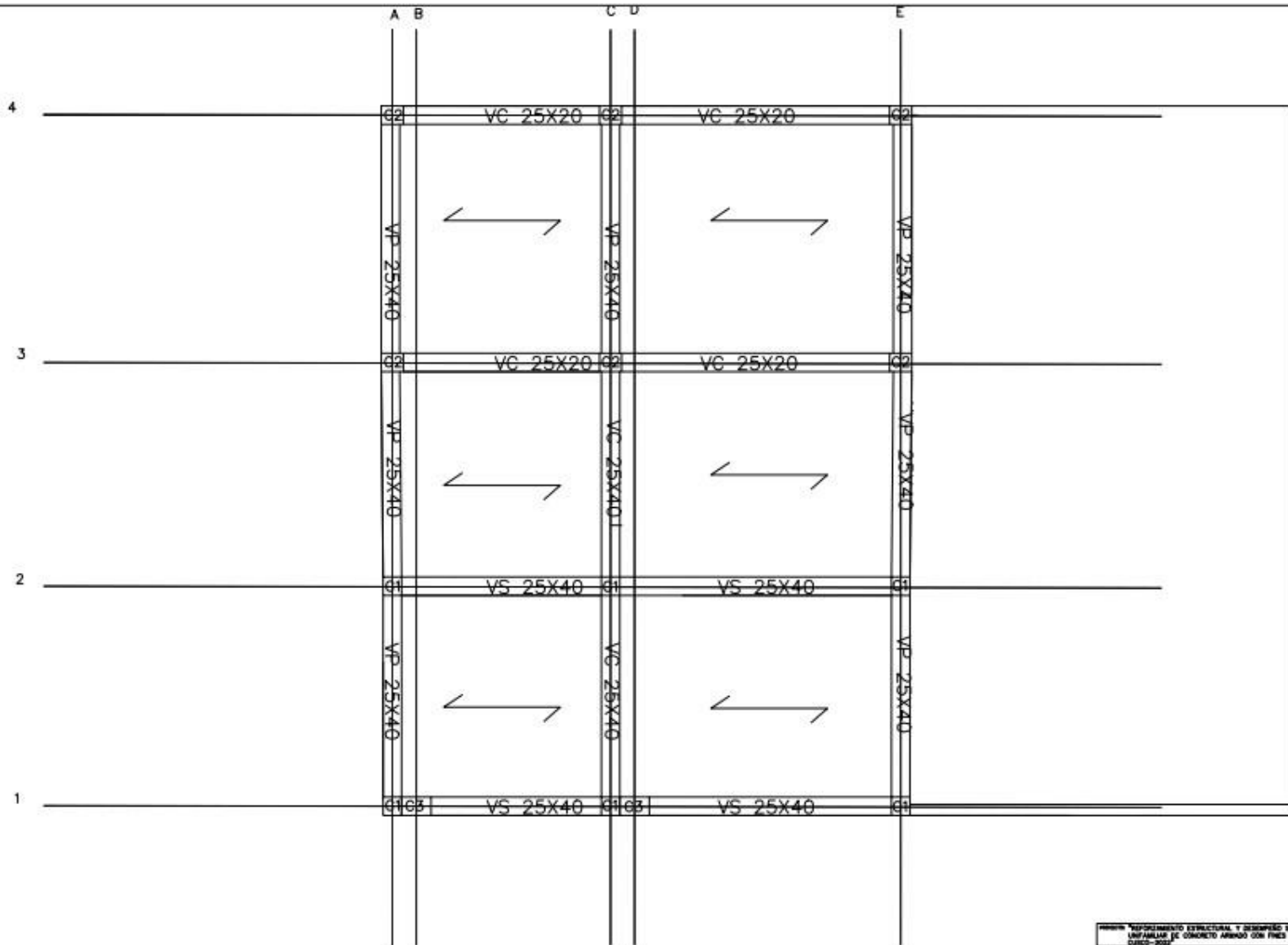
PROYECTO: REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DESMOROZAMIENTO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON PILES DE AMPLIACION, SAN SEBASTIAN CUSCO - PERU			
PROPIETARIO:	JUANA PEREZ SALGADO	LICENCIADO:	E-01
PROFESIONAL:	Br. ABDON HOSMI CHIPAYO PEREZ		
ELABORADO:	PLANO DE DISEÑO ESTRUCTURAL		
DIENRO:	A.B.S	REVISOR:	ESCALA: 1/50
		FECHA:	MARZO 2019/03/20



## DETALLE DE VIGAS 1° NIVEL

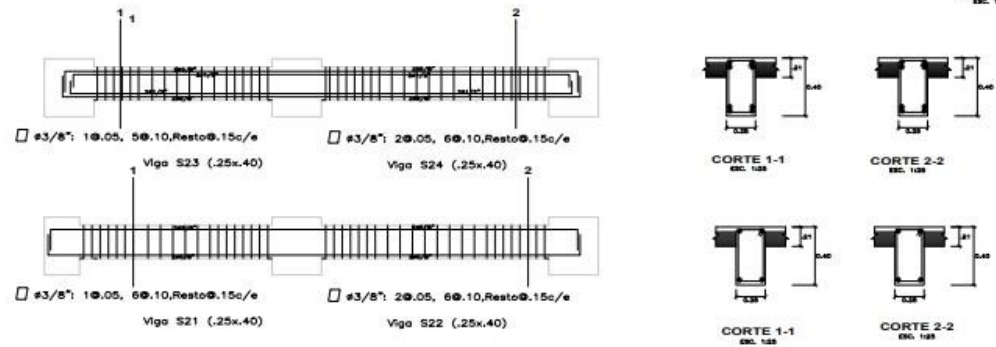
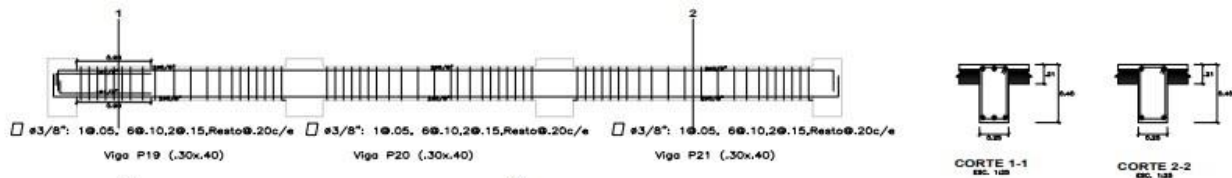
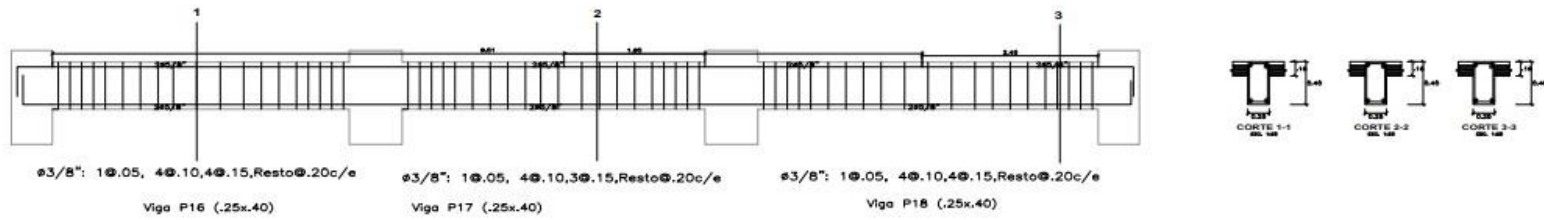
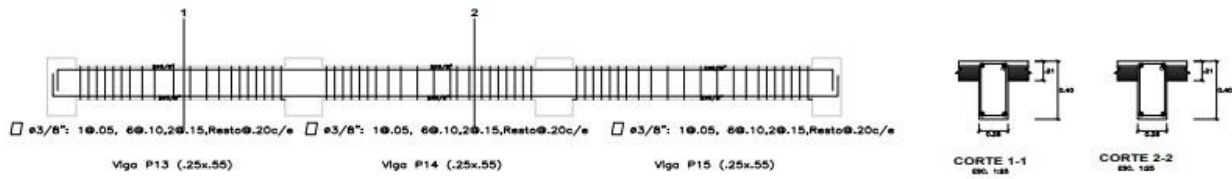
ESC. INDICADA

PROYECTO: REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DESDOPERO SISMORRESISTENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FIBRAS DE AMPLIACION, SAN SEBASTIAN CLUSCO-2022			
PROFESORA:	JUANA PEREZ SALGADO	LAMA:	
PROFESIONAL:	Br. ABDON HOSMI CHIPAYO PEREZ	E-02	
PLANO:	PLANO DE DISEÑO ESTRUCTURAL		
DIENCO:	ARS	REV:	ESCALA: 1:25
			FECHA: MARZO 21/03/2022



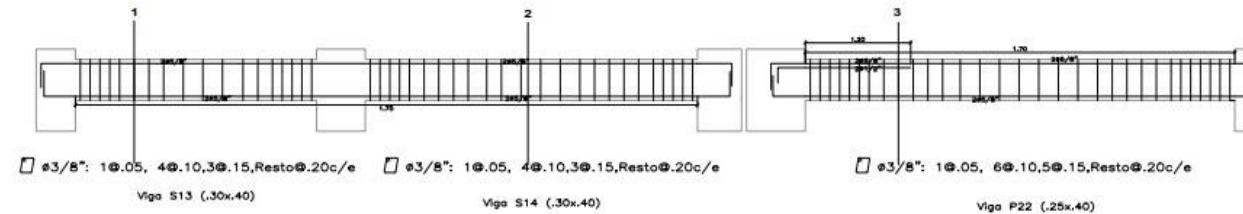
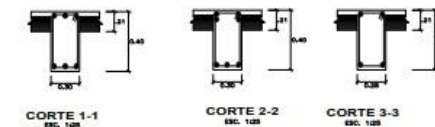
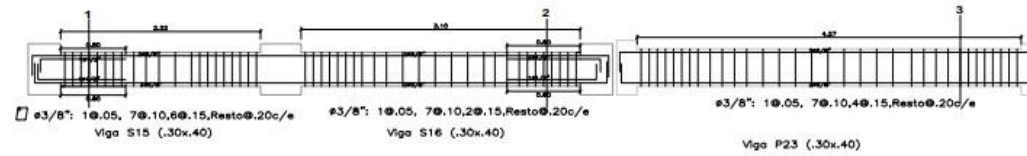
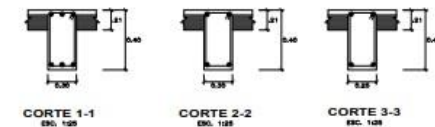
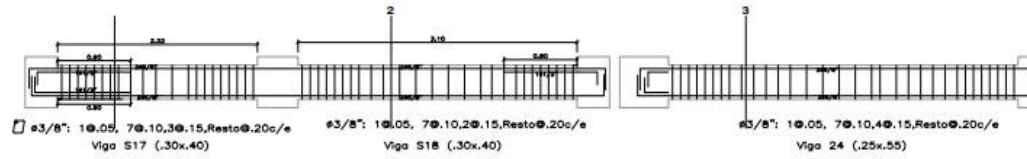
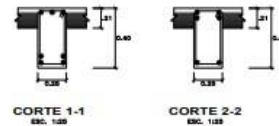
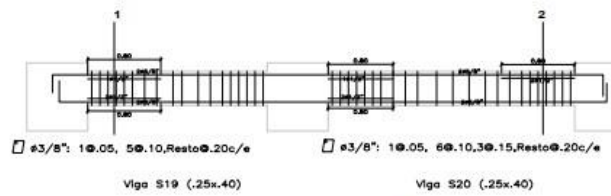
**DETALLE DE VIGAS EN PLANTA 1° NIVEL**  
 ESC. INDICADA

PROYECTO: REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DISEÑO SISMORRESISTENTE DE UNA VIGAS EMPALME DE CONCRETO ARMADO CON FIBRA DE CARBONO, SAN IGNACIO DURCO-2022			
PROYECTISTA:	JUANA PEREZ SALGADO	ESCALA:	
REVISOR:	DR. ABDON HOGME CHIPAYO PEREZ	FECHA:	E-03
PROYECTISTA:	FLAVIO GARCIA ESTRELLA	FECHA:	
PROYECTISTA:	ELSA	FECHA:	04/02/2022



**DETALLE DE VIGAS 2° NIVEL**  
ESC. INDICADA

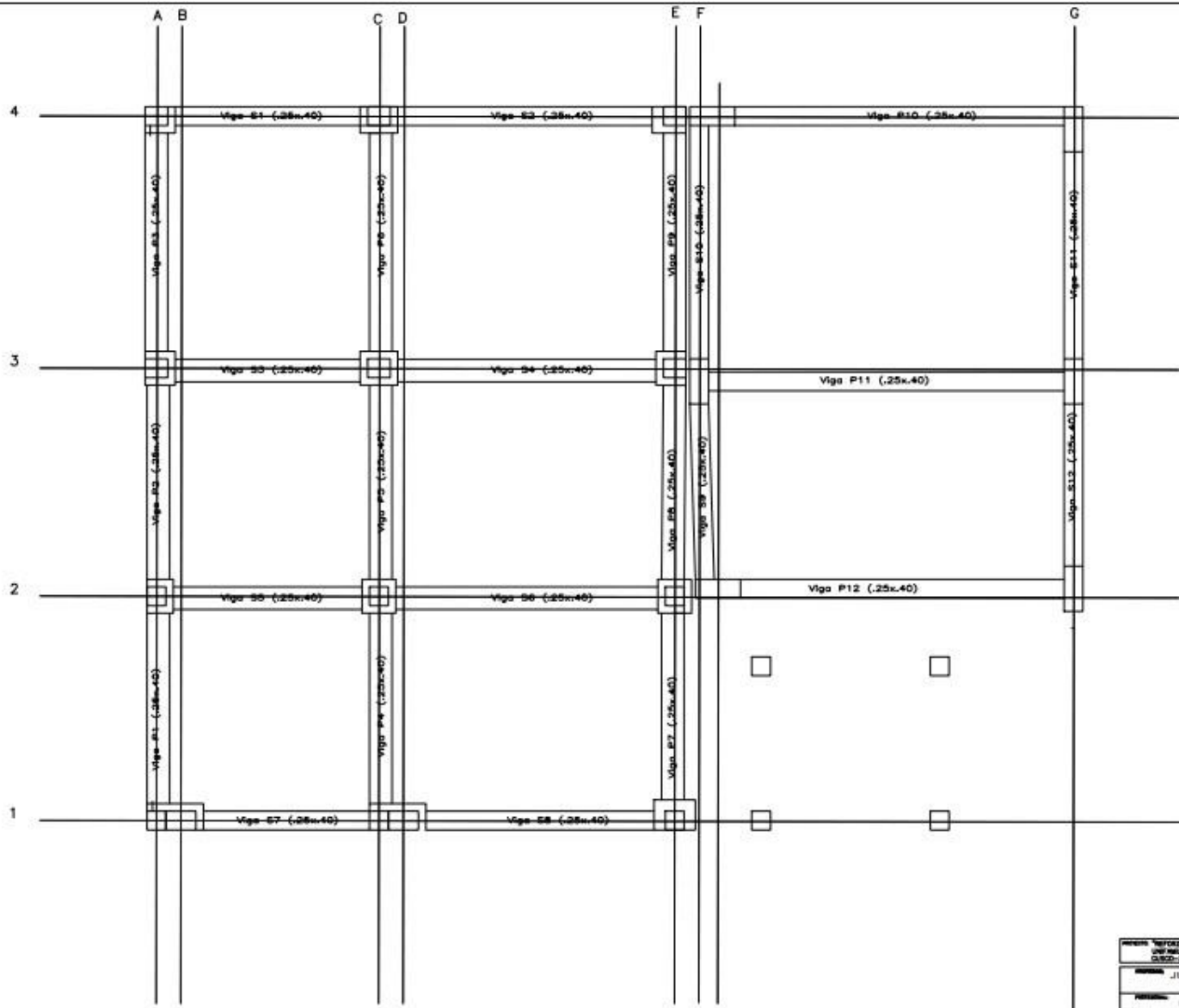
PROYECTO: REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DESEMPEÑO SISMORESISTENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACION, SAN SEBASTIAN 2020-2022			
RESPONSABLE:	JUANA PEREZ SALGADO	LABORA:	E-04
PROFESIONAL:	Dr. ABDON HOSMI CHIPAYO PEREZ		
PLANO:	PLANO DE DISEÑO ESTRUCTURAL		
DIANTE:	AR.S	REV:	
ESCALA:	1:50	FOLIO:	TOTAL: MARZO 2022/03/03



## DETALLE DE VIGAS 2º NIVEL

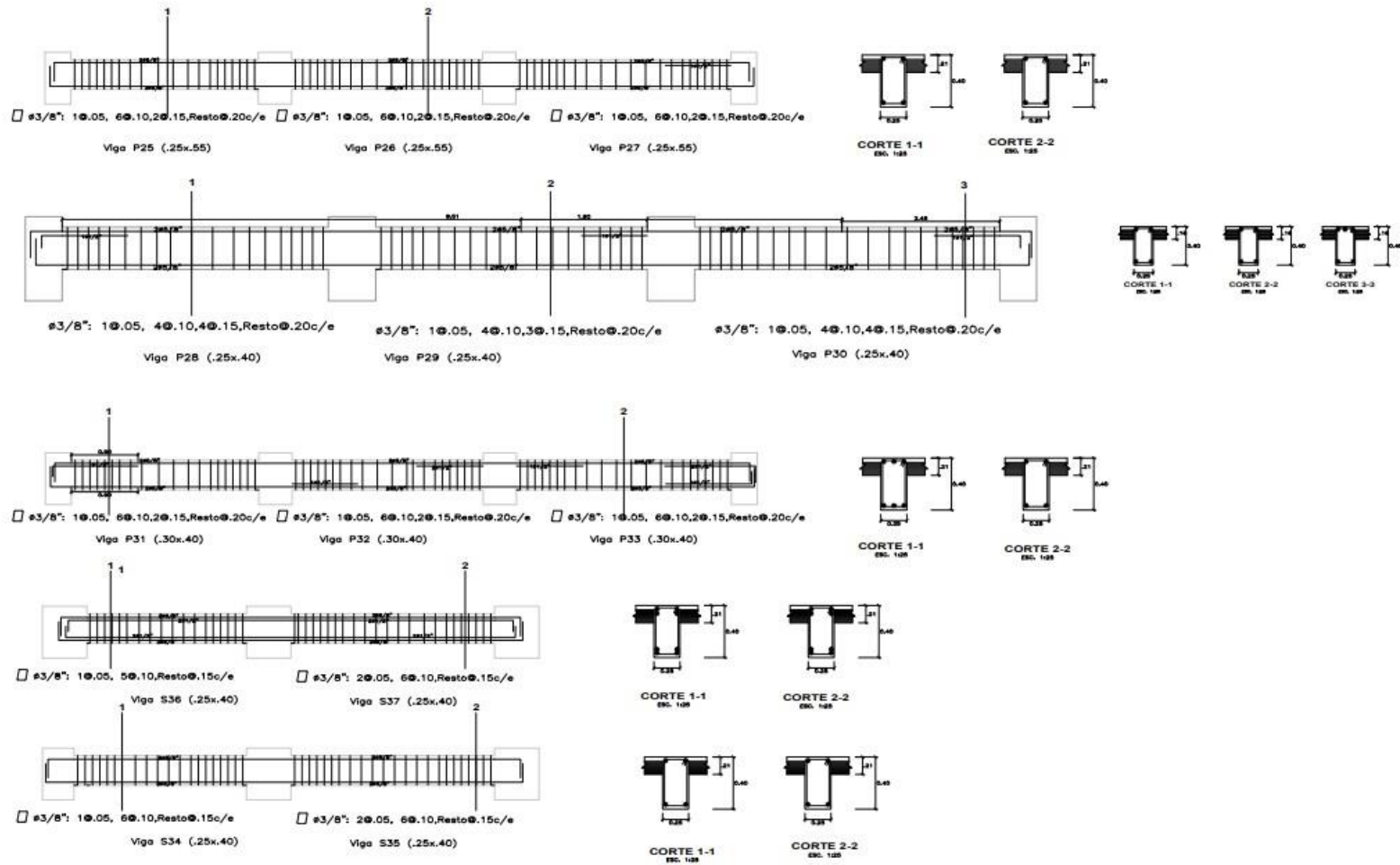
ESC. INDICADA

PROYECTO: "REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DESDOPERO SISMORRESISTENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACION, SAN SEBASTIAN CUSCO-2024"			
PROYECTISTA:	JUANA PEREZ SALGADO	LICENCIADA:	
PROFESIONAL:	Br. ABDÓN HOSMI CHIPAYO PEREZ		E-05
PLANO:	PLANO DE DISEÑO ESTRUCTURAL		
USO:	A.R.S	REV.	FECHA: 10/05/2024
			FORMA: 100
PÁGINA: 10 DE 10 BRQ20-2102020			



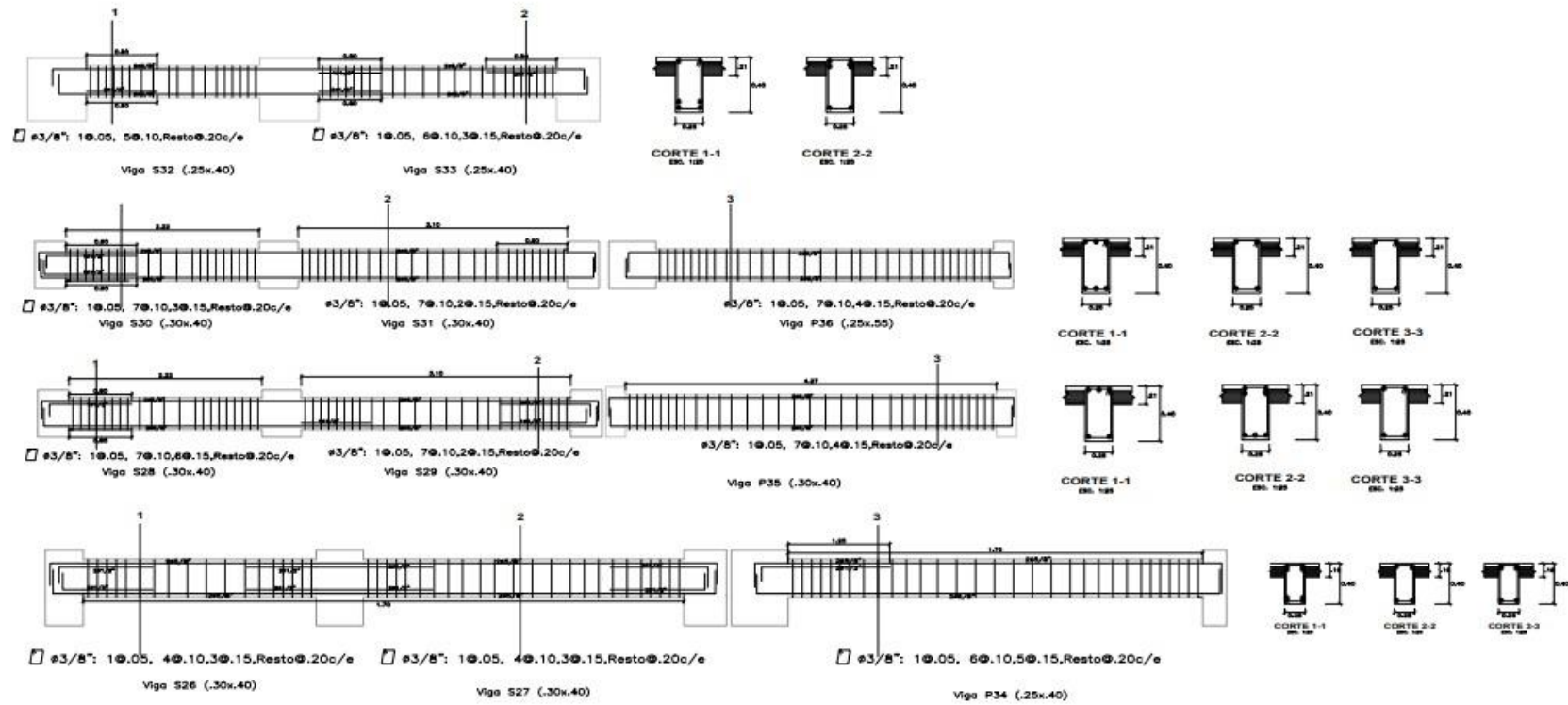
**DETALLE DE VIGAS EN PLANTA 2º NIVEL**  
 ESC. INDICADA

PROYECTO: REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y (REEMPLAZO) SUBSISTENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FIBRAS DE FIBRA DE CARBÓN, SIN SEBASTIAN OLIVERA-2022					
DISEÑADA POR: JUANA PEREZ SALGADO					LABOR:
PROYECTADA POR: Sr. ABDON MOSMI CHIPAYO PEREZ					E-06
Lugar: PLAZA DE LA VIVIENDA					
FECHA:	ESCALA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:



**DETALLE DE VIGAS 3° NIVEL**  
 ESC. INDICADA

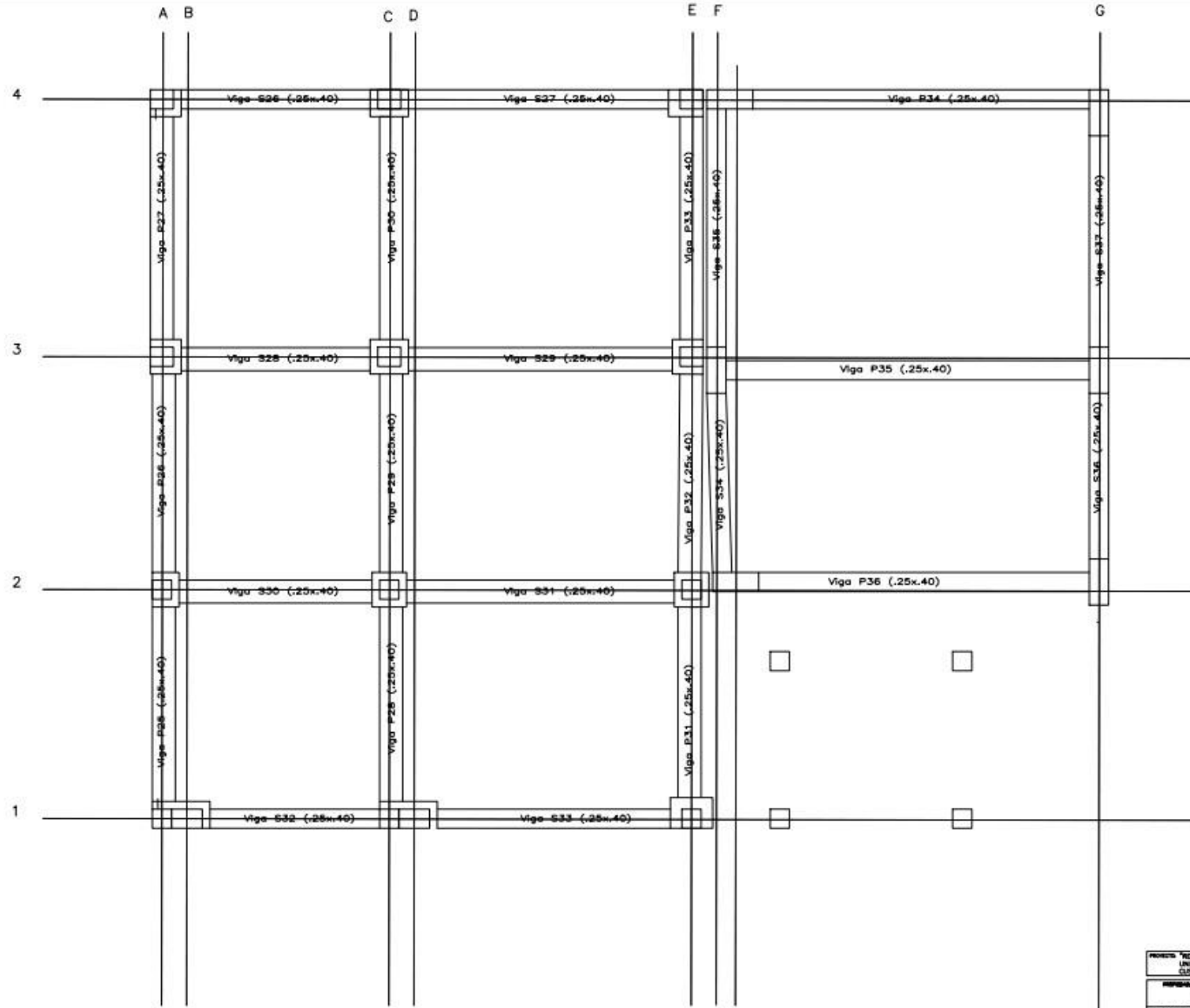
PROYECTO: REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DISEÑO DIMENSIONAL DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACION, SAN SEBASTIAN 2050-2522			
NOMBRE: JUANA PEREZ SALGADO			LAMA
PROFESIONAL: Br. ABDON HOSMI CHIPAYO PEREZ			E-07
PLAZO: PLANO DE DISEÑO ESTRUCTURAL			
FECHA: 4.3.3	REV.	ESCALA: 1:20	PROYECTO: 000021030002



**DETALLE DE VIGAS 3° NIVEL**  
 ESC. INDICADA

PROYECTO: REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DESEMPEÑO SIMONESSENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACION SAN SEBASTIAN QUITO-2022			
PROFESIONAL:	JUANA PEREZ SALGADO		LICENCIADA
PROFESIONAL:	Dr. ADDON HOSMI CHIPAYO PEREZ		E-08
PLAZA:	PLAZA DE OBRERO ESTRUCTURAL		
FECHA:	14.03	REVISADO:	14.03
ELABORADO:	14.03	REVISADO:	14.03

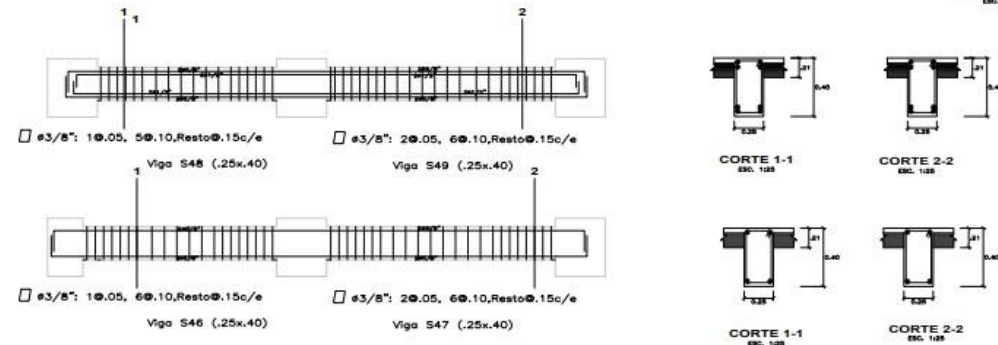
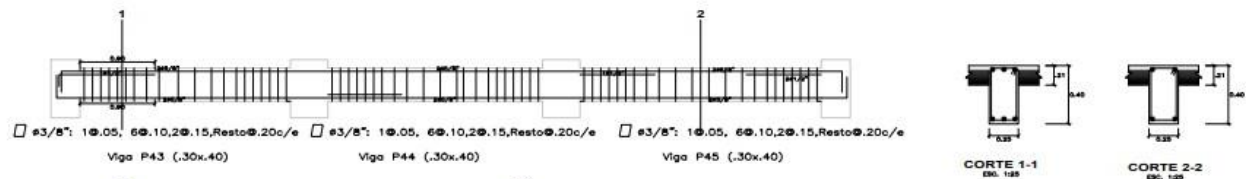
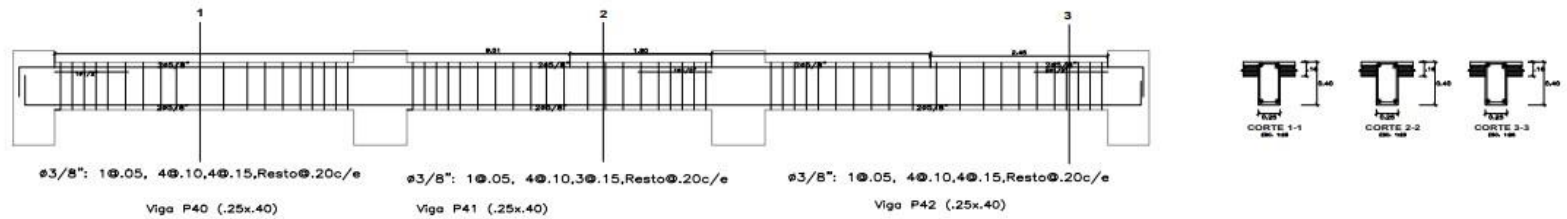
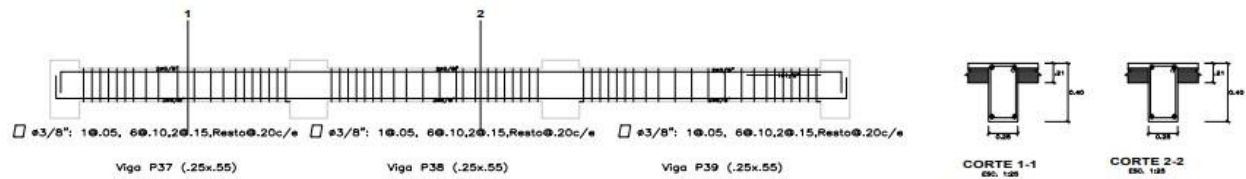




**DETALLE DE VIGAS EN PLANTA 3º NIVEL**

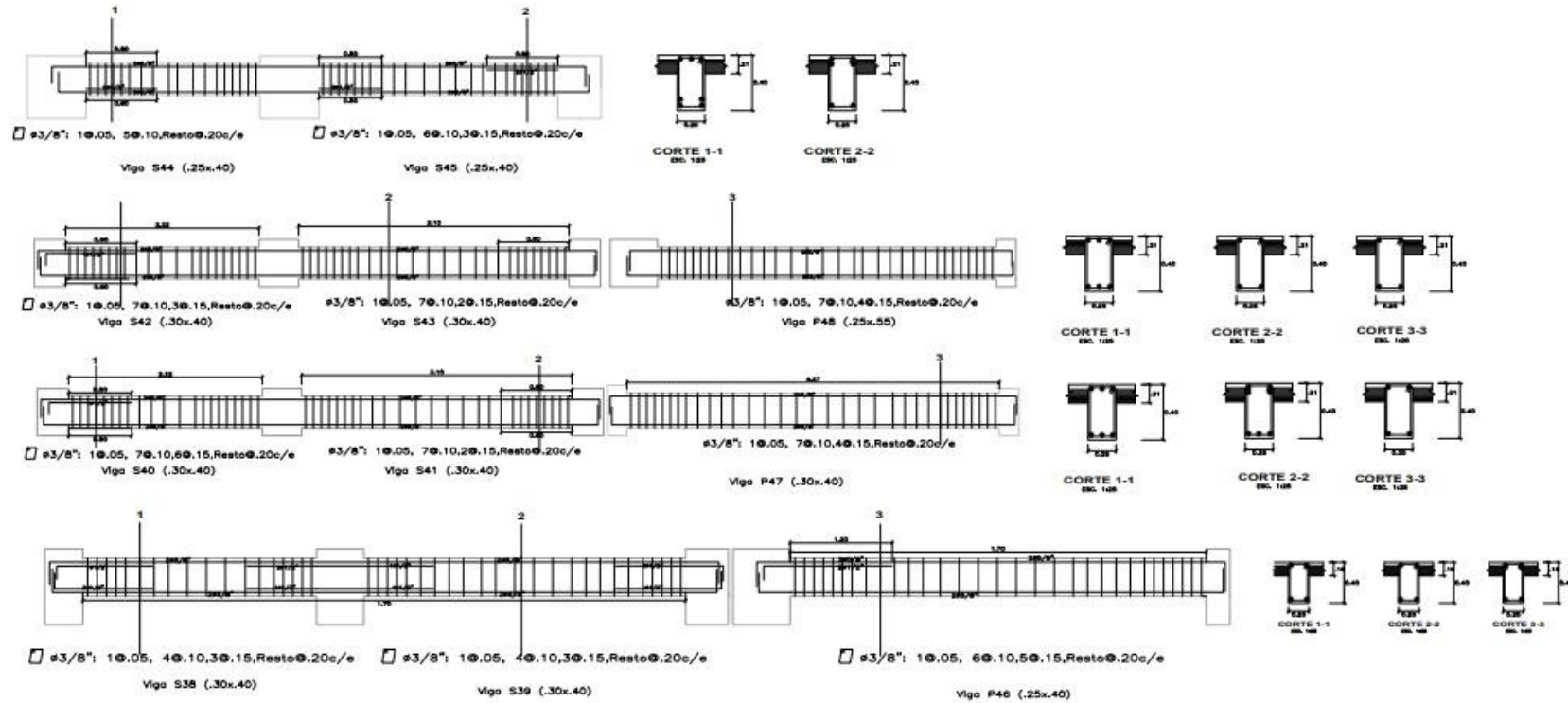
ESC. INDICADA

PROYECTO: REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DISEÑO SISMORESISTENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FIBRAS DE AMPLIACION, SAN SEBASTIAN CANTÓN - PASTAZA			
EMPRESA: JUANA PEREZ SALGADO			LIBRO:
PROFESIONAL: DR. ABDON HOSMI CHIPAYO PEREZ			E-09
PLAN: PLANO DE DISEÑO ESTRUCTURAL			
FECHA:	NÚM.:	ESCALA: 1:50	FECHA: MARZO 2023(02)



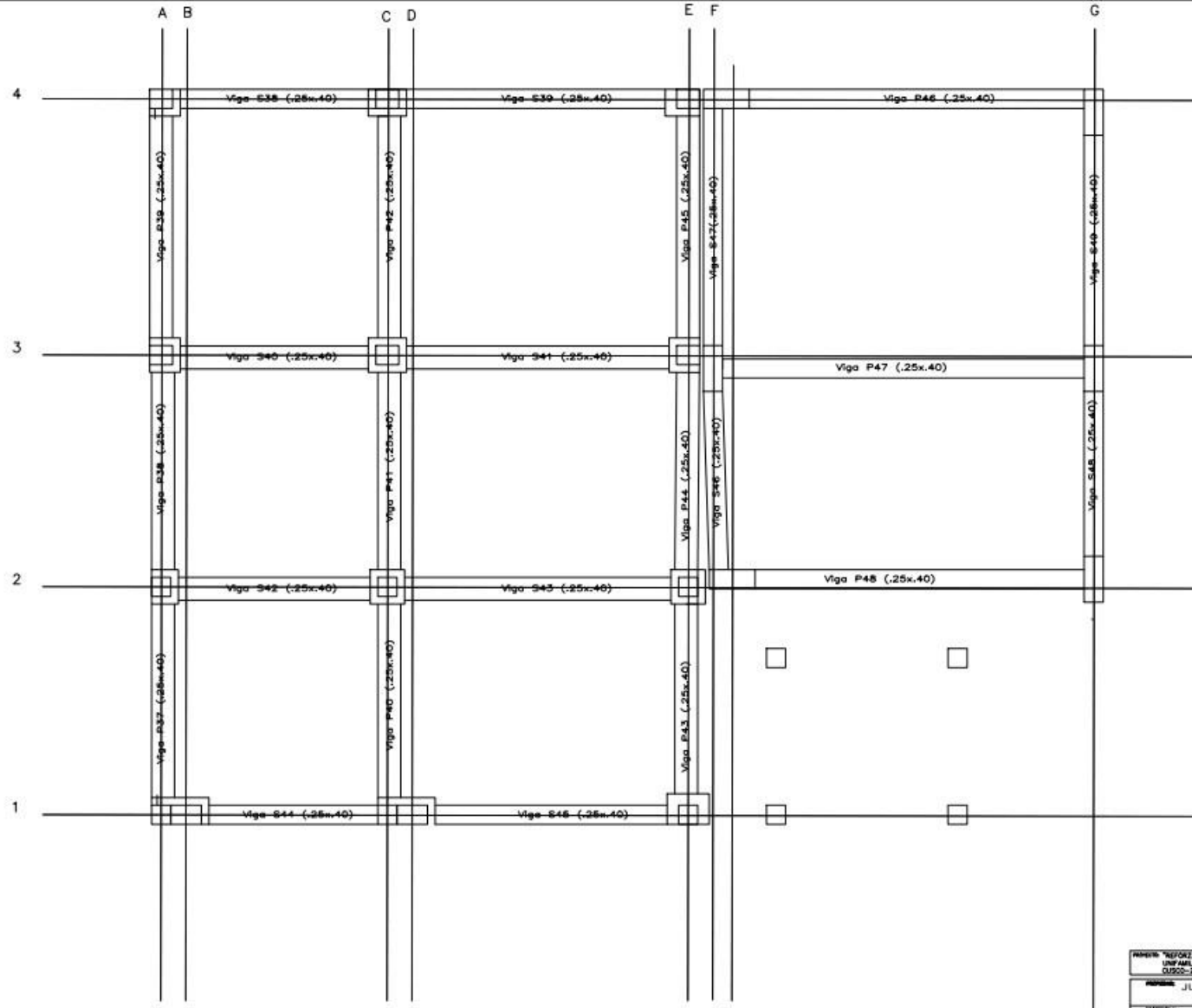
**DETALLE DE VIGAS 4° NIVEL**  
ESC. INDICADA

PROYECTO: REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DISEÑO DIMENSIONAMIENTO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACION, SAN SEBASTIAN CUSCO-2022			
PROFESORA:	JUANA PEREZ SALGADO	LAMA:	E-10
PROFESIONAL:	Dr. ABDON HOSMI CHIPAYO PEREZ		
PLANO:	PLANO DE DISEÑO ESTRUCTURAL		
DIENSO:	A.S.S	REV:	ESCALA: 1:25
			FECHA: MARZO 21/03/2022



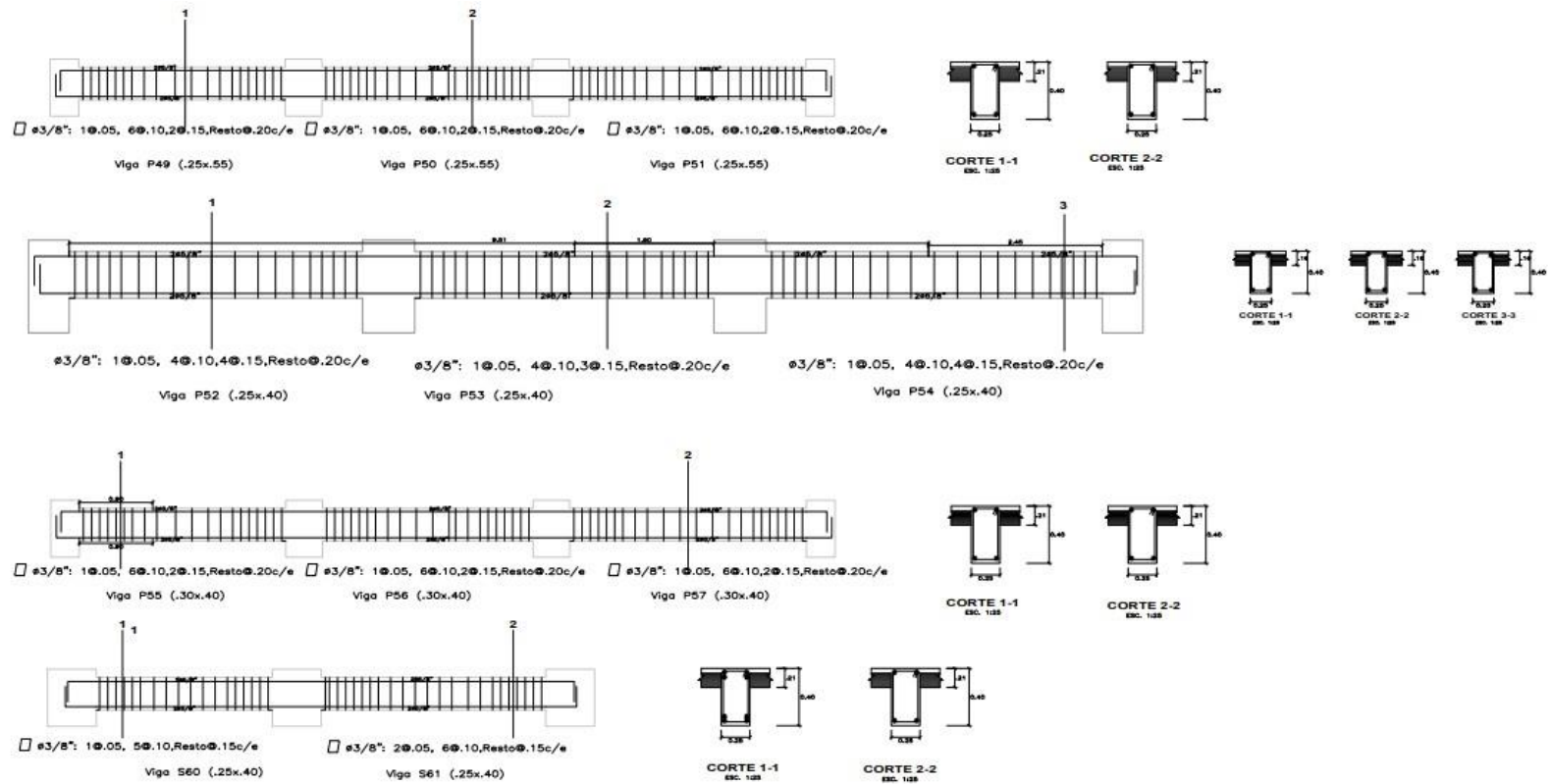
**DETALLE DE VIGAS 4° NIVEL**  
 ESC. INDICADA

PROYECTO: REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DISEÑO SEMIPRESENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON PILES DE AMPLIACION, SAN SEBASTIAN (2022-2023)			
PROYECTISTA:	JUANA PEREZ SALGADO		LIBRO:
PROYECTADO:	Sr. ABDON HOSMI CHIPAYO PEREZ		E-11
TIPO:	PLANO DE DISEÑO ESTRUCTURAL		
ESCALA:	A:2	N:1	ESCALA: 1:20
FECHA:			08/02/2023



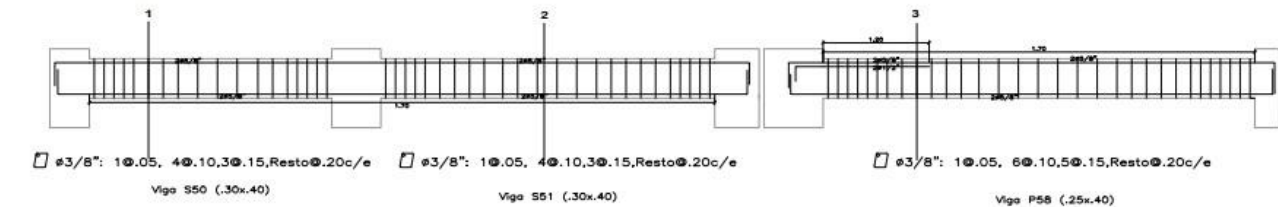
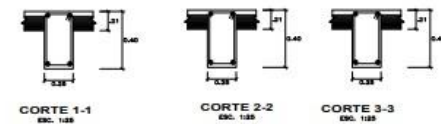
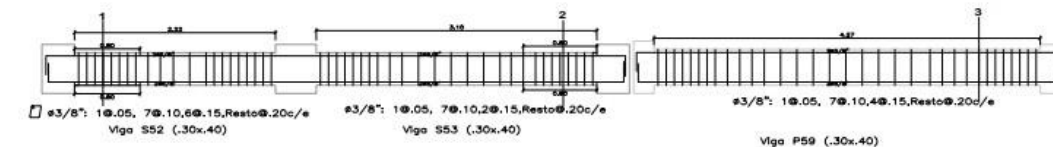
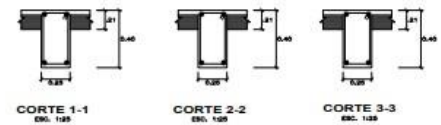
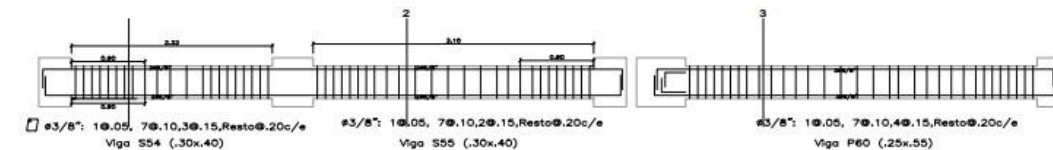
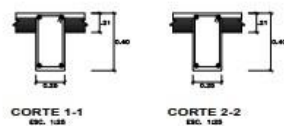
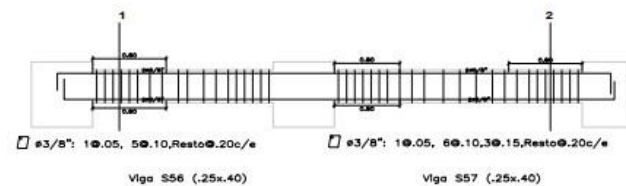
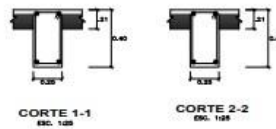
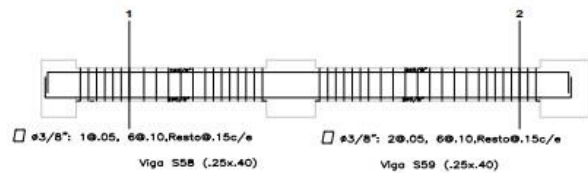
**DETALLE DE VIGAS EN PLANTA 4° NIVEL**  
 ESC. INDICADA

<b>PROYECTO:</b> REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DISEÑO SEMIPRESENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACION, SAN SEBASTIAN CUSCO-2024				
<b>PROPIETARIA:</b> JUANA PEREZ SALGADO				<b>LIBRO:</b>
<b>DISEÑADOR:</b> DR. ABDON HOSMI CHIPAYO PEREZ				<b>E-12</b>
<b>PLAN:</b> PLANO DE COORDINACION				
<b>FECHA:</b>	<b>AREA:</b>	<b>REV.:</b>	<b>ESCALA:</b>	<b>NOTA:</b>
				04/03/2024



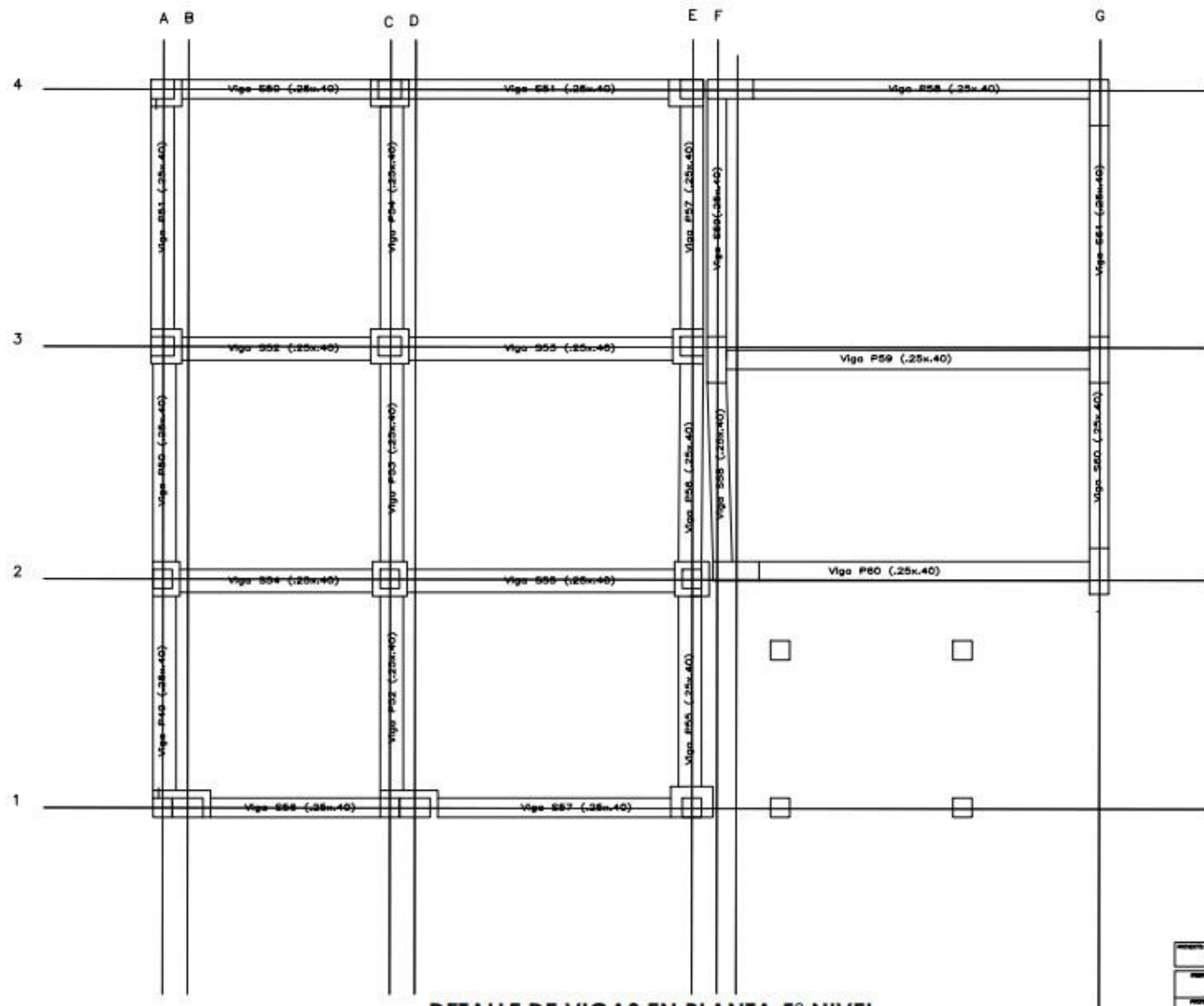
**DETALLE DE VIGAS 5º NIVEL**  
ESC. INDICADA

PROYECTO: REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DESEMPEÑO SIMULTANEO DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACION SAN SEBASTIAN QUESO-2021			
PROFESORA:	JUANA PEREZ SALGADO		LAMA
PROFESIONAL:	Br. ABDON HOSMI CHIPAYO PEREZ		E-13
PLANO:	PLANO DE DISEÑO ESTRUCTURAL		
DISEÑO:	ARS	REVISADO:	FECHA: MARZO 21/2023



**DETALLE DE VIGAS 5º NIVEL**  
ESC. INDICADA

PROYECTO: REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DESEMPEÑO SISMORESISTENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACION, SAN SEBASTIAN 0150-2022			
PROFESORA:	JUANA PEREZ SALGADO	LABELA:	
PROFESIONAL:	Br. ABDON HOSMI CHIPAYO PEREZ	E-14	
PLANO:	PLANO DE DISEÑO ESTRUCTURAL		
DISEÑO:	A.R.S.	REVISADO:	FECHA: MARZO 21/2023



**DETALLE DE VIGAS EN PLANTA 5° NIVEL**  
 ESC. INDICADA

PROYECTO: REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DISPOSITIVOS RESISTENTES DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FIBRAS DE CARBÓN, SAN SEBASTIÁN, GUAYAS - 2022					
PROYECTISTA: JUANA PEREZ SALGADO				LÍNEA: E-15	
PROFESIONAL: DR. ABD ON HOSMI CHIPAYO PEREZ					
PLANO: PLANO DE ESTRUCTURAL					
FECHA:	AAA	MM	DD	ESCALA:	1:50
FOLIO:			TOTAL: 10		

Anexo 12. Panel fotográfico.









**Material Property Data**

**General Data**

Material Name:   
 Material Type: Concrete  
 Directional Symmetry Type: Isotropic  
 Material Display Color:   
 Material Notes:

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density  Specify Mass Density

Weight per Unit Volume:  tonf/m<sup>3</sup>  
 Mass per Unit Volume:  tonf·s<sup>3</sup>/m<sup>4</sup>

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E:  tonf/m<sup>2</sup>  
 Poisson's Ratio, U:   
 Coefficient of Thermal Expansion, A:  1/C  
 Shear Modulus, G:  tonf/m<sup>2</sup>

**Design Property Data**

**Advanced Material Property Data**

**Material Property Data**

**General Data**

Material Name:   
 Material Type: Concrete  
 Directional Symmetry Type: Isotropic  
 Material Display Color:   
 Material Notes:

**Material Weight and Mass**

Specify Weight Density  Specify Mass Density

Weight per Unit Volume:  tonf/m<sup>3</sup>  
 Mass per Unit Volume:  tonf·s<sup>3</sup>/m<sup>4</sup>

**Mechanical Property Data**

Modulus of Elasticity, E:  tonf/m<sup>2</sup>  
 Poisson's Ratio, U:   
 Coefficient of Thermal Expansion, A:  1/C  
 Shear Modulus, G:  tonf/m<sup>2</sup>

**Design Property Data**

**Advanced Material Property Data**

**Response Spectrum Function - Peru NTE E.030 2014**

Function Name:  Function Damping Ratio:

**Parameters**

Seismic Zone: Zone 3  
 Occupation Category: C  
 Soil Type: S3  
 Irregularity Factor, Ia:   
 Irregularity Factor, Ib:   
 Basic Response Modification Factor, R0:

**Define Function**

Period	Acceleration
0	0.1312
0.1	0.1312
0.2	0.1312
0.3	0.1312
0.4	0.1312
0.5	0.1312

**Plot Options**

Linear X - Linear Y  
 Linear X - Log Y  
 Log X - Linear Y  
 Log X - Log Y

**Function Graph**

**Modal Case Data**

**General**

Modal Case Name:    
 Modal Case Sub Type: Egen   
 Mass Source: Peso de la estructura  
 Analysis Model: Default

**P-Delta/Nonlinear Stiffness**

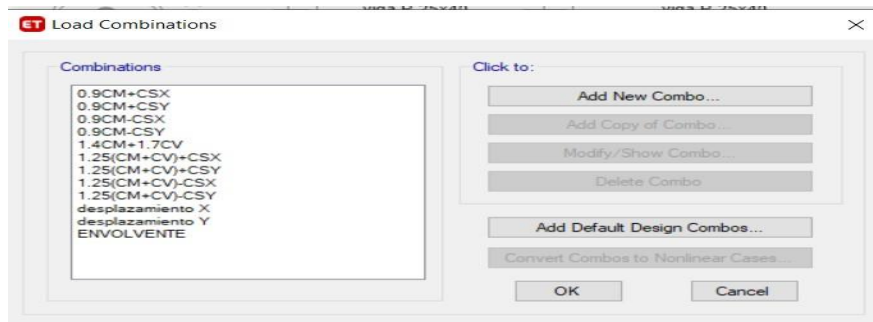
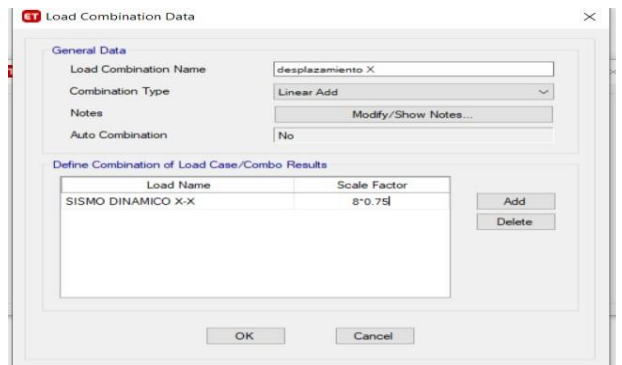
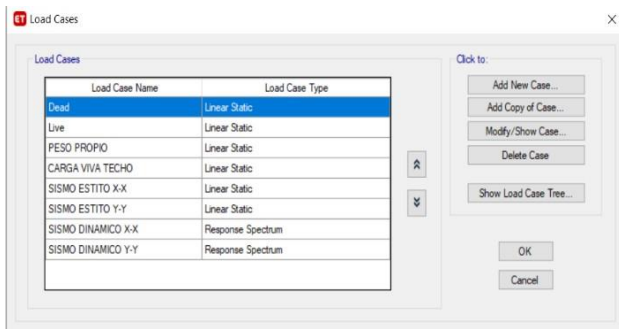
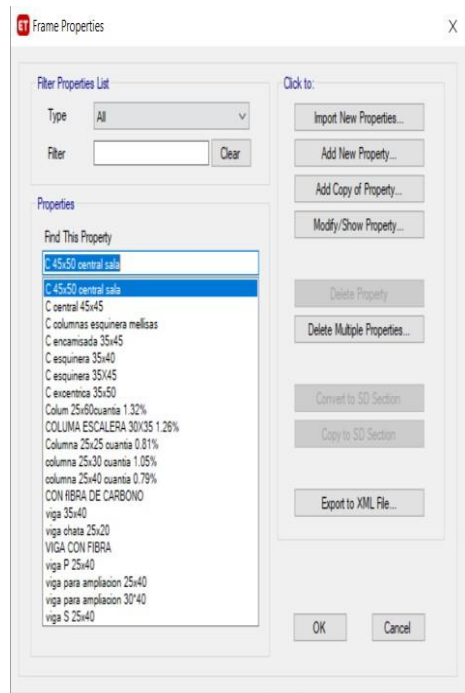
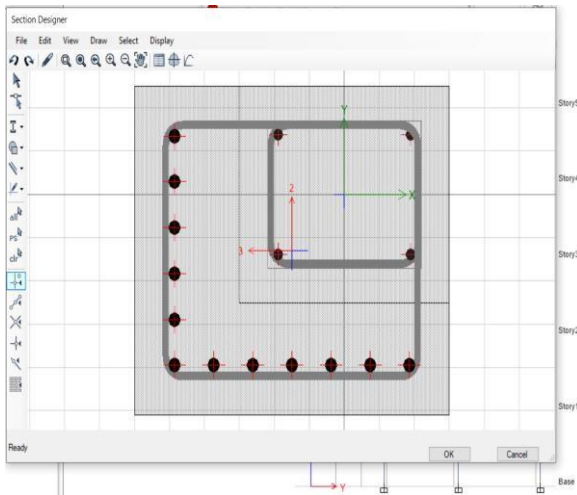
Use Preset P-Delta Settings    
 Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)  
 Nonlinear Case:

**Loads Applied**

Advanced Load Data Does NOT Exist  Advanced

**Other Parameters**

Maximum Number of Modes:   
 Minimum Number of Modes:   
 Frequency Shift (Center):  cyc/sec  
 Cutoff Frequency (Radius):  cyc/sec  
 Convergence Tolerance:   
 Allow Auto Frequency Shifting



**ET** Mass Source Data

Mass Source Name:

Mass Source

- Element Self Mass
- Additional Mass
- Specified Load Patterns
- Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:
  - This Ratio of Diaphragm Width in X Direction:
  - This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
CARGA MUERTA	1
CARGA MUERTA	0.25
CARGA VIVA	0.25
CARGA VIVA TECHO	0.25

Mass Options

- Include Lateral Mass
- Include Vertical Mass
- Lump Lateral Mass at Story Levels

OK Cancel

**ET** Define Load Patterns

Loads

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
CARGA MUERTA	Super Dead	0	
CARGA MUERTA	Super Dead	0	
CARGA VIVA	Live	0	
PESO PROPIO	Dead	1	
CARGA VIVA TECHO	Roof Live	0	
SISMO ESTATICO X-X	Seismic	0	User Coefficient
SISMO ESTATICO Y-Y	Seismic	0	User Coefficient

Click To:

- Add New Load
- Modify Load
- Modify Lateral Load...
- Delete Load

OK Cancel

# Anexo 13: Presupuesto, costos unitarios y relación de insumos.

510

Página

1

## Presupuesto

Presupuesto **1301001** **Reforzamiento estructural y desempeño sismorresistente de una vivienda unifamiliar de concreto armado con fines de ampliación, San Sebastián, Cusco-2022**  
 Subpresupuesto **001** **PRESUPUESTO PARA ENCAMISADO**  
 Cliente **Perez Salgado, Juana** Costo al **31/03/2022**  
 Lugar **CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>7,038.62</b>
01.01	APUNTALAMIENTO METALICO	und	10.00	77.60	776.00
01.02	DEMOLICION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	m2	25.00	85.75	2,143.75
01.03	EXCAVACION PARA ZAPATAS	m3	15.32	56.31	862.67
01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1.80	333.86	600.95
01.05	LIMPIEZA Y TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE COLUMNAS	m2	25.00	106.21	2,655.25
02	<b>CONCRETO ARMADO</b>				<b>36,848.03</b>
02.01	<b>ZAPATAS</b>				<b>9,357.66</b>
02.01.01	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60	kg	558.00	5.19	2,896.02
02.01.02	CONCRETO PARA ZAPATAS f'c=280kg/cm <sup>2</sup>	m3	13.50	478.64	6,461.64
02.02	<b>COLUMNAS</b>				<b>27,490.37</b>
02.02.01	ACERO DE REFUERZO f'y=4200kg/cm <sup>2</sup>	kg	2,148.00	6.77	14,541.96
02.02.02	ENCOFRADO Y DESEMOFRADO METALICO EN COLUMNAS	m2	25.00	439.98	10,999.50
02.02.03	CONCRETO PARA COLUMNAS 280kg/cm <sup>2</sup>	m3	3.39	574.90	1,948.91
	<b>Costo Directo</b>				<b>43,886.65</b>

**SON : CUARENTITRES MIL OCHOCIENTOS OCHENTISEIS Y 65/100 NUEVOS SOLES**



### Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1301001 Reforzamiento estructural y desempeño sísmorresistente de una vivienda unifamiliar de concreto armado con fines de ampliación, San Sebastián, Cusco-2022

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO PARA ENCAMIBADO Fecha presupuesto 31/03/2022

Partida 01.06 LIMPEZA Y TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE COLUMNAS

Rendimiento m2/DIA MO 16.0000 EO 16.0000 Costo unitario directo por : m2 108.21

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Paroia \$/.
Mano de Obra						
010101003	OPERARIO	hh	2.0000	1.0087	23.44	25.00
010101005	PEON	hh	3.0000	1.6000	16.78	26.82
61.82						
Materiales						
022030005	SIKADUR-32	kg		0.7000	74.00	51.80
61.80						
Equipos						
030101006	HERRAMIENTAS MANUALES	flno		5.0000	51.82	2.59
2.68						

Partida 02.01.01 ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 Ø RADO 80

Rendimiento kg/DIA MO 290.0000 EO 290.0000 Costo unitario directo por : kg 6.18

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Paroia \$/.
Mano de Obra						
010101003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0308	23.44	0.72
010101004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0308	16.53	0.57
1.29						
Materiales						
0204010020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0250	4.00	0.10
020403001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 Ø RADO 80	kg		1.0400	3.05	3.80
3.90						

Partida 02.01.02 CONCRETO PARA ZAPATAS f'c=280 kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO 20.0000 EO 20.0000 Costo unitario directo por : m3 478.84

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Paroia \$/.
Mano de Obra						
010101003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	23.44	18.75
010101004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	16.53	14.82
010101005	PEON	hh	4.0000	1.6000	16.78	26.82
80.39						
Materiales						
02070100210002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.9100	85.00	43.35
02070200210002	ARENA GRUESA	m3		0.4800	60.00	27.00
021301001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bd		13.3400	24.50	326.83
020130021	AGUA	und		0.1800	5.00	0.95
386.18						
Equipos						
030101006	HERRAMIENTAS MANUALES	flno		5.0000	60.39	3.02
0301200010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25'	hm	1.0000	0.4000	5.00	2.00
0301200030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	2.0000	1.0000	15.10	15.10
20.12						



### Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1301001 Reforzamiento estructural y desempeño sísmorresistente de una vivienda unifamiliar de concreto armado con fines de ampliación, San Sebastián, Cusco-2022

Subpresupuesto 001 PRESUPUESTO PARA ENCAMISADO Fecha presupuesto 31/03/2022

Partida 02.02.01 ACERO DE REFUERZO fy=4200kg/cm2

Rendimiento kg/DIA MO 250.0000 EO 250.0000 Costo unitario directo por : kg 6.77

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
010101003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0300	23.44	0.73
010101004	OFICIAL	hh	3.0000	0.0000	18.53	1.78
2.58						
Materiales						
0204010010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0500	4.00	0.20
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	3.85	3.01
4.11						
Equipos						
0301010005	HERRAMIENTAS MANUALES	%no		5.0000	2.53	0.13
0.18						

Partida 02.02.02 ENCOFRADO Y DEBENCOFRADO METALICO EN COLUMNAS

Rendimiento m2/DIA MO 12.0000 EO 12.0000 Costo unitario directo por : m2 439.98

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
010101003	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	23.44	31.25
010101004	OFICIAL	hh	2.0000	1.3333	18.53	24.71
010101005	PEON	hh	3.0000	2.0000	16.76	33.52
89.48						
Materiales						
0204010010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.0200	5.00	0.10
0222120002	CURADOR QUIMICO	g#		0.0400	5.00	0.20
0.30						
Equipos						
0301010005	HERRAMIENTAS MANUALES	%no		5.0000	89.48	4.47
0301030011	ENCOFRADO METALICO	m2		7.0000	49.39	345.73
360.20						

Partida 02.02.03 CONCRETO PARA COLUMNAS 230kg/cm2

Rendimiento m3/DIA MO 12.0000 EO 12.0000 Costo unitario directo por : m3 674.90

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
010101003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	23.44	15.63
010101004	OFICIAL	hh	2.0000	1.3333	18.53	24.71
010101005	PEON	hh	10.0000	6.6667	16.76	111.73
152.07						
Materiales						
0207010010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.5100	85.00	43.35
0207020010002	ARENA GRUESA	m3		0.4500	60.00	27.00
0213010001	CEMENTO PORTLAND TPO I (42.5 kg)	bol		13.3400	24.50	326.83
0201030021	AGUA	und		0.1600	5.00	0.05
398.18						
Equipos						
0301010005	HERRAMIENTAS MANUALES	%no		5.0000	152.07	7.60
0301290010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25'	hm	0.6000	0.4000	5.00	2.00
0301290030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (13 HP)	hm	1.5000	1.0000	15.10	15.10
24.70						

### Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	1301001	Reforzamiento estructural y desempeño sismorresistente de una vivienda unifamiliar de concreto armado con fines de ampliación, San Sebastián, Cusco-2022
Subpresupuesto	001	PRESUPUESTO PARA ENCAMISADO
Fecha	01/03/2022	
Lugar	000105	CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>MANO DE OBRA</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	198.9920	23.44	4.664.14
0101010004	OFICIAL	hh	272.0459	18.53	5.041.01
0101010005	PEON	hh	266.1589	16.76	4.460.82
					14,165.97
<b>MATERIALES</b>					
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	0.5000	5.00	2.50
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg	107.4000	4.00	429.60
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	13.9500	4.00	55.80
0204030001	ACERO CORRUGADO fy= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	2.878.6800	3.65	10.507.18
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	8.6140	85.00	732.19
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	7.6005	60.00	456.03
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	225.3126	24.50	5.520.16
0222030005	SIKADUR-32	kg	17.5000	74.00	1.295.00
0222120002	CURADOR QUIMICO	gal	1.0000	5.00	5.00
0290130021	AGUA	und	3.1922	5.00	15.96
					19,019.42
<b>EQUIPOS</b>					
0301030004	PUNTALES	día	100.0000	5.00	500.00
0301030011	ENCOFRADO METALICO	m2	175.0000	49.39	8.643.25
03011400020002	MARTILLO NEUMATICO DE 29 kg	hm	33.3325	5.65	188.33
0301160002	NINI CARGADOR. FRONTAL	hm	1.8000	90.00	162.00
03012200040002	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	hm	1.8000	150.00	270.00
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	6.7560	5.00	33.78
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	16.8900	15.10	255.04
					10,052.40
<b>Total</b>				S/.	43,237.79

### Presupuesto

Presupuesto	1301001	Reforzamiento estructural y desempeño sismorresistente de una vivienda unifamiliar de concreto armado con fines de ampliación, San Sebastián, Cusco-2022
Subpresupuesto	002	PRESUPUESTO CON CFRP
Cliente	Perez Salgado, Juana	Costo al 31/03/2022
Lugar	CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN	

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>3,019.80</b>
01.01	ELIMINACION DE TARRAJEO EN COLUMNAS	m2	60.00	14.55	873.00
01.02	LIMPIEZA Y TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE COLUMNAS	m2	60.00	35.78	2,146.80
02	<b>REFORZAMIENTO CON CFRP</b>				<b>22,560.80</b>
02.01	REVESTIMIENTO DE COLUMNAS CON CFRP	m2	60.00	321.57	19,294.20
02.02	PINTURA EN COLUMNAS	m2	60.00	54.44	3,266.40
<b>Costo Directo</b>					<b>25,580.40</b>
<b>SON : VEINTICINCO MIL QUINIENTOS OCHENTA Y 40/100 NUEVOS SOLES</b>					

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1001001 Reforzamiento estructural y desempeño sísmorresistente de una vivienda unifamiliar de concreto armado con fines de ampliación,

San Sebastián, Cusco-2022

Subpresupuesto 002 PRESUPUESTO CON CFRP

Fecha presupuesto 31/08/2022

Partida 01.01 ELIMINACIÓN DE TARRAJEO EN COLUMNAS

Rendimiento m2/DIA M.O. 20.0000 E.O. 20.0000 Costo unitario direct por : m2 14.55

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de O bra						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.4000	16.70	6.70
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	flno		5.0000	0.70	0.34
0301140002	MARTILLO HIDRAULICO	hm	3.3250	1.3300	5.05	7.91
7.86						

Partida 01.02 LIMPIEZA Y TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE COLUMNAS

Rendimiento m2/DIA M.O. 16.0000 E.O. 16.0000 Costo unitario direct por : m2 35.78

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de O bra						
0101010005	PEON	hh	3.7500	2.0000	16.70	33.52
38.62						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	flno		5.0000	33.52	1.68
0301110002	ESMERIL	hm	0.2053	0.1100	5.25	0.58
2.28						

Partida 02.01 REVESTIMIENTO DE COLUMNAS CON CFRP

Rendimiento m2/DIA M.O. 20.0000 E.O. 20.0000 Costo unitario direct por : m2 321.57

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de O bra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	23.44	9.38
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	18.53	14.82
0101010005	PEON	hh	4.0000	1.6000	16.70	26.82
61.02						
Materiales						
0222030006	SIKADUR-30	kg		0.0600	300.00	18.00
0222030007	SIKA-CARBODUR	m		1.0000	250.00	250.00
268.00						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	flno		5.0000	51.02	2.55
2.66						

Partida 02.02 PINTURA EN COLUMNAS

Rendimiento m2/DIA M.O. 26.0000 E.O. 26.0000 Costo unitario direct por : m2 54.44

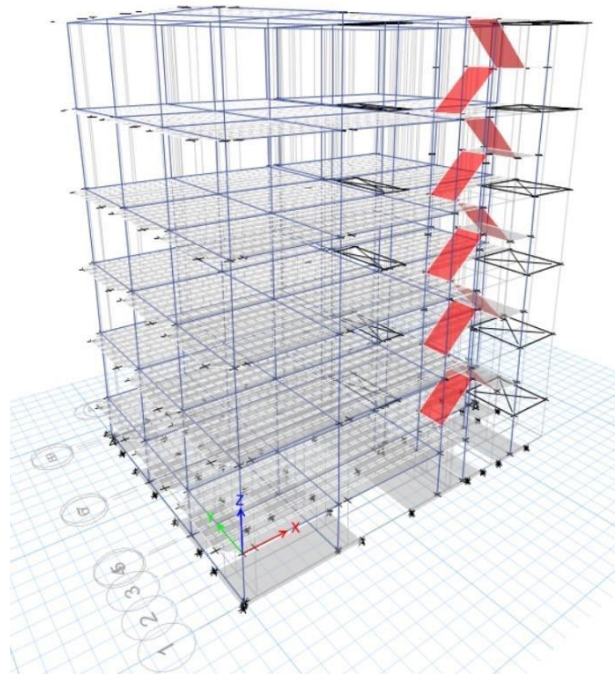
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de O bra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	18.53	5.93
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.6400	16.70	10.73
16.66						
Materiales						
0238010004	LJA PARA PARED	plg		0.2500	1.78	0.45
0240070001	PINTURA ANTICORROSIVA	gal		1.0000	35.00	35.00
02401500010003	IMPRIMANTE PMUROS VENCEDOR	gal		0.0600	20.00	1.20
0290130021	AGUA	und		0.0800	5.00	0.30
38.96						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	flno		5.0000	16.66	0.83
0.83						

### Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>MANO DE OBRA</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	24.0000	23.44	562.56
0101010004	OFICIAL	hh	67.2000	18.53	1,245.22
0101010005	PEON	hh	278.4000	16.76	4,665.98
					<b>6,473.76</b>
<b>MATERIALES</b>					
0222030006	SIKADUR-30	kg	3.6000	300.00	1,080.00
0222030007	SIKA-CARBODUR	m	60.0000	250.00	15,000.00
0238010004	LIJA PARA PARED	plq	15.0000	1.78	26.70
0240070001	PINTURA ANTICORROSIVA	gal	60.0000	35.00	2,100.00
02401500010003	IMPRIMANTE PIMUROS VENCEDOR	gal	3.6000	20.00	72.00
0290130021	AGUA	und	3.6000	5.00	18.00
					<b>18,296.70</b>
<b>EQUIPOS</b>					
0301110002	ESMERIL	hm	6.6000	5.25	34.65
0301140002	MARTILLO HIDRAULICO	hm	79.8000	5.65	450.87
					<b>485.52</b>
<b>Total</b>				<b>S/.</b>	<b>25,255.98</b>

## MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

“Reforzamiento estructural y desempeño sismorresistente de una vivienda unifamiliar de concreto armado con fines de ampliación, San Sebastián, Cusco-2022”



DEPARTAMENTO  
PROVINCIA  
DISTRITO

: Cusco  
: Cusco  
: San Sebastián

### I. Generalidades

La presente Memoria corresponde al análisis sísmico y calculo estructural de la tesis denominada “Reforzamiento estructural y desempeño sismorresistente de una vivienda unifamiliar de concreto armado con fines de ampliación, San Sebastián, Cusco-2022”

## 1.1 Normas empleadas

Se sigue las disposiciones de los Reglamentos y Normas Nacionales e Internacionales descritos a continuación:

- Reglamento nacional de edificaciones
- Norma E-020 cargas
- Norma E-030 Diseño Sismorresistente
- Norma E-050 Cimentaciones
- Norma E-060 Concreto Armado
- A.C.I. 318 – 2009 (American Concrete Institute) – Building Code Requirements for Structural Concrete

## 2.2 Especificaciones – Materiales empleados

### VIVIENDA EXISTENTE:

La vivienda en el 1er y 2do nivel tiene un área construida de 132m<sup>2</sup>, con una altura de entre piso de 2.50 ml tanto en el primer nivel y segundo nivel.

Sistema estructural existente consta de: Pórticos de concreto armado con columnas y vigas variables peraltadas en ambas direcciones, losa aligerada de e=0. 20m, columnas y vigas como se muestra en la tabla 2 y 3.

### Concreto Armado

- $f'c$  : 209kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de E. : 216,852.48kg/cm<sup>2</sup> ( $E=15000*210^{0.5}$ )
- Módulo de Poisson : 0.20
- Peso específico : 2,400kg/cm<sup>3</sup>

### Acero corrugado

- Resistencia de fluencia : 4,200kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de elasticidad : 2´100,000kg/cm<sup>2</sup>

RESULTADOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA					
N° de Ensayo	Elemento estructural	Edad del concreto	f'c de diseño Kg/cm2	f'c obtenido Kg/cm2	Resistencia obtenida en %
ESC-01	COLUMNA	>28 días	210	189	90.13
ESC-02	VIGA	>28 días	210	228	108.56
ESC-03	COLUMNA	>28 días	210	207	98.42
ESC-04	COLUMNA	>28 días	210	213	101.27
ESC-05	COLUMNA	>28 días	210	204	97.01
ESC-06	VIGA	>28 días	210	225	107.08
ESC-07	CIMENTACION	>28 días	210	154	73.44
ESC-08	COLUMNA	>28 días	210	213	101.27
ESC-09	COLUMNA	>28 días	210	207	98.42
ESC-010	COLUMNA	>28 días	210	201	95.62

#### VIVIENDA PROYECTADA:

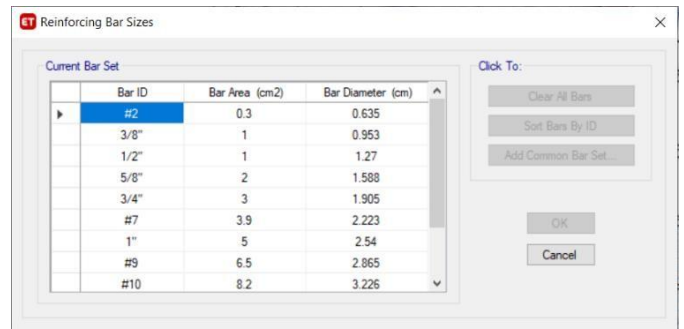
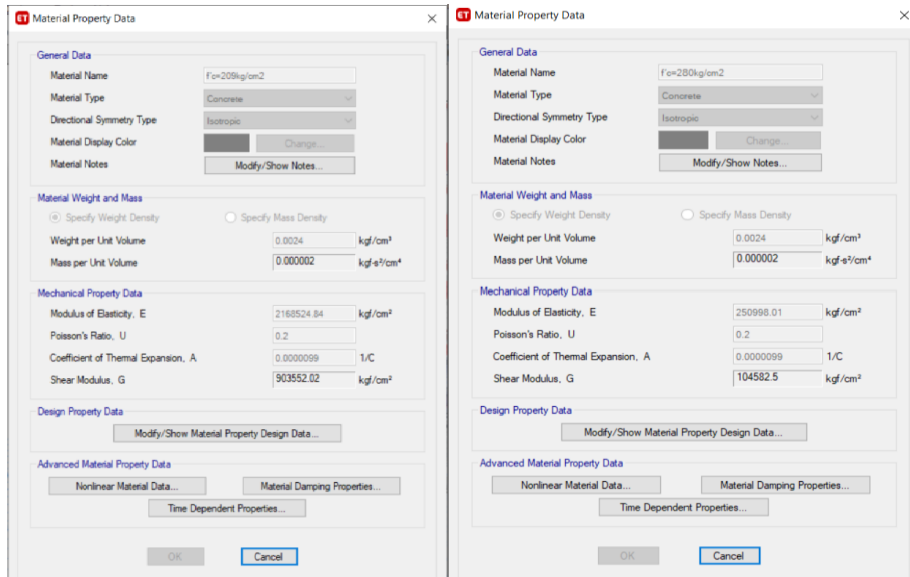
- Resistencia f'c : 280kg/cm2
  - Módulo de E. : 216,852.48kg/cm2 ( $E=15000*240^{0.5}$ )
  - Módulo de Poisson : 0.20
  - Peso específico : 2,400kg/cm3
- Acero corrugado
- Resistencia de fluencia : 4,200kg/cm2
  - Módulo de elasticidad : 2'100,000kg/cm2

#### 2.3 Parámetros de diseño sísmico

- Factor de zona : 0.25 (zona 2 provincia de cusco)
- Factor de uso : 1.0 (edificaciones comunes)
- Factor de suelo : 1.40 (suelos blandos)
- Coeficiente de reducción sísmica : 8 (Pórticos)
- Factor de amplificación sísmica :  $T < T_p \quad C = 2.5$

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

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

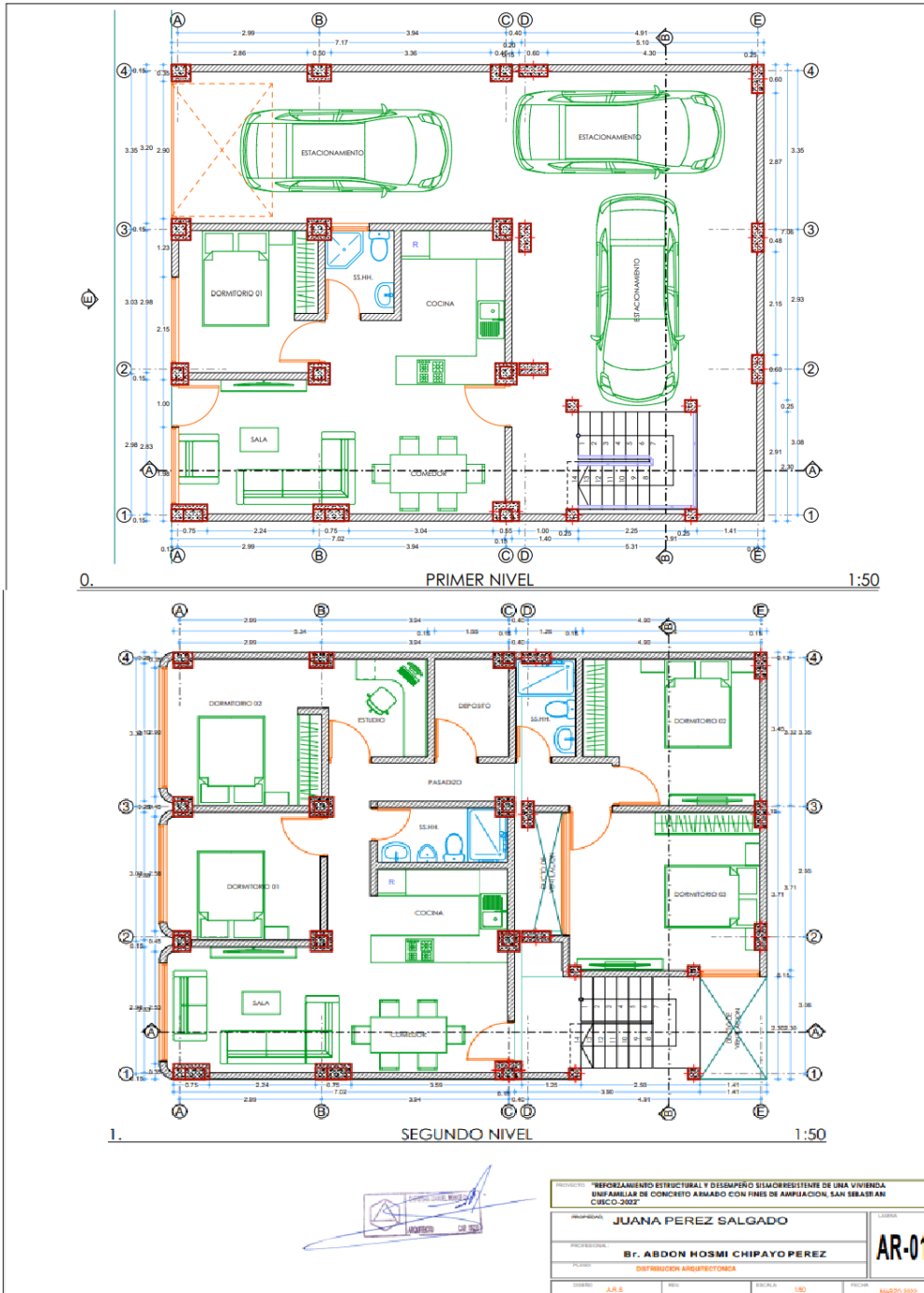


## 2.4 Recubrimientos mínimos (R).

- Cimientos, zapatas, vigas de cimentación 7.50 cm
- Columnas, Vigas, Placas, Muros (Cisternas, Tanques) 4.00 cm
- Losas Aligeradas, Vigas chatas, Vigas de borde 3.00 cm
- Losas Macizas, Escaleras 2.50 cm

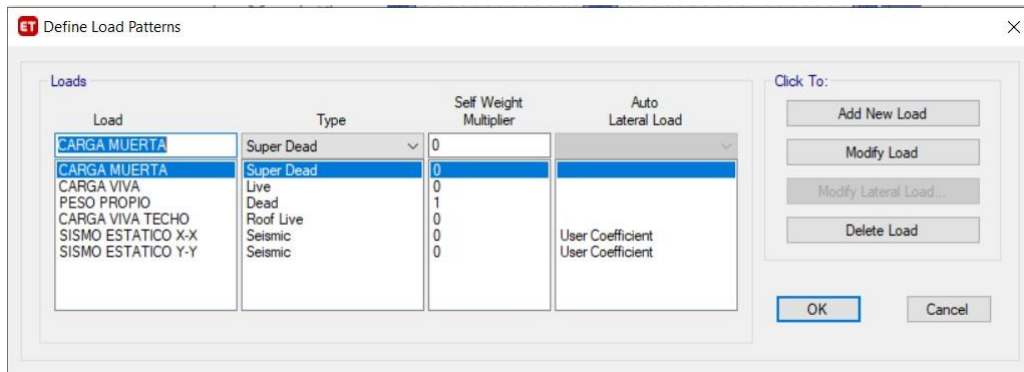


II. Identificación  
 1. Referencias  
 1.1 Arquitectura

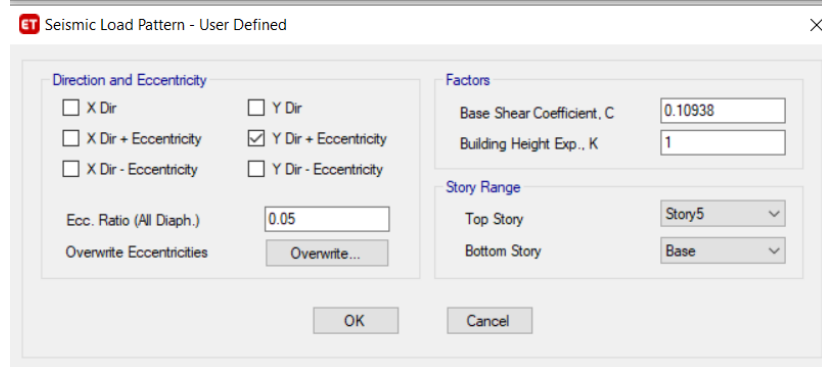
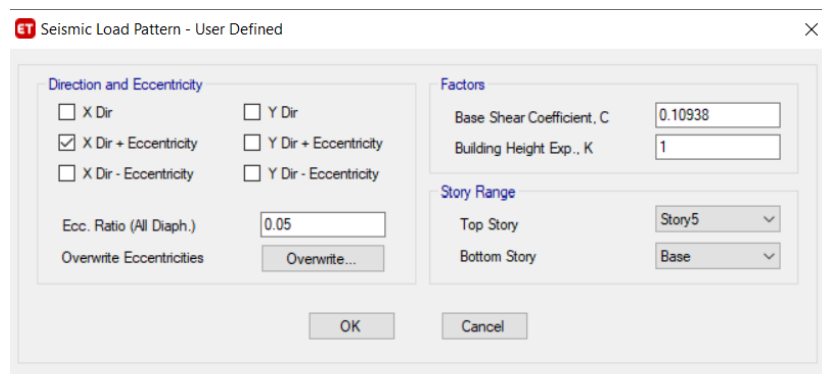


PROYECTO: "REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL Y DESMPEÑO SIMBRESISTENTE DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CONCRETO ARMADO CON FINES DE AMPLIACION, SAN SEBASTIAN CUSCO-2022"			
PROYECTADA POR: JUANA PEREZ SALGADO			LEGENDA
PROFESIONISTA: Br. ABDON HOSMI CHIPAYOPEREZ			AR-01
PROYECTO: DISTRIBUCION ARQUITECTONICA			
ELABORADO: J.R.S.	FECHA: MARZO 2022	ESCALA: 1:50	FECHA: MARZO 2022

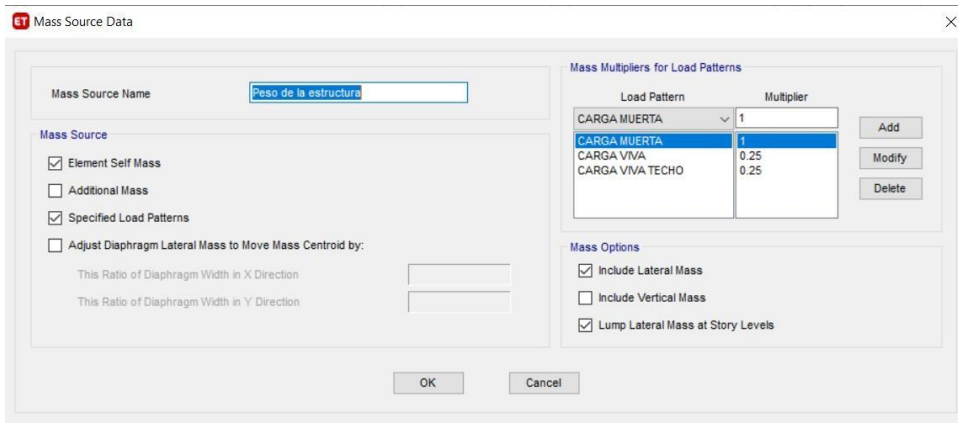
## 2. Patrones de carga



- CM Carga muerta: proveniente de Muros, ventanas, puertas, peso propio.
- CV Carga Viva: Proveniente de Norma E=020
- CT Carga Viva de Techo: Proveniente de Norma E=020
- Sismo estático X son Fuerza Sísmica estática en dirección. X-X más una excentricidad accidental de 5% en dirección X
- Sismo estático Y-Y son Fuerza Sísmica estática en dirección Y-Y, más una excentricidad accidental de 5% en dirección Y.

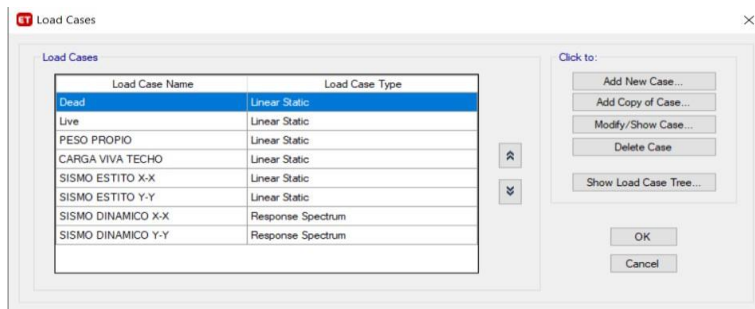


### 3. Fuente de masa



P= Según al artículo 26 se halla tomando el 100% de la carga permanente y total de la edificación más un 25% de la carga viva esto para edificaciones de categoría C.

### 4.- Casos de carga



## III. Análisis estático

Name	Ecc Ratio	Top Story	Bottom Story	C	K	Weight Used tonf	Base Shear tonf
SISMO ESTATICO X-X	0.05	Story5	Base	0.10938	1	528.4	57.79
SISMO ESTATICO Y-Y	0.05	Story5	Base	0.10938	1	528.4	57.79

## IV. Análisis dinámico

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal 1	1	0.333	0.0322	0.6945	0.0322	0.6945	0.7908	0	0.2332	0.00001081	0.0045	0.2332	0.00001081	0.0045
Modal 2	2	0.272	0.8051	0.0644	0.8372	0.7589	0.7939	0	0.0002	0.1275	0.3105	0.2334	0.1275	0.3151
Modal 3	3	0.256	0.0626	0.1083	0.8998	0.8673	0.7987	0	0.0001	0.1033	0.4771	0.2335	0.2309	0.7921
Modal 4	4	0.084	0.0651	0.0006	0.9649	0.8679	0.8136	0	0.0494	0.3723	0.0335	0.2829	0.6032	0.8256
Modal 5	5	0.076	0.0006	0.0885	0.9655	0.9564	0.9265	0	0.5304	0.0574	0.00001643	0.8133	0.6606	0.8256
Modal 6	6	0.067	0.0343	0.0012	0	0.9259	0.9277	0	0.0103	0.1269	0.0944	0.8236	0.7875	0.92
Modal 7	7	0.046	0.0249	0.0053	0	0.9508	0.933	0	0.0113	0.0622	0.0149	0.8349	0.8496	0.9348
Modal 8	8	0.043	0.0063	0.0378	0	0.9572	0.9707	0	0.0563	0.0179	0.000005908	0.8912	0.8675	0.9348
Modal 9	9	0.033	0.0182	0.0043	0	0.9754	0.975	0	0.0128	0.0452	0.0254	0.904	0.9128	0.9602
Modal 10	10	0.032	0.0023	0.0032	0	0.9777	0.9783	0	0.0107	0.0162	0.0154	0.9147	0.929	0.9757
Modal 11	11	0.029	0.0078	0.013	0	0.9855	0.9913	0	0.0599	0.0248	0.0006	0.9746	0.9538	0.9762
Modal 12	12	0.026	0.0015	0.002	0	0.987	0.9933	0	0.0078	0.003	0.0018	0.9824	0.9567	0.978
Modal 13	13	0.023	0.000003234	0.0049	0	0.987	0.9982	0	0.012	0.0001	0.0011	0.9943	0.9568	0.9791
Modal 14	14	0.02	0.0091	0.00001032	0	0.9961	0.9982	0	0.00002566	0.031	0.0148	0.9944	0.9878	0.994
Modal 15	15	0.015	0.003	0.0000177	0	0.9991	0.9982	0	0.00002008	0.0085	0.0049	0.9944	0.9963	0.9988

## V. Desplazamientos laterales relativos admisibles

TABLE: Diaphragm Center Of Mass Displacements

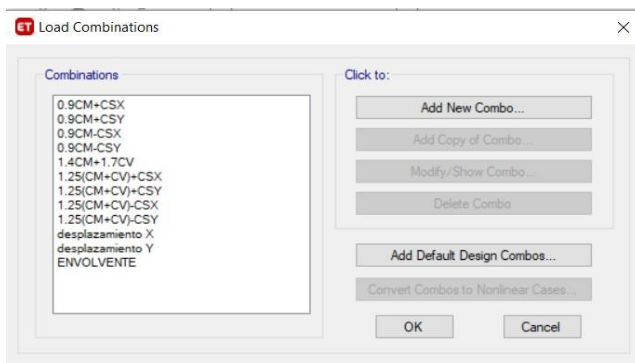
Story	Diaphragm	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	UX	UY	RZ	Point	X	Y	Z
						m	m	rad		m	m	m
Story5	d5	desplazamiento X	Combination	Max		0.0005	0.000471	0.001275	6	5.6089	4.833	12.5
Story4	d4	desplazamiento X	Combination	Max		0.0008	0.000486	0.001132	7	5.735	5.144	10
Story3	d3	desplazamiento X	Combination	Max		0.0016	0.000536	0.00088	9	5.7627	5.1454	7.5
Story2	d2	desplazamiento X	Combination	Max		0.0023	0.000439	0.000571	10	5.7636	5.1433	5
Story1	d1	desplazamiento X	Combination	Max		0.0024	0.000224	0.000236	15	5.6522	5.1326	2.5

TABLE: Diaphragm Center Of Mass Displacements

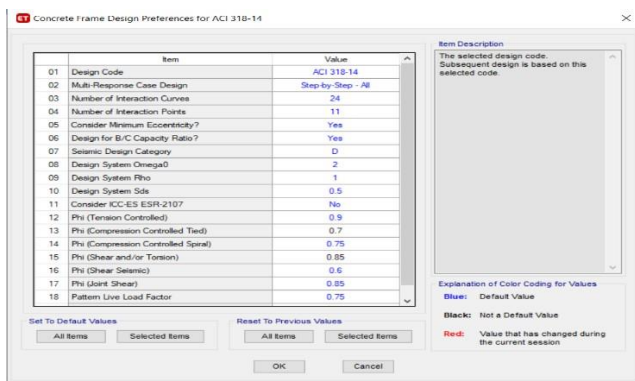
Story	Diaphragm	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	UX	UY	RZ	Point	X	Y	Z
						m	m	rad		m	m	m
Story5	d5	desplazamiento Y	Combination	Max		0.000557	0.0006	0.000449	6	5.6089	4.833	12.5
Story4	d4	desplazamiento Y	Combination	Max		0.000482	0.0011	0.000318	7	5.735	5.144	10
Story3	d3	desplazamiento Y	Combination	Max		0.000381	0.0016	0.000186	9	5.7627	5.1454	7.5
Story2	d2	desplazamiento Y	Combination	Max		0.00026	0.002	0.000098	10	5.7636	5.1433	5
Story1	d1	desplazamiento Y	Combination	Max		0.000116	0.0028	0.000035	15	5.6522	5.1326	2.5

## I. Diseño Estructural

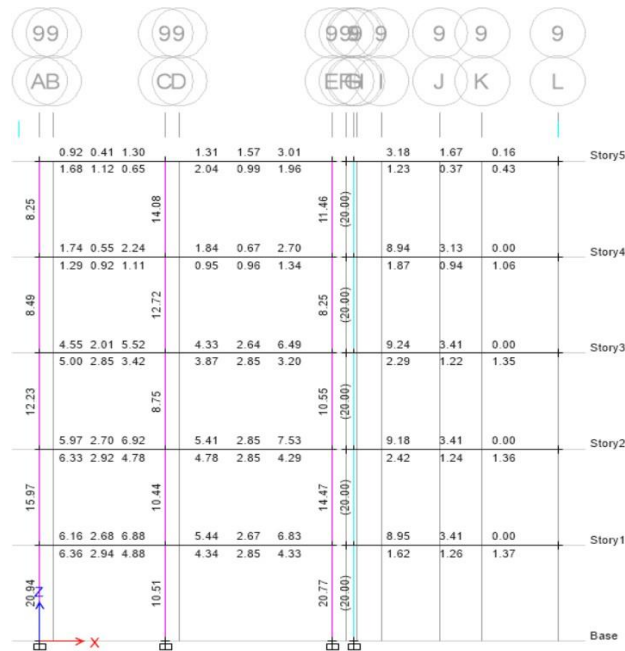
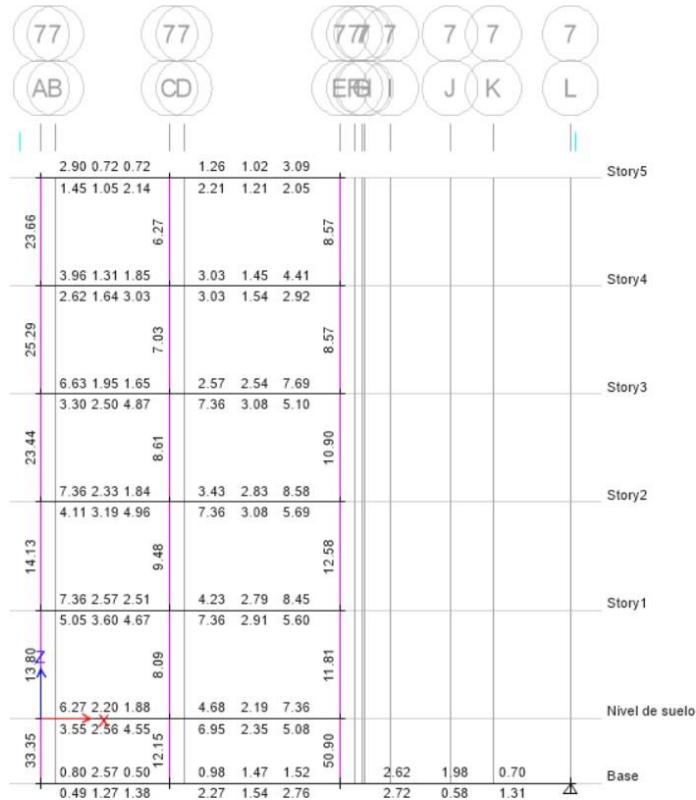
- Combinaciones de carga



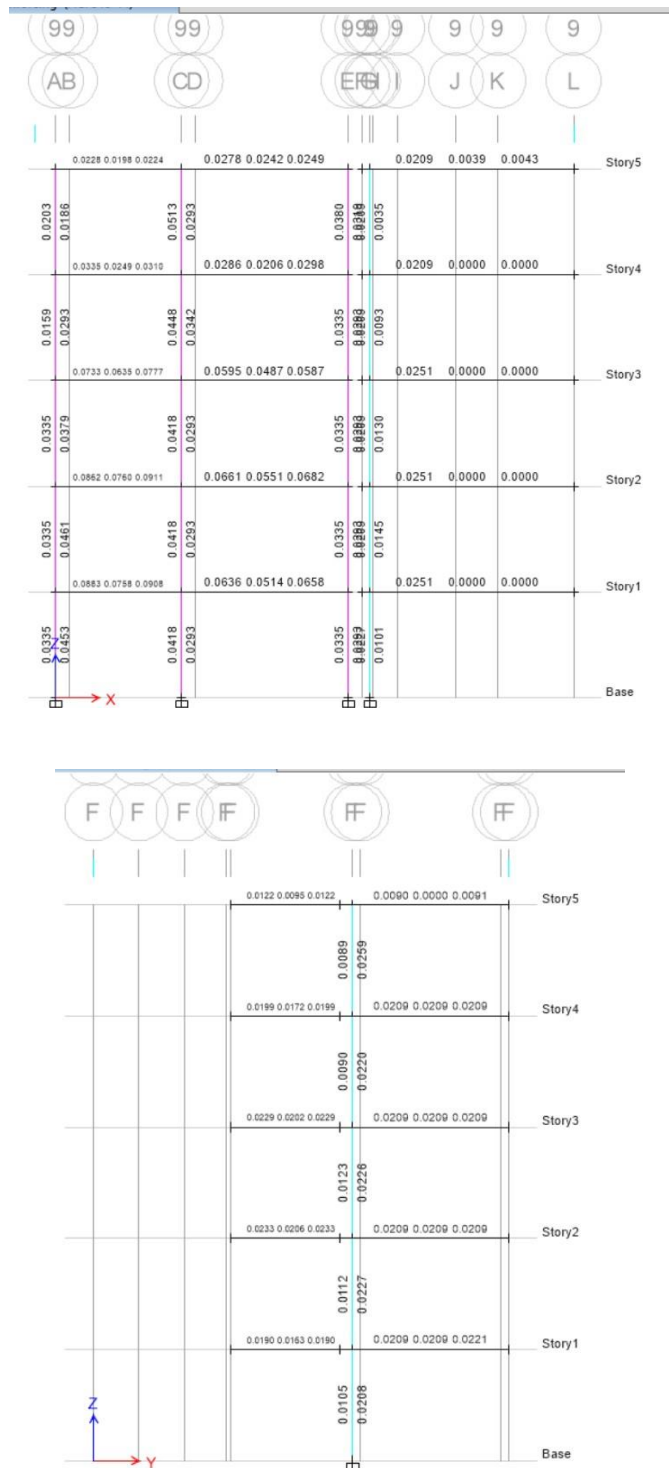
- Factores de Reducción



- Refuerzo longitudinal



- Refuerzo a cortante



- Ver anexo 11 diseño de acero en vigas.