

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Evaluación y rehabilitación de casa de 3 pisos en Salinas cantón de la
provincia de Santa Elena

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Eva Miladdy Chacón Montero

Brayan Ronny Pinto Ponce

GUAYAQUIL - ECUADOR

I PAO 2023

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mi querida madre, Lcda. Juanita Montero Alvarado, quien con su incansable apoyo y amor incondicional ha sido mi inspiración para perseverar en mis estudios. Su aliento constante, sus palabras de ánimo y su cálido consuelo han sido mi guía en cada paso de este camino académico. Su inquebrantable fe en mí y su determinación para que logre mis metas han sido fundamentales en este logro.

Eva Miladdy Chacón Montero.

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres Jacinto Salomón Pinto Monserrate y Leonny Azucena Ponce Pisco, hermano Steven Daniel Pinto Ponce, abuelos Colon Obsuel Ponce PARRALES y Eulalia Margarita Pisco Reyes, y a mi familia, a mi pareja Ginger Lisbeth Diaz Macias. En especial se lo dedico a mi abuelo querido Colon Ponce, que está en el cielo.

Brayan Ronny Pinto Ponce.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera especial a mi padre, Ab. Benito Chacón, por las incontables horas que dedicó a acompañarme en mi trayectoria universitaria.

También expreso mi gratitud a la Sra. Marianita Marca, quien en su momento me orientó a retomar mis estudios universitarios.

Un agradecimiento especial a mi tutor de proyecto integrador, el PhD Eduardo Santos, por su valiosa corrección, enseñanza y paciencia durante todo este proceso. Su guía ha sido esencial para el crecimiento y desarrollo de este trabajo.

Adicionalmente, quiero expresar mi agradecimiento a mi sobrino David Chacón, a pesar de sus tiernos 5 meses de vida, sus sonrisas inquebrantables han sido un bálsamo para mis días de estrés. Ver su foto antes de comenzar el día me ha brindado una dosis de suerte y positividad que ha influido en mi camino hacia el logro de este proyecto.

Eva Miladdy Chacon Montero.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme oportunidades y sus bendiciones, a mis padres Salomón Pinto y Azucena Ponce por permitirme los estudios, su amor incondicional, su apoyo, esfuerzo y sacrificio que me permitieron conocer una vocación noble, de ingenio y de mi agrado como lo es la ingeniería civil en esta prestigiosa universidad.

Agradezco a los profesores de la FICT por saber transmitir sus conocimientos. A mi compañera de tesis Eva Chacón por poner todo su esfuerzo en la elaboración de este proyecto de tesis.

Al PhD Eduardo Santos que durante la elaboración de este proyecto de tesis estuvo siempre pendiente de nosotros sus estudiantes y agradezco por sus metodologías de enseñanzas como formador y educador.

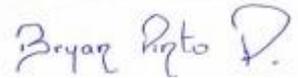
Brayan Ronny Pinto Ponce.

Declaración Expresa

"Los derechos de titularidad y explotación, me(nos) corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; (*nombre de los participantes*) y doy(damos) mi(nuestro) consentimiento para que la ESPOLE realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Eva Miladdy Chacón
Montero



Brayan Ronny Pinto
Ponce

EVALUADORES

.....
MSc. Lenin Dender Aguilar

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
PhD. Eduardo Santos Baquerizo

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Este proyecto tesis aborda la necesidad de errores estructurales y malos procesos constructivos en el Ecuador, especialmente en la provincia de Santa Elena, para enfrentar los inevitables terremotos debido a su ubicación en el cinturón de fuego y alta actividad sísmica. La región ha experimentado temblores de magnitud superior a 6 en la escala Richter y es considerada de muy alta amenaza sísmica según la NEC-15. Esta situación pone en peligro la vida de las personas y requiere que las construcciones estén diseñadas para resistir estos eventos. Por este motivo La investigación se centra en el problema de la mala infraestructura y la falta de dirección técnica que debe tener por parte de ingenieros civiles, lo que ha provocado daños estructurales en las viviendas.

A continuación, se describe un estudio de caso de una vivienda de 3 pisos con mala utilización de materiales para los elementos estructurales, columnas desalineadas y losa pandeada. Se subraya que la calidad de los materiales, el rendimiento y la falta de supervisión por parte de un especialista ingeniero civil, afectan el desempeño de la estructura. Para el proceso de recuperación estructural de la vivienda se realizaron modelamientos estructurales a través de la herramienta SAP 2000 de las condiciones actuales y de las condiciones mejoradas de la vivienda, recomendando la rehabilitación estructural con refuerzos y reparaciones estructurales para garantizar su capacidad para soportar un sismo y asegurar el bienestar ocupacional del cliente.

Palabras claves: modelamiento estructural, proceso constructivo, rehabilitación, reforzamiento, reparación.

ABSTRACT

This thesis project addresses the need for structural errors and poor construction processes in Ecuador, especially in the province of Santa Elena, to confront the inevitable earthquakes due to its location in the Ring of Fire and high seismic activity. The region has experienced earthquakes with a magnitude exceeding 6 on the Richter scale and is considered to be of very high seismic hazard according to NEC-15. This situation jeopardizes people's lives and requires constructions to be designed to withstand these events. For this reason, the research focuses on the issue of poor infrastructure and the lack of technical direction that civil engineers should provide, which has led to structural damages in homes.

Next, a case study of a 3-story house with inadequate use of materials for structural elements, misaligned columns, and a sagging slab is described. It emphasizes that the quality of materials, performance, and the lack of supervision by a specialist civil engineer affect the structure's performance. For the structural recovery process of the house, structural modeling was conducted using the SAP 2000 tool for both the current conditions and the improved conditions of the house. It recommends structural rehabilitation with reinforcements and structural repairs to ensure its capacity to withstand an earthquake and ensure the occupational well-being of the client.

Keywords: structural modeling, construction process, rehabilitation, strengthening, repair.

1 Tabla de contenido

CAPÍTULO 1.....	21
1 INTRODUCCIÓN	21
1.1 Antecedentes	21
1.2 Presentación general del problema	23
1.3 Justificación del problema	24
1.4 Objetivos	25
1.4.1 Objetivo General.....	25
1.4.2 Objetivos Específicos.....	26
CAPÍTULO 2.....	27
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
2.1 Revisión de literatura.....	27
2.2 Área de estudio	32
2.3 Trabajo de campo y laboratorio.....	34
2.4 Análisis de datos	36
2.5 Análisis de alternativas.....	37
2.5.1 Alternativas propuestas	37
2.5.2 Criterios de puntuación.....	38
2.5.3 Factor de importancia	40
2.5.4 Selección de mejor alternativa.....	40
CAPÍTULO 3.....	42
3 DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	42
3.1 Diseños	42
3.1.1 Exploración geotécnica.....	43
3.1.2 Estudio de la resistencia a la compresión del hormigón	46
3.1.3 Armaduras dispuestas en columnas	51
3.1.4 Levantamiento de la vivienda	54

3.1.5	Problema 1: ubicación de los tubería de conducción como acero de refuerzo para columnas de la primera planta	58
3.1.6	Problema 2: Columnas del segundo piso no terminadas	63
3.1.7	Problema 3: No linealidad de las columnas entre cada uno de los pisos. .	67
3.2	Modelado estructural de la vivienda	69
3.2.1	Análisis de la condición actual	70
3.2.2	Procedimiento del modelado paso a paso	83
3.2.3	Resultado del Análisis en SAP2000: Condiciones Actuales	105
3.2.4	Análisis condición mejorada	106
3.3	Rehabilitación	112
3.4	Especificaciones técnicas.....	117
CAPÍTULO 4.....		132
4	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	132
4.1	Objetivos	132
4.1.1	Objetivo general.....	132
4.1.2	Objetivos específicos	132
4.2	Descripción del proyecto	132
4.3	Línea base ambiental	133
4.4	Actividades del proyecto.....	136
4.5	Identificación de impactos ambientales	137
4.5.1	Escala de valoración.....	137
4.6	Valoración de impactos ambientales	138
4.6.1	Valoración cualitativa de los impactos ambientales	139
4.7	Medidas de prevención/mitigación	141
4.8	Conclusiones.....	142
CAPÍTULO 5.....		143
5	PRESUPUESTO	143

5.1	Estructura Desglosada de Trabajo	143
5.2	Rubros y análisis de precios unitarios (fusión)	145
5.3	Descripción de cantidades de obra	163
5.4	Valoración integral del costo del proyecto	169
5.5	Cronograma de obra	169
CAPÍTULO 6.....		171
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	171
6.1	Conclusiones.....	171
6.2	Recomendaciones.....	172
7	Bibliografía	174
8	Anexos	178
8.1	Anexo 1	178
8.2	Anexo 2 Esclerometría	185
8.3	Anexos 3	190
8.4	Anexos 4	193

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	American Society for Testing and Materials
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
CSI	Computers and Structures, Inc.
UPC	Unidad de Policía Comunitaria
NEC	Norma Ecuatoriana
EIA	Estudio Impacto Ambiental
VIA	Valor del Índice Ambiental

SIMBOLOGÍA

mil	Milésima de pulgada
mg	Miligramo
m	Metro
cm	Centímetro
mm	Milímetro
kg	Kilogramo
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cubico
u	Unidad
C	Carbono
CO ₂	Dióxido de carbono
H ₂ S	Sulfuro de hidrogeno
H ₂ O	Agua

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Mapas de peligro sísmico del Ecuador con diferentes periodos de retorno: 50 años, 100 años, 500 años y 2500 años.....	21
Figura 1.2 Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.	22
Figura 2.1 Zonas sísmicas en el Ecuador.....	29
Figura 2.2 Dispositivo pachómetro.....	31
Figura 2.3 Esclerómetro.....	31
Figura 2.4 Mapa de relieve.....	32
Figura 2.5 Mapa de suelo del cantón Salinas.....	33
Figura 2.6 Ubicación específica del proyecto.....	34
Figura 3.1 Tubo Shelby.....	44
Figura 3.2 Introducción del tubo shelby.....	44
Figura 3.3 Obtención de muestra.....	44
Figura 3.4 Obtención de muestra.....	44
Figura 3.5 Perforación a 2 metros.....	44
Figura 3.6 Impacto de martillo esclerométrico.	48
Figura 3.7 Limpieza de impurezas.	48
Figura 3.8 Registro de No. de rebotes.	48
Figura 3.9 detección secuencia vertical.....	52
Figura 3.10 Detección de varillas verticales.....	52
Figura 3.11 Espaciamiento de estribo.	52
Figura 3.12 Localizando estribo.....	52
Figura 3.13 Levantamiento estructural primera planta.	55
Figura 3.14 Levantamiento estructural segunda planta.....	56
Figura 3.15 Levantamiento estructural tercera planta.	57
Figura 3.16 Dimensiones tubo de acero utilizado como conducto de petróleo.....	59
Figura 3.17 Corrosión de los oleoductos.....	59
Figura 3.18 Zoom tubería de acero con sección de espesor 3 mm.	60
Figura 3.19 tubería de petróleo rellena con mortero estructural mal dosificado...60	
Figura 3.20 Zoom tubería de acero con sección de espesor reducido a 1 mm.	60
Figura 3.21 Zoom tubería de acero con sección de espesor expandido a 4-5 mm por corrosión.....	60
Figura 3.22 modelado 3D columna primer piso.....	61

Figura 3.23 Varilla soldada a la tubería de petróleo.	61
Figura 3.24 Columna principal A1 segundo piso no finalizada.	65
Figura 3.25 Zoom columna principal A1 del 2do. piso.	65
Figura 3.26 Detalle columna A1.	66
Figura 3.27 Dimensiones perfil tubural rectangular.	66
Figura 3.28 Losa soldada entre columna del primer piso y el segundo piso.	67
Figura 3.29 No linealidad en el elemento estructural columna en los tres pisos.	68
Figura 3.30 Modelado no analizado en condición actual casa 3 pisos en Salinas.	70
Figura 3.31 Propiedades de novalosa 76.	76
Figura 3.32 Valores del factor Z.	78
Figura 3.33 Valores del Coeficiente Fa según subsuelo.	79
Figura 3.34 Valores del Coeficiente Fb según subsuelo.	79
Figura 3.35 Valores del Coeficiente Fc según subsuelo.	80
Figura 3.36 Coeficiente dependiente del sector donde estamos construyendo el espectro.	80
Figura 3.37 Factor r de espectro de diseño elástico.	80
Figura 3.38 Espectro de respuesta sísmica.	81
Figura 3.39 Factor de Importancia I.	81
Figura 3.40 Factor de modificación de respuesta sísmica.	82
Figura 3.41 Definición de grilla acorde los planos arquitectónicos y estructurales.	83
Figura 3.42 Definición de materiales.	84
Figura 3.43 Definición de un hormigón de $f'c$ 56.	85
Figura 3.44 Definición de un hormigón de $f'c$ 240.	85
Figura 3.45 Definición de un hormigón de $f'c$ 75.	85
Figura 3.46 Definición de un hormigón de $f'c$ 63.	85
Figura 3.47 Definición de un hormigón de $f'c$ 86.	86
Figura 3.48 Definición de un hormigón de $f'c$ 56.	86
Figura 3.49 Acero estructural tipo steel de F_y 7850.	86
Figura 3.50 definición de los elementos de acero.	86
Figura 3.51 Definición de los materiales y resistencia para los elementos estructurales.	87
Figura 3.52 Definición de secciones de los elementos.	87

Figura 3.53 Definición de las secciones de los elementos columnas.	88
Figura 3.54 Perfil 80 x 40 x 2.	88
Figura 3.55 Perfil 100 x 50 x 2.	89
Figura 3.56 perfil 100 x 100 x 2.	89
Figura 3.57 columna 17 x 23.	90
Figura 3.58 columna 17 x 28.	90
Figura 3.59 Figura 3.65 columna 19 x 19.	91
Figura 3.60 Columna 19 x 23.	91
Figura 3.61 Columna 20 x 20.	92
Figura 3.62 Columna 20 x 21.	92
Figura 3.63 Columna 20 x 28.	93
Figura 3.64 Columna 22 x 18.	93
Figura 3.65 Columna 22 x 20.	94
Figura 3.66 Columna 22 x 21.	94
Figura 3.67 Columna 22 x 22.	95
Figura 3.68 Columna 22 x 28.	95
Figura 3.69 Columna 23 x 23.	96
Figura 3.70 Columna 25 x 21.	96
Figura 3.71 Columna 25 x 27.	97
Figura 3.72 Columna 26 x 26.	97
Figura 3.73 Columna 27 x 20.	98
Figura 3.74 Columna de 27 x 23.	98
Figura 3.75 Columna 27 x 30.	99
Figura 3.76 Columna 28 x 20.	99
Figura 3.77 Columna 29 x 20.	100
Figura 3.78 Columna 30 x 25.	100
Figura 3.79 Columna tuburales.	101
Figura 3.80 Refuerzo para las columnas de hormigón armado de las primer y segundo piso.	102
Figura 3.81 Determinar la losa y factor $f'c$ 63.	103
Figura 3.82 Espectro de respuesta.	103
Figura 3.83 Valores obtenido de la NEC.	104
Figura 3.84 Combinación de cargas.	104
Figura 3.85 Inestabilidad en el estado actual de la estructura	106

Figura 3.86 Modelado no analizado en condición mejorada vivienda 3 pisos cantón Salinas.	107
Figura 3.87 Transmisión de momentos corte eje 1.	108
Figura 3.88 transmisión de momentos corte eje 2.	109
Figura 3.89 Transmisión de momentos corte eje 3.	110
Figura 3.90 Transmisión de momentos corte eje 4.	111
Figura 5.1 Estructura de Desglose de Trabajo.	144
Figura 5.2 Cronograma de obra.	170

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Escala de las puntuaciones de las alternativas.....	38
Tabla 2.2 Aspecto de puntuaciones.....	39
Tabla 2.3 Puntuación de alternativas.....	40
Tabla 3.1 Cuadro de exploraciones.	43
Tabla 3.2 Ensayo de laboratorio.....	45
Tabla 3.3 Perfil estratigráfico.....	46
Tabla 3.4 Autores y descripción de métodos de aplicación de los ensayos con el martillo de Schmidt.	47
Tabla 3.5 Resultado de Esclerometría vivienda.....	49
Tabla 3.6 Resultado Pachometría de la vivienda.	53
Tabla 3.7 Calculo de cargas columnas primer piso.	72
Tabla 3.8 Calculo de cargas columnas segundo piso.....	73
Tabla 3.9 Cálculos de carga columna tercer piso.....	74
Tabla 3.10 Calculo carga losa aligera primer piso.....	75
Tabla 3.11 Calculo carga losa Steel Deck segundo piso.	75
Tabla 3.12 Calculo de cargas vigas segundo piso.	76
Tabla 3.13 Bloques primer piso 40 x 20 x 7 [cm].	77
Tabla 3.14 Bloques segundo piso 40 x 20 x 7 [cm].	77
Tabla 3.15 Bloques tercer piso 40 x 20 x 7 [cm].	78
Tabla 3.16 Factores de zonas sísmica cantón Salinas.....	82
Tabla 4.1 Actividades del proyecto.....	136
Tabla 4.2 Puntuación de los criterios.	137
Tabla 4.3 Escala de valoración.....	138
Tabla 4.4 Matriz de Leopold.....	139
Tabla 4.5 Resultados de Matriz de Leopold	140
Tabla 5.1 Presupuesto general del proyecto Evaluación y rehabilitación de vivienda de 3 pisos en Salinas.	145
Tabla 5.2 Plantilla para análisis de costos unitarios.	146
Tabla 5.3 Descripción de cantidades de obra.	163

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1 arquitectónico vivienda actual

PLANO 2 estructural vivienda actual

PLANO 3 estructural primer problema

PLANO 4 estructural segundo problema

PLANO 5 estructural tercer problema

PLANO 6 estructural solución problema 1 y 3

PLANO 7 solución segundo problema

CAPÍTULO 1

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Dado que Ecuador se ubica en el cinturón de fuego y tiene una alta peligrosidad sísmica, es inevitable que se produzcan más terremotos en el futuro. Por lo tanto, es crucial que las estructuras estén preparadas para responder de manera efectiva a estos eventos, a fin de disminuir los impactos y proteger la vida de las personas (Jaramillo Narváez, Estudio comparativo de normativas de diseño sismo-resistente de elementos no estructurales, 2020).

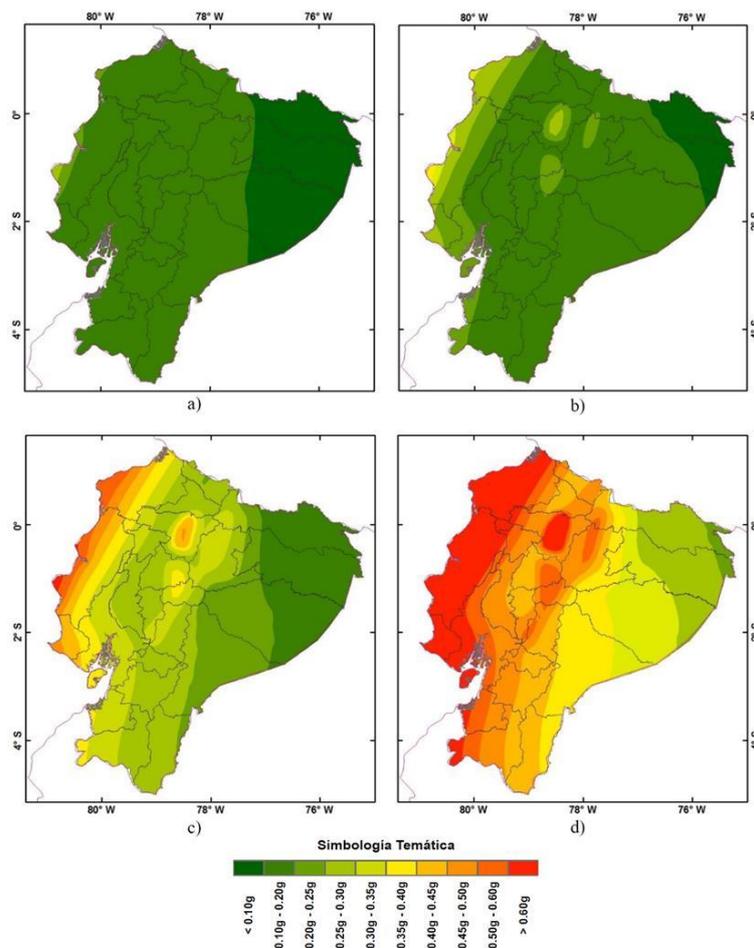


Figura 1.1 Mapas de peligro sísmico del Ecuador con diferentes periodos de retorno: 50 años, 100 años, 500 años y 2500 años.

Fuente: (Quinde Martínez, Pablo, & Reinoso Angulo, Eduardo, 2016)

En la provincia de Santa Elena, donde se encuentra ubicado el proyecto en estudio, es considerada una zona de muy alto peligro sísmico y en los últimos años, ha sido afectada por eventos tectónicos por encima de magnitud 6 en la escala de Richter. Acorde a la NEC-15, la Norma Ecuatoriana de Construcción, establece que Ecuador se conforman por seis zonas sísmicas clasificadas por su amenaza, para el caso del cantón Santa Elena, asigna a este sector como zona sísmica VI de muy alta amenaza sísmica, con factor sísmico $Z \geq 0.5g$ (NEC-15, 2015). Esta situación actual brinda un panorama general del sector del proyecto en estudio, su amenaza ante las fuerzas ocasionadas por seísmos, donde también existen fallas geológicas activas que generarían sismos (Vargas Saltos et al., 2018).

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Figura 1.2 Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.

Fuente: (NEC-15, 2015)

La provincia de Santa Elena está situada en la región costera central de Ecuador, y fue establecida oficialmente mediante una Ley de creación publicada en el Registro Oficial No. 206 el 7 de noviembre de 2007. Según el último censo realizado en 2010, cuenta con una población de 238.889 habitantes y está compuesta por los cantones de Santa Elena, Salinas y Libertad (Clemente Bacilio, 2013).

Se destaca por ser una región semiárida, lo que implica que experimenta problemas de salinización en sus suelos debido a sus condiciones climáticas y edáficas. La salinidad se debe principalmente a los niveles bajos de precipitación (Lino Suárez, 2019).

La mayoría de las edificaciones en Ecuador, especialmente las destinadas a viviendas familiares, han sido construidas de manera informal (Espín Albán & Tinoco Clavijo, 2020). Por esta razón, desde hace mucho tiempo en el país, se han implementado diseños resistentes a los terremotos, a la salinidad, a los tipos de suelo que permite que las estructuras soporten los efectos de los eventos sísmicos y sobrecargas estructurales a

los que están expuestas (Ministerio de Desarrollo y Vivienda, 2016). Sin embargo, esta práctica se ha aplicado en mayor parte para edificios y estructuras de uso especializado.

En la antigüedad, se empleaba la técnica de "mampostería en seco", donde las piedras se apilaban horizontalmente para formar muros. Durante la época romana, se utilizaban morteros de cal mezclados con guijarros para construir estructuras de diferentes tamaños, esta combinación dio origen al hormigón. A mediados del siglo XIX, se empezaron a incorporar alambres de acero en los morteros para crear maceteros y depósitos más resistentes y duraderos para plantar naranjos (Martín Martín, 2021). A lo largo de estos períodos, se ha buscado mejorar las técnicas de construcción para garantizar la solidez y la longevidad de las estructuras.

El encofrado de una estructura civil tiene un impacto significativo no solo en la velocidad de construcción, la seguridad y los acabados del elemento de hormigón, sino también en su relevancia económica en el desarrollo de la obra (Sánchez Paladines, 2022).

La compañía CSI, Computer and Structures, ofrece una amplia gama de software con diversas capacidades, incluyendo el cálculo y modelado de puentes, edificios, cimentaciones, pilares y sistemas de tuberías, entre otros. Entre estos programas se encuentra el software ETABS, el cual integra todos los aspectos necesarios para el diseño de un edificio, utilizando el motor de cálculo del software SAP2000 (Computers and Structures, 2023).

1.2 Presentación general del problema

En el amplio sector de la construcción, no solo se les da importancia a los materiales y a la gestión del proyecto, sino también a los procesos constructivos. La mala infraestructura y la falta de dirección por parte de un especialista, como lo es un ingeniero civil, han provocado daños estructurales en las residencias del sector San Raymundo de la parroquia José Luis Tamayo.

El siguiente estudio se enfoca en evaluar y rehabilitar una vivienda de 3 pisos que presenta agrietamientos en las paredes, separación columna-paredes, columnas no alineadas y losa suspendida en el aire.

El desempeño adecuado de la estructura puede verse comprometido por la calidad y rendimiento de los materiales. Además, la capacidad de la estructura depende en gran medida del personal encargado de la obra y de la gestión administrativa involucrada en el proceso. Esto implica que la construcción informal trae consigo métodos basados en la experiencia del personal constructivo, la que muchas veces no es óptima.

Los resultados de esta situación se reflejan en las cifras de personas fallecidas durante desastres naturales recientes en el país. Se ha determinado que la gran mayoría de edificaciones no cumplían con las normas establecidas en la NEC-15, la cual establece que las estructuras deben cumplir con los siguientes requerimientos:

- Tener la capacidad de resistir las fuerzas especificadas en los códigos.
- Presentar desplazamientos de piso inferiores a los valores admisibles.
- Ser capaces de disipar la energía generada durante deformaciones inelásticas.

Estas directrices son fundamentales para garantizar la integridad y la seguridad de las estructuras ante eventos sísmicos (Ministerio de Desarrollo y Vivienda, 2016).

El desafío se presenta como un problema de mejora, en el que se busca encontrar el equilibrio adecuado entre la inversión necesaria para garantizar la seguridad de la estructura y la probabilidad de daño que podría ocurrir.

1.3 Justificación del problema

La razón principal que motivó la elección de este proyecto es la alta peligrosidad sísmica en Ecuador debido a su ubicación geográfica. A pesar de esto, es común construir sin seguir las especificaciones técnicas ni contar con profesionales especializados. Es importante abordar los problemas en el sector de la construcción porque, además de considerar los materiales y la gestión del proyecto, los procesos constructivos desempeñan una función fundamental.

En el caso de la vivienda evaluada en esta tesis, existieron varias afectaciones tales como: la falta de una infraestructura adecuada y la ausencia de la supervisión de un ingeniero civil especializado que llevaron a problemas como agrietamientos en las paredes, separación entre columnas y paredes, desalineación de columnas y la existencia de losas suspendidas en el aire.

Mediante propuestas de alternativas de rehabilitación garantizaremos la seguridad, durabilidad y funcionalidad de la estructura de la vivienda y el cliente. Para esto empezaremos con la evaluación analítica estructural de la unidad constructiva, luego se analizará las fallas en los elementos: viga, columnas y losa, con la finalidad de recomendar soluciones sostenibles y económicas para evitar el colapso de la vivienda frente a un sismo.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar soluciones técnicas y económicas para rehabilitación de una vivienda, en función de los planos arquitectónicos, estructurales, pruebas de laboratorio y del análisis de los elementos estructurales en obras, para rehabilitar la estructura afectada por el mal proceso constructivo.

¿Cuál es el problema específico que se abordará en el proyecto de tesis?

El problema en este proyecto de estudio es el mal proceso constructivo, la falta de personal especializado y supervisión técnica por parte de un ingeniero civil.

¿Cómo se garantizará la seguridad y la sostenibilidad en el diseño y operación del proyecto?

Con el uso de la NEC 2015, Normativa Ecuatoriana de la Construcción y empleando buenos procesos constructivos se garantiza la seguridad. Además, con la utilización responsable de los materiales en obra y su disposición final, se produce menor impacto ambiental.

¿Qué análisis se requerirán para evaluar el rendimiento y la viabilidad de la solución propuesta?

Por medio del software SAP2000 se analizará los datos obtenidos en los ensayos de los materiales constructivos para evaluar las cargas de distribución del proyecto de tesis.

¿Cuáles son los factores económicos que considerar en el diseño y desarrollo del proyecto?

Dentro de los factores económicos en el proyecto se encuentran los estudios de suelo, material constructivo, mano de obra y alquiler de maquinaria.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar daños existentes en la vivienda mediante la recopilación de datos en el lugar in situ.
- Aplicar el manejo de normativas de diseño y de construcción en el proyecto de tesis, que avalen el uso adecuado de materiales y procesos constructivos que garantice la seguridad y el buen vivir de las personas que las habitan.
- Presentar un diseño estructural y reparación apropiado para este tipo de construcciones, empleando los estándares de seguridad.
- Determinar los costos de solución técnica y los elementos de seguridad en el proceso de construcción.

CAPÍTULO 2

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Revisión de literatura

La rehabilitación de una casa es un proceso que implica su restauración y mejora para que cumpla con los estándares modernos de habitabilidad, seguridad y eficiencia energética. Entre los aspectos clave de la rehabilitación se encuentran la consideración de la historia y el contexto cultural de la vivienda, la evaluación de los impactos ambientales y sociales de los materiales y técnicas de construcción utilizados, y la implementación de medidas de seguridad adecuadas durante todo el proceso de rehabilitación.

Según la norma NEC-15 (2015), el suelo arcilloso está clasificado como parte de los suelos tipo F. Estos tipos de perfiles generalmente hacen referencia a suelos blandos, poco cementados, de alta plasticidad, licuables, poco rígidos y con ligeros contenidos de materia orgánica. El suelo arcilloso se caracteriza por tener una alta proporción de partículas de arcilla, que son las más pequeñas de los tres tipos principales de partículas del suelo (arcilla, limo y arena). La arcilla es un tipo de suelo fino y plástico que se forma a partir de la descomposición de las rocas y minerales.

La (American Society for Testing and Materials, Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System), 2017) tiene una serie de normas para la clasificación y el análisis de suelos, incluyendo suelos arcillosos. La norma ASTM D2487-17a define los términos y las clasificaciones para suelos utilizados en ingeniería geotécnica. Esta normativa proporciona una guía para la identificación y la descripción de suelos arcillosos que producen deformaciones y daño en la cimentación.

La construcción es el proceso de crear edificios, estructuras y otros objetos físicos mediante la combinación de materiales y técnicas específicas. Este proceso puede incluir la planificación, diseño, financiamiento, permisos, excavación, cimentación, estructuración, revestimiento, instalaciones eléctricas y de plomería, acabados y otros aspectos necesarios para completar el proyecto de construcción. La construcción puede ser realizada por empresas de construcción, contratistas, arquitectos, ingenieros y otros profesionales especializados en la construcción.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC abarca un conjunto de normativas de obligatorio cumplimiento a nivel nacional, que definen los estándares mínimos de seguridad y calidad que deben cumplir las edificaciones a nivel nacional, en todas las fases del proceso constructivo (NEC-15, 2015).

Un sismo, también conocido como terremoto o seísmo, es un evento geológico que ocurre cuando las placas tectónicas de la Tierra se desplazan repentinamente, liberando energía en forma de ondas sísmicas que se propagan por la superficie terrestre. (National Geographic Society. (n.d.), 2021) La definición de sismo según la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) es la siguiente: "Un sismo es un movimiento vibratorio de la tierra causado por la liberación de energía acumulada en el interior de esta, que se propaga en forma de ondas sísmicas".

La (NEC-15, 2015) establece los requisitos y metodologías que deben aplicarse al diseño de edificios y otras estructuras resistentes a los terremotos en Ecuador. Esta norma especifica las cargas sísmicas y los criterios de diseño correspondientes para edificios y otras estructuras en Ecuador. Además, se puede observar en la figura 2.1 la zonificación sísmicas y factor Z en el Ecuador.

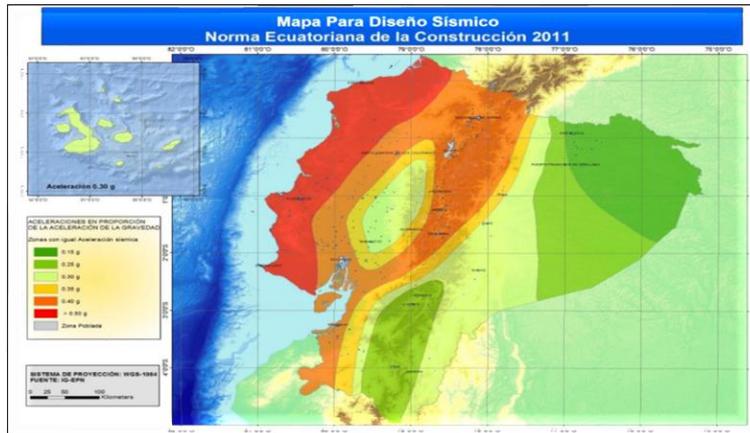


Figura 2.1 Zonas sísmicas en el Ecuador.
Fuente: NEC-SE-DS

Las grietas o fisuras en un edificio son aberturas en las paredes, techos o pisos que pueden ser causadas por diversos factores, como asentamientos diferenciales, vibraciones, cambios de temperatura, humedad, mal proceso constructivo entre otros. Estas grietas o fisuras pueden ser superficiales o profundas y pueden variar en tamaño y forma. Las grietas en los edificios pueden ser causadas por asentamientos diferenciales.

El ensayo de perforación, según American Society for Testing and Materials, Standard Test Methods for Deep Foundations Under Static Axial Tensile Load., (2018), es una técnica utilizada para obtener información sobre las características del suelo en un sitio de construcción. Consiste en la perforación de un agujero en el suelo y la extracción de una muestra de suelo para su posterior análisis en el laboratorio. Durante el ensayo, se utilizan herramientas de perforación, como una barrena o una sonda, para perforar el suelo a diferentes profundidades.

Según la normativa de la American Society for Testing and Materials (ASTM), el ensayo de perforación se puede realizar utilizando diferentes métodos, como el método de perforación con barrena manual, el método de perforación con barrena mecánica y el método de perforación con sonda. Cada método tiene sus propias especificaciones y procedimientos que deben seguirse para garantizar la precisión y la fiabilidad de los resultados.

El ensayo de extracción del núcleo es una técnica utilizada para obtener información sobre las propiedades de un material, como el concreto, el asfalto o la roca, en una estructura existente (American Society for Testing and Material, 2020). La extracción del núcleo consiste en la perforación de un agujero en la estructura y la extracción de un cilindro de material, conocido como núcleo, para su posterior análisis en el laboratorio.

Los ensayos no destructivos son técnicas de evaluación de materiales y estructuras que permiten obtener información sobre su integridad interna sin dañarlos (Mix, 2005). Estas técnicas se utilizan en una amplia variedad de industrias, como la aeronáutica, la automotriz, la construcción y la energética, entre otras.

Entre los ensayos especiales no destructivos más usuales se encuentran la esclerometría, pachómetro, radiografía industrial, la ultrasonografía, la termografía, la inspección visual y el ensayo de partículas magnéticas (Mix, 2005). Cada técnica tiene sus propias limitaciones y ventajas y se utiliza para diferentes aplicaciones, como la detección de grietas, la medición de espesores y la identificación de materiales.

El ensayo con pachómetro es una técnica utilizada en la ingeniería civil y la construcción para conocer la distribución estructural y para medir el espesor de una capa de material, diámetro de acero en una estructura existente. Esta técnica se basa en el uso de un dispositivo de medición portátil, llamado pachómetro, que utiliza ondas electromagnéticas para determinar el espesor de la capa de material. (American Society for Testing and Materials, Standard Test Method for Nondestructive Measurement of Dry Film Thickness of Nonconductive Coatings Applied to a Nonferrous Metal Base, 2018).

Según la American Society for Testing and Materials, Standard Test Method for Nondestructive Measurement of Dry Film Thickness of Nonconductive Coatings Applied to a Nonferrous Metal Base (2018) el ensayo con pachómetro se puede realizar utilizando diferentes métodos, como el método de pulso electrónico y el método de pulso magnético. Cada método tiene sus propias especificaciones y procedimientos que deben seguirse para garantizar la precisión y la fiabilidad de los resultados.



Figura 2.2 Dispositivo pachómetro.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

El ensayo de esclerómetro es una técnica utilizada para medir la dureza superficial de un material, como el concreto o la piedra, en una estructura existente (American Society for Testing and Materials, Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete. ASTM C805/C805M-18, 2018). Esta técnica se basa en el uso de un dispositivo de medición portátil, llamado esclerómetro, que utiliza una bola de acero para golpear la superficie del material y medir la cantidad de rebote.

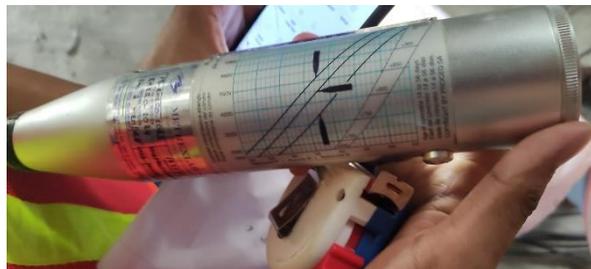


Figura 2.3 Esclerómetro.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Según American Society for Testing and Materials, Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete. ASTM C805/C805M-18 (2018), el ensayo de esclerómetro se puede realizar utilizando diferentes métodos, como el método de Schmidt y el método de Windsor. Cada método tiene sus propias especificaciones y procedimientos que deben seguirse para garantizar la precisión y la fiabilidad de los resultados.

2.2 Área de estudio

El cantón Salinas, ubicado en el occidente geográfico más saliente de la zona costera del Ecuador. La punta de Santa Elena es el principal balneario de la provincia de Sta. Elena y del país. Esta limitado al norte con el Océano Pacífico, al sur: Océano Pacífico, al este: La Libertad y Santa Elena, Al oeste: Océano Pacífico. Su rango altitudinal está conformado por:

- Altitud: 1 msnm
- Latitud: 02° 13' S
- Longitud: 080° 58' O

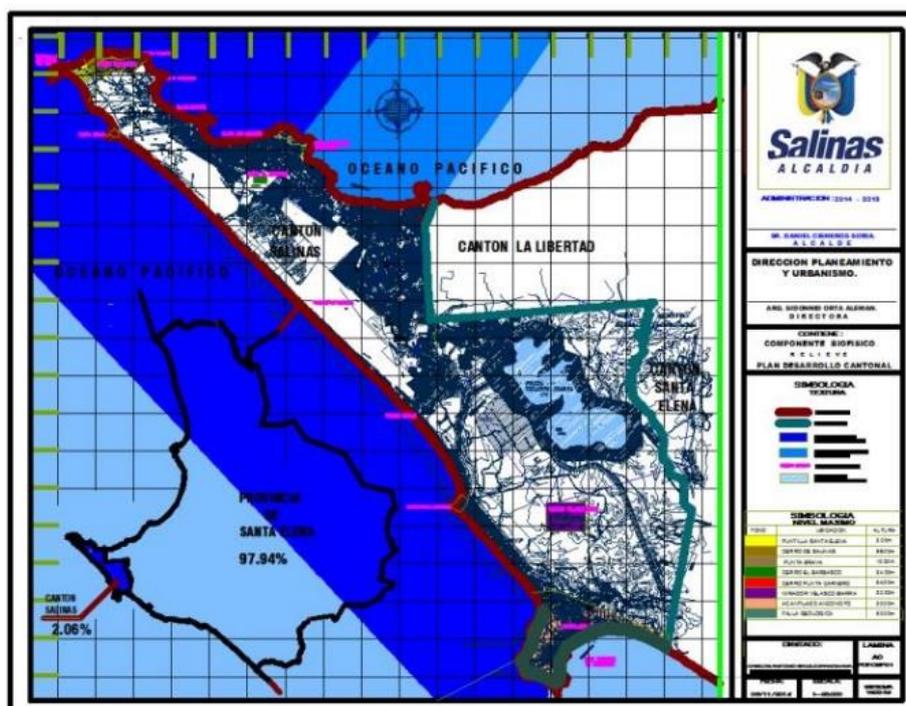


Figura 2.4 Mapa de relieve.
Fuente:(G.A.D. MUNICIPIO DE SALINAS, 2014)

Salinas es una región Geológica conformada por materiales sedimentarios, terciarios y cuaternarios. Los subsuelos presentan una composición litografías complejas, sin embargo, existen formaciones geológicas que prevalecen en el área de estudio y que caracterizan la franja costera (G.A.D. MUNICIPIO DE SALINAS, 2014).

Los suelos de Salinas se denominan salórtidos del orden de los aridisoles. La composición de este tipo de suelo corresponde a depósitos marinos y fluvio marinos recientes. El relieve característico de esta región corresponde a la zona costera plana, áreas también conocidas como salitrales porque predomina la arcilla y abundantes sales. Las playas están formadas por arena fina a media localmente calcáreas con gravas y restos de conchas (G.A.D. MUNICIPIO DE SALINAS, 2014).

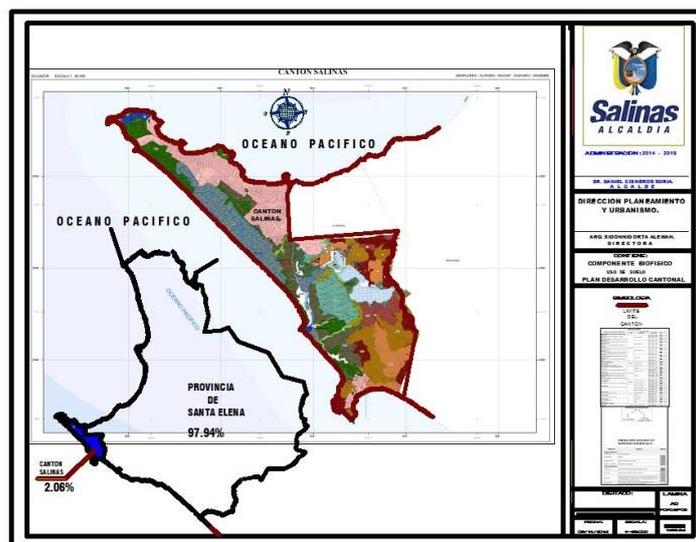


Figura 2.5 Mapa de suelo del cantón Salinas.
Fuente: (G.A.D. MUNICIPIO DE SALINAS, 2014)

Según un estudio sobre la caracterización geotécnica de la Península de Santa Elena, la región se encuentra en una zona sísmica activa y es susceptible a la actividad sísmica. De hecho, el estudio señala que el riesgo sísmico en la región es alto, y que la combinación de la actividad sísmica y el suelo predominantemente arenoso en el área puede provocar daños significativos en edificios e infraestructuras (Malavé-Laínez, 2023). Por lo que se ha implementado regulaciones de construcción más estrictas para garantizar la seguridad de los residentes. Es importante que los residentes y visitantes estén al tanto del riesgo sísmico en la región y tomen las precauciones adecuadas para garantizar su seguridad durante los terremotos.

La vivienda del proyecto en estudio está localizada en la provincia de Santa Elena, Cantón Salinas, en el sector San Raymundo de la parroquia José Luis Tamayo, solar 7 manzana número X-4, por el norte: el solar número ocho, con 21.25 metros, por el sur: el solar número 6 con 21.25 metros, por el este: el solar 2 con 10 metros y por el oeste: calle pública, con 10 metros medidas que hacen un área de terreno 212.50 m², con un área de construcción de 215.83 m²



Figura 2.6 Ubicación específica del proyecto.

Fuente: Google Maps

2.3 Trabajo de campo y laboratorio

El proyecto requiere de diferentes tipos de investigación, la cual, se desarrolla dentro de tres modalidades: documental, de campo, explicativa.

La investigación documental se basa en la consulta de fuentes documentales como libros, artículos, periódicos y documentos encontrados en archivos. La investigación de campo se basa en información obtenida en el sitio del problema, encuestas y observaciones. Finalmente, la investigación explicativa se utiliza para distinguir las causas de los fenómenos durante el proceso de investigación y anticipar los cambios.

En el estudio de campo de la vivienda consiste en la visita de inspección preliminar, recopilación de datos, mediciones e identificación de las fallas de la construcción, ensayos in situ de: detección, posición y dirección de barras de acero, perforación de suelo, extracción de muestra cilíndrica en columnas, control de calidad de materiales y procesos constructivos.

Se realiza una visita de inspección preliminar se inicia con una evaluación visual del edificio, con el propósito de recopilar y corroborar la información previamente conocida acerca de la estructura y los materiales utilizados. Este enfoque busca obtener un primer entendimiento del problema, analizar el estado actual de la estructura y registrar las imperfecciones visibles en los diversos componentes constructivos, junto con la identificación de factores que puedan causar deterioro en el hormigón.

Posterior a esta inspección inicial, se generará un informe en el que se describirán los daños identificados, se plantearán las primeras hipótesis de las causas subyacentes y se diseñará un plan de acción que detallará las inspecciones técnicas a ser efectuadas.

Estas inspecciones conducirán a conclusiones definitivas acerca del proceso patológico y sus raíces, permitiendo establecer las intervenciones necesarias para eliminar las causas y proceder a la subsiguiente rehabilitación de los elementos estructurales.

Parte del proceso explicativo es la investigación de laboratorio para el posterior análisis de datos de los siguientes ensayos: extracción de núcleo, perforación, pachómetro y esclerómetro con la finalidad de obtener las características y propiedades de las muestras.

Por medio del pachómetro se busca establecer la ubicación del refuerzo del acero transversal y longitudinal de las vigas y las columnas. Y en el análisis por esclerómetro se verifica la resistencia del hormigón de los elementos estructurales para modelar la estructura por medio del software SAP2000, en función de las propiedades de los elementos, y encontrar las causas de fallas de materiales y elementos estructurales en el proyecto de tesis para el futuro planteamiento de soluciones.

2.4 Análisis de datos

De las visitas técnica realizadas a la vivienda en estudio, se obtuvo información de los problemas que presenta el domicilio tales como la reutilización de tuberías de petróleo como acero de estructural en las columnas, columnas no alineadas, daños en los nodos estructurales de las vigas que conectan a las columnas en la segunda planta, grietas y fisuras en las paredes perimetrales laterales.

Para la construcción de la vivienda no utilizaron planos: arquitectónicos, estructurales, sanitarios y eléctricos. Lo primero que se realizó fue la toma de las mediciones de distribuciones de los espacios en la vivienda y en función de las dimensiones se elaboraron los planos arquitectónicos y planos estructurales, para los tres pisos de la residencia.

En el estudio de las características del suelo del proyecto de tesis, se extrajeron muestras de suelo cerca de una de las paredes afectadas por las fisuras y grietas, por lo que era necesario una perforación del suelo a 2 metros de profundidad, recolectando muestras de suelo cada metro donde se procederá a realizar ensayos de granulometría, nivel freático, peso específico, humedad natural y resistencia a la compresión simple “qu”.

Además, se realizará ensayos con el pachómetro para conocer el diámetro y espaciamientos de las varillas longitudinales y transversales de los elementos estructurales, también se realizaron ensayos de esclerometría para conocer la resistencia del hormigón presente en los elementos estructurales.

Para el análisis estructural, se modelará en el software SAP2000, según los planos arquitectónicos y planos estructurales, los cuales se encuentran adjuntos en anexos 3, se definieron un sistema de grillas para los ejes (x, y) con una altura z por cada piso de 3 metros, y se definieron las propiedades de las secciones de los elementos estructurales, para posteriormente colocar las cargas vivas, cargas muertas y cargas sísmicas. Una vez aplicadas estas cargas, se determinarán soluciones para la rehabilitación de la vivienda de estudio.

2.5 Análisis de alternativas

2.5.1 Alternativas propuestas

Alternativa A

Investigar las causas que originan el problema estructural, suelo, mal sistema constructivo, y dar solución para recuperar la estructura, dependiendo del porcentaje de fallas.

- Levantamiento de datos en el sitio tales como planos arquitectónicos y planos estructurales. Obtención de muestras de suelo, resistencia del concreto, detallamientos y espaciamientos del acero en los elementos estructurales.
- Colocación de elementos estructurales tipo columnas en la primera planta acorde al análisis estructural.
- Rehabilitación, fundición y buenas prácticas constructivas de los nodos que soportan la segunda losa.

Alternativa B

Eliminar la segunda losa de la vivienda debido a la sobrecarga de la capacidad de los elementos estructurales no diseñados y mal construidos.

- Planificar y evaluar aspectos técnicos y de seguridad. Estos incluyen el determinar los riesgos asociados a la demolición, inspección de la estructura en estudio y los permisos necesarios.
- Demolición de la losa, mediante herramientas manuales, hidráulicas o maquinaria pesadas
- Eliminación de los residuos sólidos en recicladora de materiales de construcción.

Alternativa C

Recomendar la demolición de la vivienda por no presentar una estructura diseñada por un Ing. civil y el no uso de los materiales adecuados, que garantice la seguridad de las personas luego de la evaluación técnica realizada.

- Planificar y evaluar aspectos técnicos y de seguridad. Estos incluyen el determinar los riesgos asociados a la demolición, inspección de la estructura en estudio y los permisos necesarios.
- Derrocamiento de la vivienda mediante de demolición con maquinaria pesada.
- Eliminación de los residuos sólidos en recicladora de materiales de construcción.
- Mediante el análisis estructural y por medio de normativas de construcción, se podrá demostrar que la vivienda no se encuentra correctamente construida por lo que será necesaria su demolición.

2.5.2 Criterios de puntuación

Tabla 2.1 Escala de las puntuaciones de las alternativas.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Baja	Media	Alta
1	2	3

Tabla 2.2 Aspecto de puntuaciones.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Aspectos/ Puntuaciones	1	2	3
Rehabilitación de elementos estructurales	No cumple con lo estipulado en la NEC-SE-DS y la capacidad de carga estructural requerida para el nivel de seguridad de la vivienda y el cliente.	cumple con la capacidad de carga estructural requerida para el nivel de seguridad de la vivienda y el cliente, pero no cumple con lo estipulado en la NEC-SE-DS.	Cumple con lo estipulado en la NEC-SE-DS, también cumple con la capacidad de carga estructural requerida para el nivel de seguridad del cliente y la vivienda.
Presupuesto de estudio, soluciones y rehabilitación	Ensayos, maquinarias, material constructivo y mano de obra generan costos excesivos.	Ensayos, maquinarias, material constructivo y mano de obra generan rentabilidad económica moderada.	Ensayos, maquinarias, material constructivo y mano de obra presentan una mayor rentabilidad económica.
Preferencia del cliente	La persona está inconforme y no acepta la alternativa propuesta.	La persona muestra cierta aceptación hacia la alternativa propuesta, pero aún experimenta cierta inseguridad respecto a su viabilidad y efectividad, por lo que sigue considerando opciones antes de tomar una decisión final.	La persona está plenamente satisfecha y muestra conformidad total al aceptar sin reservas la alternativa propuesta.
impacto ambiental	El impacto ambiental del manejo de los residuos sólidos generados durante la fase de construcción, mediante su clasificación, almacenamiento y disposición final es excesivamente elevado.	El impacto ambiental del manejo de los residuos sólidos generados durante la fase de construcción, mediante su clasificación, almacenamiento y disposición final es moderado.	Existe muy poco o nada de impacto ambiental en el manejo de los residuos sólidos generados durante la fase de construcción, mediante su clasificación, almacenamiento y disposición final.

2.5.3 Factor de importancia

Tabla 2.3 Puntuación de alternativas.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Aspectos	Factores de importancia	Puntuaciones			Totales de ponderaciones		
		Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Rehabilitación de elementos estructurales	35%	3	3	1	35,00%	35,00%	11,67%
Presupuesto de estudios, soluciones y reparación,	35%	3	2	2	35,00%	23,33%	23,33%
Preferencia del cliente	20%	3	2	1	20,00%	13,33%	6,67%
impacto ambiental	10%	2	2	3	6,67%	6,67%	10,00%
	100%				96,67%	78,33%	51,67%

2.5.4 Selección de mejor alternativa

Basándonos en la tabla 2.2, la cual describe los aspectos de ponderación, la alternativa con mayor puntuación de viabilidad constructiva, económica y sostenible es la opción A la cual obtuvo una aceptabilidad del 96,67% sobre 100%.

A continuación, se presentan las siguientes consideraciones:

Rehabilitación de elementos estructurales: Debe cumplir con la Normativa Ecuatoriana de Construcción Peligro Sísmico, NEC-SE-DS. Además de cumplir con la capacidad de carga estructural requerida para el nivel de seguridad del cliente y la vivienda.

Presupuesto de estudios, soluciones y reparación: se considera los costos de ensayos, maquinarias, material constructivo y mano de obra, concluyendo que existe una rentabilidad económica moderada.

Preferencia del cliente: Se investiga la satisfacción y conformidad del cliente con respecto a la propuesta del proyecto.

Impacto ambiental: Se atiende el manejo de los residuos sólidos generados durante la fase de construcción, mediante su clasificación, almacenamiento y disposición final.

CAPÍTULO 3

3 DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Diseños

Para llevar a cabo el diseño de rehabilitación de manera efectiva, es esencial contar con una serie de elementos fundamentales. En primer lugar, se requiere de mediciones precisas del área de construcción afectada, permitiendo delinear con exactitud las dimensiones y alcance de la intervención. Además, resulta fundamental contar con los planos estructurales correspondientes a los tres pisos de la vivienda, pues estos brindarán una visión integral de la configuración actual de la estructura y las posibles áreas de mejora. Por último, es necesario llevar a cabo el modelado detallado de los elementos estructurales utilizando un software especializado como SAP2000, lo que posibilitará un análisis más profundo y riguroso de la respuesta estructural ante las propuestas de rehabilitación.

En el contexto del proyecto " Evaluación y rehabilitación de casa de 3 pisos en Salinas cantón de la provincia de Santa Elena", se llevó a cabo un estudio geotécnico como parte integral del proceso de diseño. El objetivo de este análisis residía en la determinación de las propiedades físico-mecánicas del subsuelo, con el fin de conocer los cimientos en el que se encuentra construida la casa.

También se realizó un estudio detallado de pachometría y esclerometría, dos técnicas esenciales en ingeniería estructural. Estas metodologías permiten medir el espesor y la resistencia superficial de los elementos constructivos. La pachometría proporciona información precisa sobre la ubicación y cuantía en los elementos estructurales. Por otro lado, la esclerometría cuantifica la resistencia superficial, ofreciendo información clave sobre la calidad y resistencia de los componentes estructurales.

Estos análisis han enriquecido la caracterización de la estructura y orientado las decisiones para la rehabilitación y mejora de la misma, asegurando una base técnica sólida en el proceso.

3.1.1 Exploración geotécnica

Con el propósito de analizar las propiedades físicas y mecánicas de los estratos del subsuelo subyacente donde se construirá el proyecto, se ejecutó UNA perforación (P1), a una profundidad máxima de estudio de mostrada en la tabla 3.1.

Se realizaron ensayos de campo como penetración estándar y de laboratorio de mecánica de suelos. Se obtuvieron muestras inalteradas mediante el muestreador Shelby, se efectuaron la recuperación de las muestras cada metro para realizar ensayos, humedad natural, granulometría por tamiza # 4 y # 200, Límites de Atterberg para clasificación de suelos, Peso Unitario, Compresión Simple.

La información detallada sobre el análisis y los resultados de granulometría, humedad natural, límites de Atterberg, peso unitario y compresión simple se encuentra disponible en los anexos 1.

Tabla 3.1 Cuadro de exploraciones.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Ubicación	No. Sondeos	Profundidad [m]	Nivel freático	Relleno
Salinas, parroquia José Luis Tamayo, solar 7	1	2	No se observo	NO

3.1.1.1 Procedimiento de perforación

Las perforaciones se realizaron de forma manual. A medida que las muestras eran obtenidas en el terreno, se las clasificaba. Se siguieron las recomendaciones de manipuleo, guardado y transporte que se estipulan en las especificaciones técnicas de las Normas ASTM, para evitar alterar las muestras de forma parcial o total. Las muestras inalteradas se recuperaron a través de tubos Shelby.



Figura 3.1 Tubo Shelby.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto



Figura 3.2 Introducción del tubo shelby.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto



Figura 3.3 Obtención de muestra
suelo arcilloso con intercalación de arenas finas
a 1 metro.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto



Figura 3.4 Obtención de muestra
suelo arcilloso a 2 metros.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto



Figura 3.5 Perforación a 2 metros.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Ensayos de laboratorio

Se siguió los procedimientos de las normas ASTM recomendados para cada tipo de ensayo, tal como se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 3.2 Ensayo de laboratorio.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

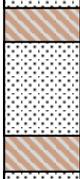
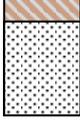
ENSAYO	NORMA APLICADA	RESULTADO
Contenido de Humedad	ASTM-D2216; ASTM – D2974	Se obtuvo un porcentaje de 5.79% y 9.95% de humedad para las muestras 1 y 2 respectivamente.
Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM-D-422	Los sedimentos que pasan por debajo del tamiz No. 100 fluctúa entre 22.14 - 12.59%, lo que significa que la textura de los sedimentos de las muestras corresponde a tipo arcillas con intercalación de arenas finas.
Límites de Atterberg	ASTM-D-4318	Para la muestra 1s obtiene que es de arcillas inorgánicas de baja plasticidad. La muestra 2 presenta arcillas inorgánicas de elevada plasticidad.

Caracterización geotécnica del sitio de estudio

En función del análisis anterior, se establece una única capacidad de carga última del terreno. de 1.8 Ton/m². esta capacidad ha sido evaluada hasta la profundidad de 2.0 m. Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran a diferentes profundidades la presencia de suelos sedimentarios y residuales que se presentan en estratos bien definidos.

Tabla 3.3 Perfil estratigráfico.

Fuente: Eva Chacon y Brayán Pinto

COTA	PROF.	INTER	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	Estrat.	S.U.C.S	W%	LL	LP	IP	Pasante			PESO	qu	Consistencia Relativa.	
	Mts.	PROF								No. 4	No. 40	No. 200	UNITARIO	T/m ²		
													Tn/m ³	Cr.		
	0.0															
	1.0	0,50-1,0	ARENA FINA, PRESENCIA DE ARCILLA Y LIMOS DE COMPACIDAD BAJA		SC	6	15	11	4	100	100	13	1.897	1.87	2.25	
	2.0	1,50-2,0	ARENA FINA, PRESENCIA DE ARCILLA Y LIMOS DE COMPACIDAD BAJA		SC	10	15	9	6	100	100	22	1.917	2.00	0.83	

El terreno en estudio presenta una estratigrafía concordante a los suelos característicos del sector, conformados por estratos de arcillas con intercalación de arenas finas.

3.1.2 Estudio de la resistencia a la compresión del hormigón

3.1.2.1 Ensayo esclerometría

El ensayo efectuado con los martillos tipo Schmidt, también conocidos como esclerómetros in situ, representa una medida de la elasticidad en la colisión entre dos cuerpos, calculada a través de la raíz cuadrada de la relación entre la altura de rebote (h) y la altura de caída de la masa (H). A esta magnitud se le denomina coeficiente de restitución, y su rango de valores oscila entre el 0% y el 100%. En esta escala, colisiones perfectamente elásticas exhiben un coeficiente de restitución del 100%, mientras que colisiones inelásticas totales se traducen en un valor de 0%.

Para evaluar la resistencia a la compresión utilizando el martillo de Schmidt, es esencial emplear métodos confiables que validen la solidez de los resultados obtenidos a través de este procedimiento. Este proceso debe garantizar la fiabilidad de los datos generados en los ensayos, lo que subraya la importancia de examinar varios de los métodos delineados en la tabla a continuación:

Tabla 3.4 Autores y descripción de métodos de aplicación de los ensayos con el martillo de Schmidt.

Fuente: (Fejoo Calle et al., 2019)

Autor(es)	Detalle
Young R.P., Fowell R.J.	Malla de retícula
ISRM	Registro de 20 valores de impacto y se calculó el promedio 10 más elevados.
Soilttest	Registrar 15 valores y se calculó el .3 promedio de 10 más altos, la máxima desviación debe ser menor a 2,5
Poole R.W., Farmer I.W.	Elegir el valor máximo de una secuencia de cinco datos consecutivos en un punto específico. Luego, calcular el promedio de los valores máximos obtenidos en tres conjuntos de pruebas realizadas en tres ubicaciones distintas
USBR	Llevar a cabo 10 mediciones en diferentes ubicaciones, eliminar 5 de los valores obtenidos y calcular el promedio de los 5 restantes.
ASTM D5873	Tomar mediciones en 10 ubicaciones representativas, realizando un ensayo en cada punto, y excluir aquellos valores que se desvíen en más de 7 unidades del promedio
ASTM C805	Realizar mediciones en 10 ubicaciones representativas, con un ensayo en cada punto, y eliminar los valores que se desvíen en más de 6 unidades respecto al promedio

Analizando los métodos existentes se seleccionó el ASTM C805, Método de prueba estándar para el número de rebote de concreto endurecido, este consiste en registrar 10 valores de impactos de los cuales se descartan valores que difieran en 6 unidades del promedio.

Procedimiento de la esclerometría

El procedimiento de ensayo de esclerometría según la norma ASTM C805 se lleva a cabo en los siguientes pasos: primero, se prepara el equipo asegurando su calibración. Luego, se acondiciona la superficie a ensayar para que esté libre de impurezas. Se procede a realizar impactos controlados con un martillo esclerométrico, registrando los números generados por cada impacto. Estos números se promedian y se utilizan para calcular valores de esclerometría. La norma proporciona ecuaciones para convertir estos valores en estimaciones de la resistencia a la compresión del concreto. Los resultados se comparan con criterios de calidad y especificaciones. El informe final contiene los detalles del procedimiento y los resultados, fundamentales para decisiones en el diseño y mantenimiento estructural. Siguiendo las directrices de la norma, se asegura la precisión y coherencia en la ejecución y análisis del ensayo.



Figura 3.7 Limpieza de impurezas.

Fuente: Eva Chacón y Brayán Pinto



Figura 3.6 Impacto de martillo esclerométrico.

Fuente: Eva Chacón y Brayán Pinto



Figura 3.8 Registro de No. de rebotes.

Fuente: Eva Chacón y Brayán Pinto

Resultados

En el marco de la evaluación estructural, se procedió a realizar mediciones de esclerometría en un total de siete columnas, abarcando tanto las principales como las secundarias de la estructura. Además, se extendió el análisis a una viga principal perteneciente a la losa.

Estos ensayos proporcionaron una evaluación precisa de la resistencia superficial del concreto, ofreciendo valiosa información sobre la calidad y durabilidad de las columnas y la viga en cuestión. Los resultados obtenidos en estas pruebas constituyen una base esencial para la toma de decisiones informadas en el diseño y mantenimiento de la estructura.

Tabla 3.5 Resultado de Esclerometría vivienda.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Nivel	Elemento estructural	Material que la compone	Promedio de Esclerómetro #rebote	Resistencia (lb/in²)	Resistencia obtenida en el campo (kg/cm²)
Planta baja	Columna principal B4	Hormigón y tubería de petróleo usada	23	1500	96
	Columna principal F4	Hormigón y tubería de petróleo usada	17	900	57
	Columna del cerramiento B'1	Hormigón armado	19	1100	70

Nivel	Elemento estructural	Material que la compone	Promedio de Esclerómetro #rebote	Resistencia (lb/in²)	Resistencia obtenida en el campo (kg/cm²)
Losa	Viga principal	Hormigón armado	27	2000	127
Planta Alta	Columna secundaria B'3"	Hormigón armado	28	2200	140
	Columna principal D2	Hormigón armado	29	2400	153
	Columna secundaria E3"	Hormigón armado	39	4200	268
	Columna principal E2	Hormigón armado	29	2400	153

Los datos recopilados y el proceso del cálculo de resistencia a la compresión del hormigón se encuentran adjuntos en anexos 2.

3.1.3 Armaduras dispuestas en columnas

3.1.3.1 Ensayo de pachometría

Cuando un circuito eléctrico se ve afectado por un campo magnético alterno, se genera un potencial inducido que guarda relación con la velocidad de cambio del flujo magnético a través del área circundada por dicho circuito. Esta base de la inducción electromagnética es la que posibilita a los dispositivos pachómetros la capacidad de detectar alteraciones en el campo magnético originadas por la presencia de armaduras. Los pachómetros se dividen en dos categorías: aquellos fundamentados en el principio de reluctancia magnética y los que se basan en corrientes de Foucault.

El dispositivo pachómetro mide la perturbación del campo magnético en varios puntos de la superficie del hormigón mediante una sonda electromagnética. Esta medición permite determinar la ubicación de las armaduras y, con menor exactitud, sus diámetros y el espesor de los recubrimientos. En situaciones de alta densidad del armado o espesores de recubrimiento considerables, se pueden generar inexactitudes, lo que conlleva a la necesidad de contrastar los resultados obtenidos. En caso de requerirse mayor precisión, se recomienda realizar mediciones directas a través de catas en puntos específicos.

Procedimiento

Previo a la puesta en funcionamiento del dispositivo, es esencial consultar el manual proporcionado por el fabricante. Es importante tener presente que, al encender el equipo, este debe estar alejado de cualquier influencia metálica. Luego, es necesario ingresar el valor del diámetro de la armadura y colocar la cabeza del dispositivo en contacto con la superficie del hormigón. En situaciones en las que el diámetro de la armadura sea desconocido, es posible obtenerlo utilizando el pachómetro en su modo de determinación de diámetro de armaduras. Estos pasos aseguran la operación correcta y precisa del equipo en la detección de armaduras en el hormigón.



Figura 3.10 Detección de varillas verticales.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto



Figura 3.9 detección secuencia vertical.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto



Figura 3.12 Localizando estribo.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

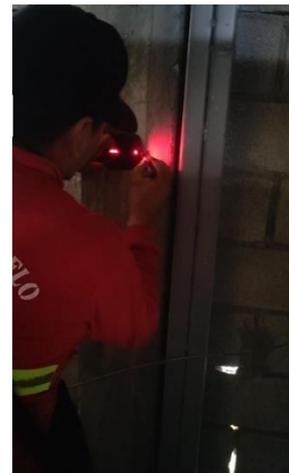


Figura 3.11 Espaciamiento de estribo.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Es importante señalar que durante el proceso de pachometría en las columnas del primer piso se tuvo que quitar una parte del enlucido de las columnas, lo que provocó que esa parte de 15x10cm aproximadamente se desmoronara. Este proceso dejó al descubierto el tubo de acero interior, en donde se identificó que no había presencia de estribos. En lugar de ello, se detectaron ganchos soldados que, lamentablemente, no cumplen con la función de confinar adecuadamente el hormigón.

Esta observación sugiere que, en las columnas del primer piso, el tubo de acero asume la mayor parte de la carga y que el confinamiento efectivo de 12 cm de hormigón es la característica predominante en su desempeño estructural.

Resultados

Los resultados de los ensayos de pachometría han sido obtenidos en un total de seis columnas, distribuidas entre la planta alta y la planta baja de la vivienda. En esta evaluación se han diferenciado entre columnas principales y secundarias.

Las mediciones realizadas con el pachómetro han permitido determinar con precisión la ubicación de las armaduras en cada una de las columnas inspeccionadas. Esta información resulta esencial para comprender la configuración y refuerzo de la estructura, asegurando una base sólida para el proceso de evaluación y planificación de posibles intervenciones. Los resultados específicos detallan la posición de las armaduras en las columnas principales y secundarias.

Tabla 3.6 Resultado Pachometría de la vivienda.

Fuente: Eva Chacón y Brayán Pinto

Nivel	Elemento estructural	Material que la compone	Gancho tipo estribo espaciado	Numero de varilla	Varillado vertical
Planta baja	Columna secundaria B3	Hormigón y tubería de petróleo usada	20	10mm	Tubería 4plg
	Columna principal B4	Hormigón y tubería de petróleo usada	20	10mm	Tubería 4plg
	Columna principal F4	Hormigón y tubería de petróleo usada	20	10mm	Tubería 4plg
Nivel	Elemento estructural	Material que la compone	Estribo espaciado	Numero de varilla	Varillado vertical
Planta alta	Columna principal E2	Hormigón armado	10	10mm	4 Φ 12 mm
	Columna principal D2	Hormigón armado	10	10mm	4 Φ 12 mm
	Columna secundaria B'3"	Hormigón armado	10	10mm	4 Φ 12 mm

3.1.4 Levantamiento de la vivienda

Los resultados obtenidos a través de los ensayos de pachometría y esclerometría, en combinación con las mediciones precisas de las columnas y las distancias intercolumnas, conforman la base integral para la elaboración de los planos estructurales de las tres plantas de la vivienda. Estos planos desempeñarán un papel esencial al proporcionar una representación visual detallada de la disposición y detallamientos de los elementos estructurales presentes en cada nivel de la edificación. La incorporación de datos tangibles, como las ubicaciones de las armaduras y la resistencia superficial del concreto, en estos planos asegura una planificación precisa y fundada en evidencia para las futuras estrategias de rehabilitación y mejora de la estructura.

Primera planta

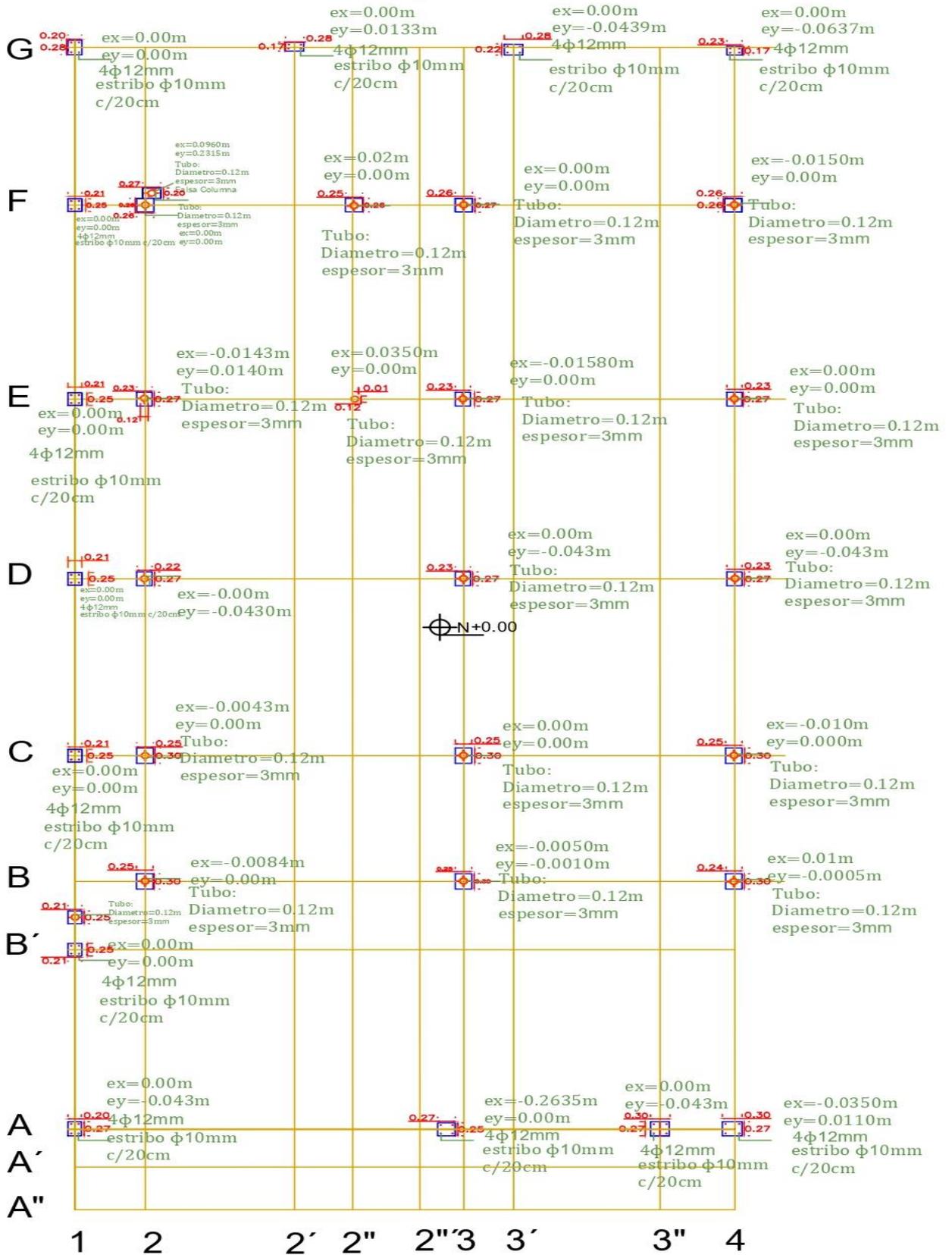


Figura 3.13 Levantamiento estructural primera planta.

Fuente: Eva Chacón y Brayán Pinto

Segunda planta

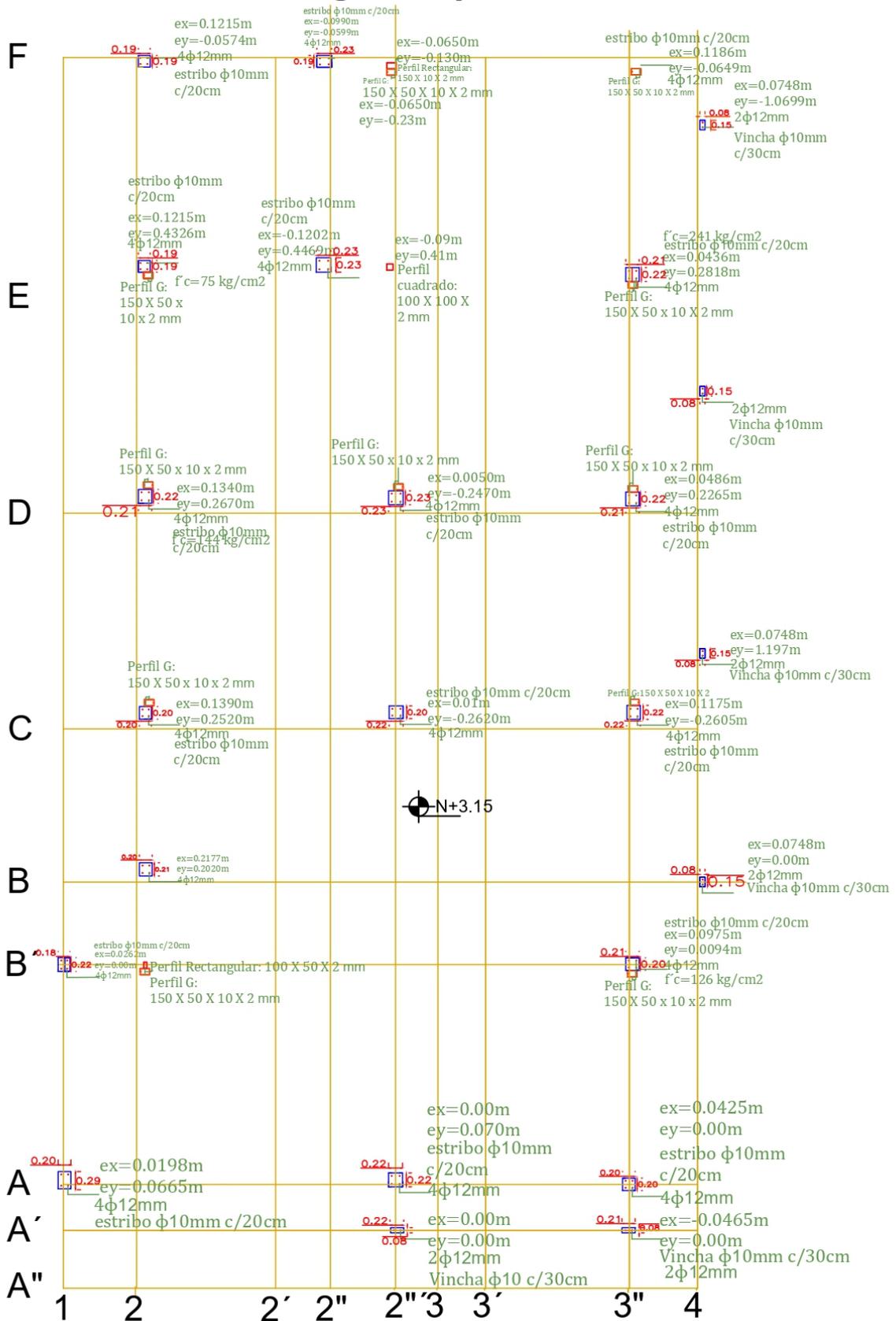


Figura 3.14 Levantamiento estructural segunda planta.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Tercera planta

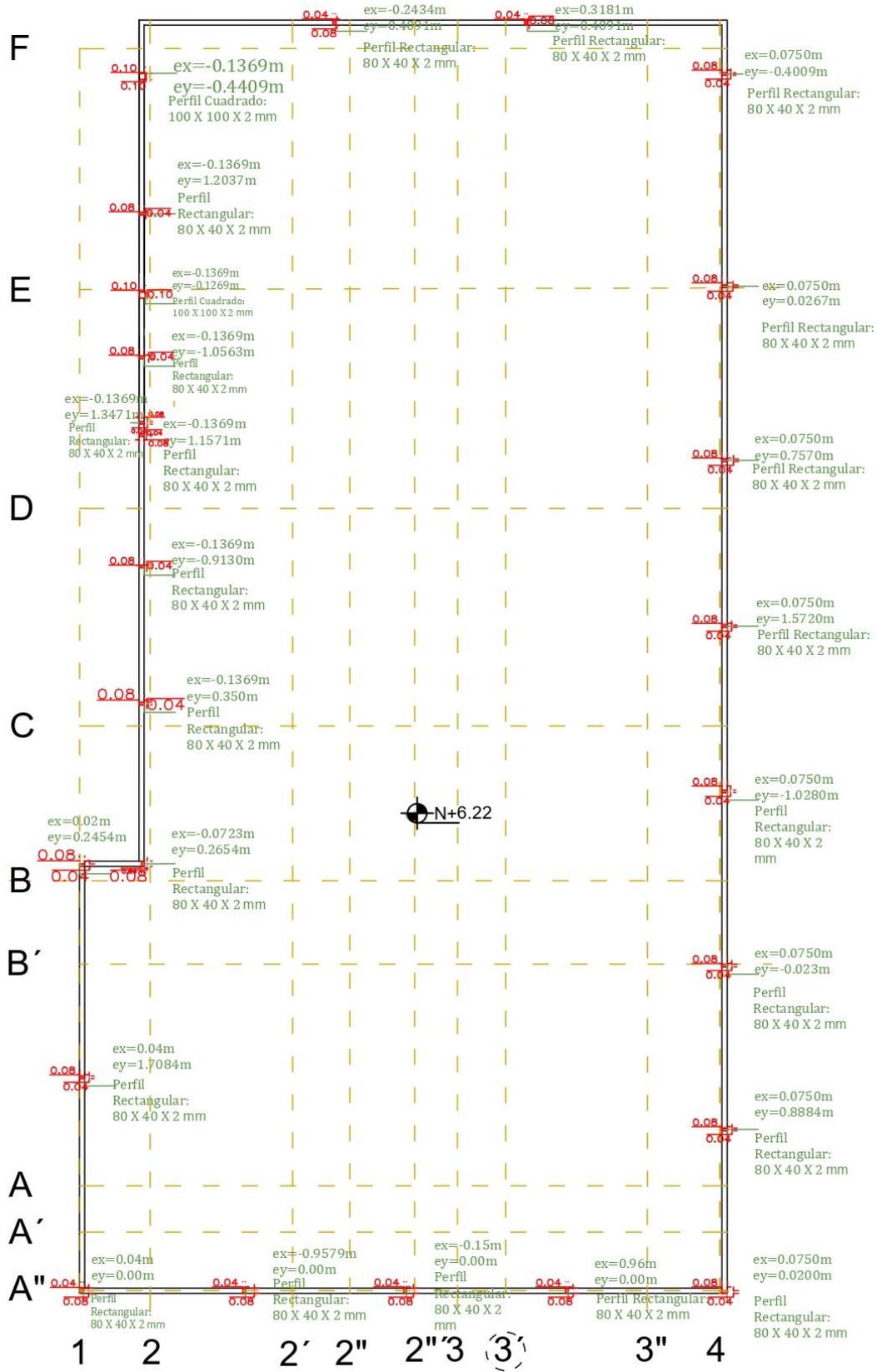


Figura 3.15 Levantamiento estructural tercera planta.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Para una mejor observación los planos estructurales y arquitectónicos de los tres niveles se encuentran detalladamente presentados en los anexos 5 adjuntos.

3.1.5 Problema 1: ubicación de los tubería de conducción como acero de refuerzo para columnas de la primera planta

Para plantear esta problemática resulta esencial proporcionar una explicación clara acerca de los factores que desencadenan la corrosión en las tuberías de acero usadas en la vivienda.

La corrosión ha asumido una gran importancia al afectar tanto la confiabilidad como la durabilidad de las tuberías de acero usadas en la transportación del petróleo. La corrosión en las tuberías de petróleo surge principalmente debido a impurezas presentes en el crudo, en especial sulfuro y polisulfuro. La reacción del sulfuro con elementos bioquímicos en el agua puede generar ácido sulfhídrico reductor y otros ácidos, originando una corrosión grave. La presencia de elementos como Dióxido de carbono (CO_2), Sulfuro de hidrogeno (H_2S) y agua (H_2O) en estado libre da lugar a serios obstáculos de corrosión interna en las tuberías de petróleo (Shaanxi World Iron, Co., S., & Ltd., 2019). La existencia de agua y sal en el crudo provoca reacciones de oxidación que intensifican la corrosión superficial.

Mediante el empleo del ensayo de pachometría se pudo constatar que el diseño estructural de las columnas del primer piso, no pueden ser establecido de manera simple. Especialmente cuando esta tiene como elementos tubería de acero usadas para conducción de petróleo, caracterizada por un espesor de 3 mm y un diámetro de 0.12 m en su estado inicial y que con el tiempo han presentado deterioro en su espesor debido a las alteraciones químicas.

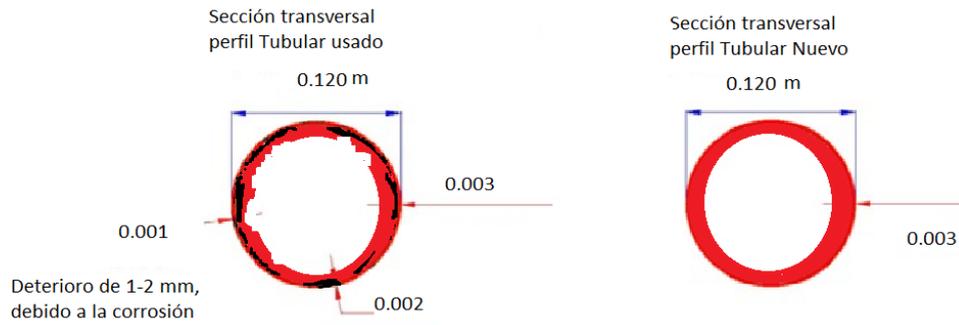


Figura 3.16 Dimensiones tubo de acero utilizado como conducto de petróleo.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto



Figura 3.17 Corrosión de los oleoductos.

Fuente: Shaanxi World Iron & Steel Co., Ltd, 2019

Es fundamental resaltar que la tubería utilizada previamente para el transporte de petróleo y que actualmente presenta signos de oxidación debido a su uso previo, no es aconsejable para una nueva aplicación como componente estructural en una edificación. La corrosión y el deterioro resultantes de su exposición al ambiente agresivo del petróleo y las condiciones de servicio pueden comprometer su integridad y capacidad de soporte. Por lo tanto, su uso en este contexto no garantizaría los estándares de seguridad y durabilidad requeridos para la estructura de la edificación.



Figura 3.19 tubería de petróleo rellena con mortero estructural mal dosificado.
 Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto



Figura 3.18 Zoom tubería de acero con sección de espesor 3 mm.
 Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto



Figura 3.20 Zoom tubería de acero con sección de espesor reducido a 1 mm.
 Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto



Figura 3.21 Zoom tubería de acero con sección de espesor expandido a 4-5 mm por corrosión.
 Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto



Figura 3.23 Varilla soldada a la tubería de petróleo.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

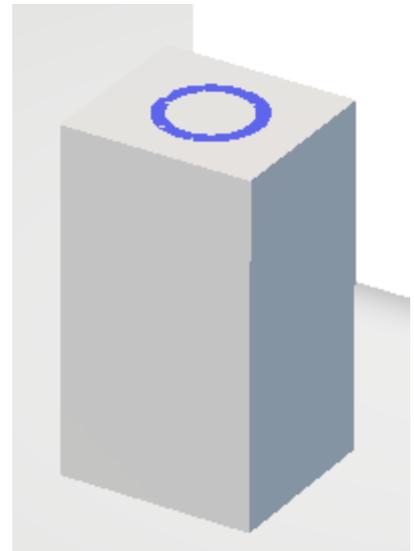
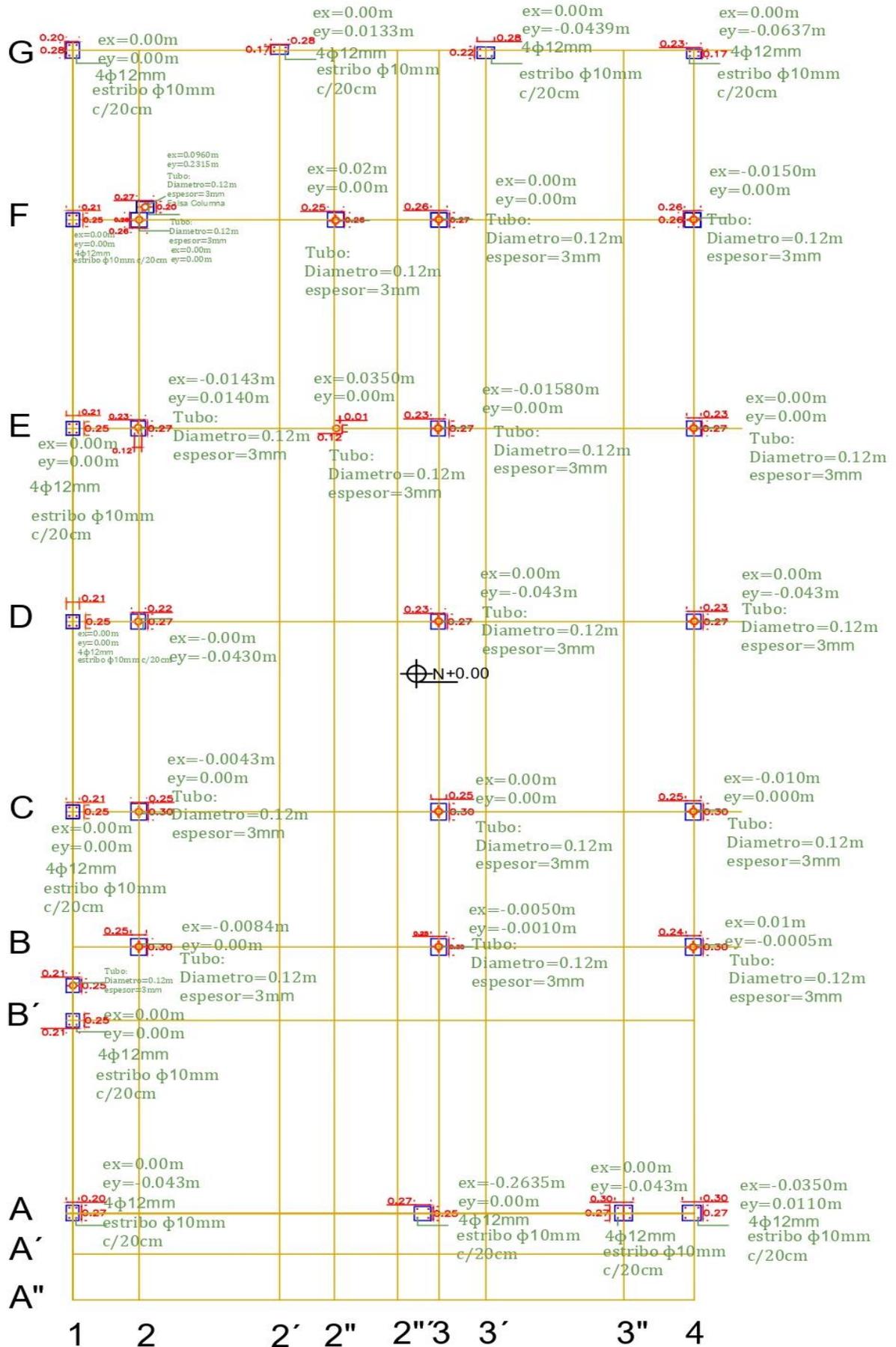


Figura 3.22 modelado 3D columna primer piso.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Cada columna tiene un dimensionamiento de 0.25 x 0.30 m, se las puede encontrar en el plano estructural según su nomenclatura: B4, B3, B2, C4, C3, C2, D4, D3, D2, E4, E3, E2, F4, F3, F2'', F2 en el apartado de anexos 3. Además, en el área cocina se usó como pilarete el tubo de acero usada anteriormente como conducto de petróleo, esta no tiene presencia de hormigón u otro material.

Primera planta



3.1.6 Problema 2: Columnas del segundo piso no terminadas

La presencia de una losa pandeada del tercer piso, generada como resultado de columnas de hormigón armado que no han sido finalizadas, en este proyecto existe un espacio vacío de 20 cm entre la columna y la losa, lo cual refleja un problema estructural de relevancia.

Este fenómeno puede derivar en desplazamientos y deformaciones indeseables en la losa, así como un debilitamiento general de la integridad estructural. La falta de una conexión efectiva entre las columnas y la losa puede impactar negativamente en la capacidad de carga y la estabilidad del sistema.

Además, Las columnas del segundo piso presentan dimensiones diversas y se encontró adición de una viga de estructura metálica con medidas de 100 x 50 x de 2 mm, la cual no ha sido hábilmente soldada a las varillas de las columnas. Esta medida se la ha implementado con el propósito de completar la conexión entre la columna y la losa, con la intención de establecer así una distribución uniforme de las cargas.

Las columnas que no han sido finalizadas corresponden a las siguientes: A1, A2", A3", B'1, B2, B'3, C2, C2", C3", D2, D2", D3", E2, E2", E3", F2, F2", F3". Para una referencia visual más precisa de la ubicación de estas columnas, se adjunta una imagen del plano estructural del segundo piso. Esto debería brindar una guía más clara sobre dónde se encuentran exactamente estas columnas en la estructura. Además, también se incluye imagen de referencia de la columna principal A1 que aún no ha sido completada.

Segunda planta

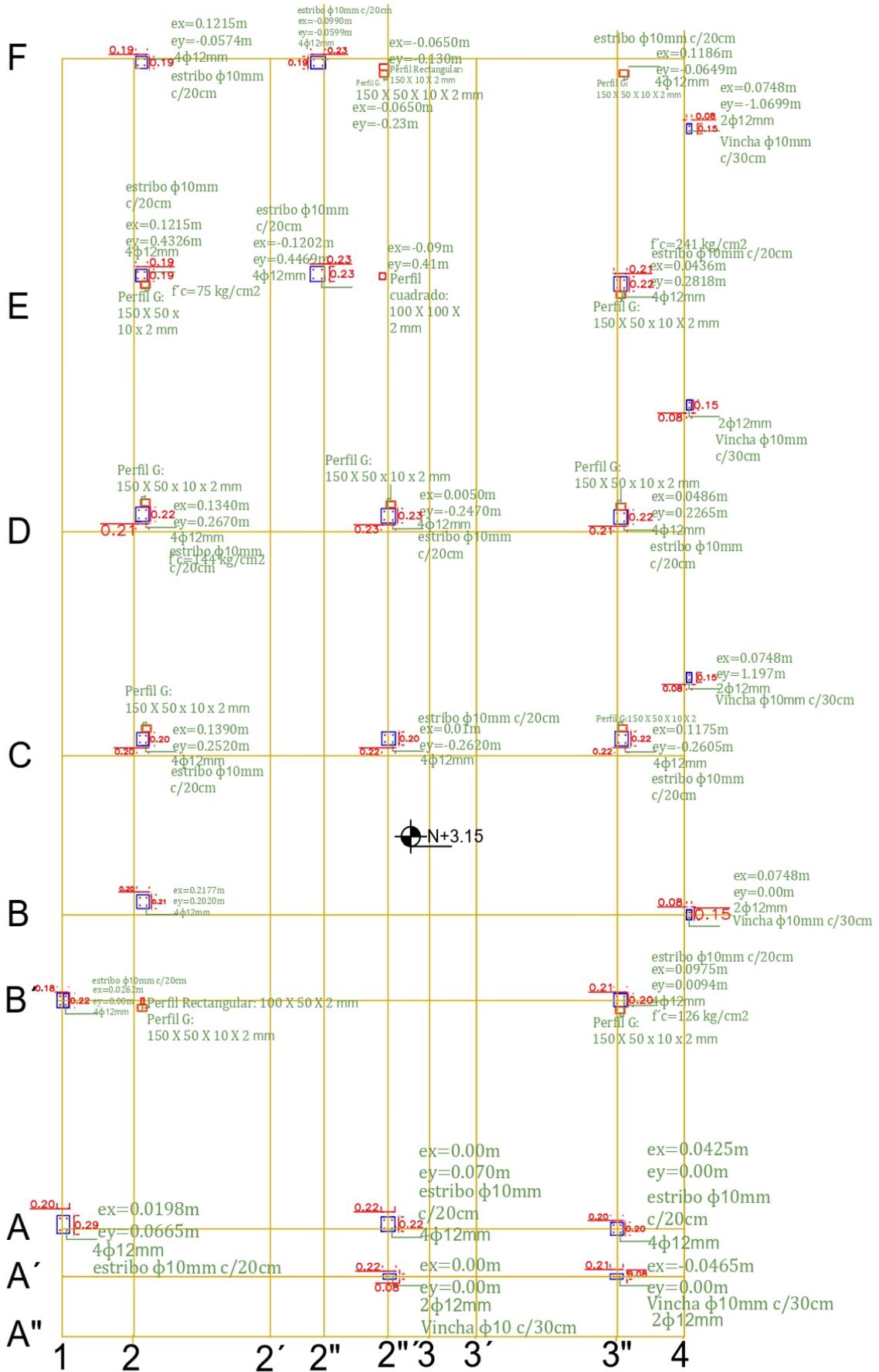




Figura 3.24 Columna principal A1 segundo piso no finalizada.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto



Figura 3.25 Zoom columna principal A1 del 2do. piso.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

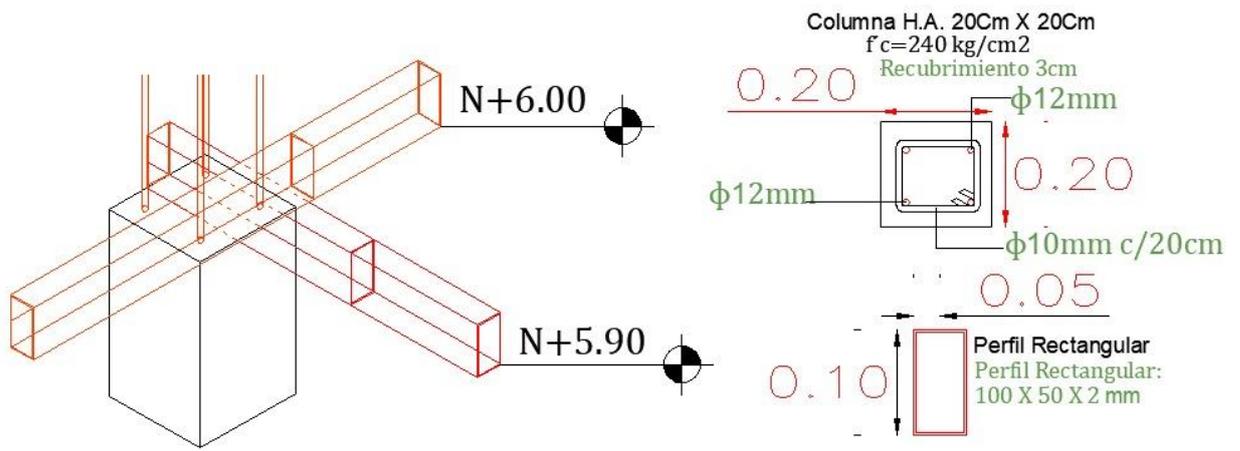


Figura 3.26 Detalle columna A1.
 Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

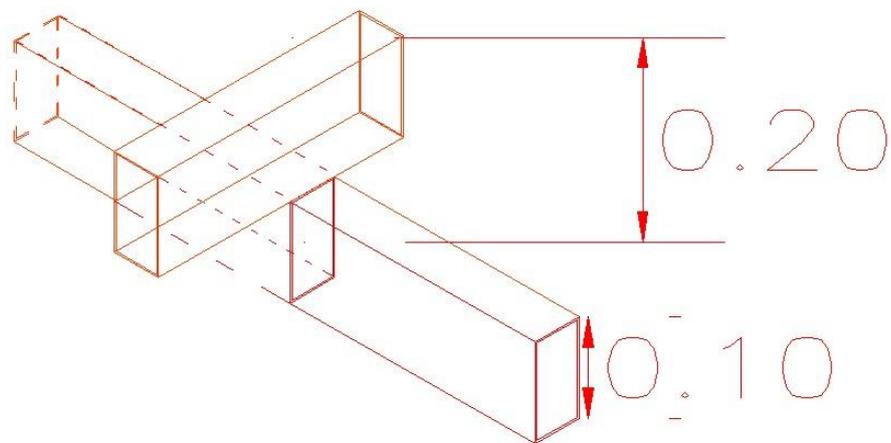


Figura 3.27 Dimensiones perfil tubular rectangular.
 Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

3.1.7 Problema 3: No linealidad de las columnas entre cada uno de los pisos.

La no linealidad estructural se manifiesta en las columnas que interconectan cada uno de los tres niveles del edificio. El primer piso exhibe una combinación de columnas de concreto, en las que se incorpora tubo de acero utilizado para transportar petróleo. En el segundo piso, las columnas son de hormigón armado, y en el tercer nivel, las columnas adoptan la forma de perfiles en "C". Estas diferencias en la composición y forma de las columnas generan una respuesta no lineal en el comportamiento estructural del edificio, lo cual implica que las relaciones entre carga y desplazamiento no siguen un patrón lineal.

Además, se puede asumir que las columnas que están construidas con tubos de acero utilizados para el transporte de petróleo están soldadas a la losa y las columnas de hormigón armado en el segundo piso, que tienen unas dimensiones de 0.22 x 0.22 metros, están soldadas tanto al tubo de acero como a la losa, estableciendo una conexión rígida en ese nivel.

El entendimiento y modelado preciso de estas no linealidades son cruciales para la evaluación de la estabilidad y el rendimiento de la estructura en diversas situaciones de carga y sismicidad.

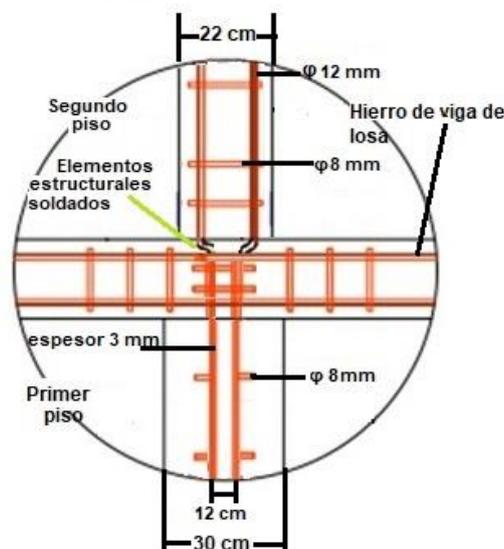


Figura 3.28 Losa soldada entre columna del primer piso y el segundo piso.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

CORTE EJE 4

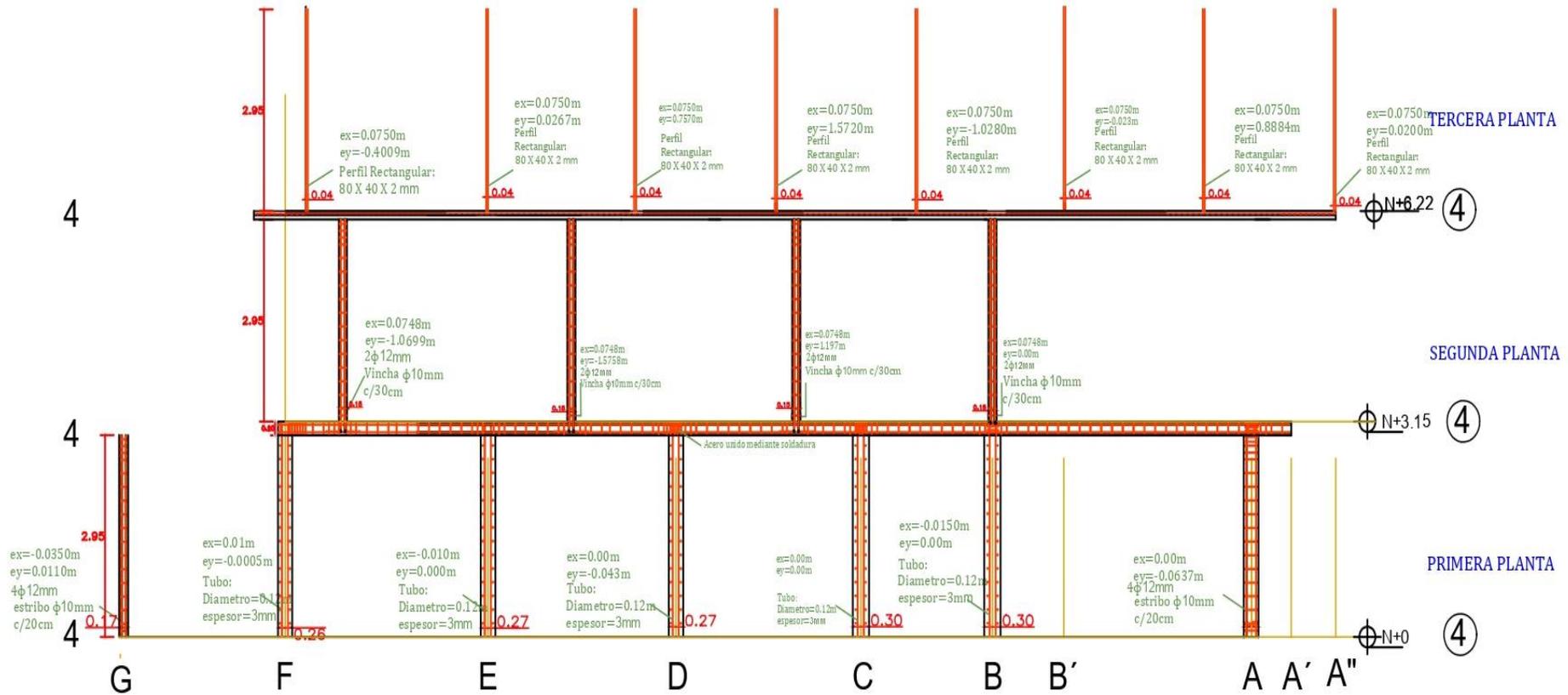


Figura 3.29 No linealidad en el elemento estructural columna en los tres pisos.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

3.2 Modelado estructural de la vivienda

Considerando la alternativa A seleccionada: Investigar las causas que originan el problema estructural, suelo, mal sistema constructivo, y dar solución para recuperar la estructura, dependiendo del porcentaje de fallas. Se plantea la modelación de la vivienda.

En esta sección se detalla el análisis teórico que se ha realizado para evaluar el comportamiento de la construcción bajo ciertas suposiciones. Estas hipótesis involucran las cargas actuales que inciden en la estructura. El análisis estructural se lo ha dividido en dos fases:

a) Análisis de la condición actual

La primera fase se ejecutó con el propósito de analizar los márgenes de seguridad resistentes en los componentes principales, teniendo en cuenta las cargas presentes y para verificar la precisión de los datos recopilados durante el relevamiento detallado.

b) Análisis condición mejorada

La segunda etapa se llevó a cabo para establecer parámetros de diseño y cálculo para la estructura modificada, determinar las mejoras requeridas y establecer directrices esenciales para el futuro proyecto arquitectónico, de manera que la intervención sea coherente con las suposiciones establecidas en este estudio.

3.2.1 Análisis de la condición actual

Con el propósito de analizar la configuración actual de la estructura, se creó un modelo numérico en SAP2000 que examina la totalidad de la construcción. El modelo desarrollado está representado en la figura adjunta.

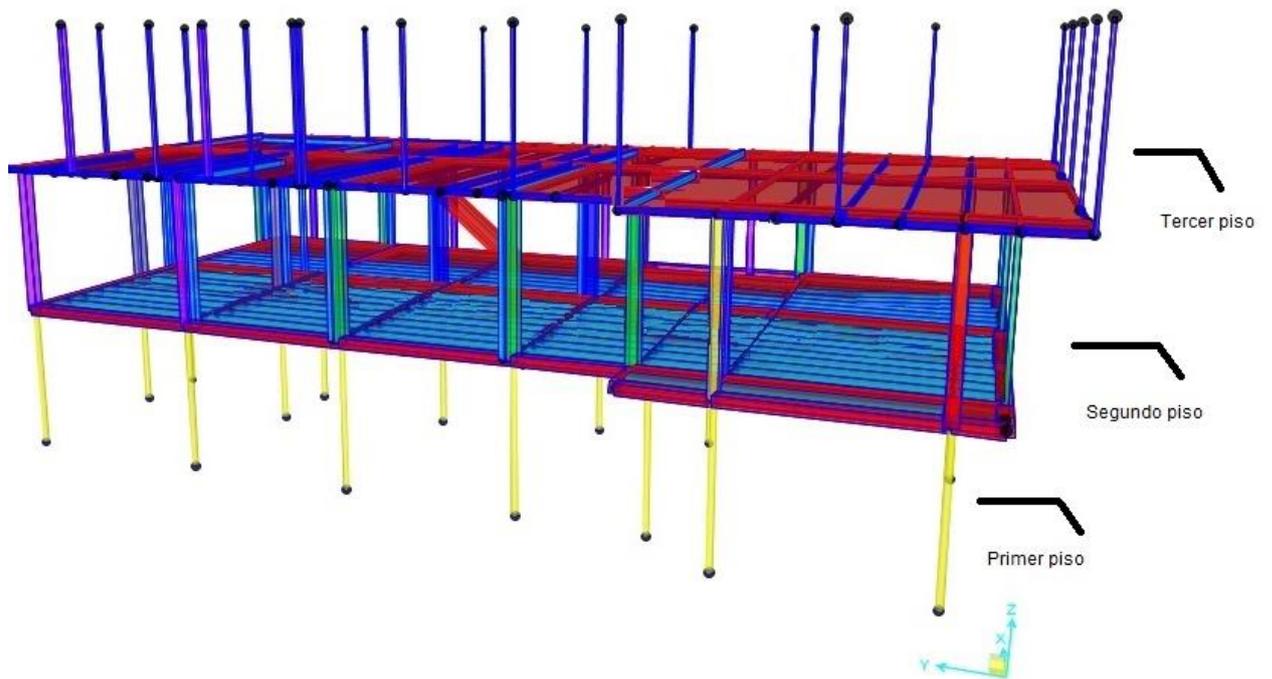


Figura 3.30 Modelado no analizado en condición actual casa 3 pisos en Salinas.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Uno de los propósitos del modelado es confirmar la resistencia de la segunda planta de la edificación. Esto posibilitará la adecuada dirección de las sugerencias para la reparación y fortalecimiento.

Las cargas empleadas en el modelo son las que se describen en las tablas a continuación:

- **Cargas muertas**

En el análisis de la carga muerta para una vivienda de tres pisos, se deben considerar diversos componentes que contribuyen a esta carga constante sobre la estructura.

Estos componentes son los tubos de acero que desempeñan el papel de columnas en el primer piso, la losa de cada nivel, las columnas de hormigón y los perfiles cuadrados metálicos, ambos del segundo piso, que ayudan a distribuir las cargas verticales. También las vigas metálicas que conectan y refuerzan el sistema, así como el perfil estructural tipo C que hace la función de columna en el tercer piso. Adicionalmente, los bloques y otros elementos constructivos permanentes también suman a esta carga muerta.

En el análisis de cargas muertas para el primer piso, se han evaluado tanto las columnas de hormigón armado, como también los perfiles tubulares de acero. Las tablas a continuación proporcionan una descripción detallada de los cálculos efectuados para determinar las cargas específicas, junto con el total del peso acumulado.

Tabla 3.7 Calculo de cargas columnas primer piso.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Tipo	Ejes	Dimensiones [m]	Área [m ²]	Altura [m]	Peso propio [kg]	Área de la losa [m ²]	Peso propio por m ² [kg]
Hormigón	A-1	0,20 x 0,27	0,054	2,95	382,32	215,83	53,14
Hormigón	b'-1	0,21 x 0,25	0,053	2,95	371,70	215,83	51,67
Hormigón	bc-1	0,21 x 0,25	0,053	2,95	371,70	215,83	51,67
Hormigón	C-1	0,21 x 0,25	0,053	2,95	371,70	215,83	51,67
Hormigón	D-1	0,21 x 0,25	0,053	2,95	371,70	215,83	51,67
Hormigón	E-1	0,21 x 0,25	0,053	2,95	371,70	215,83	51,67
Hormigón	F-1	0,21 x 0,25	0,053	2,95	371,70	215,83	51,67
Hormigón	G-1	0,20 x 0,28	0,056	2,95	396,48	215,83	55,11
Hormigón	A-3	0,25 x 0,27	0,068	2,95	477,90	215,83	66,43
Hor+Perfil circular	B-3	0,25 x 0,30	0,075	2,95	210,71	215,83	52,55
Hor+Perfil circular	C-3	0,25 x 0,30	0,075	2,95	210,71	215,83	52,55
Hor+Perfil circular	D-3	0,23 x 0,27	0,062	2,95	119,38	215,83	39,85
Hor+Perfil circular	E-3	0,23 x 0,27	0,062	2,95	119,38	215,83	39,85
Hor+Perfil circular	F-3	0,26 x 0,27	0,070	2,95	176,72	215,83	47,82
Hor+Perfil circular	B-2	0,25 x 0,30	0,068	2,95	157,61	215,83	45,17
Hor+Perfil circular	C-2	0,25 x 0,30	0,075	2,95	210,71	215,83	52,55
Hor+Perfil circular	D-2	0,22 x 0,27	0,059	2,95	100,26	215,83	37,20
Hor+Perfil circular	E-2	0,23 x 0,27	0,062	2,95	119,38	215,83	39,85
Hor+Perfil circular	F-2	0,28x0,29	0,081	2,95	254,60	215,83	58,65
Hormigón	G-2'	0,17x0,28	0,048	2,95	337,01	215,83	46,84
Perfil circular	E-2"	Esp0,01- Diametro0,12	0,002	2,95	51,73	215,83	7,19
Hormigón	F-2"	0,26 x 0,25	0,065	2,95	460,20	215,83	63,97
Hormigón	A-3"	0,27 x 0,30	0,081	2,95	573,48	215,83	79,71
Hormigón	A-4	0,27 x 0,30	0,081	2,95	573,48	215,83	79,71
Hor+Perfil circular	B-4	0,24 x 0,30	0,072	2,95	189,47	215,83	49,60
Hor+Perfil circular	C-4	0,25 x 0,30	0,075	2,95	210,71	215,83	52,55
Hor+Perfil circular	D-4	0,23 x 0,27	0,0621	2,95	119,38	215,83	39,85
Hor+Perfil circular	E-4	0,23x0,27	0,0621	2,95	119,38	215,83	39,85
Hor+Perfil circular	F-4	0,20x0,28	0,056	2,95	76,19	215,83	33,85
Hormigón	G-4	0,17x0,23	0,0391	2,95	276,83	215,83	38,48
Peso total						1482,33 kg/m²	

Tabla 3.8 Cálculo de cargas columnas segundo piso.

Fuentes: Eva Chacón y Brayán Pinto

Tipo	EJE	Dimensiones [m]	Área [m ²]	Altura [m]	Peso Propio [kg]	Área de la losa [m ²]	Peso propio por m ² [kg]
Hormigón	A-1	0,20x0,29	0,06	2,95	410,64	174,48	89,43
Hormigón	B'-1	0,18x0,22	0,04	2,95	280,37	174,48	61,06
Perfiles	B'-2	150x50x10x2	0,00042	2,95	9,73	174,48	2,12
Perfiles	B'-2	100x50x2	0,00030	2,95	6,95	174,48	1,51
Hormigón	B-2	0,20x0,21	0,04	2,95	297,36	174,48	64,76
Hormigón	C-2	0,20x0,20	0,04	2,95	283,20	174,48	61,68
Perfiles	c-2	150x50x10x2	0,00042	2,95	9,73	174,48	2,12
Hormigón	D-2	0,21 x 0,20	0,04	2,95	297,36	174,48	64,76
Perfiles	D-2	150x50x10x2	0,00042	2,95	9,73	174,48	2,12
Hormigón	E-2	0,19x0,19	0,04	2,95	255,59	174,48	55,66
Perfiles	E-2	150x50x10x2	0,00042	2,95	9,73	174,48	2,12
Hormigón	F-2	0,19x0,19	0,0361	2,95	255,59	174,48	55,66
Hormigón	E-2"	0,23x0,23	0,0529	2,95	374,53	174,48	81,57
Hormigón	F-2"	0,19x0,23	0,0437	2,95	309,40	174,48	67,38
Hormigón	A'-2'"	0,08x0,22	0,0176	2,95	124,61	174,48	27,14
Hormigón	A-2'"	0,22x0,22	0,0484	2,95	342,67	174,48	74,63
Hormigón	B'-2'"	0,22x0,22	0,0484	2,95	342,67	174,48	74,63
Hormigón	C-2'"	0,22x0,20	0,0440	2,95	311,52	174,48	67,85
Hormigón	D-2'"	0,23x0,23	0,0529	2,95	374,53	174,48	81,57
Perfiles rectangulares	E-2'"	100x100x2	0,0004	2,95	9,26	174,48	2,02
Perfiles doble G	F-2'"	150x50x10x2	0,00	2,95	9,73	174,48	2,12
Hormigón	F-2'"	0,19x0,23	0,04	2,95	309,40	174,48	67,38
Hormigón	A'-3"	0,08X0,21	0,02	2,95	118,94	174,48	25,90
Hormigón	A-3"	0,20x0,20	0,04	2,95	283,20	174,48	61,68
Hormigón	B'-3"	0,20x0,21	0,04	2,95	297,36	174,48	64,76
Perfiles doble G	B'-3"	150x50x10x2	0,00	2,95	9,73	174,48	2,12
Hormigón	C-3"	0,22x0,22	0,05	2,95	342,67	174,48	74,63
Perfiles doble G	C-3"	150x50x10x2	0,00	2,95	9,73	174,48	2,12
Hormigón	D-3"	0,21x0,22	0,05	2,95	327,10	174,48	71,24
Perfiles doble G	D-3"	150x50x10x2	0,00	2,95	9,73	174,48	2,12
Perfiles doble G	E-3"	150x50x10x2	0,00	2,95	9,73	174,48	2,12
Hormigón	E-3"	0,21x0,22	0,05	2,95	327,10	174,48	71,24
Perfiles doble G	F-3"	150x50x10x2	0,00	2,95	9,73	174,48	2,12
Hormigón	F-3"	0,21X0,20	0,04	2,95	297,36	174,48	64,76
Hormigón	B-4	0,08X0,15	0,01	2,95	84,96	174,48	18,50
Hormigón	C-4	0,08X0,15	0,01	2,95	84,96	174,48	18,50

Tipo	EJE	Dimensiones [m]	Área [m ²]	Altura [m]	Peso Propio [kg]	Área de la losa [m ²]	Peso propio por m ² [kg]
Hormigón	E-4	0,08X0,15	0,01	2,95	84,96	174,48	18,50
Hormigón	F-4	0,08X0,15	0,01	2,95	84,96	174,48	18,50
Peso total						1528,12 kg/m²	

Tabla 3.9 Cálculos de carga columna tercer piso.

Fuentes: Eva Chacón y Brayan Pinto

Tipo	EJE	Dimensiones [m]	Área [m ²]	Longitud [m]	Peso propio [kg]	Área de la losa [m ²]	Peso propio por m ² [kg]
Perfiles rectangulares	A"-1	0,04X0,08X0,002	0,0002	2,95	5,56	190,49	0,70
Perfiles rectangulares	A"-2	0,04X0,08X0,002	0,0002	2,95	5,56	190,49	0,70
Perfiles rectangulares	A"-2"	0,04X0,08X0,002	0,0002	2,95	5,56	190,49	0,70
Perfiles rectangulares	A"-3´	0,04X0,08X0,002	0,0002	2,95	5,56	190,49	0,70
Perfiles rectangulares	A"-4	0,04X0,08X0,002	0,0002	2,95	5,56	190,49	0,70
Perfiles rectangulares	AB´-1	0,04X0,08X0,002	0,0002	2,95	5,56	190,49	0,70
Perfiles rectangulares	AB´-1	0,04X0,08X0,002	0,0002	2,95	5,56	190,49	0,70
Perfiles rectangulares	B´-4	0,04X0,08X0,002	0,0002	2,95	5,56	190,49	0,70
Perfiles rectangulares	B-1	0,04X0,08X0,002	0,0002	2,95	5,56	190,49	0,70
Perfiles rectangulares	B-2	0,04X0,08X0,002	0,0002	2,95	5,56	190,49	0,70
Perfiles rectangulares	BC-4	0,04X0,08X0,002	0,0002	2,95	5,56	190,49	0,70
Perfiles rectangulares	DE-2	0,04X0,08X0,002	0,0002	2,95	5,56	190,49	0,70
Perfiles rectangulares	CD-2	0,04X0,08X0,002	0,0002	2,95	5,56	190,49	0,70
Perfiles rectangulares	CD-4	0,04X0,08X0,002	0,0002	2,95	5,56	190,49	0,70
Perfiles rectangulares	DE-2	0,04X0,08X0,002	0,0002	2,95	5,56	190,49	0,70
Perfiles rectangulares	DE-2	0,04X0,08X0,002	0,0002	2,95	5,56	190,49	0,70
Perfiles rectangulares	DE-4	0,04X0,08X0,002	0,0002	2,95	5,56	190,49	0,70
Perfiles rectangulares	E-2	0,1x0,1x0,002	0,0004	2,95	9,26	190,49	1,17
Perfiles rectangulares	E-4	0,04X0,08X0,002	0,0002	2,95	5,56	190,49	0,70
Perfiles rectangulares	EF-2	0,04X0,08X0,002	0,0002	2,95	5,56	190,49	0,70
Perfiles rectangulares	F-2	0,1x0,1x0,002	0,0004	2,95	9,26	190,49	1,17
Perfiles rectangulares	F-4	0,04X0,08X0,002	0,0002	2,95	5,56	190,49	0,70
Perfiles rectangulares	F-2´	0,04X0,08X0,002	0,0002	2,95	5,56	190,49	0,70
Perfiles rectangulares	F-3´	0,04X0,08X0,002	0,0002	2,95	5,56	190,49	0,70
Peso total						17,74 kg/m²	

En referencia a la losa del primer piso, se ha optado por suponer que se trata de una losa aligerada. Esta elección se debe a que determinar con certeza el tipo de losa requeriría llevar a cabo pruebas destructivas, una medida que el cliente no considera apropiada los cálculos efectuados se describen en la tabla 3.10.

Tabla 3.10 Calculo carga losa aligera primer piso.

Fuentes: Eva Chacón y Brayan Pinto

Altura	0,2	m
Nervio	0,1	m
Espesor de capa	0,05	m
p específico	2400	kg/m ³
Volumen total por m ²	0,2	m ³ /m ²
Volumen del aliviamiento	0,126	m ³ /m ²
Volumen de hormigón por m ²	0,074	m ³ /m ²
Peso total/m ²	177,6	kg/m ²

En el caso de la losa del segundo piso, se pudo identificar que se trata de una losa noalosa 76, y se ha obtenido información detallada sobre sus propiedades y datos técnicos directamente de las especificaciones técnicas proporcionadas.

Tabla 3.11 Calculo carga losa Steel Deck segundo piso.

Fuentes: Eva Chacón y Brayan Pinto.

Espesor de losa	12	cm
Volumen Hormigón	0,15332	m ³ /m ²
Peso hormigón	368	kg/m ²

TIPOS DE NOVALOSA

NOVALOSA 76

Propiedades de la Sección Compuesta Novalosa 76 mm					
Espesor Novalosa (mm)	Espesor losa (a) (cm)	Volumen hormigón (m ³ /m ²)	Peso hormigón (kg/m ²)	Id (b) (cm ² /m)	ΦsMno (c) (Ton.m)
0,76	5	0,08332	200,0	949,00	1,541
	6	0,09332	224,0	1185,03	1,761
	8	0,11332	272,0	1769,53	2,226
	10	0,13332	320,0	2524,21	2,715
	12	0,15332	368,0	3472,91	3,221
	14	0,17332	416,0	4639,17	3,739
	16	0,19332	464,0	6046,33	4,266
1,00	5	0,08320	199,7	1047,78	1,494
	6	0,09320	223,7	1304,60	1,704
	8	0,11320	271,7	1939,96	2,150
	10	0,13320	319,7	2758,08	2,622
	12	0,15320	367,7	3783,00	3,112
	14	0,17320	415,7	5038,46	3,616
	16	0,19320	463,7	6547,99	4,130

Figura 3.31 Propiedades de novalosa 76.

Fuentes: Eva Chacón y Brayan Pinto

Además, en el segundo piso están las vigas que soporta la losa Novacero del tercer piso. Estas vigas son perfiles rectangulares y su cálculo de peso propio se encuentra en la tabla 3.12

Tabla 3.12 Calculo de cargas vigas segundo piso.

Fuentes: Eva Chacón y Brayan Pinto

Dimensiones [m]	Área [m ²]	Longitud [m]	Peso propio [kg]	# Vigas PA	Área de la losa [m ²]	Peso propio por m ² [kg]	Correa	Dirección
0,05x0,10	0,005	10,12	397,21	8	174,48	18,21	Perfil rectangular	Horizontal
0,05x0,10	0,005	9,19	360,707 5	15	174,48	31,01	Perfil rectangular	Horizontal
0,05x0,10	0,005	6,8	266,9	1	174,48	1,53	Perfil rectangular	vertical
0,05x0,10	0,005	20,04	786,57	4	174,48	18,03	Perfil rectangular	vertical
0,15x0,05x0,01x0,002	0,0042	4	131,88	1	174,48	0,76	Perfil rectangular	vertical
0,15x0,05x0,01x0,003	0,0042	7,8	257,166	3	174,48	4,42	Perfil rectangular	vertical
0,15x0,05x0,01x0,004	0,0042	14	461,58	2	174,48	5,29	Perfil rectangular	vertical
Peso propio por m² total							79,25 kg/m²	

El cálculo de las cargas muertas para cada bloque del primer, segundo y tercer piso se realiza con el objetivo de determinar las fuerzas gravitacionales permanentes que actúan sobre la estructura en cada nivel. Estas cargas incluyen el peso propio de los materiales de construcción y elementos permanentes de la edificación.

Tabla 3.13 Bloques primer piso 40 x 20 x 7 [cm].

Fuentes: Eva Chacón y Brayan Pinto

Área lateral total de las paredes [m ²]	Área lateral del bloque [m ²]	# Bloques	Peso propio [kg]	Área de la losa [m ²]	Peso propio por m ² [kg]
131,363512	0,028	4692	13,6	215,8272	295,63
Peso propio por m2 total			295,63	Kg/m ²	

Tabla 3.14 Bloques segundo piso 40 x 20 x 7 [cm].

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Área lateral total de las paredes [m ²]	Área lateral del bloque [m ²]	# Bloques	Peso propio [kg]	Área de la losa [m ²]	Peso propio por m ² [kg]
92,6503136	0,028	3309	13,6	174,4801	257,92
Peso propio por m2 total			257,92	Kg/m ²	

Es importante tener en cuenta que en el tercer piso existe una pared con una altura vertical de 1 metro y que no se dispone de un techo. Estas particularidades tienen implicaciones significativas en el diseño y el análisis estructural. La pared de 1 metro de altura añadirá una carga adicional en la estructura, afectando la distribución de las fuerzas y momentos a lo largo de la edificación. La falta de techado también implica la exposición directa a las condiciones climáticas, lo que puede influir en la resistencia de los materiales y requerir medidas adicionales de protección y refuerzo. Estos elementos particulares deben ser cuidadosamente evaluados en el proceso de diseño para asegurar la integridad y estabilidad de la estructura en su conjunto.

Tabla 3.15 Bloques tercer piso 40 x 20 x 7 [cm].

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Área lateral total de las paredes [m ²]	Área lateral del bloque [m ²]	# Bloques	Peso propio [kg]	Área de la losa [m ²]	Peso propio por m ² [kg]
24,0005	0,028	857	13,6	139	83,87
Peso propio por m² total			83,87	Kg/m ²	

La combinación de todos estos factores culmina en una carga muerta total de 2512,49 Kg/m².

▪ **Espectro inelástico**

La norma NEC 2015 establece criterios para el diseño y construcción de estructuras en Ecuador. En el contexto de los espectros inelásticos de respuesta sísmica, la norma ofrece pautas para evaluar y considerar la respuesta no lineal de las estructuras ante eventos sísmicos. Al utilizar espectros inelásticos de respuesta sísmica, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

Zona sísmica, curva de peligro sísmico

La región de Santa Elena está geográficamente situada en una área que está clasificada como de Alta Intensidad Sísmica. Esto se refleja en el mapa de diseño a 50 años de Ecuador que se presenta en la figura 1.1. La residencia está localizada en el cantón Salinas y pertenece a la provincia de Santa Elena. En términos de sismicidad, esta provincia se encuentra en la Zona Sísmica VI, ya que los valores de aceleración sísmica tienen una saturación igual o mayor a 0.50 g.

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Figura 3.32 Valores del factor Z.

Fuente: NEC-SE-DS, 2015

Coeficiente de perfil del Suelo F_a , F_d , F_s

Para la determinación del espectro de Diseño S_a , se obtienen los factores F_a , F_d y F_s de la NEC, donde se consideró un tipo de suelo D, Debido a las propiedades del terreno en el que se encuentra ubicado el proyecto.

a. F_s : Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período cortó.

En la [Tabla 3](#) se presentan los valores del coeficiente F_s que amplifica las ordenadas del espectro de respuesta elástico de aceleraciones para diseño en roca, tomando en cuenta los efectos de sitio.

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.5	1.39	1.28	1.14	0.97
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.6.4					

Tabla 3: Tipo de suelo y Factores de sitio F_s

Figura 3.33 Valores del Coeficiente F_a según subsuelo.

Fuente: NEC 2015

b. F_d : amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca

En la [Tabla 4](#) se presentan los valores del coeficiente F_d que amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Tabla 4: Tipo de suelo y Factores de sitio F_d

Figura 3.34 Valores del Coeficiente F_b según subsuelo.

Fuente: NEC 2015

c. F_s : comportamiento no lineal de los suelos

En la **Tabla 5** se presentan los valores del coeficiente F_s , que consideran el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del período del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Tabla 5: Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo F_s .

Nota: Para poblaciones con más de 100000 habitantes (que deberían disponer de estudios de microzonificación sísmica y geotécnica en su territorio) y sitios con suelo de tipo F, se realizará espectro de respuesta elástico de aceleraciones específico al sitio, basado en la geología, tectónica, sismología y características del suelo local. El espectro debe desarrollarse para una fracción del amortiguamiento respecto al crítico de 5,00%, a menos que la utilización de otros valores sea consistente con el comportamiento estructural previsto y con la intensidad del sismo establecida para el sitio.

Figura 3.35 Valores del Coeficiente F_c según subsuelo.

Fuente: NEC 2015

Coeficiente η

- $\eta = 1.80$: Provincias de la Costa (excepto Esmeraldas),
- $\eta = 2.48$: Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos
- $\eta = 2.60$: Provincias del Oriente

Figura 3.36 Coeficiente dependiente del sector donde estamos construyendo el espectro.

Fuente: NEC 2015

Factor r

r:	Factor usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto	
r =	1	Para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E
r =	1.5	Para tipo de suelo E

Figura 3.37 Factor r de espectro de diseño elástico.

Fuente: NEC 2015

Espectro de respuesta sísmica



Figura 3.38 Espectro de respuesta sísmica.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Factor de Importancia

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Figura 3.39 Factor de Importancia I.

Fuente: NEC 2015

Modificación de respuesta sísmica

Table 12.2-1 (Continued)

Seismic Force-Resisting System	ASCE 7 Section Where Detailing Requirements Are Specified	Response Modification Coefficient, R'	Overstrength Factor, Ω_s'	Deflection Amplification Factor, C_d'	Structural System Limitations Including Structural Height, h_s , (ft)				
					Seismic Design Category				
					B	C	D'	E'	F'
C. MOMENT-RESISTING FRAME SYSTEMS									
1. Steel special moment frames	14.1 and 12.2.5.5	8	3	5½	NL	NL	NL	NL	NL
2. Steel special truss moment frames	14.1	7	3	5½	NL	NL	160	100	NP
3. Steel intermediate moment frames	12.2.5.7 and 14.1	4½	3	4	NL	NL	35'	NP'	NP'
4. Steel ordinary moment frames	12.2.5.6 and 14.1	3½	3	3	NL	NL	NP'	NP'	NP'
5. Special reinforced concrete moment frames*	12.2.5.5 and 14.2	8	3	5½	NL	NL	NL	NL	NL
6. Intermediate reinforced concrete moment frames	14.2	5	3	4½	NL	NL	NP'	NP'	NP'
7. Ordinary reinforced concrete moment frames	14.2	3	3	2½	NL	NP'	NP'	NP'	NP'
8. Steel and concrete composite special moment frames	12.2.5.5 and 14.3	8	3	5½	NL	NL	NL	NL	NL
9. Steel and concrete composite intermediate moment frames	14.3	5	3	4½	NL	NL	NP'	NP'	NP'
10. Steel and concrete composite partially restrained moment frames	14.3	6	3	5½	160	160	100	NP'	NP'
11. Steel and concrete composite ordinary moment frames	14.3	3	3	2½	NL	NP'	NP'	NP'	NP'
12. Cold-formed steel—special bolted moment frame*	14.1	3½	3'	3½	35	35	35	35	35

Figura 3.40 Factor de modificación de respuesta sísmica.

Fuente: NEC 2015

▪ **Resultados Obtenidos bajo la norma NEC 2015**

Tabla 3.16 Factores de zonas sísmica cantón Salinas.

Fuente: NEC - 2015

Fa	1,12	
Fd	1,3	
Fs	1,65	
Z	0,5	
n	1,8	Costa - Salinas
r	1	
l	1	
R	8	
ϕ_p	0,9	
ϕ_t	0,9	
To	0,191517857	Segundo
Tc	1,053348214	Segundo
Sa	1,008	

3.2.2 Procedimiento del modelado paso a paso

Mediante la definición de elementos como columnas, vigas y losas, junto con la aplicación de cargas y condiciones de contorno, se busca obtener un análisis completo de la respuesta estructural.

Se empieza con la definición de grilla acorde los planos arquitectónicos y estructurales actuales ya realizados con anterioridad.

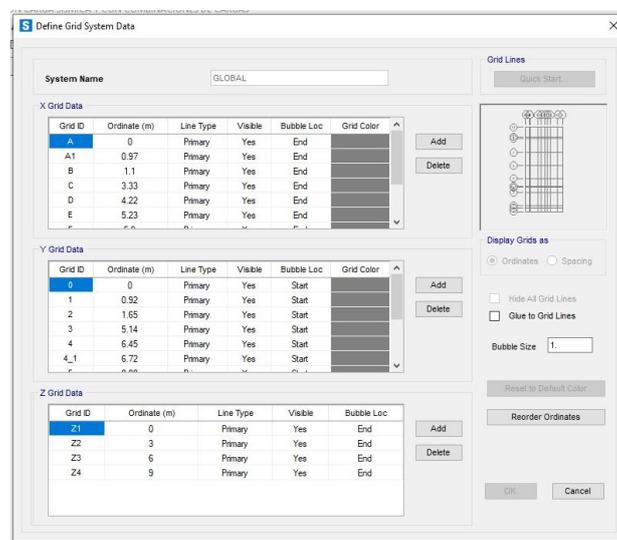


Figura 3.41 Definición de grilla acorde los planos arquitectónicos y estructurales.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Luego se definieron los materiales, para este caso se definieron las resistencia de los hormigones según el ensayo de esclerometría.

Figura 3.42 Definición de materiales.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Figura 3.49 Definición de un hormigón de f'c 126.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Figura 3.50 Definición de un hormigón de f'c 144.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Figura 3.44 Definición de un hormigón de $f'c$ 240.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Figura 3.43 Definición de un hormigón de $f'c$ 56.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Figura 3.46 Definición de un hormigón de $f'c$ 63.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Figura 3.45 Definición de un hormigón de $f'c$ 75.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Figura 3.47 Definición de un hormigón de f'c 86.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Figura 3.48 Definición de un hormigón de f'c 56.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Se prosigue con la definición de los elementos de acero tipo Ribar para acero de columnas de hormigón.

Figura 3.50 definición de los elementos de acero.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Figura 3.49 Acero estructural tipo steel de Fy 7850.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Continuamos con definición de los materiales y resistencia para los elementos estructurales.

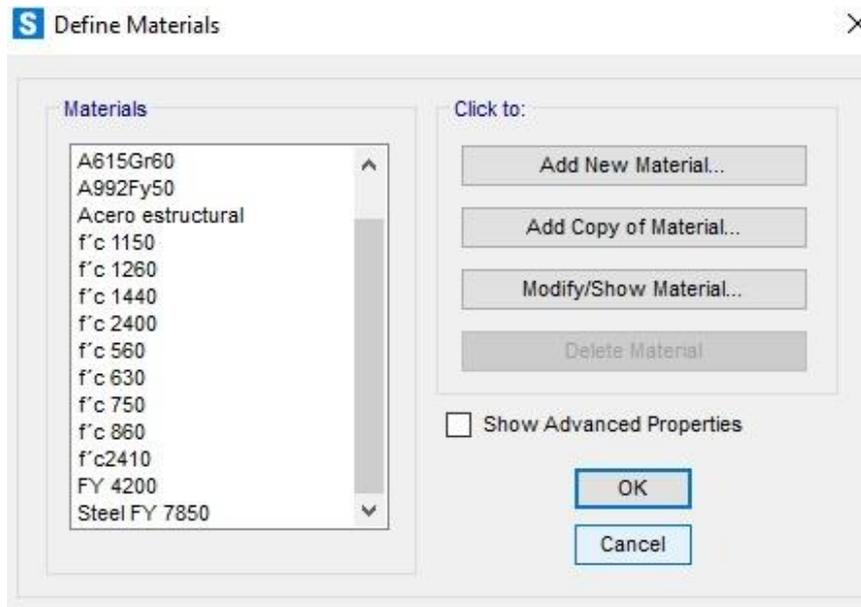


Figura 3.51 Definición de los materiales y resistencia para los elementos estructurales.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Luego se definieron las secciones de los elementos, tanto para los elementos de acero estructurales de los perfiles encontrados en la vivienda como las secciones de las columnas.

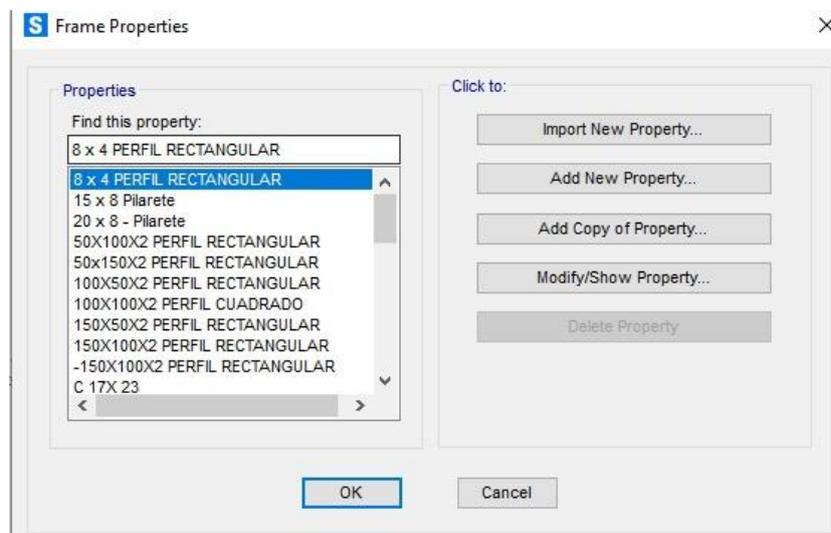


Figura 3.52 Definición de secciones de los elementos.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Luego estos se colocan los perfiles que son elementos que se encuentra en la segunda planta de la vivienda y tiene función de columna, estos se encuentran empotrado en la segunda losa.

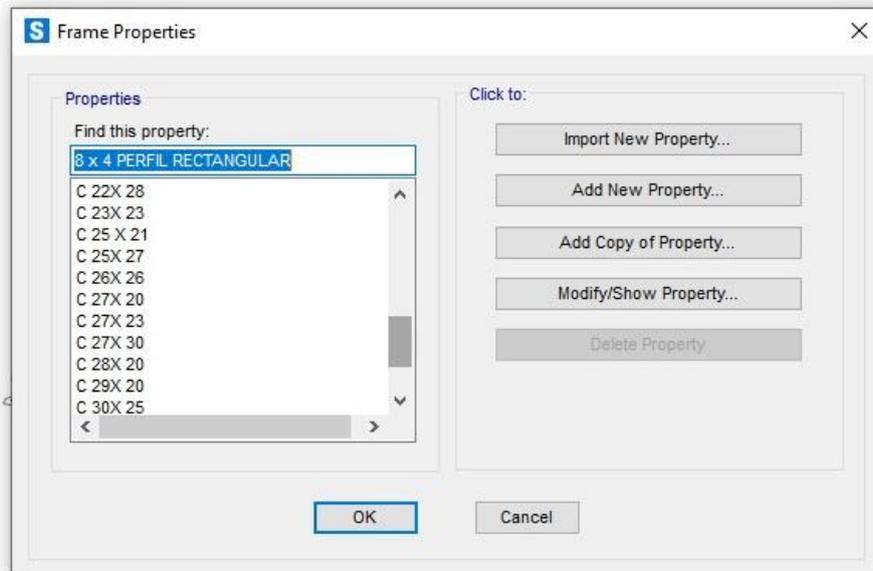


Figura 3.53 Definición de las secciones de los elementos columnas.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

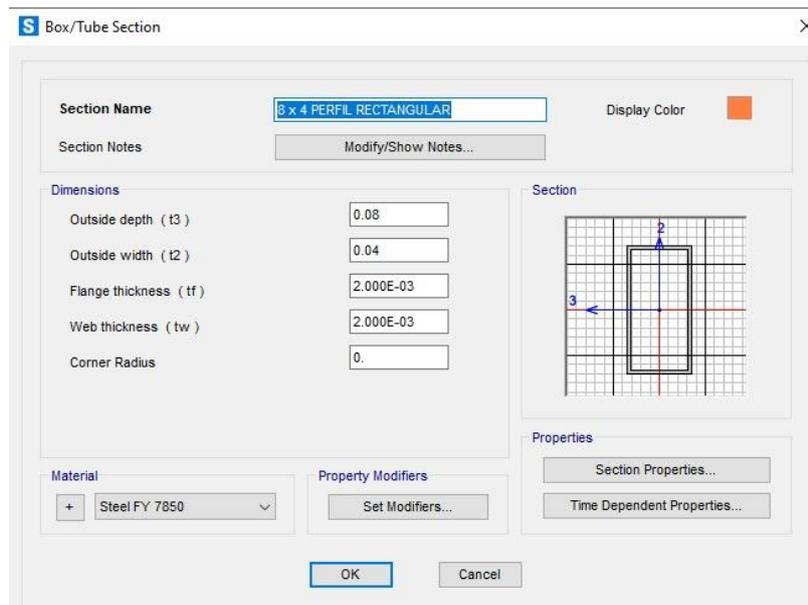


Figura 3.54 Perfil 80 x 40 x 2.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

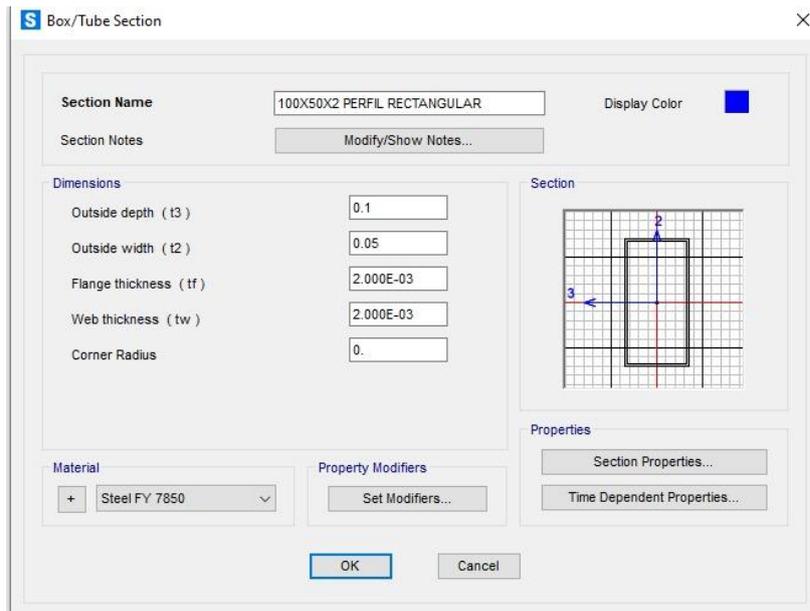


Figura 3.55 Perfil 100 x 50 x 2.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

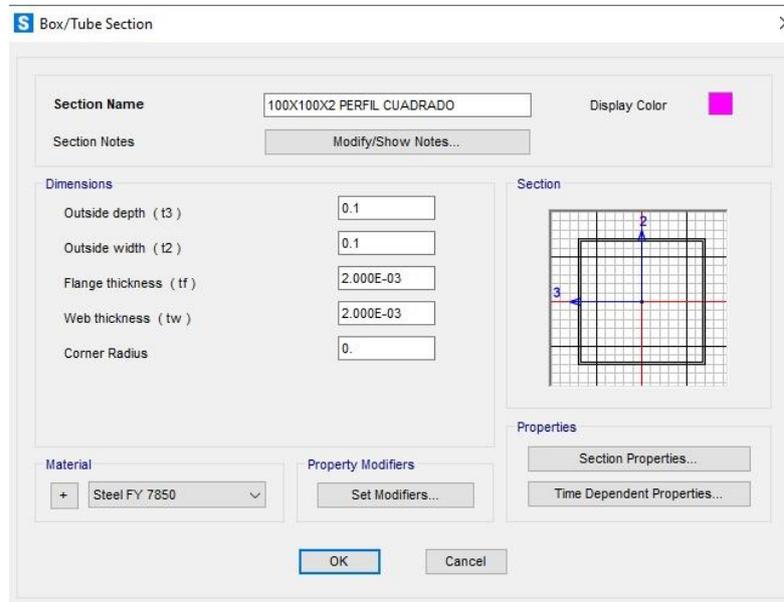


Figura 3.56 perfil 100 x 100 x 2.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

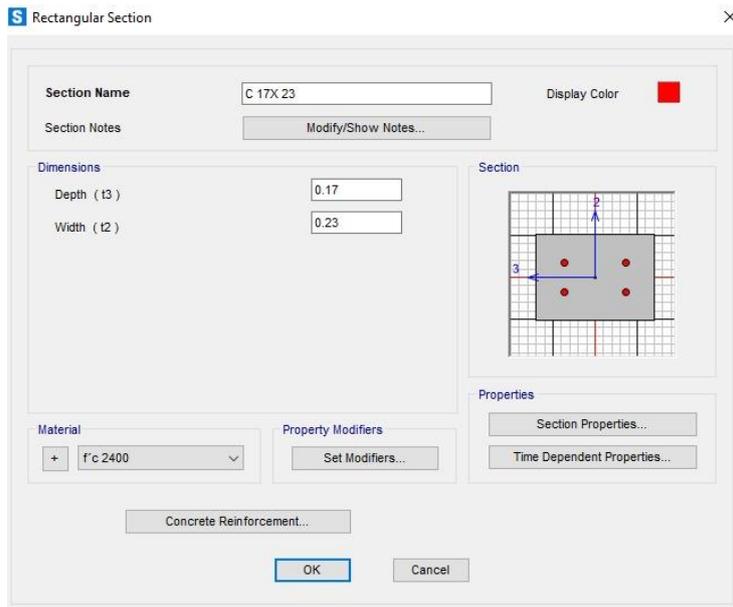


Figura 3.57 columna 17 x 23.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

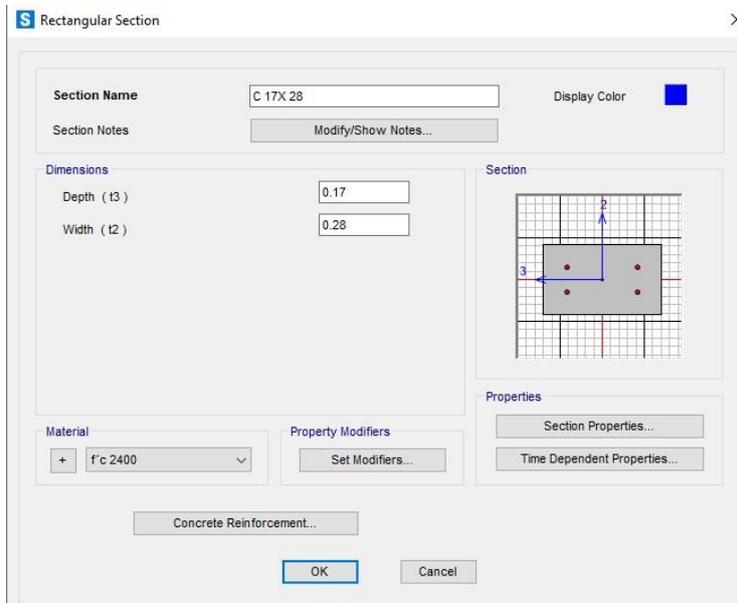


Figura 3.58 columna 17 x 28.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

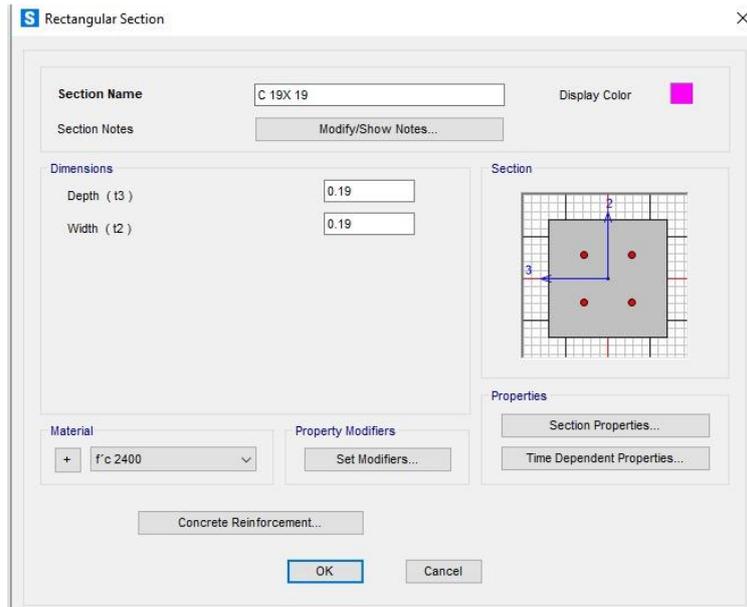


Figura 3.59 Figura 3.65 columna 19 x 19.
 Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

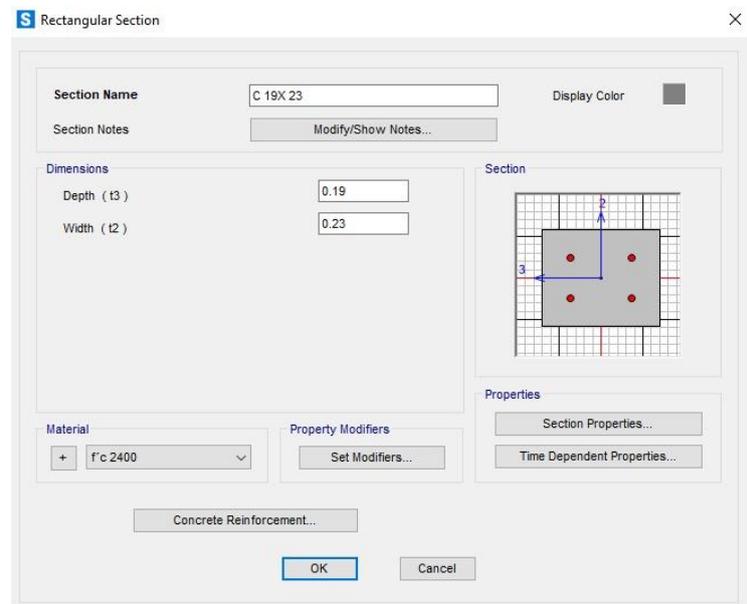


Figura 3.60 Columna 19 x 23.
 Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

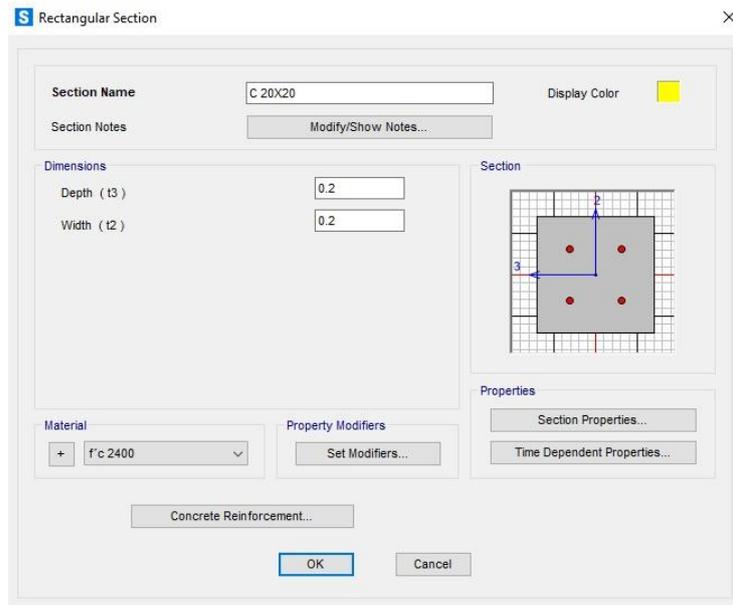


Figura 3.61 Columna 20 x 20.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

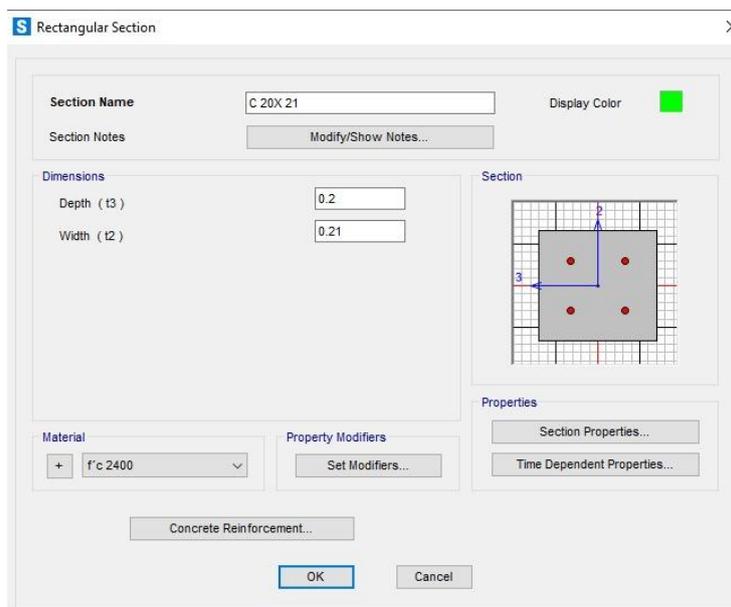


Figura 3.62 Columna 20 x 21.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

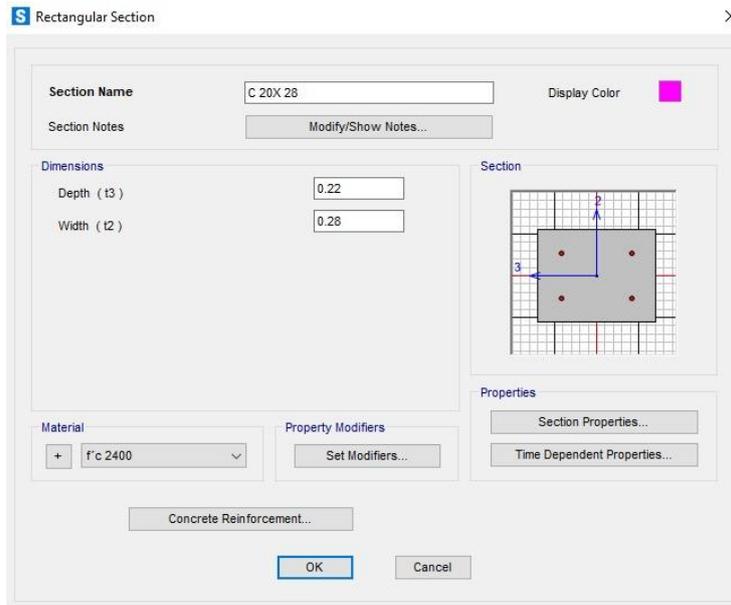


Figura 3.63 Columna 20 x 28.
 Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

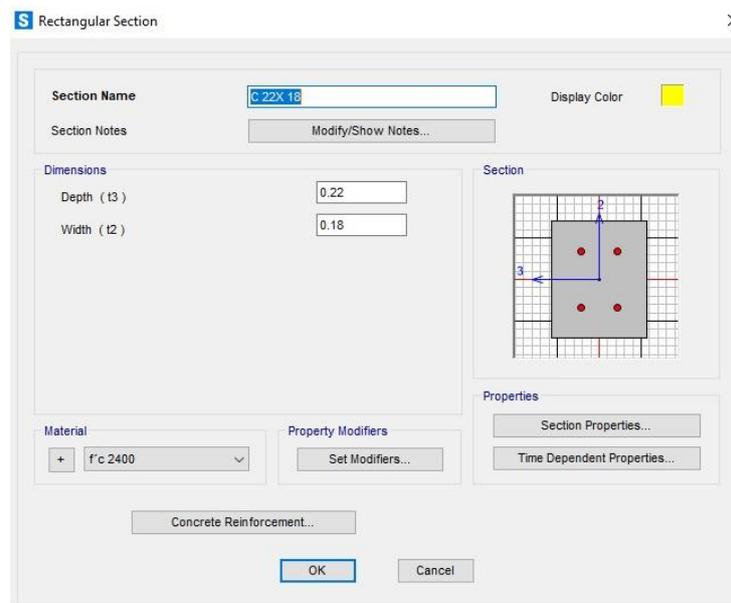


Figura 3.64 Columna 22 x 18.
 Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

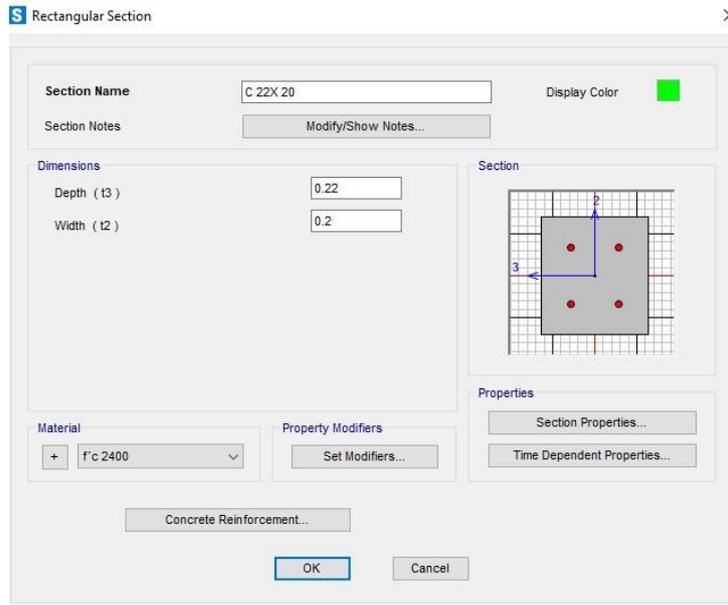


Figura 3.65 Columna 22 x 20.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

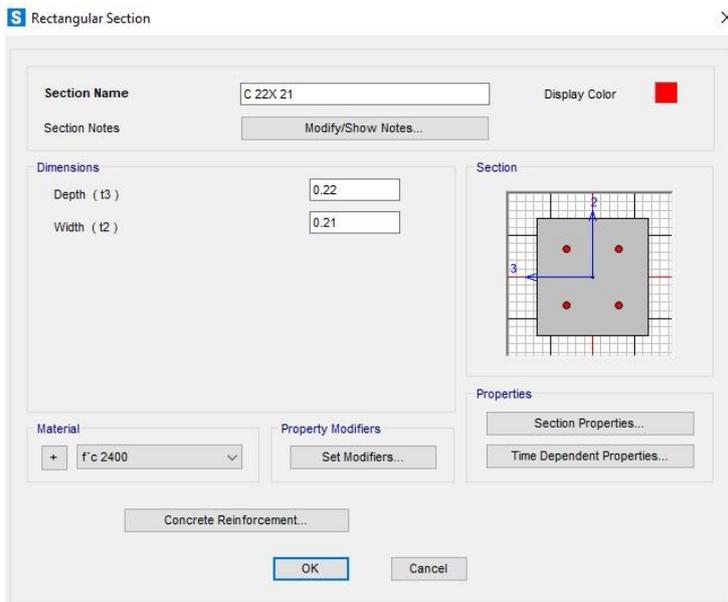


Figura 3.66 Columna 22 x 21.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

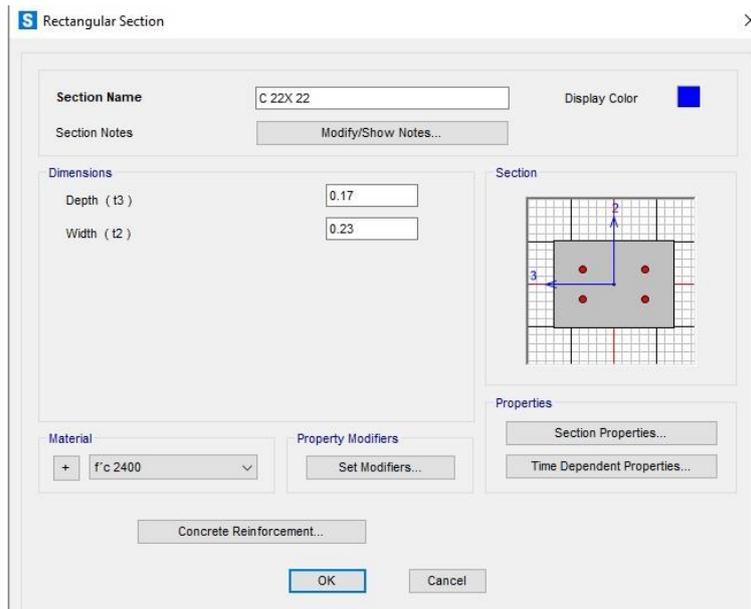


Figura 3.67 Columna 22 x 22.
 Fuente: Eva Chacón y Brayán Pinto

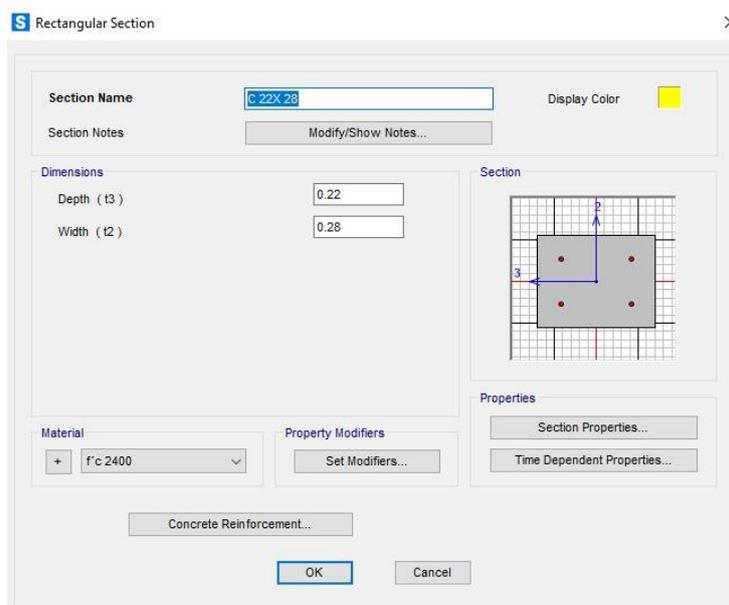


Figura 3.68 Columna 22 x 28.
 Fuente: Eva Chacón y Brayán Pinto

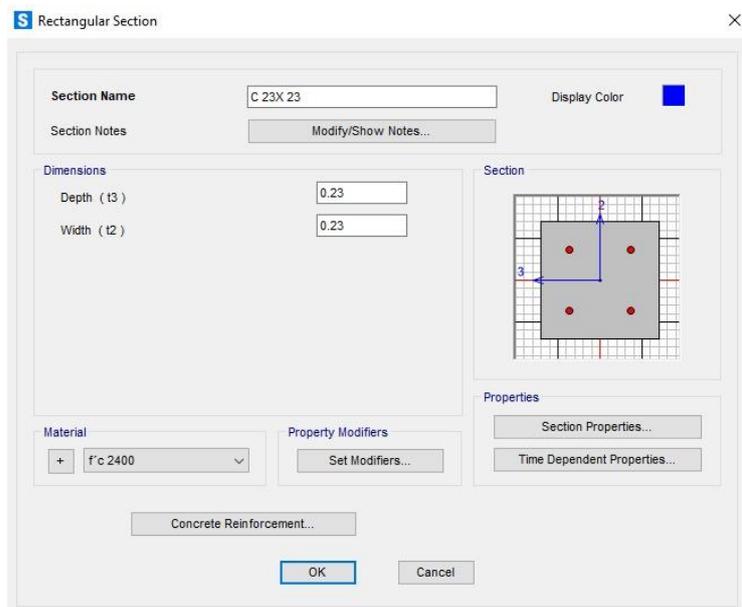


Figura 3.69 Columna 23 x 23.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

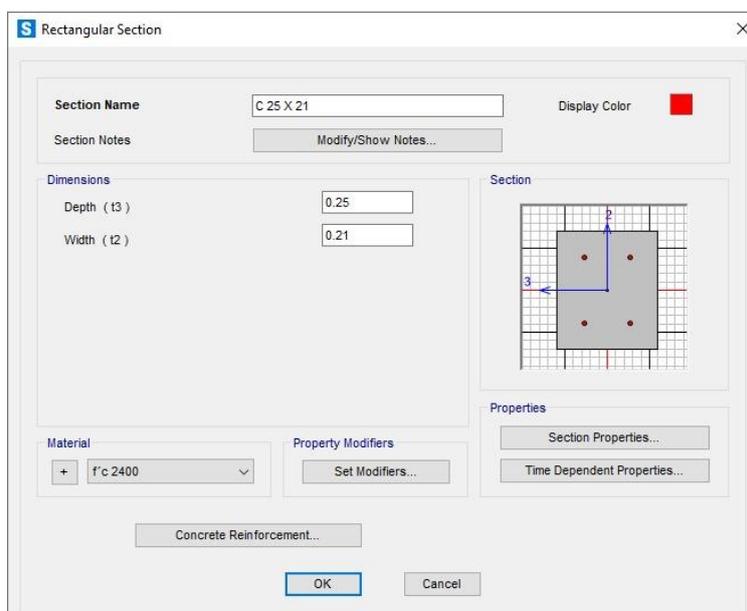


Figura 3.70 Columna 25 x 21.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

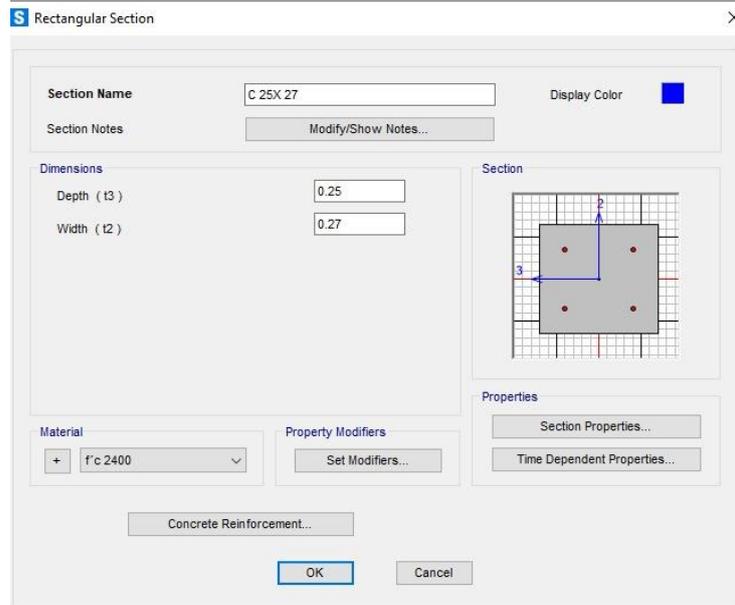


Figura 3.71 Columna 25 x 27.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

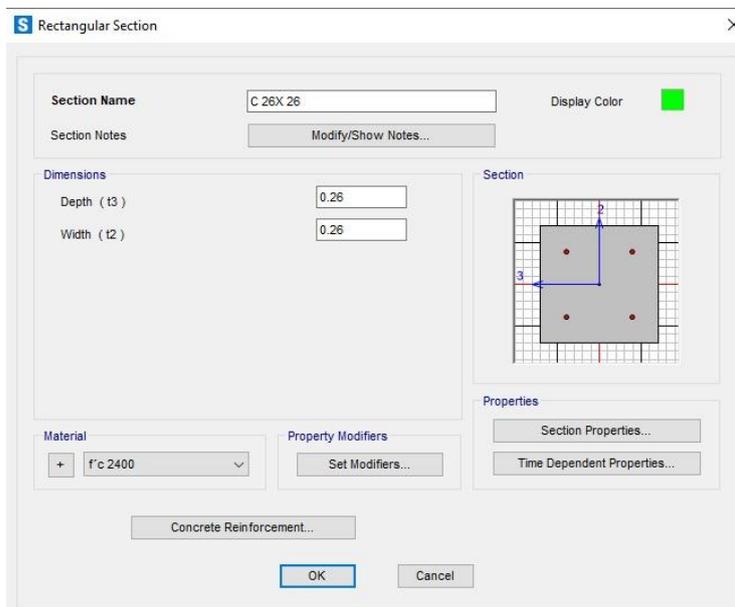


Figura 3.72 Columna 26 x 26.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

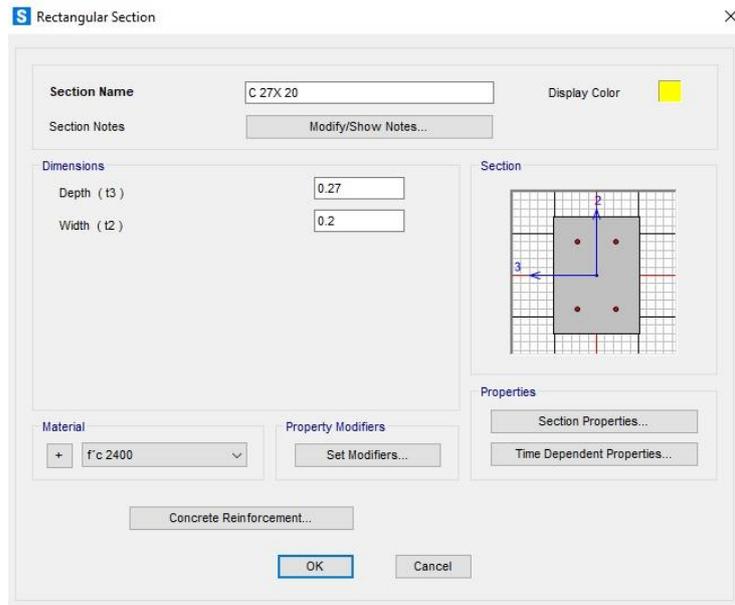


Figura 3.73 Columna 27 x 20.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

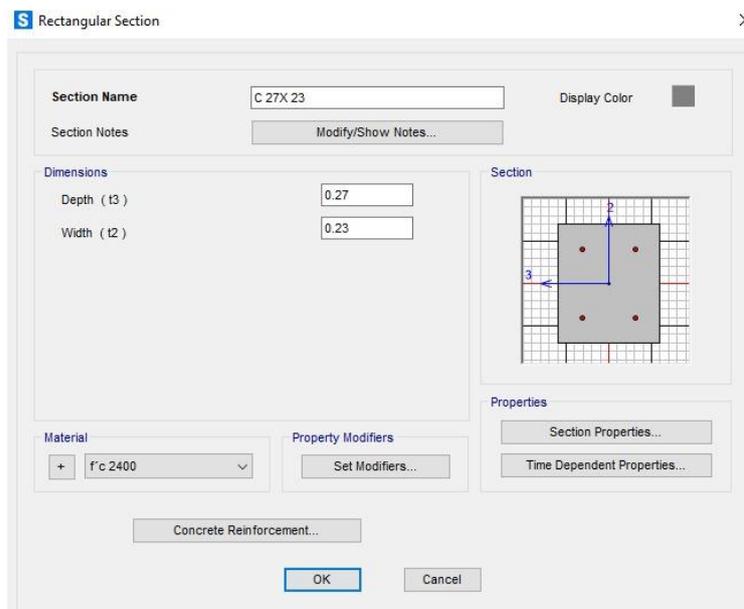


Figura 3.74 Columna de 27 x 23.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

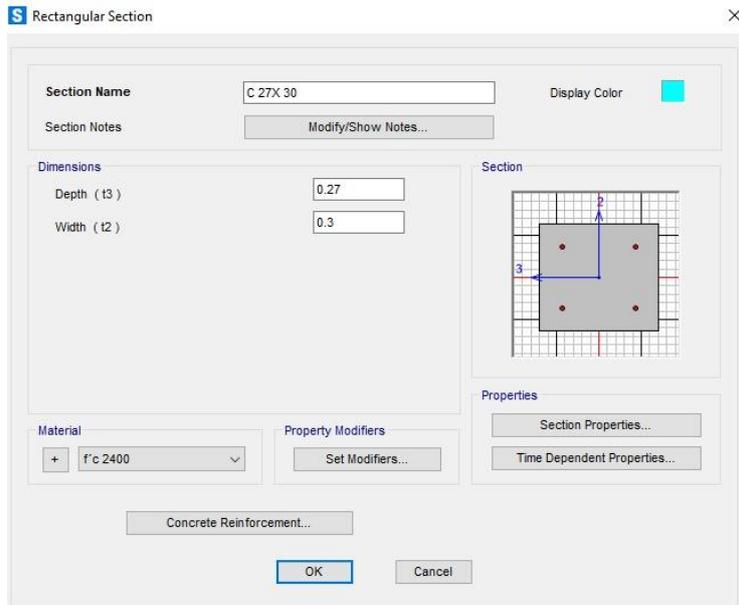


Figura 3.75 Columna 27 x 30.
 Fuente: Eva Chacón y Brayán Pinto

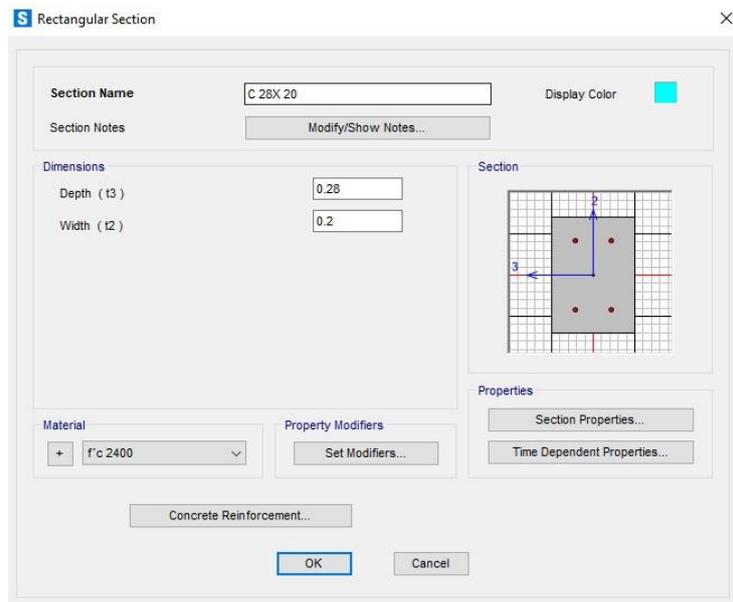


Figura 3.76 Columna 28 x 20.
 Fuente: Eva Chacón y Brayán Pinto

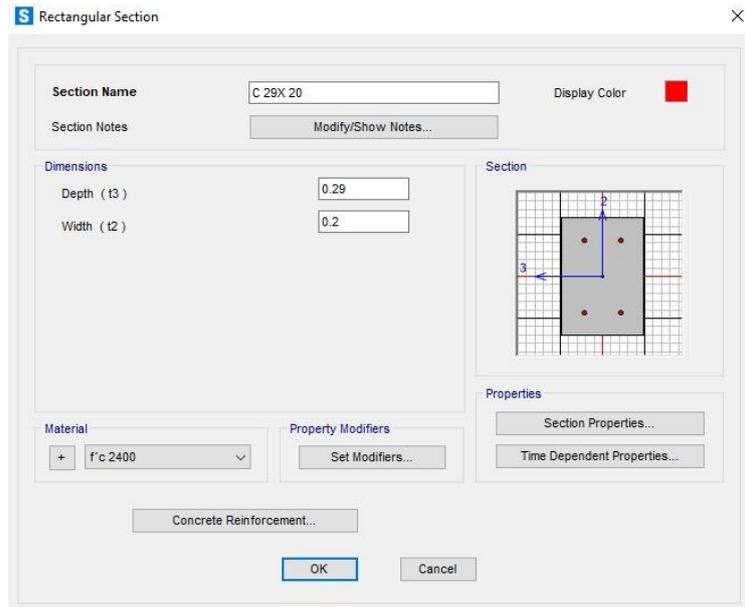


Figura 3.77 Columna 29 x 20.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

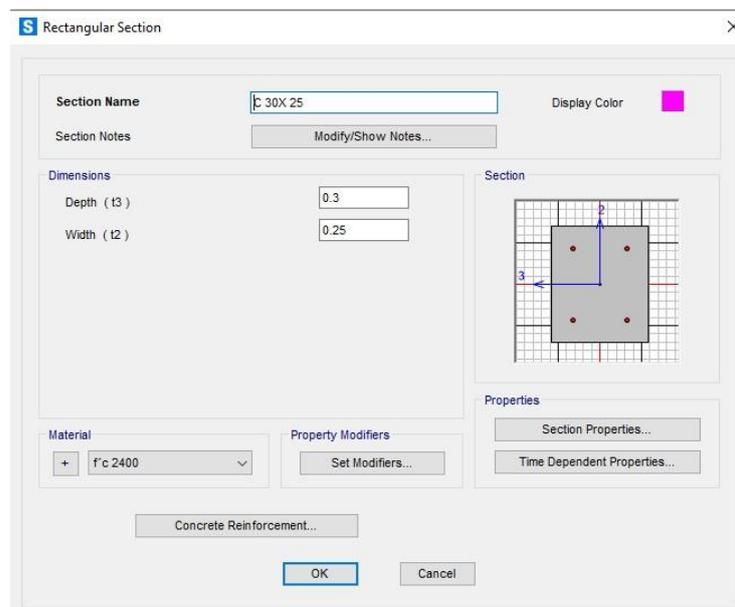


Figura 3.78 Columna 30 x 25.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Continuamos con la definición de columna tuburales - tubos de conducción de petróleo de la mayoría de las columnas de la planta baja de la vivienda de estudio.

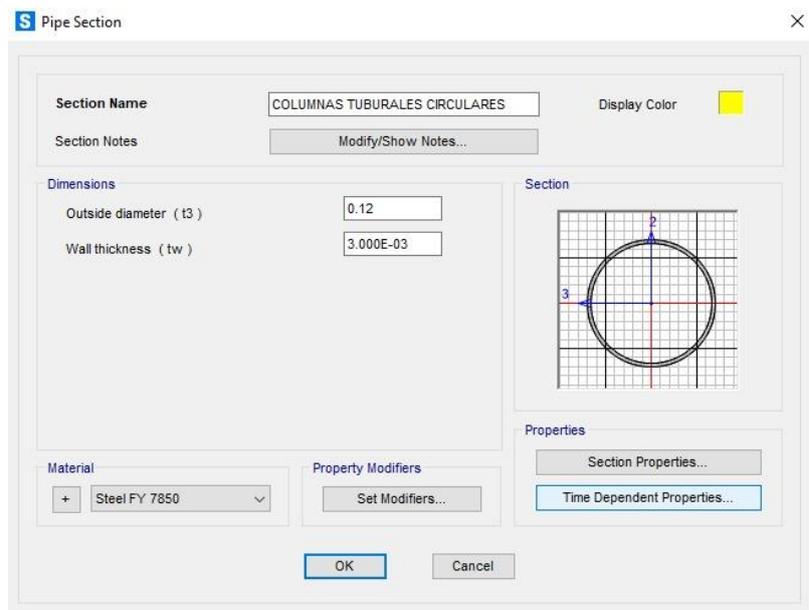


Figura 3.79 Columna tuburales.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Información del refuerzo para las columnas de hormigón armado de las planta baja y primera planta, el espaciado de las columnas se determinó por medio un análisis por el ensayo de pachometría el cual determinaba la distribución del acero estructural dentro de las columnas.

Figura 3.80 Refuerzo para las columnas de hormigón armado de las primer y segundo piso.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Luego se determinó la losa el cual fue de 20 cm, ese dato fue tomado por medición de la losa en la casa de estudio y se consideró un $f'c$ 63 del hormigón debido que para determinar este análisis se lo realizo por medio del esclerómetro a una de la viga de la losa.

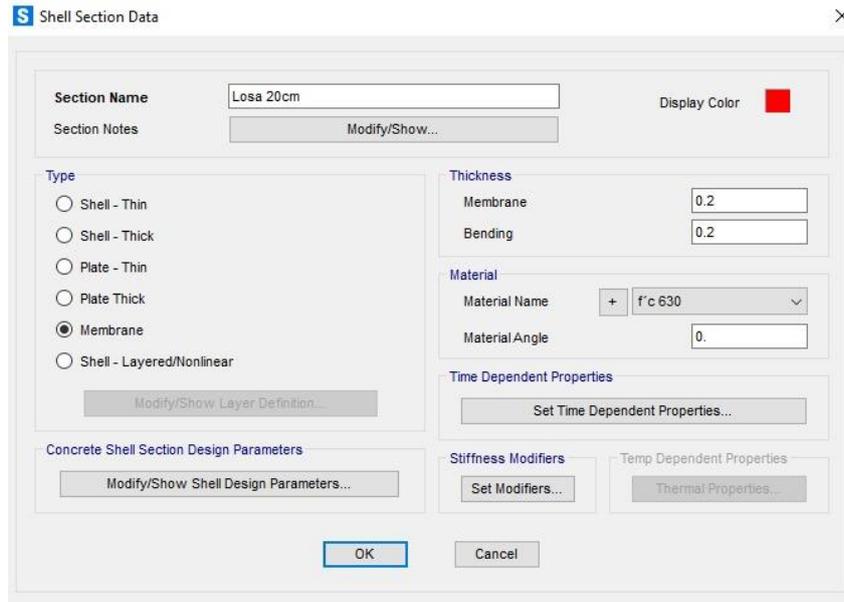


Figura 3.81 Determinar la losa y factor $f'c$ 63.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Después se colocaron cada uno de los elementos estructurales en el programa de SAP2000 y se define el espectro de respuesta.

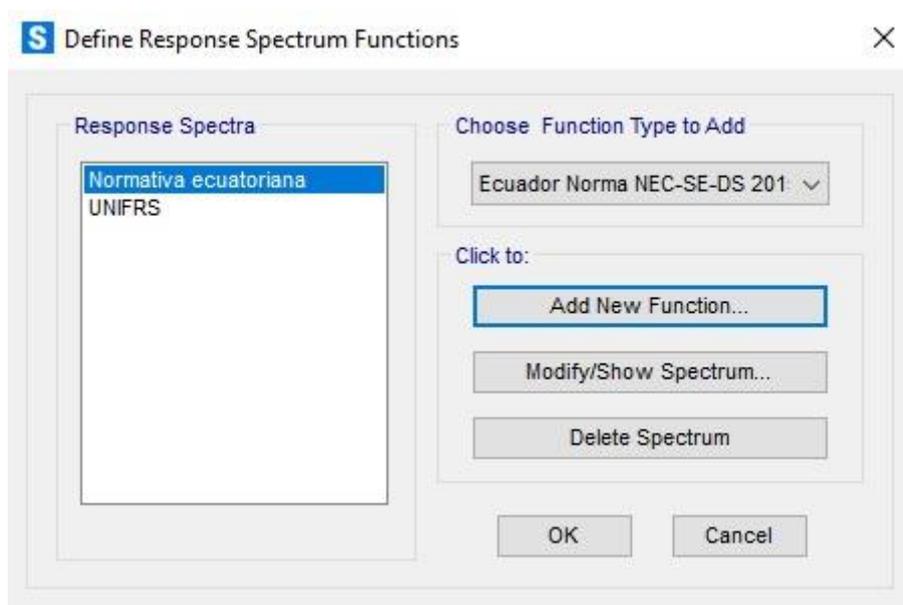


Figura 3.82 Espectro de respuesta.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

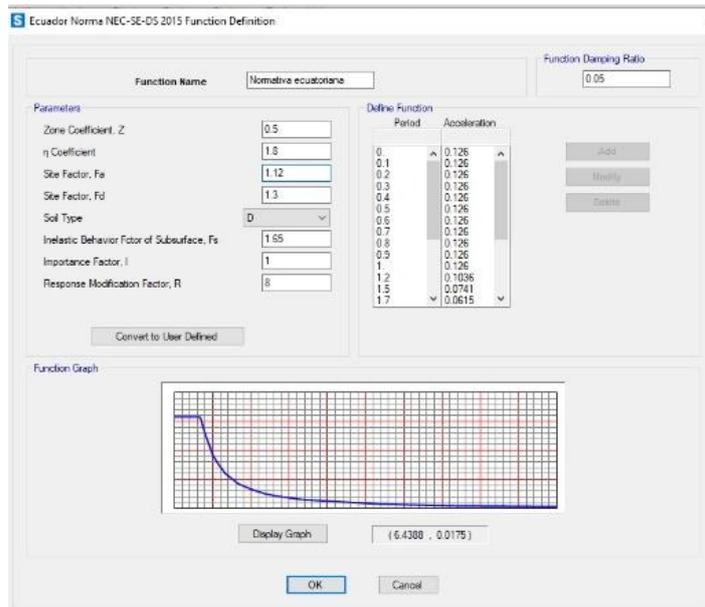


Figura 3.83 Valores obtenidos de la NEC.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Además, se ingresaron las combinaciones de carga correspondientes, las cargas muertas y vivas correspondientes y se realiza la prueba del modelado con la envolvente correspondiente, según la NEC, las cuales se detallan a continuación:

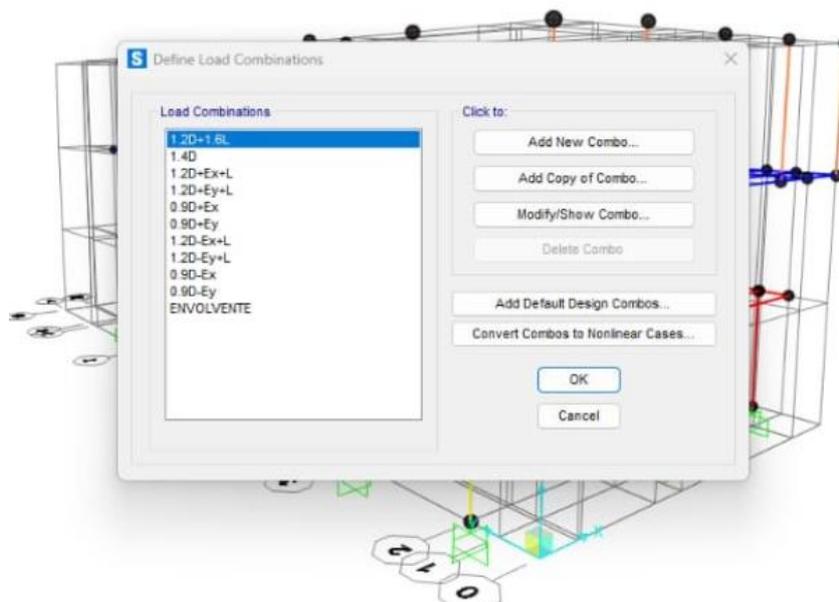


Figura 3.84 Combinación de cargas.
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

3.2.3 Resultado del Análisis en SAP2000: Condiciones Actuales

Durante la ejecución del programa SAP2000, se generó una ventana emergente que contenía tres tipos de advertencias que impiden el análisis estructural adecuado.

Advertencia 1:

Una de las advertencias señala que la estructura es inestable debido a la geometría no lineal entre el primer y segundo piso en los elementos columnas. Esta inestabilidad surge a raíz de la naturaleza de los elementos que transfieren las cargas en el primer piso, que son tubos de acero con un diámetro de 12 cm y un espesor de 3 mm en los ejes B1, B2, B3, B4, C2, C3, C4, D2, D3, D4, E2, E2, E3, E4, F2, F2", F3, F4.

Advertencia 2:

La estructura sigue siendo inestable debido a que existe excentricidad en los elementos columnas en diferentes pisos. Esta falta de linealidad se observa particularmente en las posiciones C2, D2, E2, F2, 4C, 4D, 4F según los planos estructurales.

Advertencia 3:

La tercera advertencia destaca la inestabilidad estructural causada por la ausencia de rigidez en las columnas que no han sido completamente construidas. Esta carencia de rigidez es consecuencia de que las columnas en las posiciones A1, A2", A3", B'1, B2, B'3, C2, C2", C3", D2, D2", D3", E2, E2", E3", F2, F2", F3" que no han sido completamente hormigonadas. Esta falta de rigidez afecta negativamente la integridad de los elementos estructurales en la vivienda.

Estas advertencias resaltan varios problemas críticos en el modelado de condiciones actuales, como la falta de linealidad geométrica y la ausencia de rigidez en ciertas columnas. Estos problemas deben abordarse antes de que se pueda realizar un análisis estructural preciso y confiable.

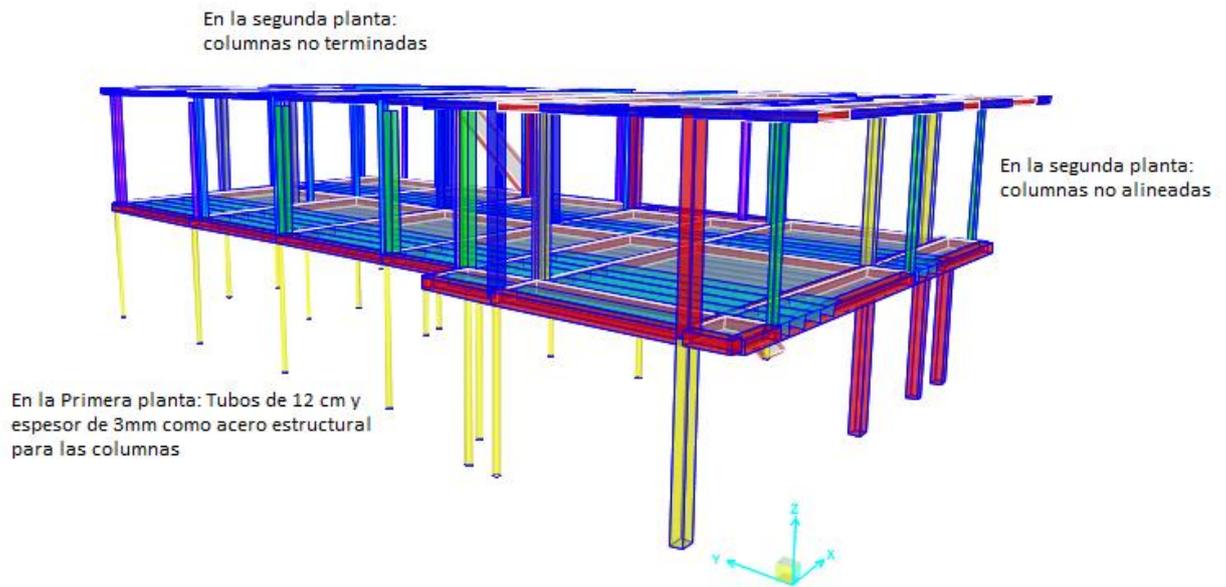


Figura 3.85 Inestabilidad en el estado actual de la estructura

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Estas advertencias han tenido un impacto significativo en la integridad de la estructura, como se evidencia en los resultados del modelado en su condición actual. Por lo tanto, el estado presente de la estructura muestra fallas sustanciales. En consecuencia, no se puede garantizar su capacidad para soportar un sismo.

3.2.4 Análisis condición mejorada

Después de confirmar que la estructura de la vivienda presenta fallas en el programa SAP2000, se procederá a diseñar un nuevo modelo mejorado. Este nuevo enfoque incorporará modificaciones significativas para fortalecer la integridad estructural y garantizar la seguridad a largo plazo de la construcción.

El primer paso será considerar un aumento en el tubo metálico en el primer piso de la vivienda. Esto implica la incorporación de elementos de acero de mayor capacidad y resistencia en las áreas donde se identificaron debilidades. Estos perfiles reforzados proporcionarán un soporte adicional y ayudarán a distribuir las cargas de manera más efectiva.

Además, se llevará a cabo la completa hormigonación de las columnas del segundo piso. Este proceso asegurará que todas las columnas tengan una resistencia uniforme y una conexión integral con la estructura. Para mejorar la cohesión y la integridad vertical de la estructura, se creará una continuidad entre las columnas del primer y segundo piso. Esto permitirá una transferencia más eficiente de cargas y minimizará la posibilidad de discontinuidades perjudiciales.

Es importante destacar que todo este proceso de rediseño y mejora se llevará a cabo en estricto cumplimiento de las normativas de diseño y construcción aplicables, incluidos los códigos de construcción y las regulaciones de seguridad pertinentes.

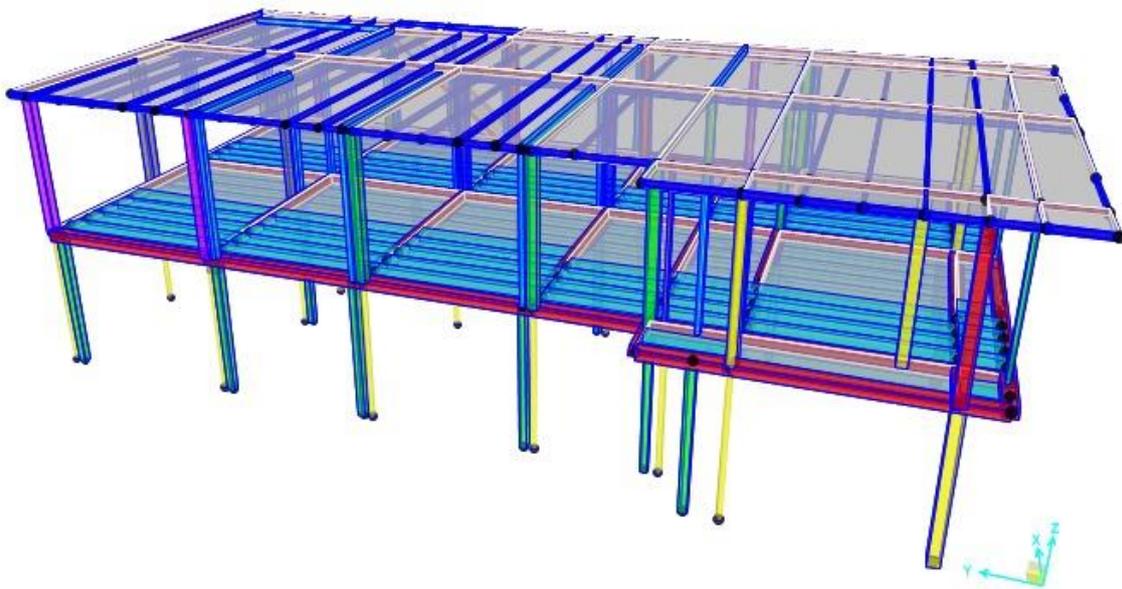


Figura 3.86 Modelado no analizado en condición mejorada vivienda 3 pisos cantón Salinas.

Fuente: Eva Chacón y Brayán Pinto

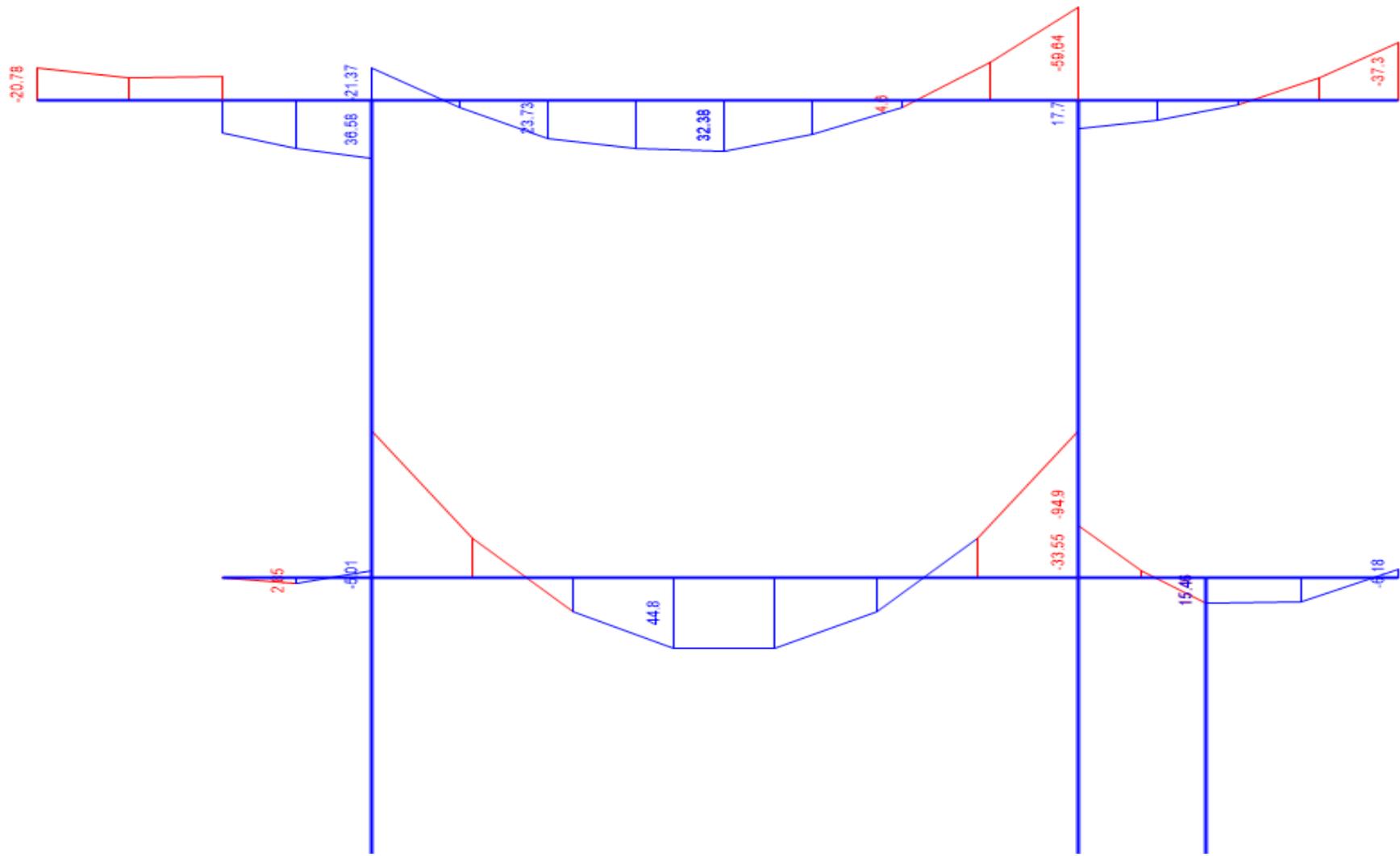


Figura 3.87 Transmisión de momentos corte eje 1.
 Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

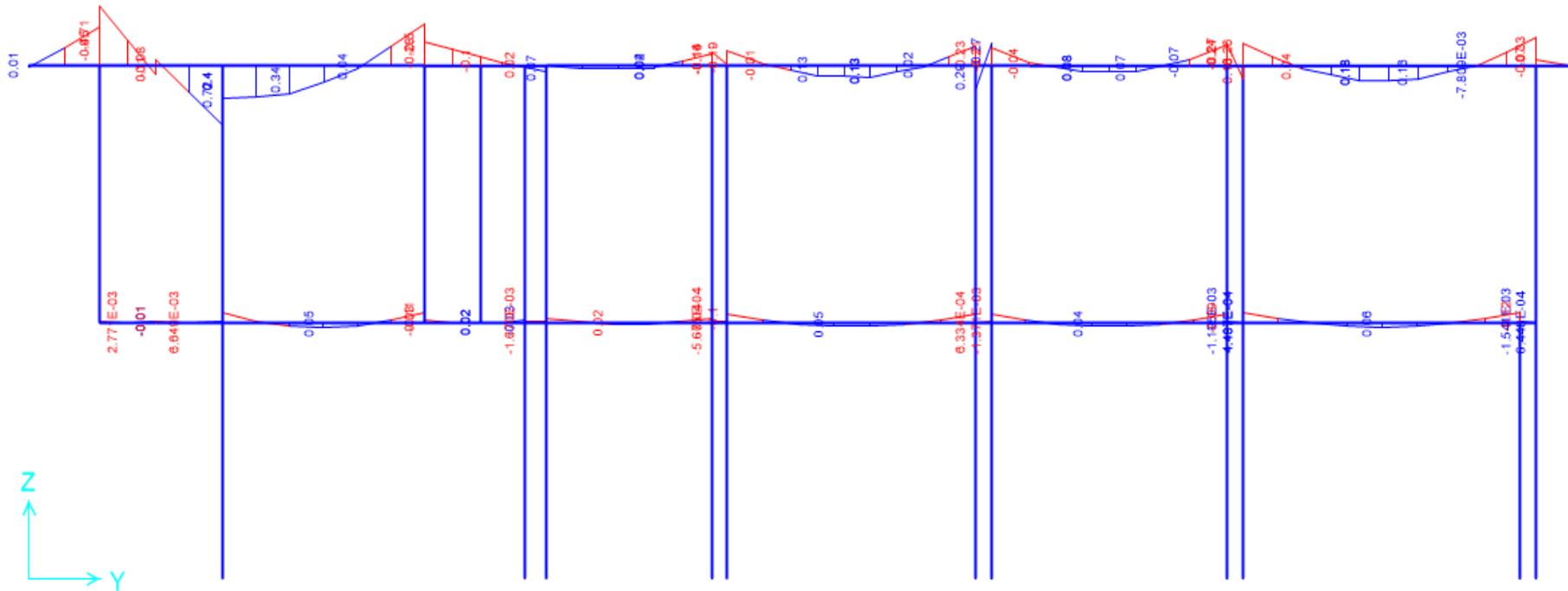


Figura 3.88 transmisión de momentos corte eje 2.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

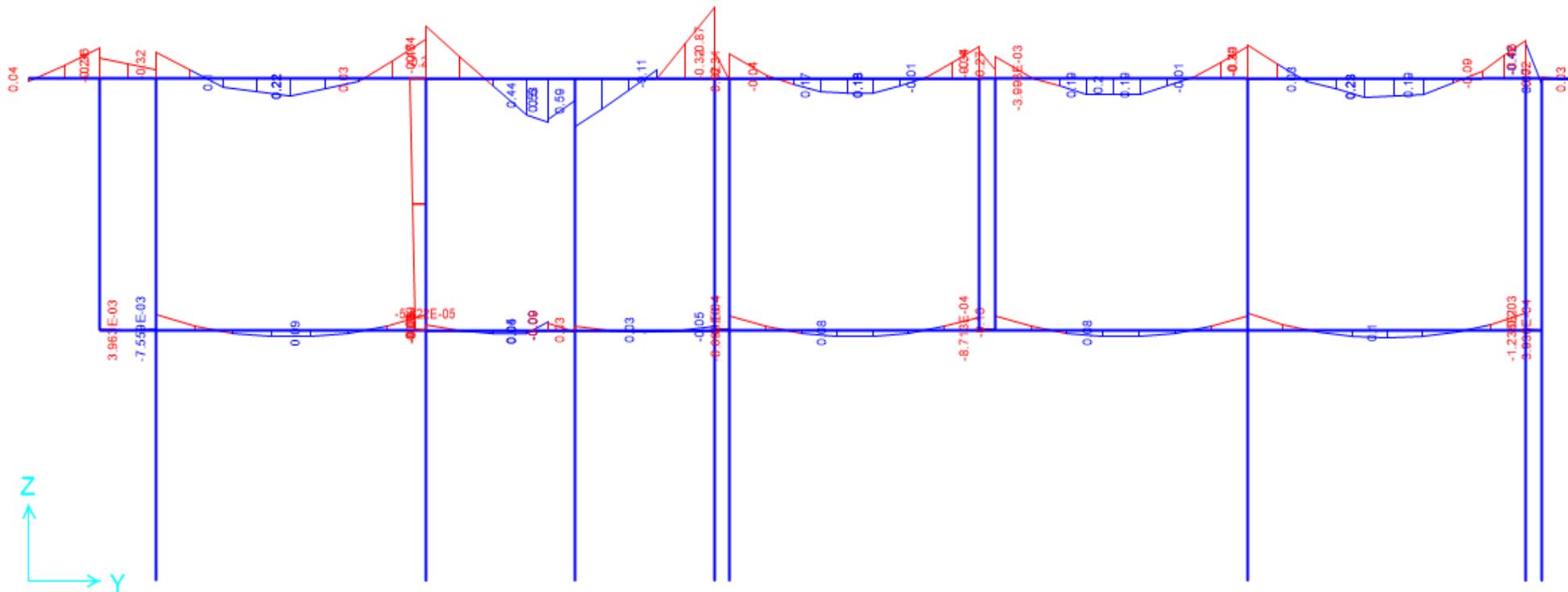


Figura 3.90 Transmisión de momentos corte eje 4.

Fuentes: Eva Chacón y Brayan Pinto.

se modeló la estructura a través de la aplicación SAP 2000 y se analizó cada pórtico en la estructura para conocer la ubicación de los refuerzos y el tipo de refuerzo que se debería recomendar, y eso se lo hizo a través de las deflexiones en la estructura, y en los lugares donde existirían mayores deflexiones eran necesario los refuerzos.

Para el primer piso, se colocarán refuerzos tubulares de 150x150x3mm a lado de cada una de las columnas del primer piso que sean tubo de 12cm y espesor de 3mm, de esta manera se busca la transmisión de las cargas de los pisos superiores al suelo, aumentando las secciones y siguiendo linealidad con los refuerzos estructurales en los ejes: B2, C2, D2, E2, F2, B3, C3, D3, E3, F3, B4, C4, D4, E4, F4.

En el segundo piso en los puntos correspondientes a los ejes B'2, B3, B4, donde se recomienda la colocación de tubos cuadrados 150x150x3mm como elementos columnas y la función de estos elementos es evitar las deflexiones en la estructura, y aportando mayor rigidez en la estructura.

Además existen 12 columnas en el segundo piso que no han sido completadas y se recomienda la finalización de ellas. En relación a este enfoque, se tiene prevista la colocación de tres placas en cada una de las 12 columnas presentes en el segundo piso. Estas placas, que deben de ser de unas dimensiones de 20x10 cm y un espesor de 6 mm.

3.3 Rehabilitación

El término "rehabilitación" se presenta con tres alternativas: "reforzar", "reparar" y "reponer". Proponemos las siguientes soluciones para abordar primera, segunda y tercera problemáticas identificadas en los resultados del modelado:

Solución 1

Una solución viable para abordar la primera problemática consiste en llevar a cabo el reforzamiento de las columnas en el primer piso y al mismo tiempo facilitar una conexión continua con las columnas del segundo piso. Esto es un proceso constructivo no invasivo y efectivo para abordar la problemática en el primer piso.

Se utilizará refuerzos tubulares metálicos cuadrado de 15 x 15 cm, con un espesor de 3 mm, la cual al incluirla en el análisis de la condición mejorada presento disminución de momento flector.

La técnica de anclaje se llevará a cabo mediante placas de 6 mm de espesor, las cuales serán soldadas en ambos extremos, quiere decir que se las anclara a la cimentación y a la losa del segundo piso.

Para facilitar este proceso, se procederá a la colocación de las placas en cuestión y estas tendrán unas dimensiones de 25 x 25 cm. Esta solución no solo contribuirá a reforzar la unidad estructural del primer piso, sino que también evitará alteraciones significativas en la construcción existente.

La implementación del refuerzo tubo cuadrado metálico permitirá una distribución más eficiente de las cargas, optimizando la capacidad de carga y resistencia de la estructura. La unión de las placas con la losa y la cimentación se la realizara por medio de pernos expansivos asegurando una implementación precisa y segura, minimizando cualquier impacto no deseado en la estructura circundante tratando siempre sea en vigas de la losa del primer piso.

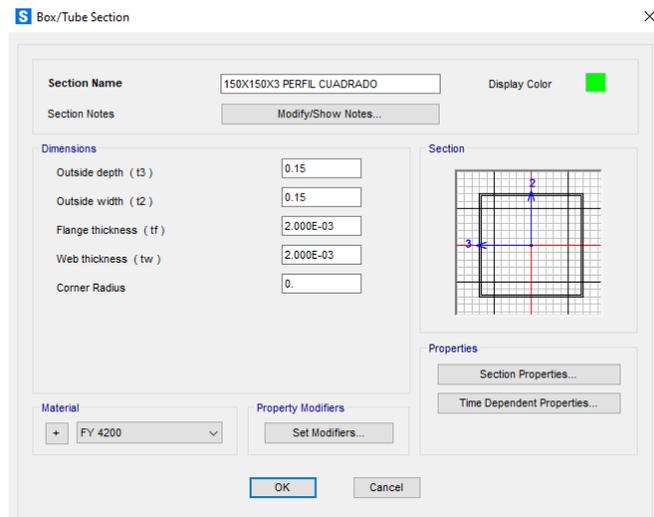


Figura Sección del refuerzo propuesto para la solución 1
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

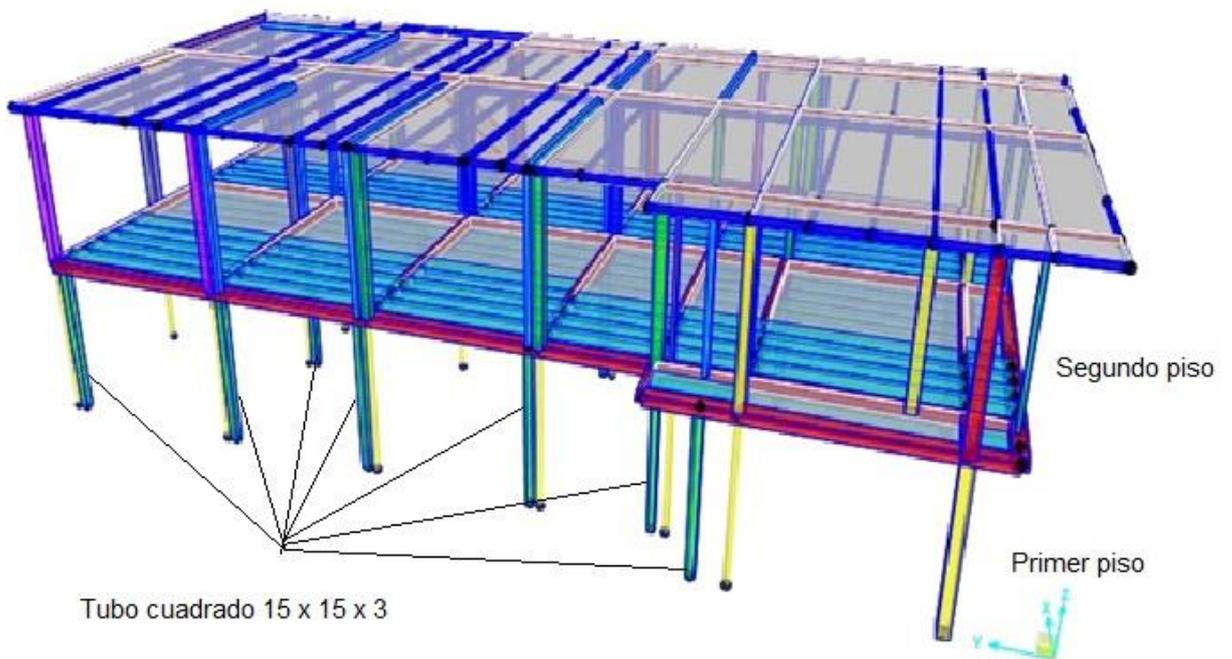


Figura 3.86 Vista longitudinal de la vivienda rehabilitada en el primer piso
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Solución 2

Con el resultado de las pruebas de resistencia del hormigón en todas las columnas principales del segundo piso, se constata que los valores oscilan en un rango de 140 a 155 kg/m². Debido a esto se plantea aumentar la resistencia faltante en la estructura.

Para la finalización de las columnas no completadas, es esencial emplear un hormigón de alta resistencia, con un mínimo de 400 kg/cm². Una vez seleccionado el tipo de hormigón adecuado, el siguiente paso es colocar dos placas en la columna que aún no ha sido terminada. Estas placas deben estar ancladas y ser posicionada con sus varillas horizontales de manera precisa.

La soldadura tipo cordón del tubo de acero rectangular a la placa garantiza una unión resistente y estable, contribuyendo a la finalización exitosa de la columna y asegurando la integridad estructural requerida. Es fundamental seguir procedimientos precisos y estándares de soldadura para asegurar una conexión sólida y duradera que cumpla con los requerimientos de seguridad y rendimiento del proyecto en su totalidad.

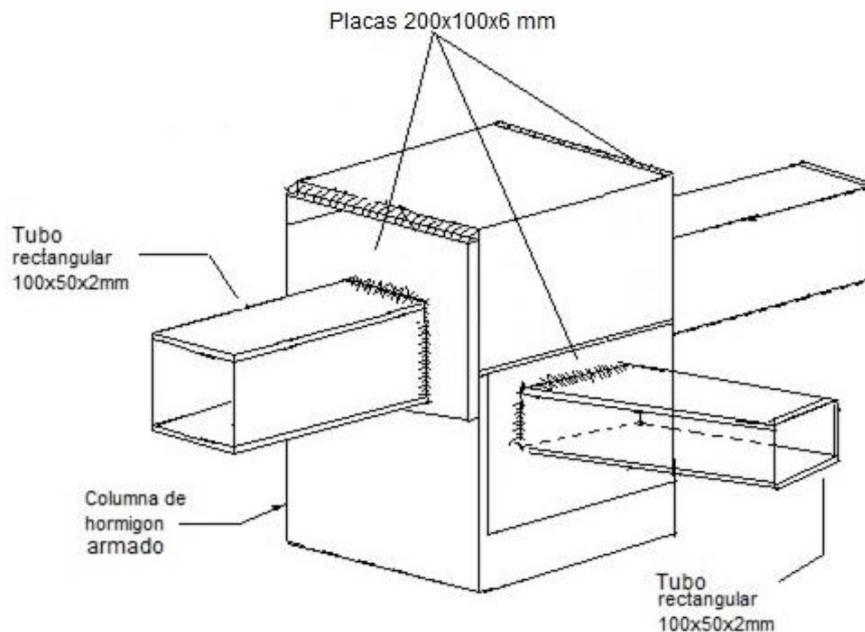


Figura 3.87 Unión de viga metálica con la placa y columna de hormigón.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

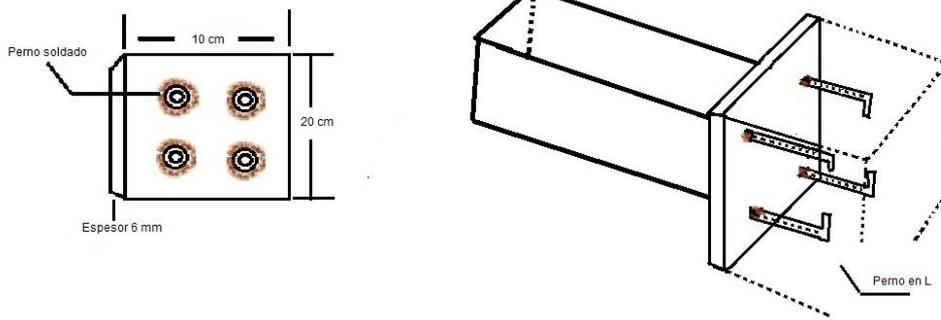


Figura 3.88 Detalle de la placa.
 Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Solución 3

Es necesario instalar un tubo metálico en el segundo piso que cumpla la función de una columna adicional y que esté posicionado de manera alineada con las columnas existentes en el primer piso.

Esta medida busca reforzar la estructura y distribuir de manera efectiva las cargas verticales a lo largo de la edificación. La colocación estratégica de la estructura metálica en continuidad con las columnas del primer piso proporcionará un apoyo adicional que contribuirá a la estabilidad global de la estructura, asegurando un equilibrio adecuado y una distribución uniforme de las fuerzas a lo largo de los distintos niveles.



Figura 3.89 Refuerzo en la estructura
Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

3.4 Especificaciones técnicas

En el contexto de este trabajo, las especificaciones técnicas se refieren a un conjunto detallado de requisitos y directrices que definen los estándares de diseño, construcción y funcionamiento de la estructura analizada. Estas especificaciones abarcan aspectos fundamentales como materiales permitidos, dimensiones precisas, métodos de construcción, criterios de seguridad y métodos de pago.

Código: 1.1

Rubro: Movilización de los equipos

Unidad: u

- Descripción
Este trabajo consiste en movilizar los equipos técnicos para los diferentes ensayos a realizarse en la vivienda.

- Materiales
Camioneta

- Especificaciones técnicas de materiales
Debe contar con un seguro que garantice la responsabilidad civil frente a terceros desde el instante en que se emita la orden de compra. Este seguro debe amparar daños o perjuicios ocasionados a terceros durante el proceso de transporte.
La camioneta debe tener un compartimento de carga cubierto mínimamente mediante una carpa o toldo apropiado. Esto garantiza la protección de la carga ante condiciones climáticas adversas y asegura su salvaguardia durante el transporte.

- Mano de obra calificada
Chofer

- Procedimiento de trabajo
Se transportará los equipos dentro de la ciudad de Guayaquil hasta la ciudad de Salinas y viceversa.

- Medición y forma de pago
El costo del alquiler por el uso de los vehículos será de \$252 según el periodo acordado.

Código: 1.2

Rubro: Ensayo de Perforación

Unidad: u

- Descripción

Se realizará una perforación manual con la herramienta barreno a 2 metros lineales, para evaluar las características geotécnicas del terreno.

- Materiales

Barreno, tubo shelby, combo, tablón

- Especificaciones técnicas de materiales

Deberá utilizarse un equipo de perforación adecuado, que cumpla con los requisitos necesarios para perforar el terreno de manera efectiva y segura. El equipo debe contar con las capacidades necesarias para controlar la velocidad de perforación, la inclinación y la profundidad. Se emplearán barrenos de diseño y tamaño apropiados para la naturaleza del terreno y los objetivos del ensayo. EL barreno puede variar en diámetro y longitud según la profundidad requerida y las características del suelo.

- Control de calidad

El proceso de perforación debe seguir un procedimiento estandarizado, norma ASTM, para garantizar la consistencia y la precisión de los resultados.

Durante todo el proceso de perforación, se debe llevar un registro detallado de los parámetros clave, como la profundidad de perforación, la velocidad de avance, la inclinación y cualquier otro dato relevante.

- Procedimiento de trabajo

La selección del sitio de perforación, la preparación del equipo, la ejecución de la perforación y la extracción de muestras que se debe de hacer a cada metro lineal. Durante la perforación, se deben extraer muestras representativas del terreno en intervalos predefinidos. Estas muestras se deben recoger en tubos shelby. 1 toma de muestra, llegando a ser 2 tomas de muestra en la misma perforación.

Las muestras obtenidas deben ser analizadas en laboratorio para determinar propiedades geotécnicas como la resistencia, la densidad, la humedad y la composición. Estos análisis proporcionarán información valiosa sobre la capacidad portante del terreno y su comportamiento ante cargas. Al finalizar el ensayo, se debe generar un informe detallado que incluya la descripción del sitio de perforación, los parámetros de perforación, los datos de las muestras obtenidas y los resultados de las pruebas de laboratorio. Este informe servirá como documento de referencia para futuros estudios y proyectos.

- Medición y forma de pago

El costo total del ensayo de perforación con barreno se acordará previamente entre las partes involucradas. Se deberá proporcionar la documentación correspondiente de pago y se emitirá el comprobante correspondiente una vez que se haya completado el pago.

Código: 1.3

Rubro: Ensayo de Pachometría

Unidad: u

▪ Descripción

Se determinará la resistencia y la compresibilidad del suelo en función de la profundidad de penetración de una sonda estándar también conocido como pachómetro.

▪ Materiales

Se utilizará un pachómetro estándar que cumpla con las normativas y estándares de ensayo vigentes en Ecuador.

▪ Control de calidad

El ensayo de pachometría se realizará de acuerdo con las normativas y estándares para el hormigón establecidos en ASTM C805. El equipo debe estar calibrado y en buenas condiciones de funcionamiento.

▪ Procedimiento de trabajo

Se registrarán los valores de resistencia obtenidos en diferentes elementos estructurales. Estos datos se utilizarán para realizar análisis que permitan comprender la disposición y orientación de las barras de acero.

▪ Medición y forma de pago

El costo total del ensayo de pachometría se acordará previamente entre las partes involucradas, teniendo en cuenta las tarifas y prácticas usuales en el mercado geotécnico de Ecuador. El pago se realizará de acuerdo con el número de elementos estructurales a realizar el ensayo su valor unitario es de \$82.00

Código: 1.4

Rubro: Ensayo de esclerometría

Unidad: u

- Descripción

El ensayo de esclerometría se realizará en elementos estructurales de columnas con el propósito de determinar la resistencia superficial del concreto y obtener información sobre la calidad y la durabilidad de la estructura.

- Materiales

Se utilizará un esclerómetro de concreto.

- Control de calidad

El ensayo de esclerometría se llevará a cabo siguiendo las normativas ASTM y estándares técnicos reconocidos en Ecuador, incluyendo las regulaciones establecidas por la norma nacional correspondiente.

- Procedimiento de trabajo

El procedimiento del ensayo seguirá las pautas establecidas por las normativas ecuatorianas y la norma del esclerómetro utilizado. Se registrarán múltiples mediciones en diferentes ubicaciones de la columna para obtener una evaluación representativa.

Al finalizar el ensayo, se preparará un informe detallado que describa la ubicación de la columna, los datos de rebote recopilados, el análisis de resultados y las conclusiones derivadas de la evaluación.

- Medición y forma de pago

El costo total del ensayo de esclerometría será de \$888 y se analizarán 8 elementos estructurales. El pago se efectuará de acuerdo con los términos y las condiciones estipuladas en el contrato, y se proporcionará la documentación correspondiente de pago.

Código: 2.1

Rubro: Corte en losa 40 x 40 cm

Unidad: m2

- Descripción

Los cortes en la cimentación se llevarán a cabo con el propósito de preparar las áreas específicas para la instalación segura y adecuada de placas en la construcción.

- Materiales

Sierra de corte, Disco de 14", taladro

- Control de calidad

El ensayo de esclerometría se llevará a cabo siguiendo las normativas ASTM y estándares técnicos reconocidos en Ecuador, incluyendo las regulaciones establecidas por la norma nacional correspondiente.

- Procedimiento de trabajo

El procedimiento del ensayo seguirá las pautas establecidas por las normativas ecuatorianas y la norma del esclerómetro utilizado. Se registrarán múltiples mediciones en diferentes ubicaciones de la columna para obtener una evaluación representativa. Mientras se lleven a cabo los cortes, se tomarán acciones para supervisar y reducir al mínimo la producción de partículas de polvo, tales como la utilización de dispositivos de succión o la aplicación de humedad en el área de operación. Al finalizar el ensayo, se preparará un informe detallado que describa la ubicación de la columna, los datos de rebote recopilados, el análisis de resultados y las conclusiones derivadas de la evaluación.

- Medición y forma de pago

Los cortes se realizarán a lado de la columna de tubo de acero ubicadas en el primer piso. La profundidad de los cortes será de 0.60 cm en la cimentación

El costo total de los cortes de 40 x 40 cm es de \$928.63

Código: 2.2

Rubro: Excavación manual en cimiento y desalojo

Unidad: m3

- Descripción

La excavación manual se define como el proceso de desenterrar y retirar tierra u otros materiales de acuerdo con las instrucciones de los planos, prescindiendo de maquinaria, en diversos tipos de terreno y condiciones laborales, con el propósito de edificar estructuras.

- Materiales

Alicates y palas

- Procedimiento de trabajo

Se llevará a cabo la excavación siguiendo las dimensiones y inclinaciones especificadas: 1 metros de ancho, 1 metros de largo y 0.60 metros de profundidad. Cualquier material extraído que cumpla con los estándares y sea útil según la evaluación del administrador se destinará a la creación de terraplenes, rellenos u otras aplicaciones en el proyecto. En caso contrario, se eliminará de acuerdo con las directrices de la administración.

- Medición y forma de pago

No se realizarán pagos extra por la eliminación de este material. El contratista asumirá la responsabilidad y los gastos asociados con la provisión de cualquier refuerzo y elementos de soporte requeridos para estabilizar los bordes de la excavación, necesarios para garantizar la seguridad durante la construcción de las cimentaciones y otras estructuras señaladas. Cualquier excavación adicional efectuada por el contratista exclusivamente con el fin de instalar estos dispositivos de soporte no será considerada para fines de compensación. El pago se realizará según la unidad de medida de metro cúbico (m3), a un precio unitario de \$71.66. Esta partida engloba todas las labores de excavación manual, su remoción y la implementación de sistemas de refuerzo.

Código: 2.3 y 4.1

Rubro: Placas cuadradas 25 x 25 cm

Unidad: u

- Descripción

Se cortará placas de 25x25 en una plancha de Planchas LC 1220 x 2440 x 6.00. las cuales se perforarán mediante un taladro y se les colocarán tornillos de expansión. Se las ubicaran en diferentes lados según especificación del plano estructural.

- Materiales

Cortadora de hierro, flexómetro, Pernos expansivos, Planchas LC, Taladro.

- Control de calidad

Deberán estar de acuerdo con las normas ASTM tipo A-53 grado B, especificación para la fabricación de tubería soldada o sin costura. Los pernos expansivos deben cumplir con calidad ASTM A-36.

- Procedimiento de trabajo

Antes de su instalación, todos los materiales deben estar en una posición completamente recta, a menos que la forma final requerida difiera. Si es necesario realizar ajustes, estos deben ser llevados a cabo bajo la supervisión de la entidad de fiscalización en el taller y recibir aprobación en el lugar de instalación. Los métodos empleados para estos ajustes no deben causar daños al material ni comprometer las conexiones. El enfoque, la forma final y el proceso de fabricación también deben obtener la aprobación del ente de fiscalización. Queda prohibido enderezar o moldear los materiales mediante impactos. Al finalizar el ensayo, se preparará un informe detallado que describa la ubicación de la columna, los datos de rebote recopilados, el análisis de resultados y las conclusiones derivadas de la evaluación.

- Medición y forma de pago

La medición se ajustará según la cantidad real que se haya llevado a cabo y colocado en el sitio de construcción. Se realizarán un total 38 placas de 25x25x6 que dan un valor de \$7510.50

Código: 2.4 y 4.3

Rubro: Columna de acero tubular cuadrado 150x150x3.00mm incluye soldada

Unidad: u

- Descripción

La tarea involucra la instalación de estructuras de acero construidas con tubos cuadrados, que serán empotradas de acuerdo con las directrices establecidas para el primer y segundo nivel. Estas estructuras poseen dimensiones de 150x150x3, tal como se indican en el plano estructural.

- Materiales

Perfil tubular cuadrado 150x150x3.00 mm, cortadora de hierro, soldadora

- Control de calidad

Los perfiles estructurales que se empleen deberán cumplir con los requisitos de resistencia de diseño, características generales y dimensiones estipulados en las normas INEN 136 y 1624, que se refieren al acero utilizado en la construcción de estructuras.

- Procedimiento de trabajo

No se admitirán perfiles con deformaciones ni se permitirá enderezarlos. Por esta razón, el contratista debe asegurarse de que los perfiles no sufran daños durante su transporte. Antes de instalar la estructura metálica, la administración autorizará el montaje después de verificar que los espesores, dimensiones y el tipo de perfil utilizados concuerden con lo indicado en el plano estructural. Se empleará soldadura por arco utilizando electrodos del tipo 6011 con un grosor de 3 mm. No estará permitido utilizar electrodos que muestren signos de humedad o daños.

- Medición y forma de pago

El pago se llevará a cabo según el precio unitario estipulado en el contrato. Dicho monto incluirá la compensación total por el suministro, transporte, almacenamiento, manipulación, corte, soldadura, instalación, montaje, y todas las labores requeridas para llevar a cabo los trabajos de acuerdo con la satisfacción de la administración.

Código: 2.5

Rubro: Relleno compactado con reposición de material

Unidad: m3

- Descripción

Esta partida engloba la provisión, instalación, riego y compactación en capas del material que cumple con los estándares y niveles señalados en los planos o determinados por la administración. La cantidad por llenar será de 5.5 m3

- Materiales

Sapo apisonador, pala

- Procedimiento de trabajo

El procedimiento de relleno consistirá en la utilización de material aprobado previamente por la administración, el cual será dispuesto en capas horizontales consecutivas de grosor máximo de 0,15 metros. En función del tipo de maquinaria de compactación disponible para el contratista y mediante una autorización por escrito de parte del administrador, se podría variar el espesor de las capas. La capa superior, ubicada a 0,15 metros por debajo del nivel de excavación en las áreas destinadas a la construcción de cimentaciones, deberá ser compactada con el mismo nivel de rigurosidad necesario para el material que será colocado como relleno. Cada capa deberá ser humedecida o aireada para lograr la humedad óptima requerida para una compactación adecuada. Luego de esto, se nivelará, conformará y compactará antes de proceder con la colocación de la capa siguiente.

- Medición y forma de pago

Los montos a abonar por el relleno corresponderán a los volúmenes que hayan sido realmente dispuestos y medidos a través de las secciones transversales finales. No se tomarán en consideración las reducciones debido a compactación o consolidación. Los importes mencionados serán retribuidos por metro cúbico. Estos valores y retribuciones abarcarán la totalidad de los servicios para acondicionar la superficie a rellenar, incluyendo la adquisición, transporte, extendido, hidratación y compactación del material hasta alcanzar la densidad estipulada.

Código: 3.1

Rubro: Adherente de hormigón viejo a mortero estructural

Unidad: m2

▪ Descripción

La aplicación de del adherente de hormigón viejo a mortero estructural se realizará para asegurar una unión adecuada y duradera entre las superficies.

▪ Materiales

Adibond 1, brocha

▪ Control de calidad

Resistencia a la Compresión (Norma ASTM C-579), Resistencia a la Flexo Tracción (Norma ASTM D-638), Adhesión al Concreto (Norma ASTM C-882), Resistencia a la Flexión (Norma ASTM D-790).

▪ Procedimiento de trabajo

Las superficies de hormigón viejo y mortero nuevo se prepararán previamente, asegurando que estén limpias, secas y libres de polvo que puedan afectar la adherencia. En el caso de Anclajes, se puede optar por la mezcla epóxica en su forma pura.

▪ Medición y forma de pago

El costo total de la aplicación de Adibond 1 en la soldadura de hormigón viejo a mortero estructural se acordará previamente entre las partes involucradas. El pago se realizará de acuerdo con los términos y condiciones establecidos en el contrato, y se proporcionará la documentación correspondiente de pago.

Código: 3.2

Rubro: Mortero estructural $f'c = 400 \text{ kg/cm}^2$ en columna incluye encofrado

Unidad: m³

- Descripción

Esta especificación describe los criterios necesarios para la elaboración y vertido de mortero estructural con una resistencia característica a la compresión de $f'c = 400 \text{ kg/cm}^2$ en columnas. Esto abarca tanto la colocación como la retirada del encofrado requerido.

- Materiales

Encofrado de plywood, Sikagrout EC, piedra chispa 2.5 cm, clavos de 2 x 1/2 pulg, desmoldante, agua, cuartones de 2 x 3 pulg, tiras de 1 x 3 pulg.

- Control de calidad

Se efectuarán pruebas de compresión en el mortero estructural con el fin de corroborar que cumple con la resistencia característica especificada de $f'c = 400 \text{ kg/cm}^2$.

- Procedimiento de trabajo

Para rellenos que excedan los 10 cm de grosor, se recomienda la inclusión de gravilla o grava de hasta 1 pulgada como adición al Sika Grout-EC, con el propósito de crear una mezcla de mortero estructural denominada Sika Grout. Es esencial que el agregado se encuentre previamente saturado antes de su mezcla. Se procederá a la extracción delicada del encofrado una vez que el mortero estructural haya alcanzado la resistencia necesaria para conservar su forma.

- Medición y forma de pago

El monto completo necesario para llevar a cabo la preparación y el vertido del mortero estructural $f'c = 400 \text{ kg/cm}^2$ en la columna, junto con el encofrado, será previamente convenido por las partes relacionadas. El pago se efectuará según los términos y condiciones pactados en el contrato, y se suministrará la documentación pertinente para respaldar dicho pago.

Código: 3.3

Rubro: Placas cuadradas 20 x 10 cm

Unidad: u

- Descripción

Se cortará placas de 20x10 en una plancha de Planchas LC 1220 x 2440 x 6.00. las cuales se perforarán mediante un taladro y se les colocarán tornillos de expansión. Se las ubicaran en diferentes lados según especificación del plano estructural.

- Materiales

Cortadora de hierro, flexómetro, Pernos expansivos, Planchas LC, Taladro.

- Control de calidad

Deberán estar de acuerdo con las normas ASTM tipo A-53 grado B, especificación para la fabricación de tubería soldada o sin costura. Los pernos expansivos deben cumplir con calidad ASTM A-36.

- Procedimiento de trabajo

Antes de su instalación, todos los materiales deben estar en una posición completamente recta, a menos que la forma final requerida difiera. Si es necesario realizar ajustes, estos deben ser llevados a cabo bajo la supervisión de la entidad de fiscalización en el taller y recibir aprobación en el lugar de instalación. Los métodos empleados para estos ajustes no deben causar daños al material ni comprometer las conexiones. El enfoque, la forma final y el proceso de fabricación también deben obtener la aprobación del ente de fiscalización. Queda prohibido enderezar o moldear los materiales mediante impactos. Al finalizar el ensayo, se preparará un informe detallado que describa la ubicación de la columna, los datos de rebote recopilados, el análisis de resultados y las conclusiones derivadas de la evaluación.

- Medición y forma de pago

La medición se ajustará según la cantidad real que se haya llevado a cabo y colocado en el sitio de construcción. Se realizarán un total 36 placas de 20x10x6 que dan un valor de \$8414.28

Código: 5.1

Rubro: Remoción de escombros y limpieza

Unidad: m2

- Descripción

La tarea de eliminar residuos o desechos que se ubiquen en el espacio de trabajo será realizada para garantizar un entorno ordenado y seguro. Esto implica la remoción y disposición adecuada de cualquier material innecesario, escombros o desperdicios presentes en la zona de construcción. Este proceso contribuye a mantener un ambiente propicio para la ejecución eficiente de las labores y minimiza posibles riesgos para los trabajadores y el proyecto en sí.

- Materiales

Palas, carretilla

- Procedimiento de trabajo

El procedimiento para la limpieza de escombros y desperdicios en el área de la obra seguirá los siguientes pasos: se realizará una inspección inicial para identificar los elementos a eliminar, luego se proveerá al personal con el equipo de protección necesario, se clasificarán y separarán los materiales según su tipo, para posteriormente disponer adecuadamente de los desechos peligrosos en contenedores etiquetados, y separar los reciclables para su posterior entrega. Una vez completada la recogida, se procederá a limpiar minuciosamente el área, eliminando cualquier rastro de polvo o tierra. Se llevará a cabo una inspección final y se mantendrá un registro detallado de todas las actividades realizadas.

- Medición y forma de pago

La medición de los trabajos y el método de pago se llevarán a cabo utilizando como unidad de medida el metro cuadrado (m2). El monto total a pagar se calculará multiplicando la cantidad de metros cuadrados ejecutados por el precio unitario establecido en el contrato.

CAPÍTULO 4

4 ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Objetivos

4.1.1 Objetivo general

- Minimizar los efectos sobre el medio ambiente del proyecto de rehabilitación de casa de 3 pisos en Salinas cantón de la provincia de Santa Elena, por medio de la implementación de prácticas sostenibles que se apliquen desde la fase de diseño hasta las etapas posteriores del proyecto.

4.1.2 Objetivos específicos

- Identificar las actividades que generan impacto ambiental en la rehabilitación.
- Generar medidas de control para la reducción de los riesgos ocasionados. Como la gestión de residuos, la conservación de la energía y el agua, y la preservación de la biodiversidad.
- Proponer soluciones para mitigar el impacto ambiental generado durante el proceso de rehabilitación, utilizando materiales de construcción sostenibles con el medio ambiente.

4.2 Descripción del proyecto

En el contexto de la rehabilitación de una casa de 3 pisos ubicada en la parroquia José Luis Tamayo, cantón Salinas, se destaca la importancia de realizar un estudio de impacto ambiental (EIA). Este proceso permite evaluar y anticipar los posibles efectos que la obra pueda tener sobre el entorno natural y social (Coria, 2008). El estudio debe considerar el área circundante y aspectos como flora, fauna, aire, suelo y cuerpos de agua. además, se utiliza software especializado, como aplicación de ruido, para obtener información precisa del impacto que puede provocar la remodelación.

El EIA abarcará aspectos como la evaluación de recursos naturales, impacto en el entorno local, gestión de residuos, consumo de recursos y riesgos ambientales por lo

que se requerirán autorizaciones administrativas en el GAD municipal de Salinas para su utilización. Además de garantizar una adecuada planificación y mitigación de impactos, la rehabilitación de la vivienda puede contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, 9 y 11.

En el marco del ODS 9, la modernización de infraestructuras y la adopción de prácticas constructivas sostenibles pueden mejorar la calidad de vida de los habitantes. Por otro lado, el ODS 11 con la rehabilitación bien planificada puede mejorar la infraestructura y la accesibilidad, permitiendo que el cliente disfrute de un entorno más habitable y con mayor calidad de vida, todo ello impulsado por una rehabilitación bien planificada y comprometida con el desarrollo sostenible de la comunidad local (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2018)..

El método Leopold será utilizado para medir y caracterizar los impactos ambientales, con enfoque en proponer medidas de mitigación y reducir los efectos acumulativos. Se seleccionará la alternativa con menor impacto, considerando la sostenibilidad y la mitigación de efectos negativos en la comunidad y el entorno natural.

Con base en la evaluación, se elaborará un plan de rehabilitación que contemplará las acciones necesarias para corregir cualquier deficiencia o problema identificado. Esto puede incluir reparaciones estructurales, así como el reacondicionamiento de espacios interiores y exteriores. Asimismo, se buscará incorporar criterios de sostenibilidad en la rehabilitación, como la utilización de materiales eco-amigables y el adecuado manejo de residuos generados durante la remodelación. Una vez finalizada la rehabilitación, se buscará mejorar la calidad de vida de los residentes, proporcionándoles una vivienda segura, funcional y sostenible.

4.3 Línea base ambiental

En su condición actual, la vivienda se encuentra en un entorno urbano y costero. El medio ambiente en esta área puede estar influenciado por varios elementos y factores que podrían ser afectados por el proyecto de rehabilitación. Hay tres tipos de componentes que se consideran en la línea base ambiental (Ontaneda, 2020).

- El componente biótico se refiere a todos los seres vivos y ecosistemas que pueden verse afectados por el proyecto en cuestión. La evaluación del componente biótico pasa por identificar posibles impactos negativos sobre la biodiversidad y, a su vez, identificar oportunidades para promover su conservación.
- El componente abiótico se enfoca en los factores físicos y químicos del entorno que pueden influir en el proyecto. Esto incluye el análisis de elementos como el suelo, el agua, el aire, el clima y las características geológicas de la zona. La evaluación del componente abiótico busca identificar posibles impactos sobre los recursos naturales, como la disponibilidad y calidad del agua, así como las condiciones y procesos geológicos que puedan afectar la viabilidad del proyecto.
- En el componente antrópico se evalúan aspectos como el impacto socioeconómico del proyecto, las necesidades y el bienestar de las personas que viven en el área afectada. Esta evaluación busca entender cómo el proyecto puede alterar la economía local, los medios de vida de las comunidades y los valores culturales y sociales de la población.

A continuación, se detalla los aspectos que se consideran en nuestro proyecto

Medio físico-biótico

- ❖ Flora y fauna
El sector está rodeado por viviendas construidas en su gran mayoría de cañas y en ellas encontramos pequeños jardines de diversas plantas. Por lo que existirá un margen de contaminación en la vegetación existente en la comunidad. En cuanto a la fauna se observó variedad de animales domésticos, insectos y aves.

Medio físico-abiótico

❖ Clima

Durante los meses de mayo a septiembre, en Salinas, la temperatura oscila entre los 20°C y los 28°C. Mientras que, de octubre a abril, las temperaturas se encuentran en un rango de 24°C a 28°C. A pesar de que esta zona costera debería tener un clima húmedo tropical, su clima se ve notablemente influenciado por los vientos fríos de la corriente de Humboldt (VÉLEZ VERGARA, 2010).

❖ Hidrología

La precipitación anual registra un promedio de 439 mm. La salinidad de 33.1 % – 34.7 % que corresponden a aguas Ecuatoriales superficiales (AES), asumiendo la presencia de aguas relativamente frías en los meses de junio – diciembre provenientes de la corriente de Humboldt (Bonilla, 1990).

❖ Suelo.

En una de las visitas de campo se hizo un recorrido visual al terreno, en donde se encuentra suelo arcilloso en combinación con limas. Esto se comprobó en la toma de muestras del terreno para la realizar los ensayos del límite plástico y límite líquido, determinando que el tipo de suelo es limo arcilloso de alta plasticidad.

❖ Paisaje (Percepción Visual)

La reconstrucción de los elementos estructurales generara un gran impacto visual tanto para el cliente como para las personas que residen y transitan por el lugar, puesto que es la única vivienda en evaluación y rehabilitación en la zona.

❖ Ruido.

El proyecto en estudio se encuentra en una zona urbana, cerca de la vía principal punta carnero. De acuerdo con el reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental para ruido, establecido por el decreto supremo N° 085-2003-PMC, en una zona residencial, se permite un valor límite de 60 dB durante el horario diurno (07:01 a 22:00 Horas) y de 50 dB durante el horario nocturno (22:01 a 07:00 Horas) (OEFA, 2003); Donde La mayor parte del ruido generado en este sector proviene de los vehículos, buses y camiones.

4.4 Actividades del proyecto

Se creará una tabla de actividades del proyecto, destacando las acciones más significativas que generan un impacto ambiental.

Tabla 4.1 Actividades del proyecto.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Fase	Actividad	Acción
Rehabilitación	Hormigón de alta resistencia	Fundición in situ de las zonas faltantes en los elementos columnas de la segunda planta.
	Corte y Soldadura	Unión de las placas y los elementos columnas mediante el uso de soldadura.
	Adhesión del hormigón	Colocación de material epóxico para fijar el hormigón viejo con el hormigón nuevo.
	Encofrado	Encoframiento de las partes faltantes de columnas del segundo piso.
Operación	Mantenimiento	acabados, empaste, pintura.
	Remodelación	Ruidos provenientes del proceso constructivo en la remodelación.
Abandono	Disposición final de los materiales	Transportación de los residuos provenientes por el proceso de rehabilitación de la vivienda.

4.5 Identificación de impactos ambientales

Mediante el uso de la matriz de Leopold, también conocida como matriz de causa y efecto, se puede identificar el impacto ambiental potencial generado por un proyecto de construcción. En esta matriz, las columnas representan las actividades del proyecto que podrían tener consecuencias ambientales, mientras que las filas representan los parámetros de la línea base ambiental que podrían ser afectados, ya sea de manera negativa o positiva. De esta manera, se logra una evaluación eficiente de los posibles impactos ambientales asociados con el desarrollo del proyecto de rehabilitación de la vivienda.

4.5.1 Escala de valoración

La importancia de un impacto se refiere al efecto de la acción sobre el factor ambiental. Su valor se obtiene mediante una fórmula de valoración cualitativa del índice de importancia del impacto ambiental según (Ontaneda, 2020) Las variables de la ecuación toman valores, que son determinados por el evaluador para características específicas de extensión (E), duración (D) y reversibilidad (R).

Tabla 4.2 Puntuación de los criterios.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Criterios	Puntuación
Extensión	0,40
Duración	0,40
Reversibilidad	0,20
Total	1,00

Dado el contexto del proyecto, se decidió asignar igual importancia a las variables de extensión y duración, y una menor puntuación al criterio de reversibilidad debido a los impactos que se presentan de forma localizada.

4.6 Valoración de impactos ambientales

La valoración del impacto ambiental juega un papel fundamental en la toma de decisiones y en la elaboración de estrategias de prevención y mitigación de los efectos negativos sobre el medio ambiente.

La magnitud de un impacto ambiental se evalúa en una escala del 1 al 10, donde valores menores a 5 indican una incidencia baja o mediana, y valores superiores a este número indican una alta incidencia. Esta evaluación se refiere a la significancia de la acción del proyecto en el factor ambiental, y el valor asignado se basa en una escala cualitativa tomada de la tabla 4.2

Este enfoque nos ayuda a tomar decisiones informadas y a ponderar los distintos factores que afectan al medio ambiente para minimizar las consecuencias negativas de las consecuencias de los procesos constructivos.

Tabla 4.3 Escala de valoración.

Fuente: (Ontaneda, 2020)

Característica	Puntaje				
	1	2,5	5	7,5	10
Extensión	Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional
Duración	Esporádica	Temporal	Periódica	Recurrente	Permanente
Reversibilidad	Completamente reversible	Medianamente reversible	Parcialmente irreversible	Medianamente irreversible	Completamente irreversible
Magnitud (incidencia sobre factor ambiental)	Poca incidencia		Mediana incidencia	Alta incidencia	

4.6.1 Valoración cualitativa de los impactos ambientales

Existen métodos cualitativos y preliminares altamente adecuados para evaluar las diferentes alternativas de un proyecto. Uno de los métodos más reconocidos es la matriz de Leopold, que fue el primer método utilizado para realizar evaluaciones de impacto ambiental. Esta matriz fue desarrollada como un sistema de información para el Servicio Geológico del Ministerio del Interior de los Estados Unidos, con el propósito de guiar los informes y evaluaciones de impacto ambiental.

En la matriz de Leopold, se utilizan valores de magnitud que se preceden con un signo "+" o "-" para indicar si el impacto es positivo o negativo sobre el medio ambiente. Es importante destacar que la evaluación de los parámetros de "magnitud" e "importancia" debe basarse en datos sólidos, y el procesamiento e interpretación de esos datos debe acompañar a la matriz. De esta manera, la matriz se convierte en un resumen del texto o estudio de impacto ambiental adjunto. Así, la matriz funciona como un resumen, mientras que la descripción detallada de los impactos se presenta en el texto del estudio.

Tabla 4.4 Matriz de Leopold

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Acciones del proyecto Impacto Ambiental	Cemento	Adhesivo epoxico	Soldadura	Ruidos	Encofrados	Mantenimientos	Material de desalojo y limpieza	Interaccion		Sumatoria
								-	+	
Suelos	-2.50 2.50	-5.00 7.00	-7.50 7.00		-2.50 5.00	-5.00 5.00	-7.50 10.00	6	6	-30.00 36.50
Agua	-7.50 10.00	-5.00 2.50	-1.00 2.50		-2.50 1.00	-1.00 1.00	-7.50 10.00	6	6	-24.50 27.00
Flora			-1.00 2.50	-2.50 1.00	-1.00 2.50	-2.50 1.00	-2.50 5.00	5	5	-9.50 12.00
Fauna			-5.00 5.00	-7.50 5.00		-2.50 2.50	-2.50 5.00	4	4	-17.50 17.50
Aire	-7.50 7.50	-5.00 7.50	-7.50 10.00	-5.00 10.00	-2.50 5.00	-1.00 1.00	-7.50 10.00	7	7	-36.00 51.00
Paisaje			-2.50 5.00	-5.00 7.50			-2.50 7.50	3	3	-10.00 20.00
Interaccion	-	3	3	6	4	4	5	6	31	31.00
	+	3	3	6	4	4	5	6	31	28.00
sumatoria	-17.50 20.00	-15.00 17.00	-24.50 32.00	-20.00 23.50	-8.50 13.50	-12.00 10.50	-30.00 47.50			-127.50 164.00
Resultados										-4.11 5.29

Utilizando la información de la matriz de Leopold, evaluamos el efecto medioambiental que cada una de las acciones implicadas en el desarrollo del proyecto de evaluación y rehabilitación podría tener, para esto se procede a calcular el valor del Índice Ambiental (VIA).

Para obtener el valor del impacto ambiental (IA) necesitamos de dos variables, la una es el valor de importancia del impacto ambiental (IMP) y la otra es valor de la magnitud del impacto ambiental (MAG); - si es perjudicial y + si es beneficioso.

Primero se debe realizar una sumatoria de las interacciones positivas y negativas para cada impacto ambiental propuesto, luego al hacer una suma global de todos los resultados de las celdas, denominada sumatoria, se procede a dividir MAG/ Interacción negativa, lo mismo se realiza para IMP/ interacción positiva.

Por medio de la tabla 4.3 y el resultado de la matriz de Leopold podemos concluir que el impacto ambiental es de mediana incidencia en el proyecto de evaluación y rehabilitación de una casa de tres pisos en Salinas.

Tabla 4.5 Resultados de Matriz de Leopold

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Acciones del proyecto Impacto ambiental	Construccion			Operacion			Abandono	
	Cemento	Adhesivo epoxico	Soldadura	Ruidos	Encofrados	Mantenimientos	Material de desalojo y limpieza	
Suelos	-2.50	-5.92	-7.25	0.00	-3.54	-5.00	-8.66	-32.86
Agua	-8.66	-3.54	-1.58	0.00	-1.58	-1.00	-8.66	-25.02
Flora	0.00	0.00	-1.58	-1.58	-1.58	-1.58	-3.54	-9.86
Fauna	0.00	0.00	-5.00	-6.12	0.00	-2.50	-3.54	-17.16
Aire	-7.50	-6.12	-8.66	-7.07	-3.54	-1.00	-8.66	-42.55
Paisaje	0.00	0.00	-3.54	-6.12	0.00	0.00	-4.33	-13.99
	-18.66	-15.58	-27.60	-20.90	-10.23	-11.08	-37.38	

Además, se evidencia que en nuestro proyecto integrador las acciones como la elaboración de mortero estructural, soldadura en placas a la columna y el material de desalojo provocan mayores impactos ambientales con un igual índice de impacto ambiental de -8.66 . Siendo según la tabla 4.3 impactos ambientales de alta incidencia.

4.7 Medidas de prevención/mitigación

- Para disminuir el empleo de cemento y las emisiones de CO₂ generadas durante la producción de mortero estructural se propone la utilización de subproductos industriales, tales como la escoria de alto horno o las cenizas volantes, para sustituir el Clinker en la composición del cemento. También se debe calcular y utilizar la cantidad de cemento necesaria de manera eficiente, evitando desperdicios y excesos innecesarios.
- Para el encofrado de elementos estructurales de hormigón se puede utilizar encofrados reutilizables en lugar de los desechables como encofrados metálicos, plástico u otros materiales. Los encofrados reutilizables son más sostenibles y generan menos residuos.
- Para la disposición de desechos en la construcción se debe crear un sistema para clasificar los residuos generados durante la rehabilitación, como separar los materiales reciclables (madera, metal, plástico, etc.) de los residuos no reciclables. Además, se debe realizar el traslado de estos a botaderos autorizados por las autoridades.
- Se recomienda el uso de equipos de protección personal (EPP), para evitar los riesgos físicos, químicos y mecánicos a la integridad del personal.
- Es recomendable evitar realizar trabajos ruidosos durante horas sensibles, como la noche o temprano en la mañana, para reducir las molestias a los vecinos. Se sugiere que la remodelación se realice en horarios laborables en la comunidad, para llevar a cabo las actividades ruidosas.

4.8 Conclusiones

- Por medio de medidas preventivas y mitigadores se reducirá el impacto ambiental negativo que generan, las actividades relacionadas a la construcción de la residencia mediante la elaboración de una gestión de manejo ambiental.
- Las actividades que generan mayor impacto es la polución que existe entre la relación cemento-aire, la utilización de agua para la elaboración de hormigón y proceso de curado, la disposición de residuos sólidos como rellenos sanitarios. Para mitigar estos efectos de daño ambiental se planteó una solución que pretende minimizar el impacto de estas actividades sobre el entorno natural.
- Se concluye que la implementación de las medidas propuestas en el plan de manejo ambiental busca salvaguardar la salud y seguridad del personal en la obra, disminuir al máximo los impactos por la generación de residuos sólidos y disminuir la contaminación atmosférica y acústica.

CAPÍTULO 5

5 PRESUPUESTO

Durante la elaboración del presupuesto, se han considerado diversos elementos para asegurar su precisión y eficacia. Se realizó un detallado desglose de trabajo, identificando cada tarea y actividad para una asignación adecuada de recursos y tiempos. Además, se efectuó un minucioso análisis de precios unitarios, evaluando el costo de cada unidad de trabajo. Se incluyó un estudio pormenorizado de costos indirectos, cubriendo gastos esenciales para el proyecto. Los cálculos de cantidades se estimaron cuidadosamente, garantizando el abastecimiento adecuado de recursos. Finalmente, se elaboró un cronograma de obra, estableciendo la secuencia temporal de las tareas para una gestión eficiente del tiempo.

5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

La Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) presenta varias ventajas en la gestión de proyectos. En primer lugar, favorece una mejor comprensión de las tareas a realizar, reduciendo así la posibilidad de omisiones y mejorando la eficiencia del proceso. Además, facilita la identificación de entregables globales y la asignación de responsabilidades, lo que optimiza la coordinación entre los equipos. Como herramienta de comunicación, la EDT resulta muy valiosa al transmitir información crucial de forma clara y concisa. También contribuye a la creación de cronogramas precisos para una planificación efectiva. (Tello, 2009)

En nuestra planificación de proyecto, empleamos la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT), la cual nos facilita una representación gráfica para gestionar las actividades de manera efectiva. En la Figura 5.1, se muestra un desglose detallado de las actividades relacionadas con la Evaluación y Rehabilitación de una vivienda de 3 pisos en Salinas, cantón de Santa Elena.



Figura 5.1 Estructura de Desglose de Trabajo.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

5.2 Rubros y análisis de precios unitarios (fusión)

Los rubros serán ordenados en función del orden de construcción, están incluidas las soluciones planteadas. A continuación, se presenta un desglose presupuestario general que abarca las cantidades correspondientes y el coste total de ambas etapas.

Tabla 5.1 Presupuesto general del proyecto Evaluación y rehabilitación de casa de 3 pisos en Salinas.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

Evaluación y rehabilitación de casa de 3 pisos en Salinas						
Presupuesto general						
No. de rubro	RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	1	Estudio geotécnico				
1	1.1	Movilización de los equipos	u	1.00	252.00	252.00
2	1.2	Ensayo de Perforación	u	2.00	169.20	338.40
3	1.3	Ensayo de Pachometría	u	6.00	82.00	492.00
4	1.4	Ensayo de esclerometría	u	8.00	111.00	888.00
5	1.5	Elaboración de planos	u	4.00	235.00	940.00
		PROBLEMA 1				
	2	Reparación columnas primer piso				
6	2.1	Corte en losa 40 x 40 cm	m ²	2.40	386.93	928.63
7	2.2	Excavación manual en cemento y desalojo	m ³	9.00	71.66	644.94
8	2.3	Placas cuadradas 25 x 25 cm	u	30.00	250.35	7,510.50
9	2.4	Columna de acero tubular cuadrado 150x150x3.00mm incluye soldada	u	15.00	477.74	7,166.10
10	2.5	Relleno compactado con reposición de material	m ³	9.00	209.87	1,888.83
		PROBLEMA 2				
	3	Finalización columna segundo piso				
11	3.1	Adherente de hormigón viejo a mortero	m ²	0.80	367.48	293.98
12	3.2	Mortero estructural f'c= 400 kg/cm ² en columna incluye encofrado	m ³	0.40	630.65	252.26
13	3.3	Placas rectangulares 20 x 10 cm	u	36.00	233.73	8,414.28
		PROBLEMA 3				
	4	Linealidad de columnas entre los pisos				
14	4.1	Placas cuadradas 25 x 25 cm	u	8.00	250.35	2,002.80
15	4.3	Columna de acero tubular cuadrado 150x150x3.00mm incluye soldada	u	3.00	477.74	1,433.22
	5	Limpeza				
16	5.1	Remoción de escombros y limpieza	m ²	10.00	58.61	586.10
SUBTOTAL DEL PRESUPUESTO:						34,032.04
PRECIO TOTAL DE LA OFERTA: (TREINTA Y CUATRO MIL TREINTA Y DOS 04/100 DÓLARES)						

** COSTO INDIRECTO INCLUIDO EN CADA RUBRO

En el proceso de evaluación de los precios unitarios, se tomaron en cuenta diversos elementos constantes que están establecidos por entidades como la Cámara de la Construcción y el Servicio Nacional de Contratación Pública (Sercop). Estos factores incluyen aspectos como la cantidad, la tarifa, la duración de la jornada laboral, los precios y el rendimiento. Además, se consideró que la utilidad y los costos indirectos representarán un 20% del valor total. A continuación, se presenta la estructura para la clasificación de las partidas.

Tabla 5.2 Plantilla para análisis de costos unitarios.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

UNIDAD :

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
SUBTOTAL M					0.00

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
SUBTOTAL N					0.00

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
SUBTOTAL O					0.00

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

				TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0.00
				INDIRECTOS Y UTILIDADES %	0.00
				OTROS INDIRECTOS %	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	0.00
				VALOR OFERTADO	0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

La desglose de los precios unitarios correspondientes a cada uno de los rubros mencionados en el presupuesto general se presentará detalladamente a continuación. El desglose contendrá un análisis pormenorizado de los costos asociados a cada tarea y proceso involucrado en el proyecto, proporcionando una visión clara y transparente de los cálculos y estimaciones de precios unitarios para cada etapa y actividad.

1.- Estudio geotécnico

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Movilización de los equipos

UNIDAD : u

DETALLE: 1.1

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Vehículo liviano	1	200.00	200.00	1.00	200.00
SUBTOTAL M					200.00

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
chofer	1	5.7	5.7	0.11	52.29
SUBTOTAL N					52.29

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O				0.00
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		252.00
		INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%		50.40
		OTROS INDIRECTOS %		
		COSTO TOTAL DEL RUBRO		302.40
		VALOR OFERTADO		302.40

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Ensayo de Perforación

UNIDAD : u

DETALLE: 1.2

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
herramientas menores	1	0.42	0.42	0.13	3.36
SUBTOTAL M					3.36

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	2	4.05	8.1	0.13	64.80
Técnico en obras civiles	1	4.33	4.33	0.13	34.64
Laboratorista (En Construcción)	1	4.55	4.55	0.13	36.40
SUBTOTAL N					135.84

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
tubo shelby	u	2	15.00	30.00	
SUBTOTAL O				30.00	

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P				0.00	

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				169.20
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				37.22
OTROS INDIRECTOS %				0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO				206.00
VALOR OFERTADO				206.00

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Ensayo de Pachometría

UNIDAD : u

DETALLE: 1.3

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Pachómetro	1	1	1	0.13	8.00
herramientas menores	1	0.36	0.36	0.13	2.88
SUBTOTAL M					10.88

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
técnico en obras civiles	1	4.33	4.33	0.13	34.64
Laboratorista (En Construcción)	1	4.55	4.55	0.13	36.40
SUBTOTAL N					71.04

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
				0.00
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				82.00
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				18.00
OTROS INDIRECTOS %				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				100.00
VALOR OFERTADO				100.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Ensayo de esclerometría

UNIDAD : u

DETALLE: 1.4

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Esclerómetro	1	1	1	0.13	8.00
SUBTOTAL M					8.00

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico en obras civiles	1	4.33	4.33	0.13	34.64
Ayudante	1	4.02	4.02	0.13	32.16
Laboratorista (En Construcción)	1	4.55	4.55	0.13	36.40
SUBTOTAL N					103.20

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				111.00
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				22.20
OTROS INDIRECTOS %				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				133.00
VALOR OFERTADO				133.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Elaboración de planos
 DETALLE: 1.5

UNIDAD : u

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
AutoCAD	1	25	25	0.13	200.00
SUBTOTAL M					200.00

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Técnico en obras civiles	1	4.33	4.33	0.13	34.64
SUBTOTAL N					34.64

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				235.00
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				47.00
OTROS INDIRECTOS %				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				282.00
VALOR OFERTADO				282.00

2.- Reparación columnas primer piso

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Corte en losa 40 x 40 cm

UNIDAD : m2

DETALLE: 2.1

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Cortadora de hormigón	1	100	12.5	0.13	100.00
SUBTOTAL M					100.00

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador de equipo liviano	1	4.1	4.1	0.13	32.80
Maestro de obra	1	4.33	4.33	0.13	34.64
SUBTOTAL N					67.44

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Disco de 14" para corte de concreto	1	1	150.00	150.00	
SUBTOTAL O				150.00	

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Camión	1	1	5.00	5.00
SUBTOTAL P				5.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	322.44
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%	64.49
OTROS INDIRECTOS %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	386.93
VALOR OFERTADO	386.93

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Excavación manual en cimiento y desalojo

UNIDAD : m3

DETALLE: 2.2

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
herramienta menor	1	10	1.25	0.13	10.00
SUBTOTAL M					10.00

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	2	4.05	8.1	0.25	32.40
Maestro de obra	1	4.33	4.33	0.25	17.32
SUBTOTAL N					49.72

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
SUBTOTAL O					0.00

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				59.72
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				11.94
	OTROS INDIRECTOS %				
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				71.66
	VALOR OFERTADO				71.66

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Placas cuadradas 25 x 25 cm

UNIDAD : u

DETALLE: 2.3

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Soldadora	1	5	5	0.13	40.00
Taladro para anclaje	1	5	5	0.13	40.00
Herramienta menor	1	0.33	0.33	0.13	2.64
SUBTOTAL M					82.64

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro Soldador especializado	1	4.55	4.55	0.13	36.40
Peón	1	4.1	4.1	0.13	32.80
Maestro de obra	1	4.33	4.33	0.13	34.64
SUBTOTAL N					103.84

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Planchas LC 1220 x 2440 x 6.00	u	0.0625	125.18	7.82	
Perno de expansión 4" X 1/2"	u	4	1.10	4.40	
Electrodos 6011/7018	u	3	0.50	1.50	
SUBTOTAL O				13.72	

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
camión	1	1	5.00	5.00
SUBTOTAL P				5.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	205.20
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%	45.14
OTROS INDIRECTOS %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	250.35
VALOR OFERTADO	250.35

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Columna de acero tubular cuadrado 150x150x3.00mm incluye soldada

UNIDAD : u

DETALLE: 2.4

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Soldadora	1	3	0.375	0.13	3.00
Cortadora de hierro	1	150	18.75	0.13	150.00
Herramienta menor	1	0.66	0.0825	0.13	0.66
SUBTOTAL M					153.66

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN CATEG	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro Soldador especializado	1	4.55	4.55	0.13	36.40
Peón herrero	1	4.1	4.1	0.13	32.80
Maestro de obra	1	4.33	4.33	0.13	34.64
Peón	2	4.05	8.1	0.13	64.80
SUBTOTAL N					168.64

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Perfil tubular cuadrado 150x150x3.00 mm	m	1	67.82	67.82	
Electrodos 6011/7018	kg	6	0.50	3.00	
SUBTOTAL O					70.82

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
camión	u	1	5.00	5.00	
SUBTOTAL P					5.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				398.12
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%				79.62
OTROS INDIRECTOS %				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				477.74
VALOR OFERTADO				477.74

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Relleno compactado con reposición de material

UNIDAD : m3

DETALLE: 2.5

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Sapo apisonador	1	15	15	0.13	115.38
Herramienta menor	1	0.33	0.33	0.13	2.64
SUBTOTAL M					118.02

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	2	4.05	8.1	0.15	54.00
SUBTOTAL N					54.00

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
SUBTOTAL O					0.00

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					0.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	172.02
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%	37.85
OTROS INDIRECTOS %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	209.87
VALOR OFERTADO	209.87

3.- Finalizacion columna segundo piso

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Adherente de hormigón viejo a mortero

UNIDAD : M2

DETALLE: 3.1

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramienta menor	1	0.15	0.15	0.13	0.83	
SUBTOTAL M					0.83	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Maestro de obra	1	4.33	4.33	0.13	34.64	
Ayudante de Albañil	5	4.06	20.3	0.13	162.40	
SUBTOTAL N					197.04	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Adibond 1	kg	0.319	31.37	98.34		
SUBTOTAL O					98.34	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
camión	1	1	5.00	5.00		
SUBTOTAL P					5.00	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	301.21
					INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%	66.27
					OTROS INDIRECTOS %	
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	367.48
					VALOR OFERTADO	367.48

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Mortero estructural f'c= 400 kg/cm2 en columna incluye encofrado

UNIDAD : M3

DETALLE: 3.2

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Concretera	1	25	25	0.13	200.00
Herramienta menor	1	0.33	0.33	0.13	2.64
SUBTOTAL M					202.64

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN CATEG	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro de obra	1	4.33	4.33	0.03	144.33
Ayudante de Albañil	1	4.06	4.06	0.03	135.33
Carpintero	1	4.10	4.10	0.03	136.67
SUBTOTAL N					272.00

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Encofrado	u	1	7.20	7.20	
Sikagrout EC	m3	0.125	24.56	3.07	
clavos de 2 x 1/2 pulg	kg	0.67	1.65	1.11	
Desmoldante	glb	0.2	1.80	0.36	
Agua	m3	0.5	3.00	1.50	
Cuartones de 2 x 3 pulg	u	6	3.00	18.00	
Tiras de 1 x 3 pulg	u	4	1.50	6.00	
SUBTOTAL O					37.29

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Transporte de Material	Glb	1	5.00	5.00
SUBTOTAL P				5.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	516.93
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%	113.72
OTROS INDIRECTOS %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	630.65
VALOR OFERTADO	630.65

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Placas rectangulares 20 x 10 cm
 DETALLE: 3.3

UNIDAD : u

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Soldadora	1	5	5	0.13	40.00
Taladro para anclaje	1	5	5	0.13	40.00
Herramienta menor	1	0.33	0.33	0.13	2.64
SUBTOTAL M					82.64

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro Soldador especializado	1	4.55	4.55	0.13	36.40
Peón	1	4.1	4.1	0.13	32.80
Maestro de obra	1	4.33	4.33	0.13	34.64
SUBTOTAL N					103.84

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Planchas LC 1220 x 2440 x 6.00	u	0.02	125.18	2.50	
Electrodos 6011/7018	u	3	0.50	1.50	
SUBTOTAL O					4.00

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
camión	1	0.22	5.00	1.10	
SUBTOTAL P					1.10

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	191.58
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%	42.15
OTROS INDIRECTOS %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	233.73
VALOR OFERTADO	233.73

4.- Linealidad de columnas entre los pisos

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Placas cuadradas 25 x 25 cm

UNIDAD : u

DETALLE: 4.1

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Soldadora	1	5	5	0.13	40.00
Taladro para anclaje	1	5	5	0.13	40.00
Herramienta menor	1	0.33	0.33	0.13	2.64
SUBTOTAL M					82.64

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro Soldador especializado	1	4.55	4.55	0.13	36.40
Peón	1	4.1	4.1	0.13	32.80
Maestro de obra	1	4.33	4.33	0.13	34.64
SUBTOTAL N					103.84

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Planchas LC 1220 x 2440 x 6.00	u	0.0625	125.18	7.82	
Perno de expansión 4" X 1/2"	u	4	1.10	4.40	
Electrodos 6011/7018	u	3	0.50	1.50	
SUBTOTAL O					13.72

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
camión	1	1	5.00	5.00
SUBTOTAL P				5.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	205.20
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%	45.14
OTROS INDIRECTOS %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	250.35
VALOR OFERTADO	250.35

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Columna de acero tubular cuadrado 150x150x3.00mm incluye soldada

UNIDAD : u

DETALLE: 4.2

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Soldadora	1	3	0.375	0.13	3.00
Cortadora de hierro	1	150	18.75	0.13	150.00
Herramienta menor	1	0.66	0.0825	0.13	0.66
SUBTOTAL M					153.66

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN CATEG	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro Soldador especializado	1	4.55	4.55	0.13	36.40
Peón herrero	1	4.1	4.1	0.13	32.80
Maestro de obra	1	4.33	4.33	0.13	34.64
Peón	2	4.05	8.1	0.13	64.80
SUBTOTAL N					168.64

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Perfil tubular cuadrado 150x150x3.00 mm	m	1	67.82	67.82	
Electrodos 6011/7018	kg	6	0.50	3.00	
SUBTOTAL O				70.82	

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
camión	u	1	5.00	5.00
SUBTOTAL P				5.00

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	398.12
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%	79.62
OTROS INDIRECTOS %	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	477.74
VALOR OFERTADO	477.74

5.- Limpieza

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Remoción de escombros y limpieza

UNIDAD : m2

DETALLE: 5.1

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta menor	1	5	5	0.13	40.00
SUBTOTAL M					40.00

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	2	4.1	8.2	1.50	5.47
SUBTOTAL N					5.47

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
SUBTOTAL O					0.00

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
camión	1	0.22	5.00	1.10
SUBTOTAL P				1.10

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			46.57
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 20%			10.24
	OTROS INDIRECTOS %			
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			56.81
	VALOR OFERTADO			56.81

5.3 Descripción de cantidades de obra

Tabla 5.3 Descripción de cantidades de obra.

Fuente: Eva Chacón y Brayan Pinto

No. de rubro	RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
	1	Estudio geotécnico		
1	1.1	Movilización de los equipos	u	1.00
2	1.2	Ensayo de Perforación	u	2.00
3	1.3	Ensayo de Pachometría	u	6.00
4	1.4	Ensayo de esclerometría	u	8.00
5	1.5	Elaboración de planos	u	4.00
		PROBLEMA 1		
	2	Reparación columnas primer piso		
6	2.1	Corte en losa 40 x 40 cm	m ²	2.40
7	2.2	Excavación manual en cimienta y desalojo	m ³	9.00
8	2.3	Placas cuadradas 25 x 25 cm	u	30.00
9	2.4	Columna de acero tubular cuadrado 150x150x3.00mm incluye soldada	u	15.00
10	2.5	Relleno compactado con reposición de material	m ³	9.00
		PROBLEMA 2		
	3	Finalización columna segundo piso		
11	3.1	Adherente de hormigón viejo a mortero estructural	m ²	0.80
12	3.2	Mortero estructural f'c= 400 kg/cm ² en columna incluye encofrado	m ³	0.40
13	3.3	Placas rectangulares 20 x 10 cm	u	36.00
		PROBLEMA 3		
	4	Linealidad de columnas entre los pisos		
14	4.1	Placas cuadradas 25 x 25 cm	u	8.00
15	4.2	Columna de acero tubular cuadrado 150x150x3.00mm incluye soldada	u	4.00
	5	Limpieza		
16	5.1	Remoción de escombros y limpieza	m ²	10.00

A continuación se presenta el detallado del cálculo preciso de las cantidades a emplear para cada tipo de material. Esta información proporciona una guía esencial para asegurar una ejecución precisa y eficiente del proyecto, ya que define de manera clara las cantidades requeridas de materiales específicos.

Obra	Evaluación y Rehabilitación de casa de 3 pisos en Salinas
Oferente	Chacon Eva, Pinto Brayan
Ubicación	Salinas

1.1	Movilización de los equipos
-----	-----------------------------

Detalles	Cantidad-Longitud-Ancho-Altura-Unidad					
	No	L(m)	A(m)	h(m)	Total	Unidad
Vehículo Liviano	1				1	U

1.2	Ensayo de perforación
-----	-----------------------

Detalles	Cantidad-Longitud-Ancho-Altura-Unidad					
	Sondeo	Profundidad	A(m)	h(m)	Total	Unidad
Perforación	1	2			2	U

1.3	Ensayo de pachometría
-----	-----------------------

Detalles	Cantidad-Longitud-Ancho-Altura-Unidad					
	No	L(m)	A(m)	h(m)	Total	Unidad
Pachómetro	1				1	U

1.4	Ensayo de esclerometría
-----	-------------------------

Detalles	Cantidad-Longitud-Ancho-Altura-Unidad					
	No	L(m)	A(m)	h(m)	Total	Unidad
Esclerómetro	1				1	U

Obra	Evaluación y Rehabilitación de casa de 3 pisos en Salinas
Oferente	Chacon Eva, Pinto Brayan
Ubicación	Salinas

2.1	Corte en losa 40 x 40 cm
-----	--------------------------

Detalles	Cantidad-Longitud-Ancho-Altura-Unidad					
	No	L(m)	A(m)	h(m)	Total	Unidad
Corte cimentación	15	0.4	0.4	-	2.4	m2
Total					2.4	m2

2.2	Excavación manual en cimiento y desalojo
-----	--

Detalles	Cantidad-Longitud-Ancho-Altura-Unidad					
	No	L(m)	A(m)	h(m)	Total	Unidad
Excavación	15	1	1	0.6	9	m3
Total					9	m3

2.3	Placas cuadradas 25 x 25 cm
-----	-----------------------------

Detalles	Cantidad-Longitud-Ancho-Altura-Unidad				
	No	Longitud	Ancho	Total	Unidad
acero estructural	30	25	25		U
Total				30	U

2.4	Columna de acero tubular cuadrado 150x150x3.00mm incluye soldada
-----	--

Detalles	Cantidad-Longitud-Ancho-Altura-Unidad					
	No	altura (m)			Total	Unidad
Perfil tubular	15	3.6				U
Total					15	U

2.5	Relleno compactado
-----	--------------------

Detalles	Cantidad-Longitud-Ancho-Altura-Unidad					
	No	L(m)	A(m)	h(m)	Total	Unidad
Excavación	15	1	1	0.6	9	m3
Total					9	m3

Obra	Evaluación y Rehabilitación de casa de 3 pisos en Salinas
Oferente	Chacon Eva, Pinto Brayan
Ubicación	Salinas

3.1	Adherente de hormigón viejo a mortero estructural
-----	---

Detalles	Cantidad-Longitud-Ancho-Altura-Unidad					
		Dimensiones		Área total	Total	Unidad
A1	20x29	0.2	0.29	0.116	0.0928	kg/m2
B´1	18x22	0.18	0.22	0.0792	0.06336	kg/m2
B-2	20x20	0.2	0.2	0.08	0.064	kg/m2
C-2	20x20	0.2	0.2	0.08	0.064	kg/m2
D-2	21x22	0.21	0.22	0.0462	0.03696	kg/m2
E-2	21x19	0.21	0.19	3.99	3.192	kg/m2
F-2	19x19	0.19	0.19	3.61	2.888	kg/m2
F-2"	23x19	0.23	0.19	0.0437	0.03496	kg/m2
A-2"	22x22	0.22	0.22	0.0484	0.03872	kg/m2
C-2"	22x20	0.22	0.2	0.044	0.0352	kg/m2
D-2"	21x20	0.21	0.2	0.042	0.0336	kg/m2
E-2"	23x23	0.23	0.23	0.0529	0.04232	kg/m2
A-3"	20x20	0.2	0.2	0.04	0.032	kg/m2
B´-3"	21x20	0.21	0.2	0.042	0.0336	kg/m2
C-3"	22x22	0.22	0.22	0.0484	0.03872	kg/m2
D-3"	21x20	0.21	0.2	0.042	0.0336	kg/m2
E-3"	21x22	0.21	0.22	0.0462	0.03696	kg/m2
F-3"	21x22	0.21	0.22	0.0462	0.03696	kg/m2
Área de aplicación					6.79776	kg/m2
Total					7	kg

3.2	Mortero estructural f'c= 400 kg/cm2 en columna incluye encofrado
-----	--

Detalles		Cantidad-Longitud-Ancho-Altura-Unidad					
		Dimensiones		Área	Altura(m)	Volumen	Unidad
A1	20x29	0.2	0.29	0.058	0.2	0.0116	m3
B'1	18x22	0.18	0.22	0.058	0.2	0.0116	m3
B-2	20x20	0.2	0.2	0.058	0.2	0.0116	m3
C-2	20x20	0.2	0.2	0.058	0.2	0.0116	m3
D-2	21x22	0.21	0.22	0.058	0.3	0.0174	m3
E-2	21x19	0.21	0.19	0.058	0.3	0.0174	m3
F-2	19x19	0.19	0.19	0.058	0.2	0.0116	m3
F-2"	23x19	0.23	0.19	0.058	0.3	0.0174	m3
A-2"	22x22	0.22	0.22	0.058	0.2	0.0116	m3
C-2"	22x20	0.22	0.2	0.058	0.2	0.0116	m3
D-2"	21x20	0.21	0.2	0.058	0.3	0.0174	m3
E-2"	23x23	0.23	0.23	0.058	0.3	0.0174	m3
A-3"	20x20	0.2	0.2	0.058	0.2	0.0116	m3
B'-3"	21x20	0.21	0.2	0.058	0.2	0.0116	m3
C-3"	22x22	0.22	0.22	0.058	0.2	0.0116	m3
D-3"	21x20	0.21	0.2	0.058	0.3	0.0174	m3
E-3"	21x22	0.21	0.22	0.058	0.3	0.0174	m3
F-3"	21x22	0.21	0.22	0.058	0.3	0.0174	m3
Total						0.2552	m3

3.3	Placas rectangulares 20 x 10 cm
-----	---------------------------------

Detalles	Cantidad-Longitud-Ancho-Altura-Unidad				
	No	Longitud	Ancho	Total	Unidad
acero estructural	36	20	10		U
Total				36	U

Obra	Evaluación y Rehabilitación de casa de 3 pisos en Salinas
Oferente	Chacon Eva, Pinto Brayan
Ubicación	Salinas

4.1	Placas cuadradas 25 x 25 cm
-----	-----------------------------

Detalles	Cantidad-Longitud-Ancho-Altura-Unidad				
	No	Longitud	Ancho	Total	Unidad
acero estructural	8	25	25		U
Total				8	U

4.2	Columna de acero tubular cuadrado 150x150x3.00mm incluye soldada
-----	--

Detalles	Cantidad-Longitud-Ancho-Altura-Unidad				
	No	altura (m)	medida estándar (m)	Total	Unidad
Columna	4	3	6	2	u
Total				2	u

Obra	Evaluación y Rehabilitación de casa de 3 pisos en Salinas
Oferente	Chacon Eva, Pinto Brayan
Ubicación	Salinas

5.1	Remoción de escombros y limpieza
-----	----------------------------------

Detalles	Cantidad-Longitud-Ancho-Altura-Unidad				
	No	área cuadrada		Total	Unidad
Limpieza	2	5		10	m2
Total				10	m2

5.4 Valoración integral del costo del proyecto

El costo total del proyecto es de \$34,032.04 dólares. Además, se proporciona un desglose de los precios unitarios por unidad de construcción por metro cubico. Comparar estos valores con proyectos similares puede ayudar a evaluar la competitividad y el rango de precios en relación con otras obras con características semejantes.

Es posible que la información sobre costos unitarios y comparativos con proyectos similares pueda variar según el contexto local y las fluctuaciones en los costos de los materiales y la mano de obra.

5.5 Cronograma de obra

Estimar el tiempo que se necesitará para realizar el proyecto. Se debe considerar la secuencialidad y simultaneidad en la ejecución de tareas.

CAPÍTULO 6

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

la edificación ha enfrentado varios desafíos y posibles deficiencias en distintas etapas del proyecto. Los problemas identificados, como las columnas incompletas, la desconexión entre las columnas y las losas, sugieren que ha habido fallas en la planificación, ejecución y seguimiento de la construcción.

La inspección consiste en una evaluación visual que por sí sola no nos permite garantizar ni sugerir resoluciones para las deficiencias en cada nivel de piso de la vivienda. Por eso es necesario llevar a cabo pruebas pertinentes y examinar los resultados para poder proponer una rehabilitación adecuada y fundamentada en base a evidencia sólida.

Existen múltiples enfoques para reforzamiento de columnas, y hay que priorizar el bienestar del cliente al seleccionar métodos que causen la menor interrupción y se ejecuten en el menor tiempo posible, minimizando así las molestias para los ocupantes.

En el proceso de establecer resultados técnicos, como las resistencias a la compresión, es fundamental llevar a cabo al menos dos tipos de pruebas en los mismos componentes estructurales. Esto permite verificar y contrastar los valores obtenidos, garantizando la precisión y la confiabilidad de los resultados.

Los elementos estructurales de la vivienda y su modelado en el software SAP2000 cumplen con los requisitos de rendimiento sísmico esenciales para asegurar la seguridad de la estructura. Dado que se trata de una vivienda ubicada en una zona sísmica muy alta, se realizó la evaluación exhaustiva y el análisis de parámetros clave, como el cortante basal, el período fundamental, el análisis modal, las deformaciones por piso, las deflexiones, la distorsión y el índice de estabilidad.

Los aspectos económicos son esenciales en el diseño y desarrollo del proyecto. Estos incluyen estudios de suelo, selección de materiales constructivos adecuados, mano de obra capacitada y costos de alquiler de maquinaria. La consideración de estos factores es importante para un enfoque integral y realista del proyecto.

Se elaboraron planos de estructuras junto con su correspondiente nivel de detalle. Esta acción se llevó a cabo con el propósito de que puedan ser comprendidos por cualquier persona, independientemente de si poseen o no experiencia en el campo de la construcción.

6.2 Recomendaciones

Nuestro proyecto se ha centrado en un estudio preliminar que ha identificado tres problemas principales en la estructura. Sin embargo, es importante reconocer que, además de estos desafíos destacados, también existen otros problemas adicionales que deben ser considerados en futuras etapas de análisis y diseño.

Las recomendaciones presentadas a continuación se orientan hacia la resolución de los problemas iniciales, pero se debe tener en cuenta que este es un paso inicial en un proceso más amplio de evaluación y mejora de la integridad estructural.

- **Refuerzo en Columnas del Nivel Superior:** Dada la naturaleza preliminar de nuestro estudio y en función de los tres problemas detectados, se sugiere evaluar la posibilidad de implementar refuerzos en las columnas del nivel superior que no hayan sido abordadas. Esto puede contribuir significativamente a fortalecer la estructura en su conjunto.
- **Investigación de Empotramiento y Uniones:** Dado que nuestro estudio ha identificado problemas en las uniones y empotramientos de la losa del primer piso con las columnas de hormigón armado del segundo piso, se recomienda llevar a cabo investigaciones in situ. Estas investigaciones permitirán obtener información precisa y validar las conexiones estructurales.

- Gestión del Pandeo en la Losa Colaborante: Como parte de nuestro análisis inicial, se ha identificado pandeo en la losa colaborante de acero. Se recomienda un análisis más detallado para determinar la cantidad y ubicación óptimas de las vigas metálicas estructurales adicionales para resistir el pandeo.
- Conclusión de la Estructura del Tercer Piso: Nuestro estudio preliminar no ha abarcado el análisis del tercer piso debido a su estado incompleto. En etapas posteriores, se debe priorizar la finalización de la estructura del tercer piso para garantizar la integridad y funcionalidad de todo el edificio.
- Resolución de Asentamientos y Desplazamientos: En base a los datos recopilados en esta fase preliminar, se recomienda abordar los problemas de asentamientos y desplazamientos identificados. Una evaluación geotécnica integral puede ofrecer una comprensión más profunda de las causas fundamentales y guiar las soluciones adecuadas.

7 Bibliografía

- Caracterización geotécnica de la Península de Santa Elena, Ecuador: un estudio preliminar. ResearchGate. (2017). https://www.researchgate.net/publication/318015633_Caracterizacion_geotecnica_de_la_Peninsula_de_Santa_Elena_Ecuador
- American Society for Nondestructive Testing. (2021). *Nondestructive Testing Handbook Third Edition: Volume 1, Leak Testing*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003028287>
- American Society for Testing and Material. (2020). *Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete*. ASTM C42/CTM-20. https://doi.org/https://doi.org/10.1520/C0042_C0042M-20
- American Society for Testing and Materials. (2017). *Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)*. ASTM D2487-17a. <https://www.astm.org/Standards/D2487.htm>
- American Society for Testing and Materials. (2018). *Standard Test Method for Nondestructive Measurement of Dry Film Thickness of Nonconductive Coatings Applied to a Nonferrous Metal Base*. ASTM D7091-18. [https://www.astm.org/Standards/D7091.h](https://www.astm.org/Standards/D7091.htm)
- American Society for Testing and Materials. (2018). *Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete*. ASTM C42/C42M-18. <https://www.astm.org/Standards/C42.htm>
- American Society for Testing and Materials. (2018). *Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete*. ASTM C805/C805M-18. <https://www.astm.org/Standards/C805.htm>
- American Society for Testing and Materials. (2018). *Standard Test Methods for Deep Foundations Under Static Axial Tensile Load*. ASTM D1143-18. <https://www.astm.org/Standards/D1143.htm>
- Clemente Bacilio, J. I. (2013). *Estudio de factibilidad para La creación de un centro de artesanías de caña Guadúa para la Comuna Curía, parroquia Manglaralto, Provincia de Santa Elena, Año 2013*. La Libertad: La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/1115>
- Computers and Structures, I. (2023). *csiamerica*. csiamerica: <https://www.csiamerica.com/>

- Coria, I. D. (2008). El estudio de impacto ambiental: características y metodologías. *Invenio*, 11(20), 152-135.
- Espín Albán, B. L., & Tinoco Clavijo, R. A. (2020). *Análisis por desempeño en la ampliación de edificaciones construidas de manera informal en el barrio San Juan de la ciudad de Quito*. Quito: Quito: UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20685>
- ESPOL. (2001). *PLAN ESTRATÉGICO PARTICIPATIVO DE LA COMUNACALICANTO*. Santa Elena: ESPOL. <http://www.pdpse.espol.edu.ec/documentos/proyectos/2001/colonche/calicanto1c01.pdf>
- Feijoo Calle, E., Aucay Maldonado, L., & Ordoñez Ordoñez, J. (2019). *Aplicabilidad del esclerómetro o martillo de Schmidt a la determinación de la resistencia a la compresión simple en rocas*. Universidad del Azuay. <https://doi.org/http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9286>
- G.A.D. MUNICIPIO DE SALINAS. (2014). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN SALINAS*. Salinas. https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0960001380001_DIAGNOSTICO%20PDOT%202015%20marzo_13-03-2015_20-29-41.pdf
- Jaramillo Narváez, J. D. (2020). *Estudio comparativo de normativas de diseño sismo-resistente de elementos no estructurales*. Quito: Quito. <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/9213>
- Jaramillo Narváez, J. D. (2020). *Estudio comparativo de normativas de diseño sismo-resistente de elementos no estructurales*. Quito: Quito. <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/9213>
- Lino Suárez, J. L. (2019). *COMPORTAMIENTO ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA SALINIDAD DE SUELOS Y AGUAS DEL CENTRO DE APOYO*. La Libertad: La Libertad. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4993/1/UPSE-TIA-2019-0025.pdf>
- Malavé-Laínez, J. &.-R. (2023). Análisis de vulnerabilidad sísmica en estructuras de la Parroquia Manglaralto del Cantón Santa Elena, Provincia de Santa Elena. 593 Digital Publisher CEIT, 8(1-1), . <https://doi.org/https://doi.org/10.3>
- Martín Martín, H. (2021). *COMPARATIVA DE CALCULO ESTRUCTURAL ENTRE DOS SOFTWARE: ETABS Y SAP2000*. Universidad de Valladolid. Escuela de Ingenierías Industriales. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/49653>

- Ministerio de Agricultura, G. A., CLIRSEN, & SENPLADES. (2012). *GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL ESCALA 1: 25 000*. Santa Elena. https://www.geoportaligm.gob.ec/geodescargas/santa_elena/mt_santa_elena_capacidad_uso_de_las_tierras.pdf
- Mix, P. (2005). *Introduction to nondestructive testing: A training guide*. WILEY-INTERSCIENCE A JOHN WILEY & SONS, INC.,. <https://doi.org/https://books.google.com/cu/books?id=LtIFcoelP-UC&lpg=PP1&hl=es&pg=PR3#v=onepage&q&f=false>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2016). *Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015*. Quito: Imprenta Activa, Quito - Ecuador. https://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2017/08/GUIA_5.pdf
- National Geographic Society. (n.d.). (13 de October de 2021). *Earthquake*. In National Geographic Society.: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/earthquake/>
- NEC-15. (2015). *Cargas Sísmicas - Diseño Sismo resistente*. Quito: Asamblea Nacional.
- Ontaneda, B. M. (02 de Agosto de 2020). *Matriz de Leopold Modificada Impacto Ambiental*. Ingeniería Ambiental: <https://ingenieriaambiental.net/matriz-de-leopold/>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. ((LC/G.2681-P/Rev.3).
- Quinde Martínez, Pablo, & Reinoso Angulo, Eduardo. (2016). *Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la Ciudad de Cuenca*. SCIELO. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2016000100001&lng=es&tlng=es.
- Sánchez Paladines, J. D. (2022). *Guía de diseño de encofrados de madera para la construcción ecuatoriana*. Quito: Quito. <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/11751>
- Shaanxi World Iron, Co., S., & Ltd. (18 de julio de 2019). *La corrosión de los oleoductos*. <http://es.worldironsteel.com/news/the-corrosion-of-oil-pipelines-26167601.html>
- Tello, E. (2 de Enero de 2009). *Slideshire*. <https://es.slideshare.net/sagu559/wbs-herramienta-practica>

- Vargas Saltos, M. E., Arroyo Orozco, J., & Vizconde Campos, A. (2018). Vulnerabilidad sísmica de viviendas unifamiliares existentes de una Zona Urbano – Residencial en Anconcito, Ecuador. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 3(ICCE), 10-15. <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol3issICCE2018.2018pp10-16p>
- VÉLEZ VERGARA, R. M. (2010). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INFRAESTRUCTURA HOTELERA ENTRE VARADERO DE CUBA Y SALINAS DE ECUADOR*. REVISTA INSTITUCIONAL ITINNOVA.



ANALISIS GRANULOMETRICO - ASTM D422-07

OBRA: Evaluacion y Rehabilitacion vivienda 3 pisos en Salinas

CALICATA: 1

FECHA: JUNIO DEL 2023

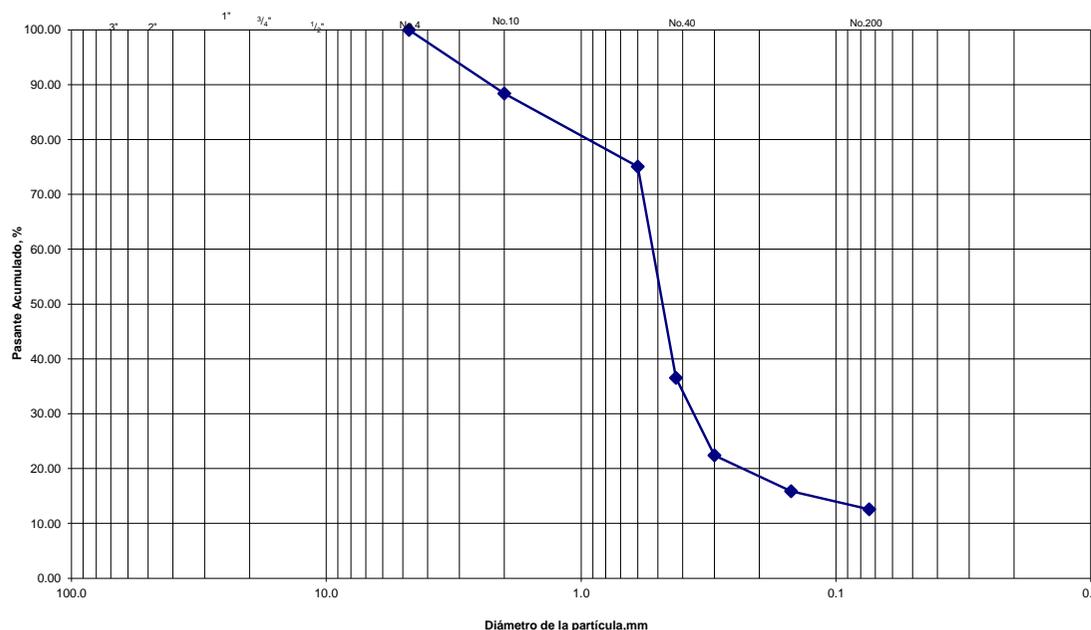
UBICACIÓN: Salinas

MUESTRA: 1

PROF.: 0,55-1,0 M.

TAMICES	Peso Parcial	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
3"				
2"				
1 1/2"				
1"				
3/4"				
1/2"				
3/8"				
1/4"				
No.4	0.00	0.00	0.00	100.00
No.8				
No.10	4.60	11.59	11.59	88.41
No.16				
No.20				
No.30	5.30	13.35	24.94	75.06
No.40	15.30	38.54	63.48	36.52
No.50	5.60	14.11	77.58	22.42
No.80				
No.100	2.60	6.55	84.13	15.87
No.200	1.30	3.27	87.41	12.59
FONDO	5.00	12.59	100.00	0.00

CURVA GRANULOMÉTRICA



TOTAL 39.70

Observaciones: _____

OBRA: Evaluacion y Rehabilitacion vivienda 3 pisos en Salinas

CALICATA: 1

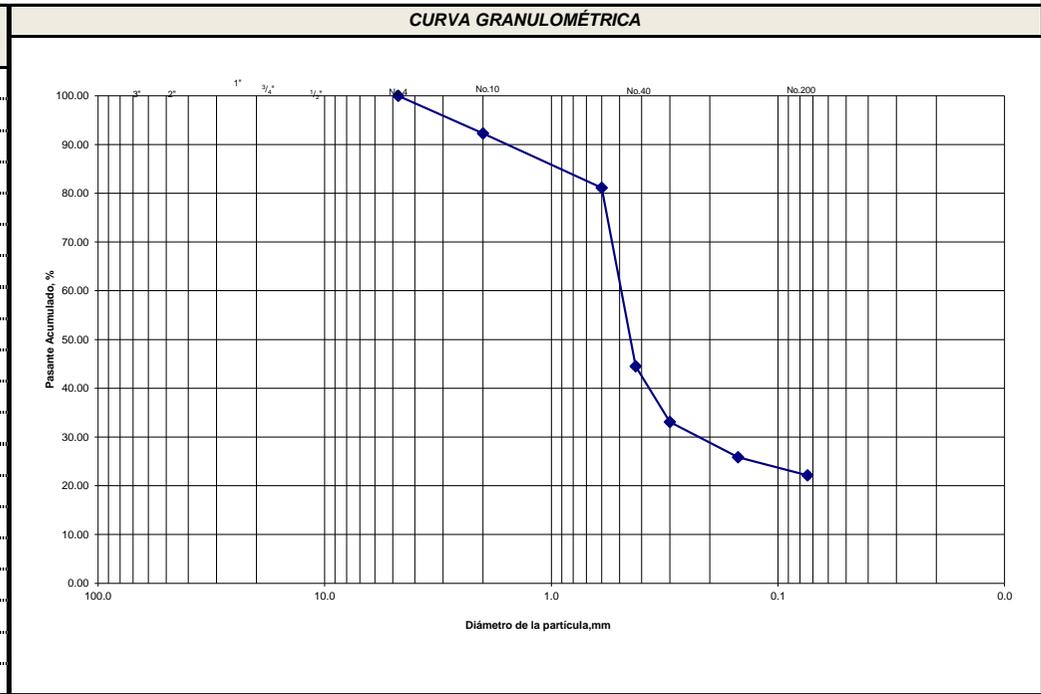
FECHA: 0-Jan-00

UBICACIÓN: Salinas

MUESTRA: 2

PROF.: 1,50-2,0 M.

TAMICES	Peso Parcial	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado	ESPECIFICACIONES
3"					
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
1/4"					
No.4	0.00	0.00	0.00	100.00	
No.8					
No.10	3.10	7.71	7.71	92.29	
No.16					
No.20					
No.30	4.50	11.19	18.91	81.09	
No.40	14.70	36.57	55.47	44.53	
No.50	4.60	11.44	66.92	33.08	
No.80					
No.100	2.90	7.21	74.13	25.87	
No.200	1.50	3.73	77.86	22.14	
FONDO	8.90	22.14	100.00	0.00	



TOTAL 40.20

Observaciones: _____

Contenido de Humedad

				SONDEO - 1			
Muestra №				1	2		
Profundidad				0,55-1,0	1,50-2,0		
Recipiente №				18	A		
Peso en gramos	Recipiente + peso húmedo			50.00	52.20		
	Recipiente + peso seco			47.70	48.20		
	Agua		W_w	2.30	4.00		
	Recipiente			8.00	8.00		
	Peso seco		W_s	39.70	40.20		
Contenido de agua			W	5.79%	9.95%		
Observaciones :							

Limite líquido y plásticos



Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO
ASTM D4318-00**

Proyecto:

Ubicación:

Fecha: JUNIO DEL 2023

SONDEO: 1 MUESTRA: 1 Prof: 0,55-1,0 mt.

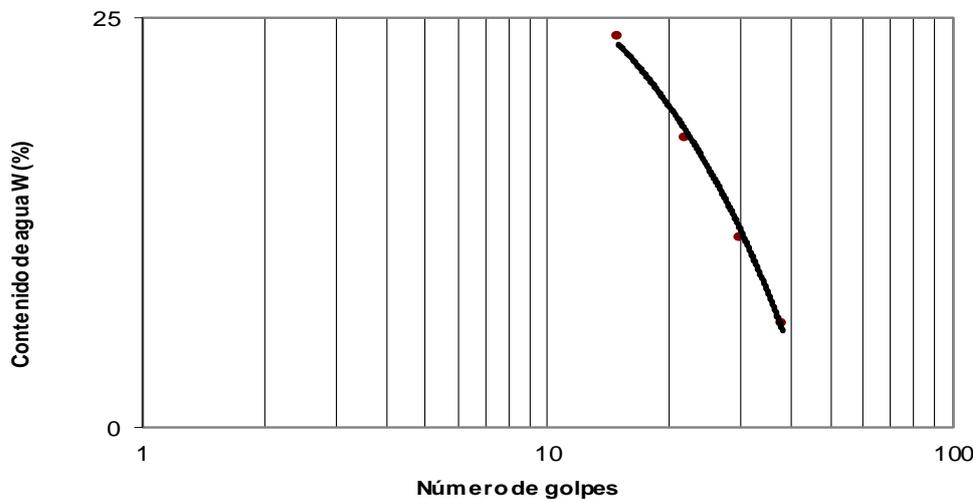
LIMITE LIQUIDO

PASO No.		1	2	3	4	5	6
Recipiente No.		1X	124	3	4		
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	26.30	28.10	25.40	25.30		
	Recipiente + Peso seco	23.40	25.60	24.00	24.50		
	Agua	Ww	2.90	2.50	1.40	0.80	
	Recipiente		11.20	11.40	11.90	11.70	
	Peso Seco	Ws	12.20	14.20	12.10	12.80	
Contenido de Humedad (%)		W	23.8	17.61	11.57	6.25	
Número de Golpes		15	22	30	38		

LIMITE PLASTICO

PASO No.		1	2	3		
Recipiente No.		8	3	12		
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	10.20	9.60	9.70		
	Recipiente + Peso seco	9.80	9.30	9.35		
	Agua	Ww	0.40	0.30	0.35	
	Recipiente		6.40	6.50	6.10	
	Peso Seco	Ws	3.40	2.80	3.25	
Contenido de Humedad		W	11.76	10.71	10.77	

Límite Plástico



Contenido de Humedad Nat.

W_L = 14.8 %
W_P = 11.08 %
I_P = 3.72 %

Simbolo de la carta de Plasticidad

CL

OBSERVACIONES:

Arcillas inorgánicas de Baja plasticidad.

**DETERMINACION DE LOS LIMITES LIQUIDO Y PLASTICO
ASTM D4318-00**

Proyecto: Evaluacion y Rehabilitacion de casa de 3 pisos en Salinas

Ubicación: Salinas

Fecha: JUNIO DEL 2023

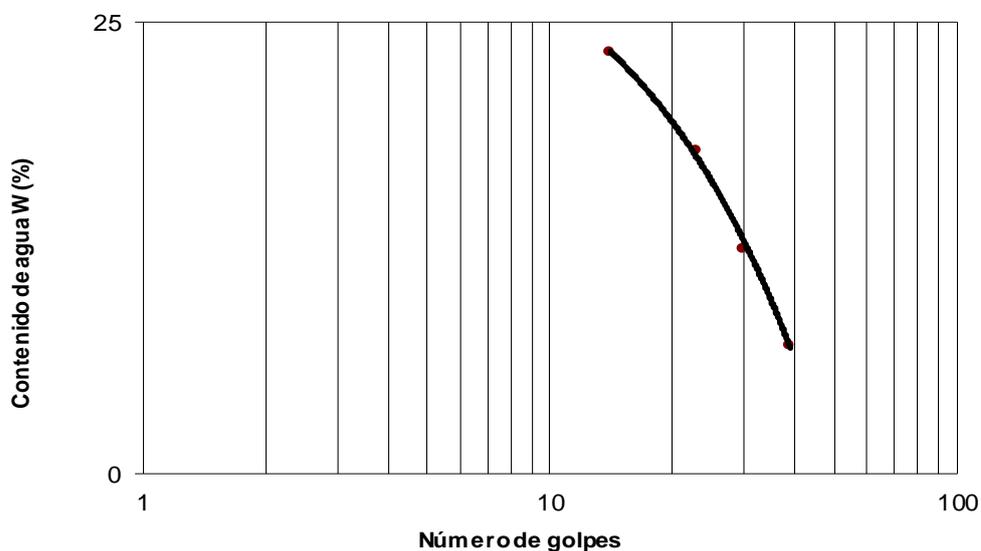
SONDEO: 1 **MUESTRA:** 2 **Prof:** 1,50-2,0 mt.

LIMITE LIQUIDO

PASO No.		1	2	3	4	5	6
Recipiente No.		18	8	F	2X		
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	22.70	25.00	22.40	23.10		
	Recipiente + Peso seco	19.90	22.40	20.80	22.10		
	Agua	Ww	2.80	2.60	1.60	1.00	
	Recipiente		7.90	7.80	7.90	7.90	
	Peso Seco	Ws	12.00	14.60	12.90	14.20	
Contenido de Humedad (%)		W	23.3	17.81	12.40	7.04	
Número de Golpes		14	23	30	39		

LIMITE PLASTICO

PASO No.		1	2	3		
Recipiente No.		19	5	14		
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	8.90	9.70	9.20		
	Recipiente + Peso seco	8.60	9.40	9.00		
	Agua	Ww	0.30	0.30	0.20	
	Recipiente		5.50	6.30	6.80	
	Peso Seco	Ws	3.10	3.10	2.2	
Contenido de Humedad		W	9.68	9.68	9.09	
Límite Plástico						



Contenido de
Humedad Nat.

$W_L = 15.1 \%$
 $W_P = 9.48 \%$
 $I_P = 5.66 \%$

Simbolo de la carta de
Plasticidad

CH

OBSERVACIONES:

Arcillas inorgánicas
de Elevada
plasticidad.

8.2 Anexo 2 Esclerometría

VERTICAL ABAJO

ESCLEROMETRO # REBOTE	RESISTENCIA (PSI)	RESISTENCIA PROBABLE -18% kg/cm2
20	1800	103
21	2000	115
20	1800	103
21	2000	115
22	2100	121
23	2300	132
24	2500	144
25	2650	152
26	2800	161
27	3000	172
28	3200	184
29	3350	192
30	3550	204
31	3750	215
32	4000	230
33	4200	241
34	4400	253
35	4600	264
36	4800	276
37	5000	287
38	5200	298
39	5450	313
40	5600	321
41	5900	339
42	6100	350
43	6400	367
44	6550	376
45	6750	387
46	7000	402
47	7250	416
48	7500	431
49	7750	445
50	8000	459
51	8250	474
52	8500	488

VERTICAL ARRIBA

ESCLEROMETRO # REBOTE	RESISTENCIA (PSI)	RESISTENCIA PROBABLE -18% kg/cm2
25	1000	57
26	1250	72
27	1500	86
28	1750	100
29	1950	112
30	2000	115
31	2250	129
32	2450	141
33	2550	146
34	2750	158
35	2980	171
36	3150	181
37	3200	184
38	3550	204
39	3750	215
40	4000	230
41	4150	238
42	4215	242
43	4300	247
44	4900	281
45	5050	290
46	5190	298
47	5250	301
48	5900	339
49	6100	350
50	6400	367
51	6550	376
52	6750	387
53	7000	402
54	7250	416
55	7500	431

HORIZONTALTES

ESCLEROMETRO # REBOTE	RESISTENCIA (PSI)	RESISTENCIA PROBABLE -18% kg/cm2	RESISTENCIA PROBABLE -18% kg/cm2	PROMEDIO RESISTENCIA PROBABLE -18% kg/cm2
17	900	63	52	57
18	1000	70	57	64
19	1100	77	63	70
20	1200	84	69	76
21	1300	91	75	83
22	1400	98	80	89
23	1500	105	86	96
24	1600	112	92	102
25	1700	119	98	108
26	1800	126	103	115
27	2000	140	115	127
28	2200	154	126	140
29	2400	168	138	153
30	2500	175	144	159
31	2650	186	152	169
32	2800	196	161	178
33	3000	210	172	191
34	3200	224	184	204
35	3350	235	192	213
36	3550	249	204	226
37	3750	263	215	239
38	4000	280	230	255
39	4200	294	241	268
40	4400	308	253	280
41	4600	290	264	277
42	4800	302	276	289
43	5000	315	287	301
44	5200	328	298	313
45	5450	343	313	328
46	5600	353	321	337
47	5900	372	339	355
48	6100	384	350	367
49	6400	403	367	385
50	6550	413	376	394
51	6750	425	387	406
52	7000	441	402	421

T - E -22		
32	32	27
30	33	33
32	28	26

T - E -22		
32	32	27
30	33	33
32	28	26
31	31	29

**IDENTIFICACIÓN DE ARMADURA EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES
RESISTENCIA DEL HORMIGÓN MEDIANTE ESCLERÓMETRO
ÍNDICE DE REBOTE ASTM C 805**

PROYECTO: Evaluación y Rehabilitación de casa de 3 pisos en Salinas

FECHA: JUNIO 2023

ELEMENTOS COLUMNAS - PLANAT ALTA

ELEMENTO	TOMA DE ESCLEROMETRIA			Prueba Esclerométrica a Número de Rebote	Posición del Esclerómetro	Resistencia Probable $f'c = \text{kg/cm}^2$	% REFERIDA AL CAP. 3,3 (NEC)
COLUMNA -B3"	27	30	28	28	HORIZONTAL 	126	60
COLUMNA -D2"	32	29	28	30	HORIZONTAL 	144	68
COLUMNA -E3"	44	38	35	39	HORIZONTAL 	241	115
COLUMNA -E2	21	19	22	21	HORIZONTAL 	75	36

NOTA: DE LOS VALORES OBTENIDOS LA TEORIA INDICA QUE LOS MISMOS DEBEN SER AFECTADOS POR UN PORCENTAJE DE (+ -)18 % . ESTA CONSULTORIA HA TOMADO LOS VALORES DE - 18 % COMO FACTOR DE SEGURIDAD.

**IDENTIFICACIÓN DE ARMADURA EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES
RESISTENCIA DEL HORMIGÓN MEDIANTE ESCLERÓMETRO
ÍNDICE DE REBOTE ASTM C 805**

PROYECTO: Evaluacion y Rehabilitacion de casa de 3 pisos en Salinas

FECHA: JUNIO 2023

ELEMENTOS COLUMNAS - PLANAT BAJA

ELEMENTO	TOMA DE ESCLEROMETRIA			Prueba Esclerométrica a Número de Rebote	Posición del Esclerómetro	Resistencia Probable $f'c = \text{kg/cm}^2$	% REFERIDA AL CAP. 3,3 (NEC)
COLUMNA -B4"	24	21	25	23	HORIZONTAL 	86	41
COLUMNA -F4	16	19	18	18	HORIZONTAL 	57	27

NOTA: DE LOS VALORES OBTENIDOS LA TEORIA INDICA QUE LOS MISMOS DEBEN SER AFECTADOS POR UN PORCENTAJE DE (+ -)18 % . ESTA CONSULTORIA HA TOMADO LOS VALORES DE - 18 % COMO FACTOR DE SEGURIDAD.

**IDENTIFICACIÓN DE ARMADURA EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES
RESISTENCIA DEL HORMIGÓN MEDIANTE ESCLERÓMETRO
ÍNDICE DE REBOTE ASTM C 805**

PROYECTO: Evaluacion y Rehabilitacion de casa de 3 pisos en Salinas

FECHA: JUNIO 2023

**IDENTIFICACIÓN DE ARMADURA EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES
RESISTENCIA DEL HORMIGÓN MEDIANTE ESCLERÓMETRO
ÍNDICE DE REBOTE ASTM C 805**

ELEMENTOS VIGAS - PLANAT BAJA

ELEMENTO	TOMA DE ESCLEROMETRIA			Prueba Esclerométrica a Número de Rebote	Posición del Esclerómetro	Resistencia Probable $f'c = \text{kg/cm}^2$	% REFERIDA AL CAP. 3,3 (NEC)
	28	29	25	27	HORIZONTAL 	115	55
VIGA - C8	18	19	20	19	HORIZONTAL 	63	30

**NOTA: DE LOS VALORES OBTENIDOS LA TEORIA INDICA QUE LOS MISMOS DEBEN SER
AFECTADOS POR UN PORCENTAJE DE (+ -)18 % . ESTA CONSULTORIA HA TOMADO LOS VALORES
DE - 18 % COMO FACTOR DE SEGURIDAD.**

8.3 Anexos 3

Excel de cálculo de cargas

Fa	1.12			
Fd	1.9			
Fs	1.05			
Z	0.5			
n	1.8	Costa - Salinas		
r	1			
l	1			
R	8			
φp	0.9			
φt	0.9			
To	0.19151786 Segundo			
Tc	1.05334821 Segundo			
Sa	1.008			
		T	Sa(Ta)	
			V	
		0.1	1.008	0.156
		0.2	1.008	0.155
		0.3	1.008	0.156
		0.4	1.008	0.156
		0.5	1.008	0.156
		0.6	1.008	0.156
		1	1.008	0.156
		1.1	0.985	0.149
		1.2	0.885	0.137
		1.3	0.817	0.126
		1.4	0.758	0.117
		1.5	0.708	0.109
		1.6	0.664	0.102
		1.7	0.625	0.096
		1.8	0.590	0.091
		1.9	0.559	0.085
		2	0.531	0.082
		2.1	0.506	0.078
		2.2	0.483	0.074
		2.3	0.462	0.071
		2.4	0.442	0.068
		2.5	0.425	0.066
		2.6	0.408	0.063
		2.7	0.393	0.061
		2.8	0.379	0.059
		2.9	0.366	0.057
		3	0.354	0.055
		3.1	0.343	0.053
		3.2	0.332	0.051
		3.3	0.322	0.050
		3.4	0.312	0.048
		3.5	0.303	0.047

a. F_a Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto.
En la Tabla 2 se presentan los valores del coeficiente F_a que amplifica las ordenadas del espectro de respuesta elástico de aceleraciones para diseño en roca, tomando en cuenta los efectos de sitio.

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.15
E	1.6	1.5	1.3	1.25	1.14	0.9

Ver Tabla 1. Clasificación de los perfiles de suelo y la sección III.4.4.

Tabla 2. Tipo de suelo y Factores de sitio F_a.

b. F_d Desplazamientos para diseño en roca.
En la Tabla 3 se presentan los valores del coeficiente F_d que amplifica las ordenadas del espectro elástico de requerimientos de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio.

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.15
E	1.6	1.5	1.3	1.25	1.14	0.9

Ver Tabla 1. Clasificación de los perfiles de suelo y III.4.4.

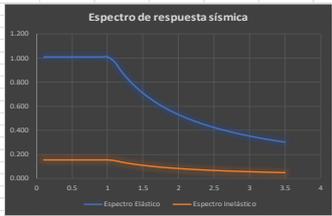
Tabla 3. Tipo de suelo y Factores de sitio F_d.

c. F_s comportamiento en línea de los suelos.
En la Tabla 4 se presentan los valores del coeficiente F_s que consideran el comportamiento en línea de los suelos, la importancia del periodo de alta que depende de la intensidad y contenido de movimiento de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleración y desplazamiento.

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
D	1.2	1.05	1.0	1.0	1.0	0.95
E	1.2	1.05	1.0	1.0	1.0	0.95

Ver Tabla 1. Clasificación de los perfiles de suelo y III.4.4.

Tabla 4. Tipo de suelo y Factores del comportamiento en línea del subsuelo F_s.



Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Tabla 5. Valores del Factor Z en función de la zona sísmica asignada.

r = 1
r = 1.0 Para tipo de succion A a D
r = 1.5 Para tipo de succion E

factor de importancia

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente I
Estructuras esenciales	Hospitales, cárceles, Centros de salud o de emergencia, centrales nucleares, instalaciones militares, de policía, bomberos, oficinas del Gobierno, Terminales de control aéreo (Estaciones de control de aeronaves), centros o áreas de tránsito de pasajeros, Estaciones que albergan actividades de transporte de pasajeros, Estaciones que albergan actividades de transporte de carga, Estaciones de tránsito de pasajeros, Estaciones de tránsito de carga, Estaciones de tránsito de pasajeros, Estaciones de tránsito de carga.	1.5
Estructuras de importancia	Monjes, iglesias, museos y centros de educación o deporte que albergan más de 500 personas, Torres de telecomunicaciones, Torres de radio, Torres de televisión, Torres de telefonía, Torres de transmisión de energía eléctrica, Torres de transmisión de datos, Torres de transmisión de voz, Torres de transmisión de video, Torres de transmisión de audio, Torres de transmisión de imagen, Torres de transmisión de voz, Torres de transmisión de video, Torres de transmisión de audio, Torres de transmisión de imagen.	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifiquen dentro de las categorías anteriores.	1.0

R Factor de modificación de respuesta sísmica

Tabla 12.2.1 (Continúa)

Sistema	Tipo de estructura	Sistema	Tipo de estructura	Sistema	Tipo de estructura	Sistema Diseño Empezar														
						B	C	D	E	F	G									
C. SISTEMAS RESISTENTES FRÍA	SISTEMA	SISTEMA	SISTEMA	SISTEMA	SISTEMA	SISTEMA	SISTEMA	SISTEMA	SISTEMA	SISTEMA	SISTEMA	SISTEMA								
													1. Steel special moment frames	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
													2. Steel special moment frames	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
													3. Steel special moment frames	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
													4. Steel moment-resisting frames	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
													5. Special reinforced concrete moment-resisting frames	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
													6. Reinforced concrete moment-resisting frames	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
													7. Ductile reinforced concrete moment-resisting frames	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
													8. Steel and concrete composite special moment-resisting frames	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
													9. Steel and concrete composite moment-resisting frames	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
													10. Steel and concrete composite partially moment-resisting frames	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
													11. Steel and concrete composite ordinary moment-resisting frames	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
12. Cast-in-place steel-special hybrid moment-resisting frames	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1													

Activar

8.4 Anexos 4

Plano arquitectónico vivienda actual

Plano estructural vivienda actual

Plano estructural primer problema

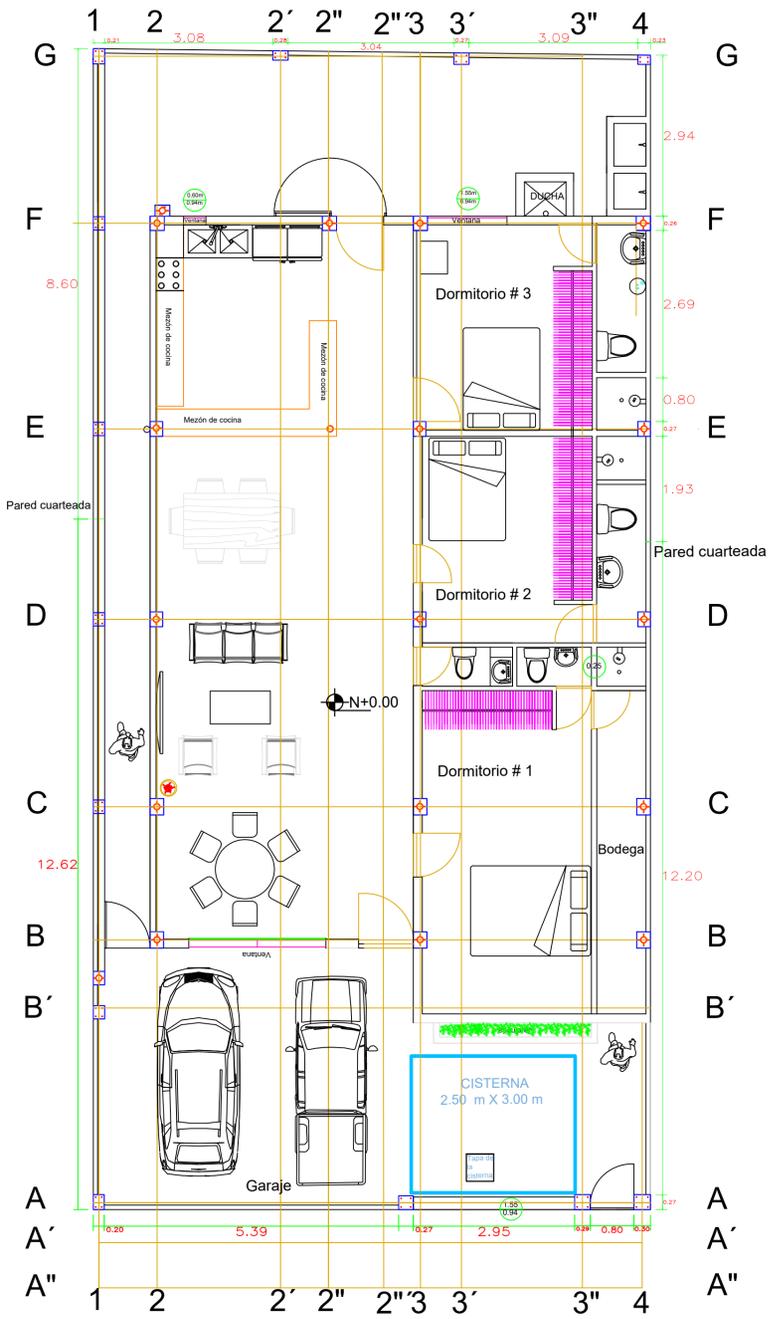
Plano estructural segundo problema

Plano estructural tercer problema

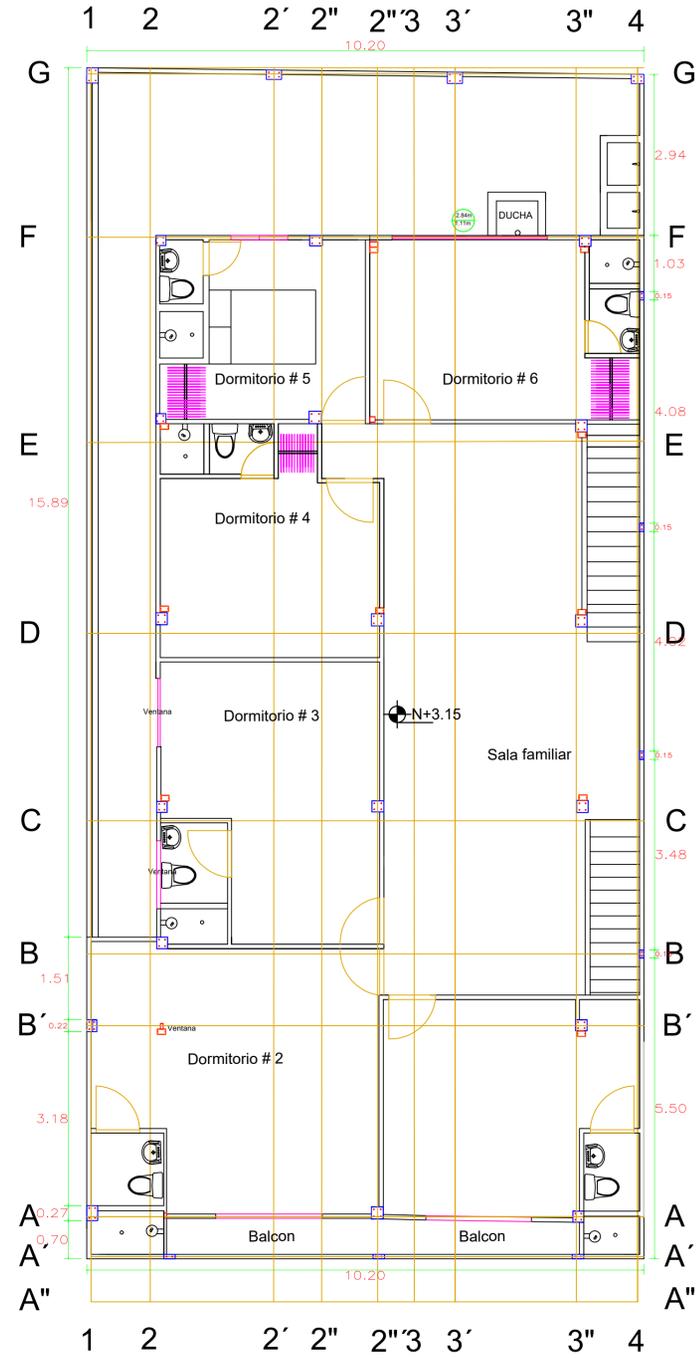
Plano estructural solución problema 1 y 3

Plano solución segundo problema

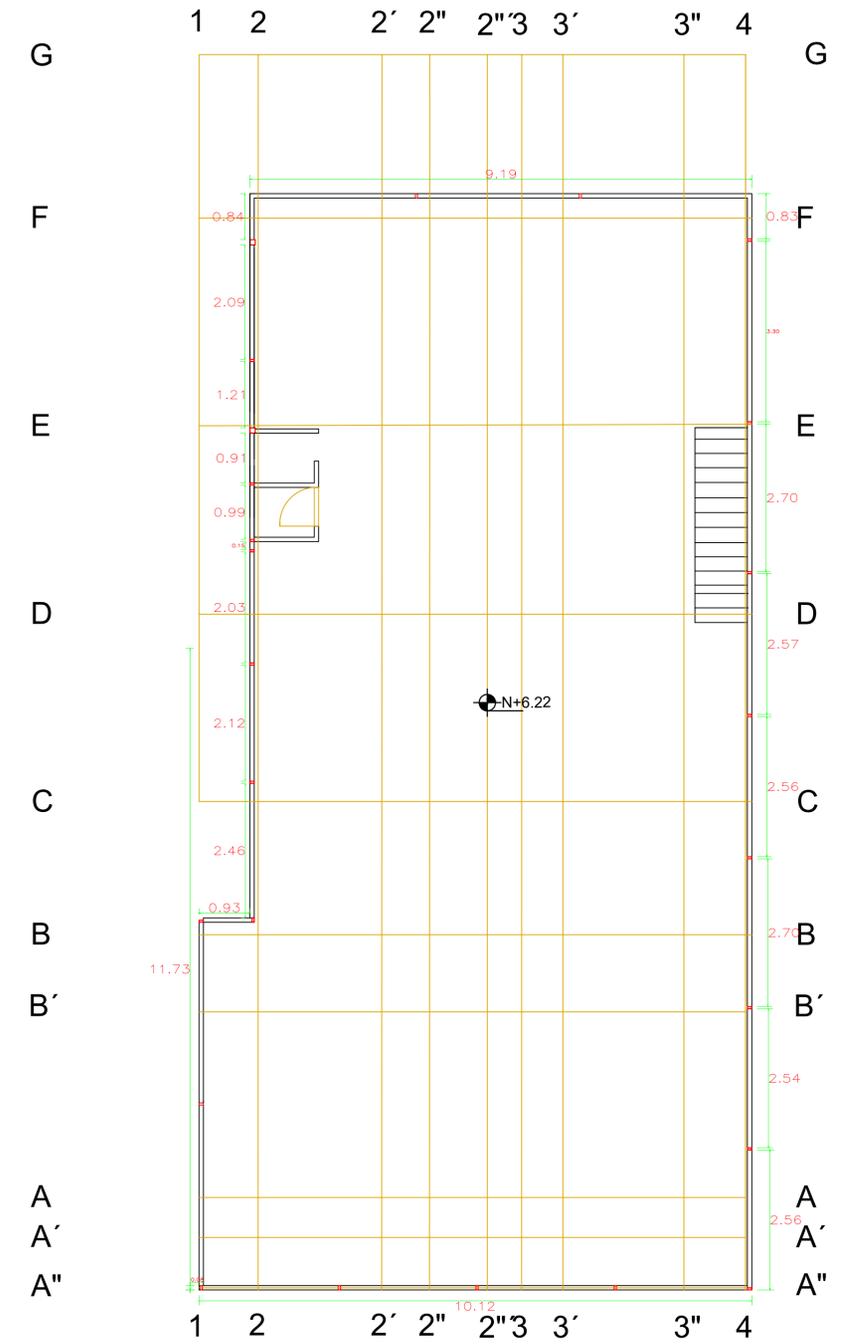
Primera planta



Segunda planta



Tercera planta



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN DE UNA CASA DE 3 PISOS EN SALINAS CANTÓN DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA

CONTENIDO:
PLANO ARQUITECTÓNICO

COORDINADOR DE MATERIA INTEGRADORA:
PhD. Velastegui Montoya Andrés Danilo

ESTUDIANTES:
EVA CHACON MONTERO.
BRAYAN PINTO PONCE

FECHA DE ENTREGA:
25/08/2023

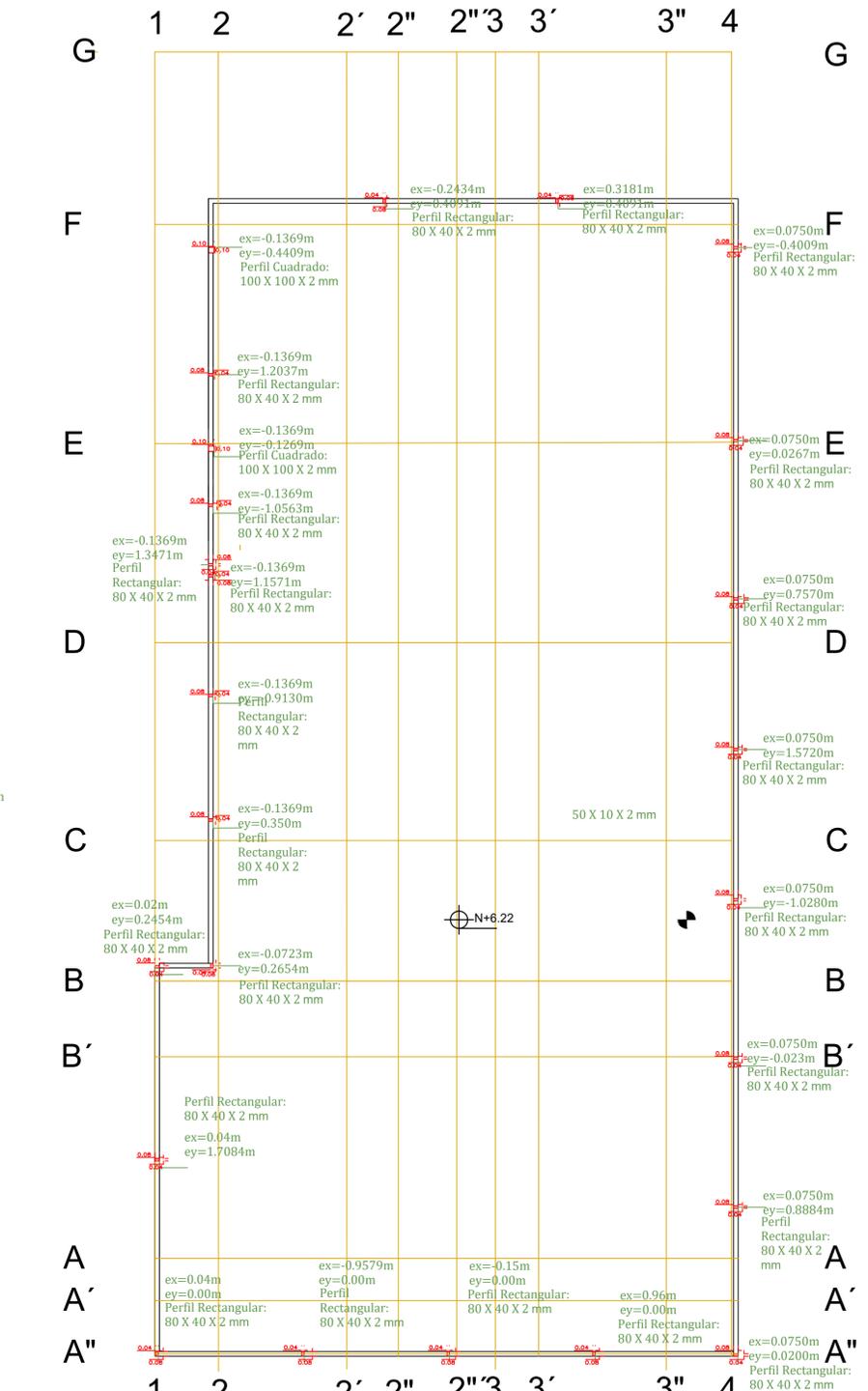
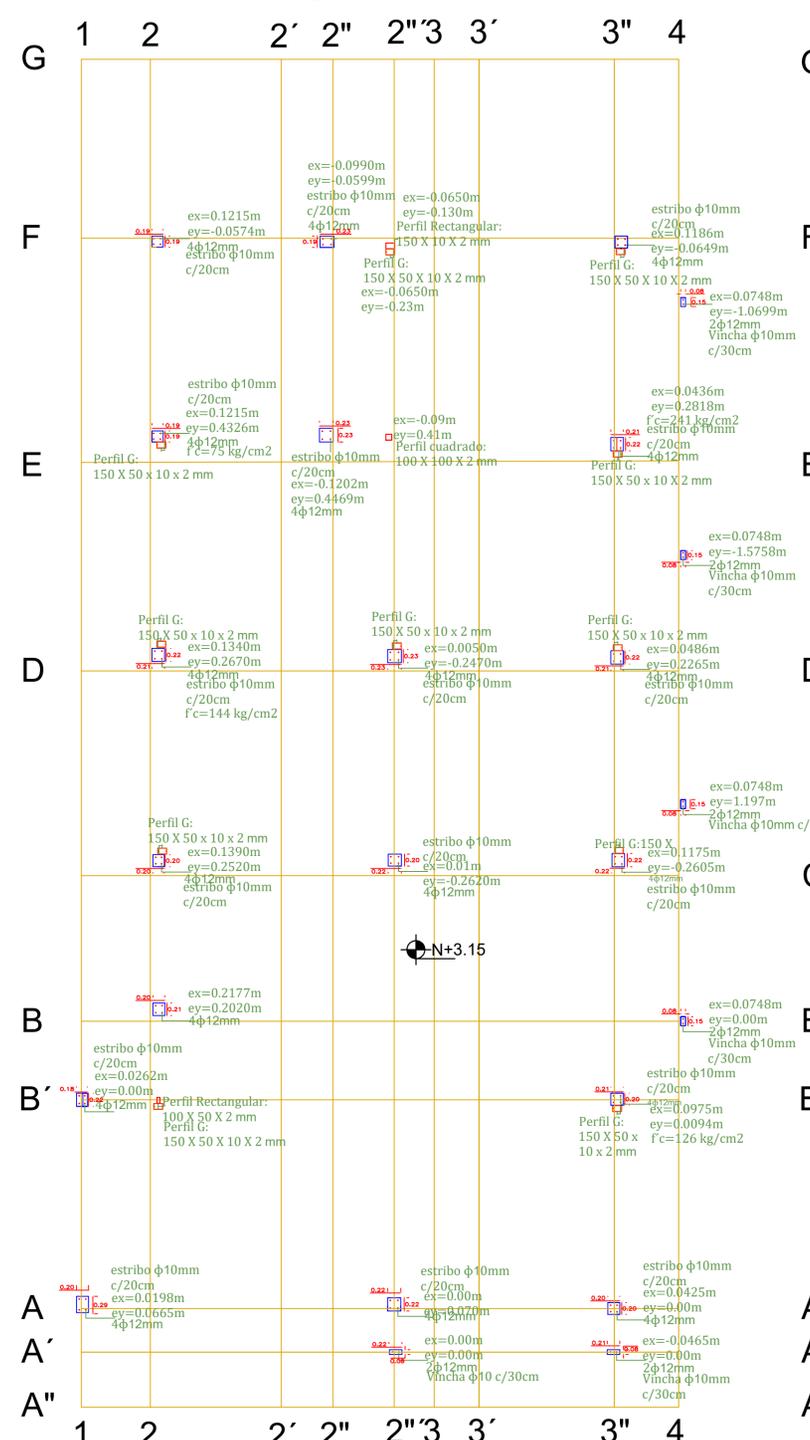
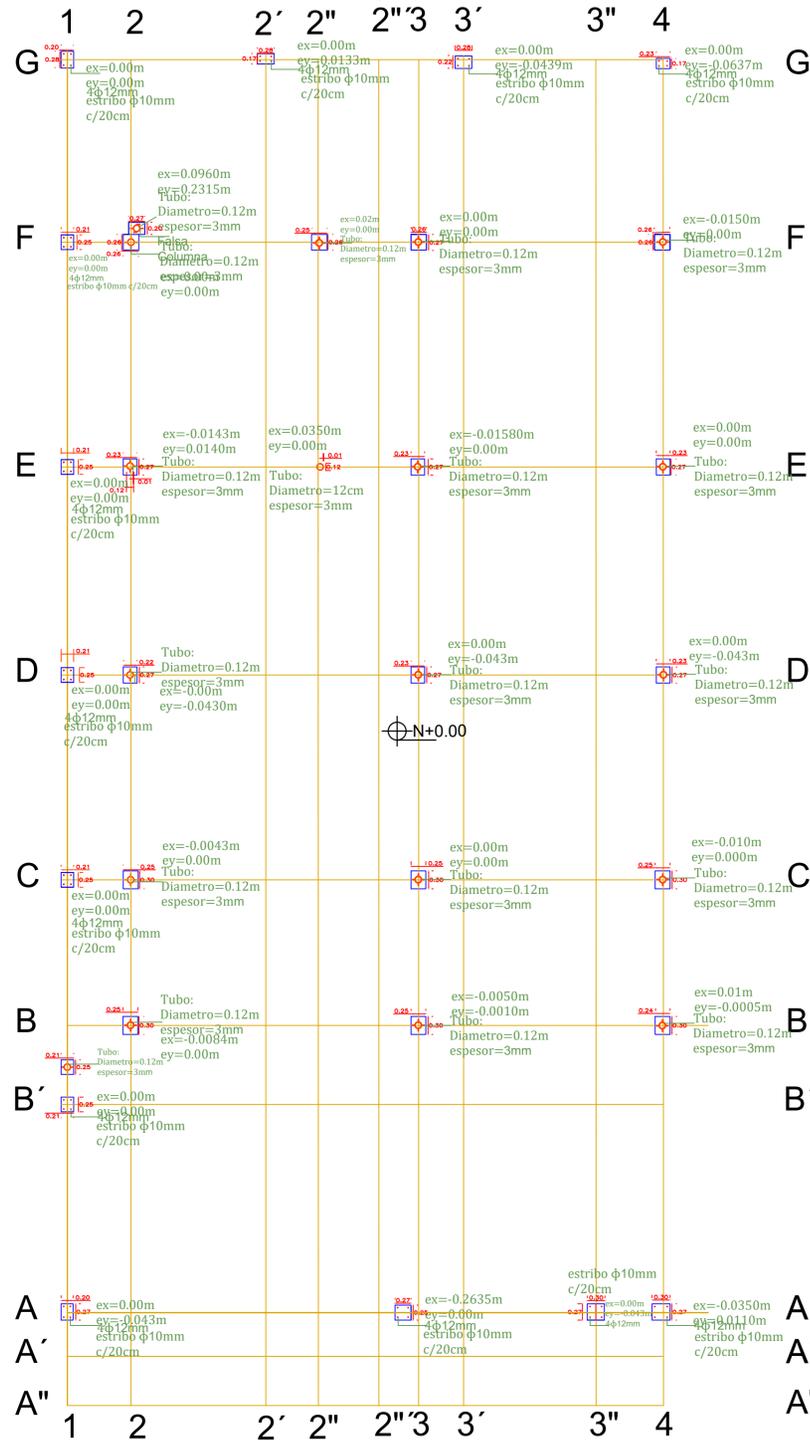
TUTOR DE ÁREA DE CONOCIMIENTO:
PhD. Eduardo Santos

LAMINA:
1/5 ESCALA:
1:100

Primera planta

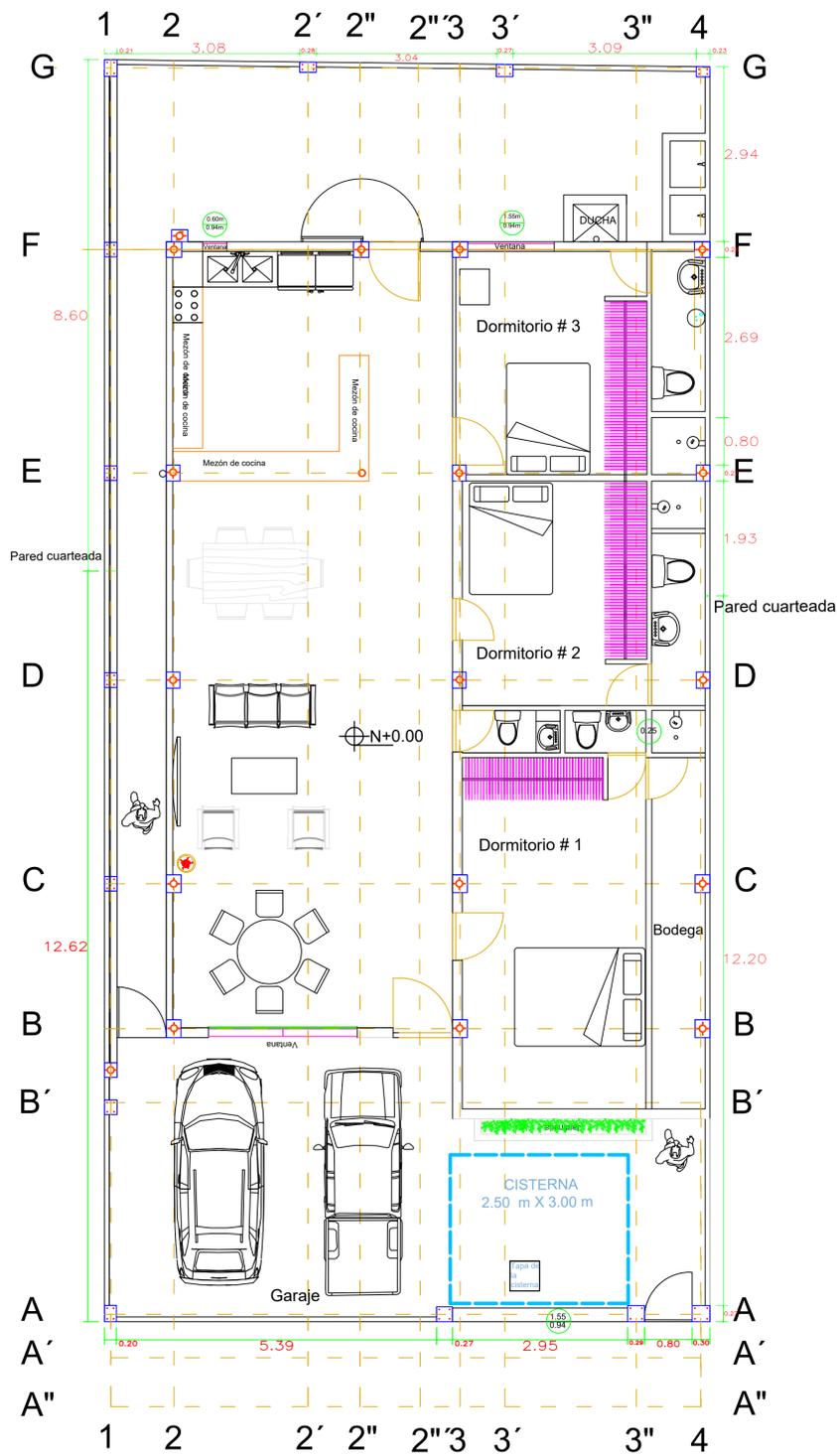
Segunda planta

Tercera planta

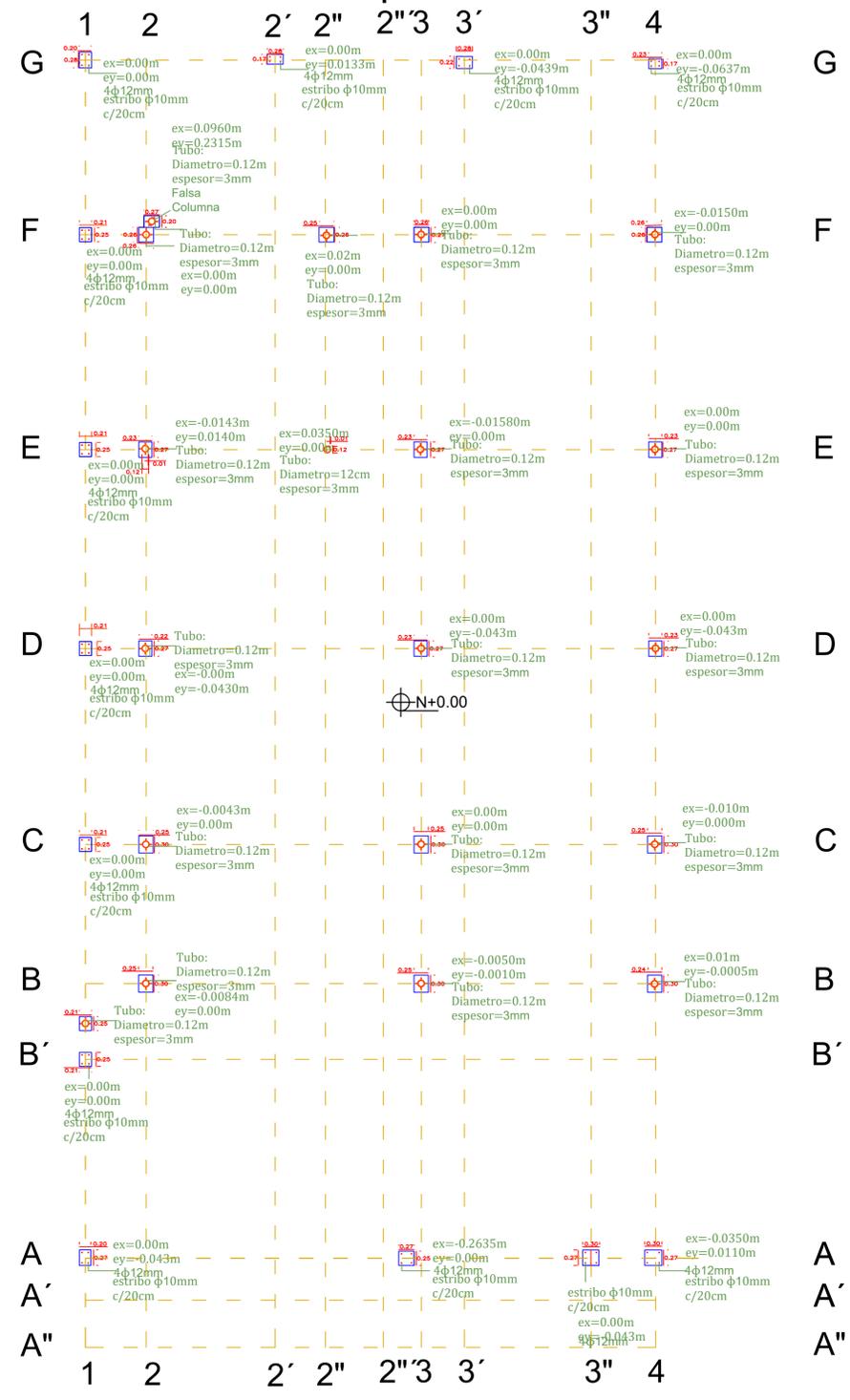


ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN DE UNA CASA DE 3 PISOS EN SALINAS CANTÓN DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA		
CONTENIDO: PLANO ESTRUCTURAL		
COORDINADOR DE MATERIA INTEGRADORA: PhD. Velastegui Montoya Andrés Danilo	ESTUDIANTES: EVA CHACON MONTERO. BRAYAN PINTO PONCE	FECHA DE ENTREGA: 25/08/2023
TUTOR DE ÁREA DE CONOCIMIENTO: PhD. Eduardo Santos		LAMINA: 2/5 ESCALA: 1:100

Primera planta



Primera planta



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN DE UNA CASA DE 3 PISOS EN SALINAS CANTÓN DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA

CONTENIDO:
PROBLEMA1: UBICACIÓN DE LOS TUBERÍA DE CONDUCCIÓN COMO ACERO DE REFUERZO PARA COLUMNAS DE LA PRIMERA PLANTA

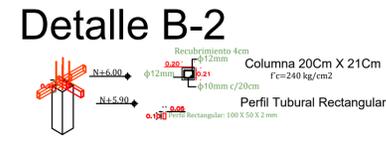
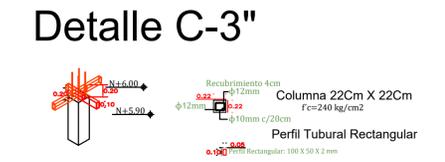
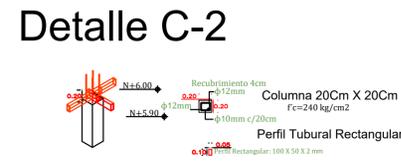
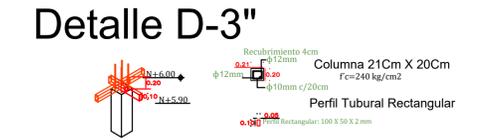
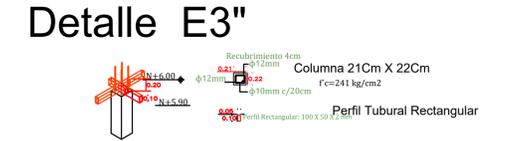
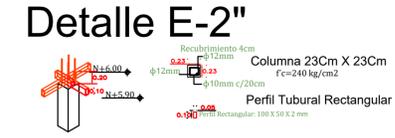
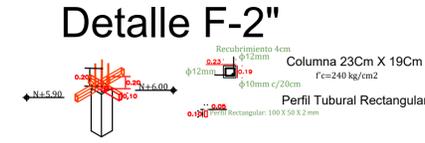
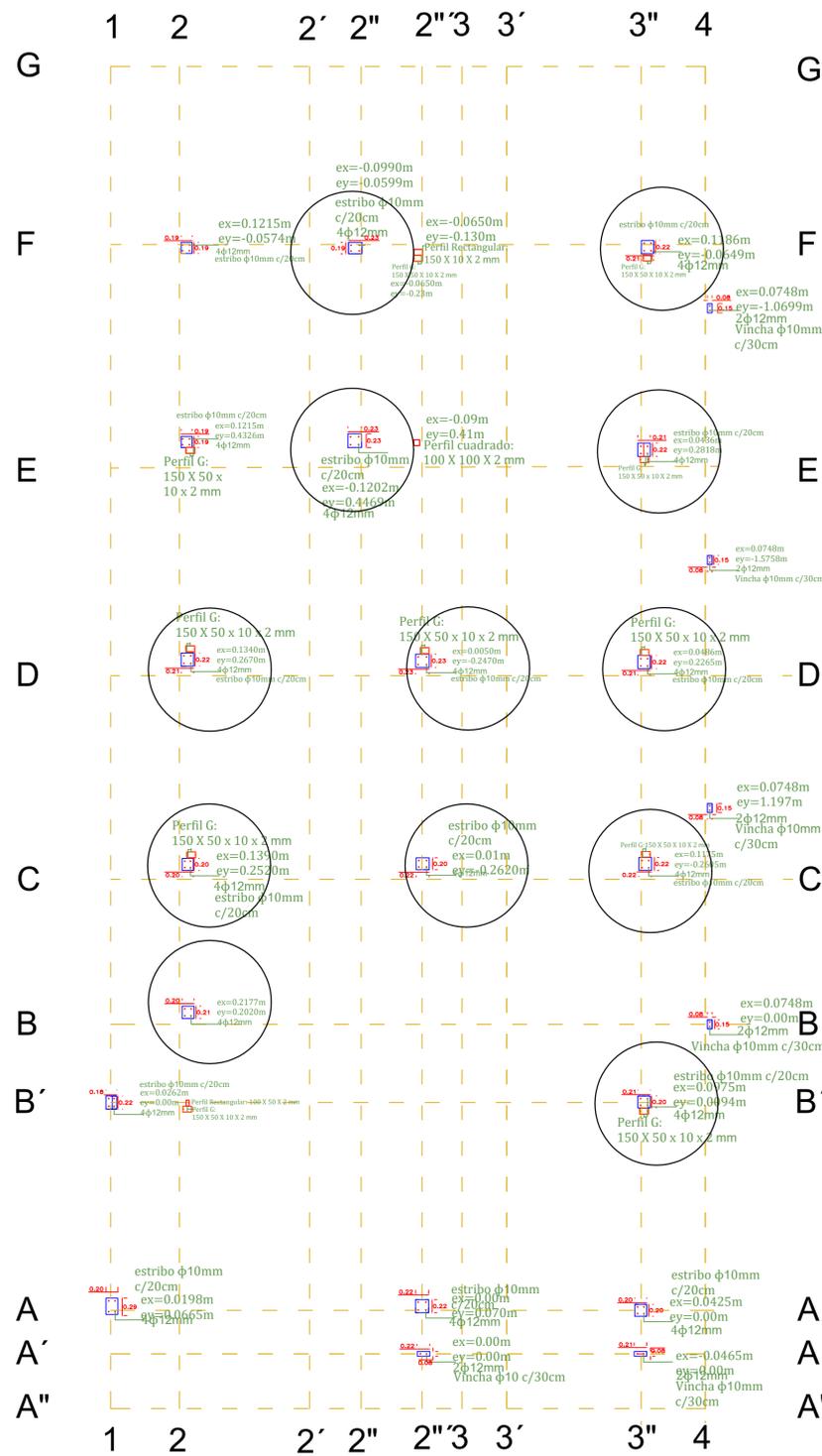
COORDINADOR DE MATERIA INTEGRADORA:
PhD. Velastegui Montoya Andrés Danilo

ESTUDIANTES:
EVA CHACON MONTERO.
BRAYAN PINTO PONCE

FECHA DE ENTREGA:
25/08/2023

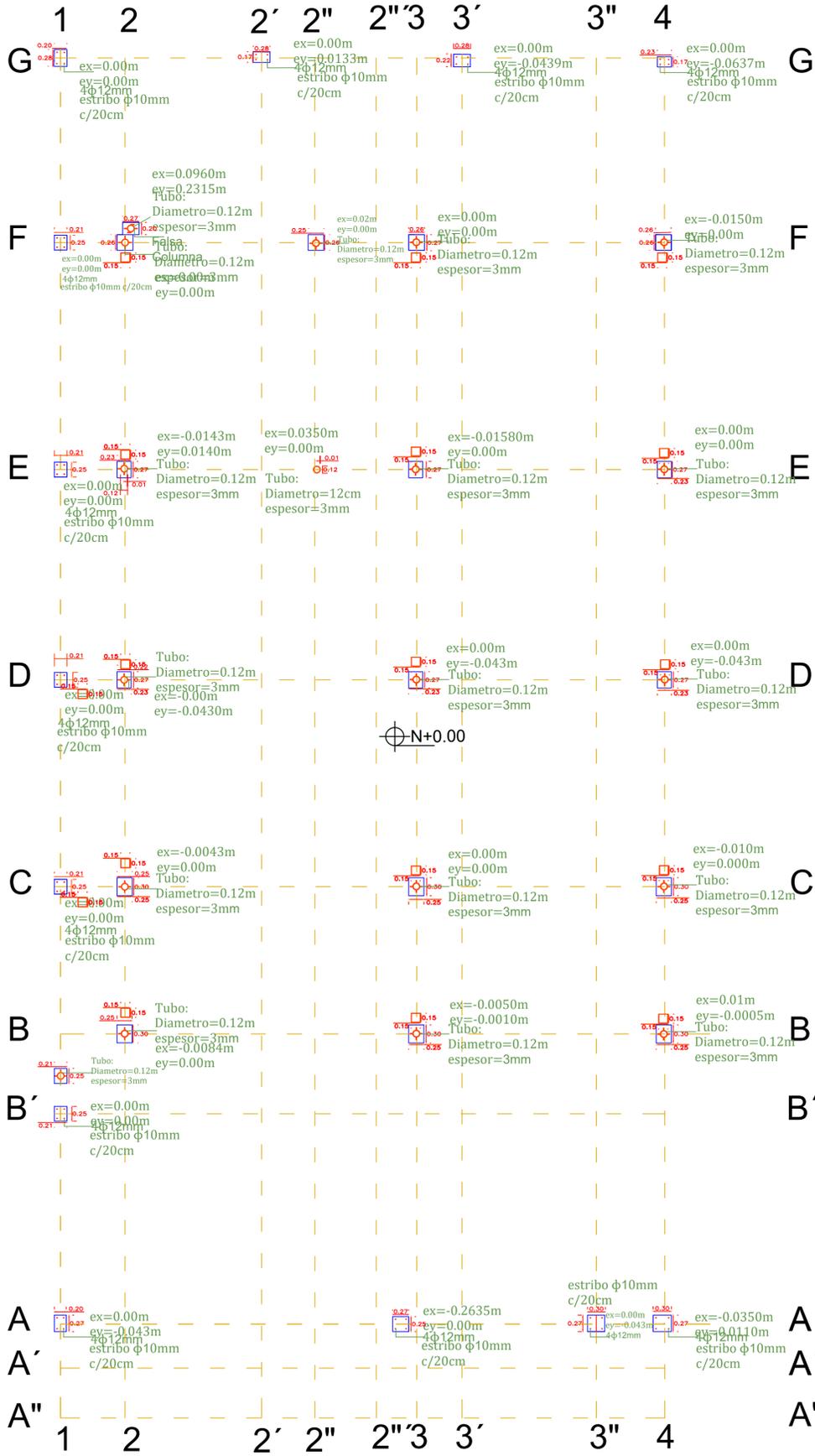
TUTOR DE ÁREA DE CONOCIMIENTO:
PhD. Eduardo Santos

LAMINA: 3/5
ESCALA: 1:100

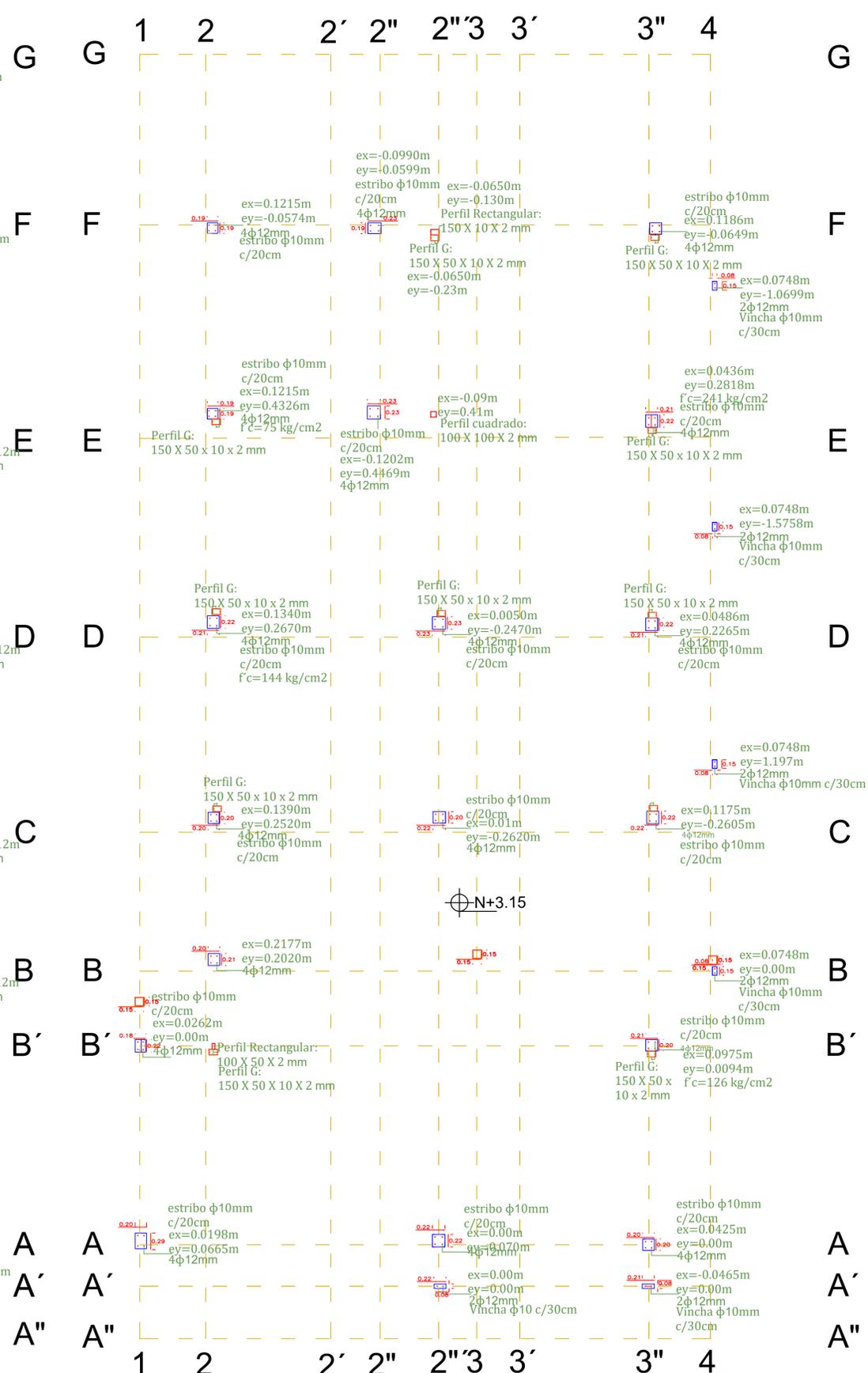


ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN DE UNA CASA DE 3 PISOS EN SALINAS CANTÓN DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA		
CONTENIDO: PROBLEMA2: COLUMNAS NO TERMINADA DE LA SEGUNDA PLANTA		
OBSERVACIONES: -COLUMNAS DE LA SEGUNDA NO TERMINADAS -2° LOSA PANDEADA		
RECOMENDACIONES: SE RECOMIENDA LA COLOCACIÓN DE EPOXICO Y DE HORMIGÓN ALTA RESISTENCIA EN LA ZONAS FALTANTE DE LAS COLUMNAS DE LA SEGUNDA PLANTA		
COORDINADOR DE MATERIA INTEGRADORA: PhD. Velastegui Montoya Andrés Danilo	ESTUDIANTES: EVA CHACON MONTERO. BRAYAN PINTO PONCE	FECHA DE ENTREGA: 25/08/2023
TUTOR DE ÁREA DE CONOCIMIENTO: PhD. Eduardo Santos	LAMINA: 4/5	ESCALA: 1:100

Primera planta



Segunda planta



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN DE UNA CASA DE 3 PISOS EN SALINAS CANTÓN DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA

CONTENIDO:
SOLUCIÓN 1 Y 3

OBSERVACIONES:
COLOCACIÓN DE REFUERZO DE TUBO CUADRADO DE 150 X150X3 MM, ALADO DE CADA COLUMNA DE TUBO DE CONDUCCIÓN DE PETROLEO
COLOCACIÓN DE REFUERZO DE TUBO CUADRADO DE 150 X150X3 MM, EN LA SEGUNDA PLANTA EN LOS EJES B3, B4 Y B'2

RECOMENDACIONES:
SE RECOMIENDA LA COLOCACIÓN DE EPOXICO Y DE HORMIGÓN ALTA RESISTENCIA EN LA ZONAS FALTANTE DE LAS COLUMNAS DE LA SEGUNDA PLANTA

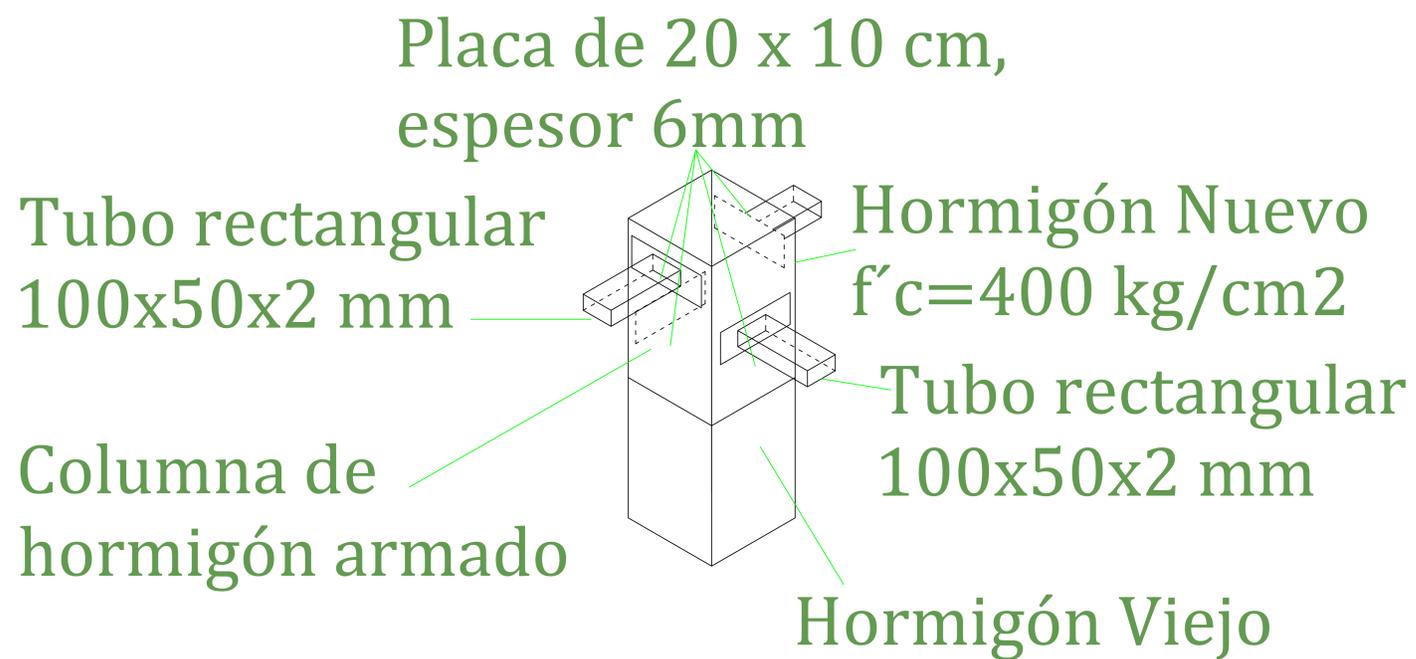
COORDINADOR DE MATERIA INTEGRADORA:
PhD. Velastegui Montoya Andrés Danilo

ESTUDIANTES:
EVA CHACON MONTERO.
BRAYAN PINTO PONCE

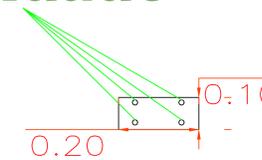
FECHA DE ENTREGA:
25/08/2023

TUTOR DE ÁREA DE CONOCIMIENTO:
PhD. Eduardo Santos

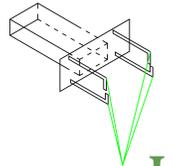
LAMINA: 6/7
ESCALA: 1:100



Perno soldado



placa espesor 6 mm



Perno en L

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN DE UNA CASA DE 3 PISOS EN SALINAS CANTÓN DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA		
CONTENIDO: SOLUCIÓN 2		
OBSERVACIONES: SE COMPLETAN LAS COLUMNAS CON FALTANTE CON HORMIGÓN DE MAYOR RESISTENCIA Y SE COLOCAN PLACAS PARA DONDE LAS VIGAS RECTANGULARES DE LA VIVIENDA SERÁN SOLDADAS		
RECOMENDACIONES: SE RECOMIENDA LA COLOCACIÓN DE EPOXICO Y DE HORMIGÓN ALTA RESISTENCIA EN LA ZONAS FALTANTE DE LAS COLUMNAS DE LA SEGUNDA PLANTA		
COORDINADOR DE MATERIA INTEGRADORA: PhD. Velastegui Montoya Andrés Danilo	ESTUDIANTES: EVA CHACON MONTERO. BRAYAN PINTO PONCE	FECHA DE ENTREGA: 25/08/2023
TUTOR DE ÁREA DE CONOCIMIENTO: PhD. Eduardo Santos	LAMINA: 7/7	ESCALA: 1:100