

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“EVALUACIÓN Y COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UN
PROYECTO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CUATRO NIVELES
UBICADO EN EL SECTOR VIÑANI II, TACNA 2022”**

**PARA OPTAR:
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:
Bach. HÉCTOR MANUEL CUSI MAMANI**

**TACNA - PERU
2022**

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“EVALUACIÓN Y COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UN
PROYECTO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CUATRO NIVELES
UBICADO EN EL SECTOR VIÑANI II, TACNA 2022”**

Tesis sustentada y aprobada el 18 de junio del 2022, estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE: Mtro. EDGAR HIPÓLITO CHAPARRO QUISPE

SECRETARIO: Mag. JORGE ENRIQUE ALVAREZ RUFFRÁN

VOCAL: Mtro. GIANCARLOS JAVIER MACHACA FRIAS

ASESOR: Mtro. WILBER PERCY MENDOZA RAMIREZ

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Héctor Manuel Cusi Mamani, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 46534869.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:

“Evaluación y comportamiento estructural de un proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles ubicado en el sector Viñani II, Tacna 2022”, el mismo que se presenta para optar: *El título profesional de ingeniero civil.*

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a *la universidad* cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a *la universidad* y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 18 de junio del 2022.



Bach. Héctor Manuel Cusi Mamani

DNI: 46534869

DEDICATORIA

Dedico de manera especial a mis padres, pues ellos fueron los principales cimientos para la construcción de mi vida profesional, sentaron en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación, en ellos tengo el espejo en el cual me quiero reflejar, pues sus virtudes infinitas y el gran corazón que poseen me llevan a admirarlos cada día más.

Asimismo, dedico también mi tesis a mi pequeña hija Alessia, pues desde que existió ha sido el motor y motivo por la cual deseo cumplir muchas metas en mi vida profesional y ser un ejemplo para ella.

Gracias Dios por concederme a mis padres, hermanas, a mi hija, y a toda mi familia.

HÉCTOR MANUEL CUSI MAMANI

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a la Universidad Privada de Tacna por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera profesional, así también como a los diferentes docentes que me brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Agradezco también a mi asesor de tesis el Mtro. Wilber Mendoza Ramírez, por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis.

Gracias a Dios y a la vida por este nuevo logro, gracias a todas las personas que me apoyaron y sobretodo que creyeron en la culminación de esta tesis.

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Descripción del Problema	3
1.2. Formulación del Problema	4
1.2.1. Problema General.....	4
1.2.2. Problemas Específicos.....	4
1.3. Justificación de la Investigación	4
1.3.1. Desde el Punto de Vista Cognitivo	4
1.3.2. Desde el Punto de Vista Social	4
1.3.3. Desde el Punto de Vista Económico	5
1.4. Objetivos de la Investigación.....	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos.....	5
1.5. Hipótesis de la Investigación.....	5
1.5.1. Hipótesis General.....	5
1.5.2. Hipótesis Específicas	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6

2.1.	Antecedentes	6
2.1.1.	A Nivel Internacional	6
2.1.2.	A Nivel Nacional.....	6
2.1.3.	A Nivel Regional	7
2.2.	Bases Teóricas	8
2.2.1.	Sismicidad en el Perú	8
2.2.2.	Sismicidad en la Región Tacna	8
2.2.3.	Evaluación Estructural	9
2.2.4.	Vulnerabilidad Sísmica.....	10
2.2.5.	Principales Propiedades Mecánicas del Concreto.....	10
2.2.6.	Categoría, Sistema Estructural y Regularidad de las Edificaciones.....	12
2.2.6.1.	Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)	12
2.2.6.2.	Estructuras de Concreto Armado	13
2.2.6.3.	Estructuras de Albañilería	15
2.2.6.4.	Albañilería confinada.....	16
2.2.7.	Análisis Estructural.....	18
2.2.8.	Conceptos Relacionados al Tema.....	19
2.2.9.	Diseño de los Elementos Estructurales	21
2.2.9.1.	Diseño de losas aligeradas	21
2.2.9.2.	Diseño de vigas	22
2.2.9.3.	Diseño de columnas.....	23
2.3.	Definición de Términos.....	24
2.3.1.	Sismos.....	24
2.3.2.	Subducción	24
2.3.3.	Vulnerabilidad Estructural	24
2.3.4.	Rigidez.....	24
2.3.5.	Estructura	24
2.3.6.	Periodo fundamental de vibración	25
2.3.7.	Columna	25

2.3.8.	Viga	25
2.3.9.	Losa aligerada	25
2.3.10.	Muro portante	25
2.3.11.	Peralte efectivo.....	25
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO		26
3.1.	Tipo y Nivel de la Investigación	26
3.2.	Acciones y Actividades.....	26
3.3.	Materiales y/o Instrumentos	27
3.4.	Población y/o Muestra de Estudio	27
3.5.	Tratamiento de Datos y Análisis Estadístico.....	28
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....		29
4.1.	Estructuración	29
4.1.1.	Descripción del Proyecto.....	29
4.1.2.	Materiales Seleccionados	33
4.1.3.	Especificaciones Técnicas	34
4.2.	Procesamiento y Análisis de Datos	35
4.2.1.	Modelo elástico	35
4.2.2.	Software.....	35
4.2.3.	Análisis Sísmico	42
4.2.4.	Derivas Máximas.....	46
4.3.	Irregularidades	49
4.3.1.	Irregularidades Estructurales en Altura	49
4.3.2.	Irregularidades Estructurales en Planta.....	52
4.4.	Dimensionamiento y Análisis de los Elementos Estructurales	55
4.4.1.	Diseño y Análisis de la Losa Aligerada.....	55
4.4.2.	Diseño y análisis de Viga	59
4.4.3.	Diseño y Análisis de Columna por Flexo compresión	63
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN		69
5.1.	Hipótesis General.....	69

5.1.2. Respuesta a la Hipótesis General	69
5.2. Hipótesis Específica 1	69
5.2.2. Respuesta a la Hipótesis Específica 1	69
5.3. Hipótesis Específica 2	69
5.3.2. Respuesta a la Hipótesis Específica 2	69
5.4. Hipótesis Específica 3.....	70
5.4.2. Respuesta a la Hipótesis Específica 3	70
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXOS.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Categoría de las edificaciones	12
Tabla 2.	Límites para la distorsión del terreno	20
Tabla 3.	Factores de amplificación de cargas.....	23
Tabla 4.	Metrado de cargas en edificación	36
Tabla 5.	Metrado de cargas en escalera	38
Tabla 6.	Resumen de normas usadas	39
Tabla 7.	Consideración de parámetros de diseño.....	42
Tabla 8.	Sistemas estructurales	43
Tabla 9.	Modos de vibración.....	44
Tabla 10.	Coeficiente sísmico.....	45
Tabla 11.	Peso de la estructura.....	45
Tabla 12.	Análisis sismo estático en “X”	45
Tabla 13.	Análisis sismo estático en “Y”	46
Tabla 14.	Irregularidad de Rigidez – Piso Blando en X-X	49
Tabla 15.	Irregularidad de Rigidez – Piso Blando en Y-Y	49
Tabla 16.	Irregularidad por masa o peso	51
Tabla 17.	Irregularidad torsional.....	52
Tabla 18.	Cortes transversales en losas aligeradas	53
Tabla 19.	Datos generales de la losa aligerada.....	55
Tabla 20.	Metrado de carga de losa aligerada.....	55
Tabla 21.	Resumen de aceros planteados vs aceros calculados.....	58
Tabla 22.	Combinación de cargas	60
Tabla 23.	Cálculo de acero superior e inferior vs Acero propuesto	62
Tabla 24.	Parámetros a intervenir en las fórmulas de interacción.....	64
Tabla 25.	Coeficiente de flexión	65
Tabla 26.	Tabla de interacciones para el diagrama nominal reducido de 0° a 180°	66
Tabla 27.	Tabla de interacciones para el diagrama de resistencia 90° a 270°	67

Tabla 28. Combinaciones de cargas a analizar	67
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zonas sísmicas del Perú	9
Figura 2. Ensayo de resistencia a la compresión.....	11
Figura 3. Sistema de pórticos	13
Figura 4. Sistema de muros estructurales.....	14
Figura 5. Sistema de muros duales	14
Figura 6. Proceso de transferencia de cargas	15
Figura 7. Muros portantes que resisten la fuerza sísmica	16
Figura 8. Albañilería confinada	17
Figura 9. Conexión dentada de un muro – columna	17
Figura 10. Conexión a ras de un muro – columna	18
Figura 11. Diagrama de Análisis Estructural.....	18
Figura 12. Diagrama procedimental del análisis sísmico y estático	19
Figura 13. Modos de vibración de un edificio.....	20
Figura 14. Detalle de una losa aligerada	21
Figura 15. Plano de ubicación del proyecto	29
Figura 16. Plano de distribución de la vivienda en 1er nivel.....	30
Figura 17. Plano de distribución de la vivienda en 2do, 3er y 4to nivel	31
Figura 18. Corte A-A de la vivienda.....	32
Figura 19. Corte B-B de la vivienda.....	33
Figura 20. Consideración de cargas de modelado para escalera	39
Figura 21. Modelado del proyecto vista en planta.....	40
Figura 22. Vista en 3D del proyecto.....	41
Figura 23. Vista frontal del proyecto	41
Figura 24. Deriva máxima en sentido X-X	47
Figura 25. Deriva máxima en sentido Y-Y	47
Figura 26. Vista de desplazamiento en X-X.....	48
Figura 27. Vista de desplazamiento en Y-Y.....	48

Figura 28. Irregularidad de resistencia – piso débil.....	50
Figura 29. Irregularidad geométrica vertical.....	51
Figura 30. Torsión en planta.....	52
Figura 31. Esquinas entrantes vista en planta y 3D.....	53
Figura 32. Cortes en las losas aligeradas.....	54
Figura 33. Idealización de la losa aligerada a analizar.....	56
Figura 34. Método coeficientes del ACI (Dos tramos).....	56
Figura 35. Momentos flectores para cada tramo.....	56
Figura 36. Distribución de los aceros calculados.....	59
Figura 37. Momentos flectores máximos (envolvente).....	60
Figura 38. Ubicación de los momentos flectores máximos y Acero requerido.....	61
Figura 39. Distribución de acero de refuerzo en la viga.....	63
Figura 40. Diagrama de interacción Nominal.....	68
Figura 41. Diagrama de interacción de resistencia o de diseño.....	68

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Chequeo del Etabs a los elementos estructurales	79
Anexo 2. Vista de elevación de refuerzo.....	80
Anexo 3. Cuadro de interacciones para la columna C-3 piso 1.....	81
Anexo 4. Interacción a 0° incluyendo phi	81
Anexo 5. Interacción a 180° incluyendo phi	82
Anexo 6. Matriz de consistencia	84
Anexo 7. Planos	84

RESUMEN

La presente tesis titulada “*Evaluación y comportamiento estructural de un proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles, ubicado en el Sector Viñani II, Tacna 2022*”, el cual tuvo por finalidad revisar y evaluar el comportamiento sísmico de dicho proyecto en base al Reglamento Nacional de Edificaciones. Para la realización de la tesis fue necesario definir características del proyecto, el tipo y nivel de investigación, su población, su ubicación, técnicas de recolección de datos como análisis de documentos y cálculos mediante el software ETABS V.2019.1, instrumentos como tablas de procesamiento de datos, planos y hojas de cálculo Excel. Se realizó el análisis sísmico obteniendo la distorsión de entrepiso en la dirección X de 0,00445 y en la dirección Y de 0,0009, los cuales no sobrepasan la distorsión máxima permisible de 0,005 que establece la norma E.030, pero se manifestó una irregularidad torsional extrema que no es favorable para nuestro diseño de edificación. Para el diseño estructural se consideró muros de soga de 14 cm y muros de cabeza de 24 cm, losas aligeradas en una sola dirección con una altura de 20 cm en toda su extensión. En cuanto a los elementos estructurales se debe de reformular el diseño de la columna debido a que se encontró un mal diseño mediante la interacción a flexo compresión. No se hizo un adecuado análisis modal debido a no cumple con las exigencias mínimas de la norma E.030 Diseño sismorresistente, puesto que no cumple con los tres primeros modos predominantes. Existe irregularidad torsional extrema, el cual puede generar el derrumbe de la edificación ante un sismo severo.

Palabras claves: Análisis estático y dinámico, distorsión máxima, sistema estructural, fuerzas de corte, evaluación estructural.

ABSTRACT

This thesis entitled "*Evaluation and structural behavior of a single-family housing project with four levels, located in the Viñani II Sector, Tacna 2022*", which had the purpose of reviewing and evaluating the seismic behavior of said project based on the Regulation National Buildings. To carry out the thesis, it was necessary to define the characteristics of the project, the type and level of research, its population, its location, data collection techniques such as document analysis and calculations using the ETABS V.2019.1 software, instruments such as processing tables data, plans and Excel spreadsheets. The seismic analysis was carried out obtaining the interstory distortion in the X direction of 0,00445 and in the Y direction of 0,0009, which do not exceed the maximum permissible distortion of 0,005 established by the E.030 standard, but an extreme torsional irregularity was manifested that is not favorable for our building design. For the structural design, rope walls of 14 cm and head walls of 24 cm were considered, slabs lightened in one direction with a height of 20 cm in all their extension. Regarding the structural elements, the design of the column must be reformulated due to the fact that a bad design was found through the interaction of flexural compression. An adequate modal analysis was not carried out because it does not meet the minimum requirements of standard E.030 Seismic-Resistant Design, since it does not meet the first three predominant modes. There is extreme torsional irregularity, which can cause the collapse of the building in the event of a severe earthquake.

Keywords: Static and dynamic analysis, maximum distortion, structural system, shear forces, structural evaluation.

INTRODUCCIÓN

La ocurrencia y la magnitud de los eventos sísmicos no se dan de igual manera en todos los lugares del mundo, puesto que hay lugares donde están más concentrados que otros; Los acontecimientos sísmicos forman parte de la naturaleza que han estado presente desde tiempos remotos y definitivamente estarán presentes en el futuro.

El Perú ciertamente se encuentra ubicado sobre una gran falla geológica en donde existe una gran cinemática potencial entre las placas tectónicas de Nazca y la Placa Sudamericana, debido a la fuerte subducción que existe entre ellas, nuestro país se halla en una de las zonas con movimientos sísmicas más propensas del mundo. El sismo del 23 de junio del año 2001, ha sido uno de los sismos más grandes ocurridos en los últimos 20 años que ha tenido la zona sur de nuestro país, debido a la innumerable cantidad de pérdidas humanas y materiales que dejaron afectadas a seis departamentos del Perú, incluyendo la ciudad de Tacna con 6,9 grados en la Escala de Richter, evento que nos recuerda que la región de Tacna está considerada en la zona de alta peligrosidad sísmica en el Perú, pendiente de un inminente sismo severo, debido al silencio del terreno sísmico en esta zona.

En el presente estudio de investigación tiene por finalidad la evaluación del comportamiento sísmico de una edificación de cuatro niveles, evaluación de diseño de los elementos estructurales para la verificación correcta del diseño de la edificación apoyada respecto al Reglamento Nacional de Edificaciones y sus normas ante el posible hecho de la ocurrencia de un evento sísmico de gran magnitud, con el objetivo de salvaguardar el bienestar de los futuros habitantes de dicha edificación.

La presente tesis está desarrollada por cinco capítulos las cuales se describen a continuación:

El capítulo I, presenta el planteamiento del problema, la cual abarca la descripción del problema, formulación del problema, justificación de la investigación, objetivos de la investigación (incluyendo el objetivo general y los objetivos específicos) y por último la hipótesis de la investigación.

El capítulo II, presenta el marco teórico, partiendo por los antecedentes de la investigación, ayudándonos a tener una base como referencia de estudios previos, las bases teóricas y definición de términos que serán más utilizados en esta tesis.

El capítulo III, presenta el Marco Metodológico, empezando por los aspectos metodológicos que sustentan la presente tesis a desarrollar, especificando el tipo y nivel de investigación, acciones y actividades, materiales y/o instrumentos, población y muestra de estudio, tratamiento de datos y análisis de la información.

El capítulo IV, presenta los resultados de la investigación, empezando por la descripción del proyecto, diseño de los elementos estructurales y el análisis sismorresistente de la edificación.

El capítulo V, presenta la discusión de este trabajo de investigación.

Y para finalizar, se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

El cinturón del fuego del pacifico o también conocido como el Anillo de Fuego del pacifico se encuentra siempre propensa a la actividad sísmica y volcánica, es aquí en donde ocurren por lo menos más del 80 % de sismos en el mundo; y nosotros como nación no somos ajenos a esta realidad debido a que el Perú forma parte de este cinturón de Fuego del Pacífico, y es por lo mismo que nuestro país viene experimentado fuertes sucesos sísmicos a lo largo de los años, dejando así numerosas pérdidas humanas como materiales; y es ante estos eventos sísmicos por lo cual se deben tomar precauciones para reducir el impacto de estos fenómenos a nuestras estructuras y vivienda en la que habitamos.

De acuerdo a la norma Peruana E.030 Diseño Sismorresistente, la ciudad de Tacna se encuentra en un gran riesgo sísmico debido a su localización geográfica y tipo de suelo. El último sismo de mayor magnitud fue de 8,4 Mw, y fue registrado el 23 de junio del 2001 cuyo alcance fue significativo, puesto que daño la mayoría de las edificaciones construidas tanto formales como informales, siendo estas últimas las más dañadas; es por ello que, a pesar de haber realizado construcciones con las normas vigentes, estas normas necesitan de una constante actualización para el reforzamiento de futuras construcciones.

El crecimiento poblacional y la existencia inmigrantes cada vez mayor, fue impulsada desde que Tacna empezó a urbanizarse, ya que la gente se ha acostumbrado en construir sus viviendas sin realizar una previa evaluación técnica o estructural sobre sus terrenos y construcciones además incluso sin contar con la opinión de profesionales y/o expertos en el rubro y más aun sin contar con la autorización de la municipalidad que es el mayor ente rector en ese caso.

Conscientes de ello, podemos afirmar que la integridad de las familias que viven en la ciudad de Tacna así como en sus diferentes distritos, se ven amenazados por el desconocimiento actual de la capacidad sismorresistente de sus edificaciones; en ese sentido, el proyecto será puesto en una evaluación estructural a dicha vivienda, el cual tiene como ubicación al Sector Viñani II, distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, con el fin de salvaguardar la seguridad de los futuros habitantes de dicha edificación.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es la evaluación y comportamiento estructural de un proyecto de un proyecto vivienda unifamiliar de cuatro niveles, ubicado en Sector Viñani II, Tacna 2022?

1.2.2. Problemas Específicos

- a. ¿Cuál es el análisis sísmico de un proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles, mediante el software ETABS?
- b. ¿Se tiene un adecuado diseño de elementos estructurales en el proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles?
- c. ¿Cuál es el nivel de cumplimiento del diseño estructural de una vivienda unifamiliar de cuatro niveles, según las normativas vigentes del Reglamento Nacional de Edificaciones?

1.3. Justificación de la Investigación

1.3.1. Desde el Punto de Vista Cognitivo

Es necesario realizar la evaluación estructural al proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles, ubicado en Sector Viñani II, ya que se necesita conocer el comportamiento que esta tendría frente a un eventual sismo, la cual será evaluada por las normativas vigentes como la norma diseño sismorresistente E.030, la norma de concreto armado E.060, la norma de albañilería E.070, la norma de cargas E.020, las cuales son normas peruanas pertenecientes al Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; normativas las cuales ayudan a controlar los parámetros adecuados para un buen diseño y comportamiento sísmico.

1.3.2. Desde el Punto de Vista Social

Para nuestra sociedad es esencial la existencia de una edificación, puesto que mejora la calidad de vida de la población; siendo el sistema de albañilería confinada la más recurrente y aplicada a nuestras construcciones. Por ello debemos de realizar una evaluación estructural para tomar las previsiones y correcciones necesarias, debido a que se desconoce su comportamiento estructural y de esta manera evitar pérdidas de vidas humanas las cuales darán uso al proyecto de vivienda a evaluar.

1.3.3. Desde el Punto de Vista Económico

Es importante porque se realizará una evaluación estructural de la edificación, para comprobar que tenga una respuesta sísmica adecuada, el cual garantizará que la edificación no sufra un colapso ante sismos severos, por lo cual no producirá pérdida económica a los propietarios.

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

Revisar el comportamiento estructural de un proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles, ubicado en Sector Viñani II, Tacna, 2022.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a. Determinar el análisis sísmico del proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles, ubicado en el sector Viñani II, mediante el software de diseño ETABS.
- b. Verificar el adecuado diseño de los elementos estructurales en el proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles, ubicado en sector Viñani II, Tacna 2022.
- c. Verificar que el diseño del proyecto de una vivienda unifamiliar de cuatro niveles, cumple con las normativas vigentes del R.N.E.

1.5. Hipótesis de la Investigación

1.5.1. Hipótesis General

El proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles tiene un adecuado comportamiento estructural.

1.5.2. Hipótesis Específicas

- a. Al realizar el análisis sísmico del proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles; cumple con las especificaciones de la norma E.030.
- b. Al realizar el análisis de diseño en los elementos estructurales en el proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles, estas serán óptimas de acuerdo al R.N.E.
- c. El diseño de proyecto de una vivienda unifamiliar de cuatro niveles, cumple con el R.N.E.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A Nivel Internacional

Pico y Vargas (2016), tienen por desarrollo su tesis titulada “Evaluación de la respuesta estructural de edificaciones con distribución irregular de masa en planta ante acciones sísmicas” tuvieron como objetivo estudiar una estructura regular y cinco modelos estructurales que presentan irregularidades, sometiéndose dinámicamente a acciones sísmicas realizando el modelamiento estructural y su respectiva verificaciones, concluyendo que ante las irregularidades en la distribución de masas en planta, ocasionan que su respuesta dinámica ante un sismo sea adversa y siendo el aspecto más desfavorable la presencia de problemas torsionales, teniendo que aumentar las secciones de los elementos estructurales.

Alvarado et al. (2008), presentan su tesis “Influencia de la estructuración sísmica en el proceso del diseño estructural en edificios” de la Universidad de el Salvador. Este país está marcado por desastres ocasionados por sismos, los cuales podrían haber sido evitados mediante el uso adecuado de las normativas de diseño sismorresistente. El presente estudio tiene por finalidad cómo influye la estructuración sísmica en el proceso del diseño de estructuras de concreto reforzado. El grado de influencia se realizó mediante un análisis comparativo entre sistemas estructurales y sus propiedades, partiendo desde el desarrollo los aspectos a tomar en cuenta para llevar a cabo el desarrollo de un sistema determinado hasta una evaluación comparativa entre la correcta aplicación de dichos parámetros, mostrando además los efectos que la estructura sufrirá de acuerdo a las variaciones aplicadas.

2.1.2. A Nivel Nacional

Macedo y Vega (2020), en su tesis “Evaluación del comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada utilizando unidades de albañilería fabricadas en Cerro Azul-Cañete”, busca evaluar el comportamiento estructural de una vivienda de albañilería confinada, proponiendo reforzamiento en el caso se requiera. Se utilizó una población de diez viviendas de más de tres niveles. Los instrumentos usados fueron la ficha de encuesta, ficha de recopilación de datos, ensayos de laboratorio de las unidades de albañilería;

herramientas como: esclerómetro y winchas, determinando las propiedades y características de la vivienda, se modeló en el Etabs 2016 y se usó hojas de cálculo Excel. Los resultados obtenidos se encontró muros deficientes por lo cual es necesario el reforzamiento de los mismos, recomendándose el uso de mallas electrosoldadas que le proporcionarán mayor capacidad de carga.

Ponte (2017), desarrolló la tesis titulada “Análisis del diseño estructural de albañilería confinada para la vida útil de viviendas autoconstruidas en el distrito de Independencia, Lima 2017”, la cual tuvo por finalidad determinar el análisis del diseño estructural de albañilería confinada que mejorará la vida útil de viviendas autoconstruidas en el distrito de Independencia. Sobre la metodología utilizada fue de tipo Aplicada. Sobre el diseño es no experimental. Como resultado del modelado en el ETABS se obtuvo deficiencias antes los autoconstrucciones sometidas al sismo, tratándose debido a un mal diseño estructural, mala dosificación del concreto y deficiente acero de refuerzo requerido según la norma vigente; por lo que se concluye formular un diseño de reforzamiento estructural para una vida útil de las viviendas autoconstruidas.

2.1.3. A Nivel Regional

Anco y Mamani (2020), presentan la tesis titulada “Análisis y diseño estructural de un edificio de Vivienda multifamiliar con muros de ductibilidad limitada en la ciudad de Tacna – 2020”, que tiene por objetivo analizar y diseñar un edificio de vivienda en base al Reglamento Nacional de Edificaciones. Los instrumentos usados fueron las fichas de recolección de datos y entrevistas con especialistas en el diseño estructural; el tipo de investigación es nivel integrativo; se tomó como población a todas las edificaciones con muros de ductibilidad limitada en Tacna. Su metodología empleada empezó con la definición de las características del proyecto, luego su predimensionamiento, pasando luego por el modelado estructural mediante el ETABS, seguidamente realizar el diseño de los elementos estructurales, por último, el análisis y discusión de sus resultados. Se tuvo como resultados una distorsión entrepiso de 0,0012 en dirección X, y 0,0005 en la dirección Y, las cuales no sobrepasan los márgenes permisibles de la norma E.030. Se concluyó que los muros de ductibilidad limitada presentan un buen comportamiento estructural ante un evento sísmico.

Almirón y Yndigoyen (2019), presentan la tesis titulada “Evaluación estructural y propuesta de reforzamiento en el centro de salud Leoncio Prado, de la ciudad de Tacna”, tiene por finalidad realizar una evaluación estructural y proponer un reforzamiento en un centro de salud, la instrumentación usada fue la de un equipo de perforación diamantina,

la población considerada fueron los centros de salud de la ciudad de Tacna y como muestra el Centro de salud Leoncio Prado; el tipo de investigación es exploratorio – descriptivo, siendo una investigación de diseño de campo, porque la recopilación de datos es insitu. Se obtuvo desplazamientos laterales y distorsiones dentro de los límites permitidos en la norma E.030, por lo cual se descarta el reforzamiento planteado, y se obtuvo que los elementos estructurales cumplen con la norma E.060 la cual nos indica que la resistencia a la compresión debe ser mayor o igual al 85 % del diseño.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Sismicidad en el Perú

El Perú se encuentra ubicado en una región de alta actividad sísmica, por lo cual es necesario conocer el comportamiento probabilístico de esta amenaza en una zona determinada para poder establecer un plan y minimizar cualquier impacto que puede suceder en el futuro (Tavera; Takahashi; Milla, 2014).

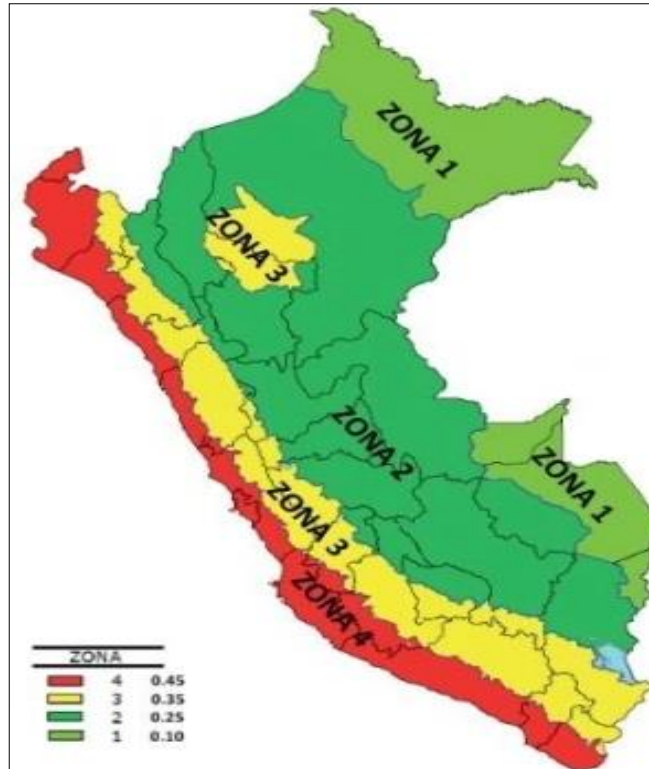
La forma y el movimiento de la corteza terrestre del territorio peruano se deriva del proceso de subducción entre las Placas de Nazca y la Sudamericana, con una velocidad media de 7 a 8 cm/año (Villegas, 2016).

2.2.2. Sismicidad en la Región Tacna

En los últimos quinientos años ocurrieron muchos eventos sísmicos de gran magnitud, que en muchos de los casos causaron la devastación total de la ciudad, como el del año de 1868 que presentó una Magnitud $M_w = 9,0$ e intensidad de X MMI (Intensidad de Mercalli Modificada), el último evento sísmico de gran magnitud fue el sismo del 23 de Junio del 2001 de $M_w = 8,4$ el que puso en evidencia que la mayor cantidad de daños se presentaron en los distritos de Ciudad Nueva y Alto de la Alianza, estos distritos se encuentran ubicados sobre depósitos conformados por arena suelta y depósitos volcánicos.

Los aumentos de la aceleración de la superficie terrestre son producidos por los sucesos sísmicos constantes que lo conocemos como amplificación de ondas; a su vez estas fuerzas sísmicas ejercidas en nuestras estructuras provocan numerosas pérdidas materiales y humanas (Alva et al., 2020).

La ciudad de Tacna se encuentra ubicada en la zona 4; tal como se muestra en la Figura 1.

Figura 1*Zonas sísmicas del Perú*

Nota. El Perú se divide en cuatro zonas sísmicas; como se puede apreciar Tacna está ubicada en la zona 4, la cual es una zona de alto riesgo. *Fuente:* (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

2.2.3. Evaluación Estructural

La evaluación estructural implica realizar un análisis matemático de las estructuras existentes bajo cargas sísmicas y de gravedad para determinar la condición actual de la estructura. También se realiza en el caso de ampliación de nivel, para determinar si la estructura base requiere refuerzo (Cgmser, 2022).

a. Importancia

- Se debería de realizar si detectamos fisuras o deformaciones en los elementos estructurales.

- Si vamos a realizar una ampliación de nuestra vivienda, entonces analizar si soportaría nuevas cargas a las ya diseñadas con anterioridad, para proponer un reforzamiento en caso lo amerite (Cgmser, 2022).

b. ¿Quién debería de realizar una evaluación estructural?

Un ingeniero civil responsable y capacitado no solo para realizar la evaluación estructural, sino también para recomendar posibles alternativas de solución en rehabilitar la estructura en caso lo requiera (Cgmser, 2022).

2.2.4. Vulnerabilidad Sísmica

Determinar el grado de vulnerabilidad es muy esencial para la seguridad de nuestras edificaciones, por ello es importante conocer las características de la estructura y medir el nivel de deterioro de estas ante un sismo.

Conocido dicho evento es indispensable determinar su naturaleza y alcance, lo cual está subordinado por múltiples factores como el tipo de daño hecho, niveles de amenaza señalados en el lugar de estudio, información sobre la estructura y los antecedentes de los daños recibidos en ese lugar; obtenidos estos parámetros, podemos continuar a una evaluación de la vulnerabilidad a través de una buena interpretación sísmica y su capacidad portante de la estructura (Caicedo et.al., 1994).

2.2.5. Principales Propiedades Mecánicas del Concreto

El concreto pasa por 3 etapas: En la primera etapa el concreto es un material blando y manejable, luego pasa a una segunda etapa que es el fraguado, aquí el concreto va adquiriendo una rigidez, y en su tercera y última etapa que es el endurecimiento adquiere sus propiedades mecánicas en donde se manifiesta su resistencia a la compresión.

a. Concreto fresco

Trabajabilidad: capacidad del concreto que tiene para ser manipulado, además de la facilidad que presenta para llenar espacios vacíos. Esta consistencia del concreto en ese estado puede ser medido por un ensayo de asentamiento por medio del cono de Abrahams.

Segregación: Separación de los materiales que constituyen el concreto fresco.

Exudación: Cuando el agua de la mezcla fluye a la superficie, debido a la segregación que sufren los agregados.

Peso unitario: usado principalmente para corroborar el rendimiento de la mezcla, a su vez también poder precisar el contenido de materiales como cemento, arena, piedra y agua, cantidad expresada por metro cubico de concreto, así como contenido de aire. (Nemocon, 2016).

b. Concreto endurecido

Resistencia a compresión: La mayoría de los elementos diseñados a concreto, suponen solo esfuerzos a compresión. El valor máximo de la compresión del concreto es alcanzando a los 28 días de vaciado el concreto en estructuras; se muestra el ensayo de la resistencia a la compresión en la Figura 2. (NTP 339.034).

Figura 2

Ensayo de resistencia a la compresión



Nota. Podemos apreciar un testigo de concreto que ha sido sometido a un ensayo de resistencia a la compresión que ha sufrido su rotura debido a la fuerza que ha sido sometida.

Fuente: (Tangarife; Silva, 2019)

Módulo de elasticidad: Propiedad mecánica que guarda relación entre el esfuerzo a la que sometida el material y su deformación unitaria; importante porque interviene en las deformaciones, derivas y consistencia de la estructura. (360 en concreto, 2020).

2.2.6. Categoría, Sistema Estructural y Regularidad de las Edificaciones

2.2.6.1. Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la Tabla 1.

Tabla 1

Categoría de las edificaciones

Categoría	Descripción	Factor U
	A1: Establecimientos de sector salud (públicos y privados), del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver Nota 1
A Edificaciones Esenciales	<p>A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos aeropuertos, estaciones ferroviarias, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. <p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores, tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</p>	1,5
B Edificaciones Importantes	<p>Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas, tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos o bibliotecas.</p> <p>También se consideraran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.</p>	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver Nota 2

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tienen aislamiento sísmico en la base cuando se encuentran en las zonas sísmicas 4 y 3.

Nota 2: En estas edificaciones se provee resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

Nota. La presente tabla categoriza nuestras edificaciones a tratar. *Fuente.* Norma E.030 Diseño sismorresistente.

A continuación, se describirán algunos sistemas estructurales, los cuales son los más usados en nuestro entorno:

2.2.6.2. Estructuras de Concreto Armado

a. Pórticos

Al menos el 80 % de la fuerza cortante básica actúa sobre las columnas del marco, tal como se muestra en la Figura 3; si hay paredes estructurales, deben diseñarse para soportar una fracción del impacto sísmico total dependiendo de su rigidez. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

Es un sistema estructural que consiste en un marco de soporte de momento espacial sustancialmente completo sin diagonales que puede soportar todas las cargas longitudinales y transversales. (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente NSR-10, 2010)

Figura 3
Sistema de pórticos



Nota. Este sistema se caracteriza por sus dos elementos estructurales reconocidos: vigas y columnas. *Fuente.* (Ingegeek, 2021).

b. Muros Estructurales

Sistema en el que la resistencia sísmica es proporcionada principalmente por muros estructurales sobre los que se somete al menos el 70 % de la fuerza de corte de la base (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

Los muros de hormigón estructural o de mampostería, exteriores e interiores, deberán estar provistos de diafragmas o pantallas que los soporten horizontalmente, mediante anclajes diseñados para resistir una fuerza horizontal

perpendicular al plano del muro, tal como se muestra en la Figura 4. (Reglamento colombiano de construcción sismoresistente NSR-10, 2010).

Figura 4

Sistema de muros estructurales



Nota. Este tipo de sistema estructural están sujetos a compresión ya que su función principal es la de soportar cargas. *Fuente.* (Ingegeek, 2021).

c. Dual

Los efectos sísmicos son resistidos por una combinación de marco y muros de carga. El esfuerzo cortante asumido por el muro es superior al 20 % y el esfuerzo cortante a los pies del edificio es inferior al 70 %, tal como se muestra en la Figura 5. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

Figura 5

Sistema de muros duales



Nota. Es un sistema mixto de pórticos reforzados por muros de carga o diagonales de arrostramiento. *Fuente:* (Ingegeek, 2021).

2.2.6.3. Estructuras de Albañilería

Las estructuras de albañilería están constituidas por unidades de albañilería confinados (muros de ladrillo), así como estructuras de concreto reforzado, como vigas y columnas de amarre. (Ac arquitectos, 2022)

a. Muros portantes

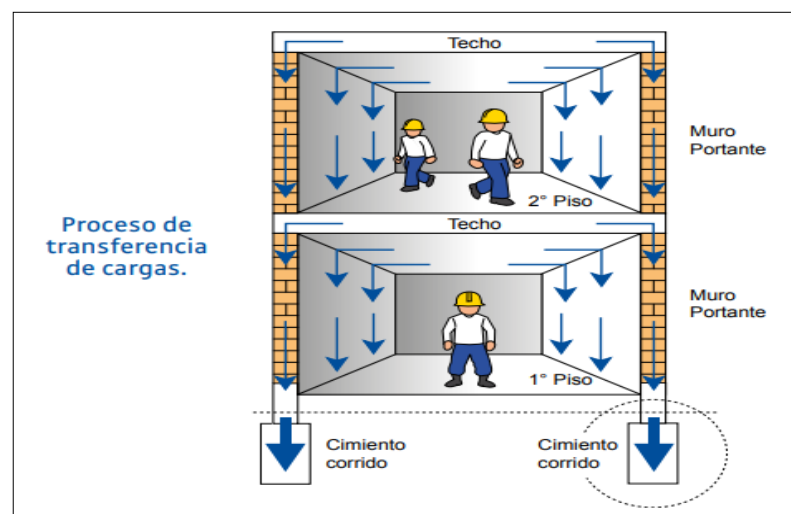
Los muros portantes son sustanciales para la construcción de una vivienda, ya que le brindan rigidez a la edificación, además reciben cargas de los mismos elementos estructurales que la conforman, así como de las vigas y losas aligeradas, a su vez también reciben una carga sísmica las cuales son absorbidas por estos muros y transmitidos luego a la cimentación, para posteriormente ser transmitidos al suelo. (Corporación Aceros Arequipa S.A., 2020)

En la Figura 6 veremos a continuación en proceso de cómo se realiza la transferencia de cargas a través de los muros portantes.

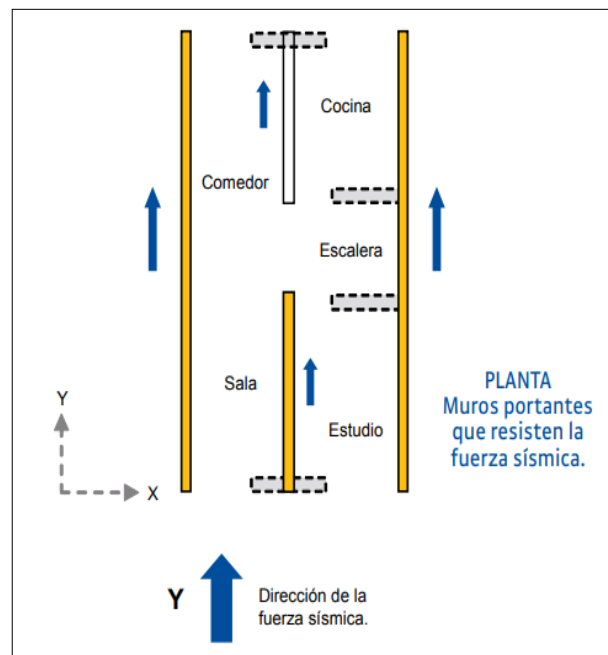
Por otro lado, los muros portantes cumplen otro rol muy importante que es el de absorber las cargas sísmicas y transmitir las ya sea que puedan originarse tanto en sentido X e Y, tal como se muestra en la Figura 7.

Figura 6

Proceso de transferencia de cargas



Nota. En el ejemplo se puede notar las transferencias de cargas de un nivel a otro pasado por los muros. *Fuente.* (Corporación Aceros Arequipa S.A, 2020)

Figura 7*Muros portantes que resisten la fuerza sísmica*

Nota. Se aprecian los muros portantes en planta para ambos sentidos X e Y. Fuente: (Corporación Aceros Arequipa S.A., 2020)

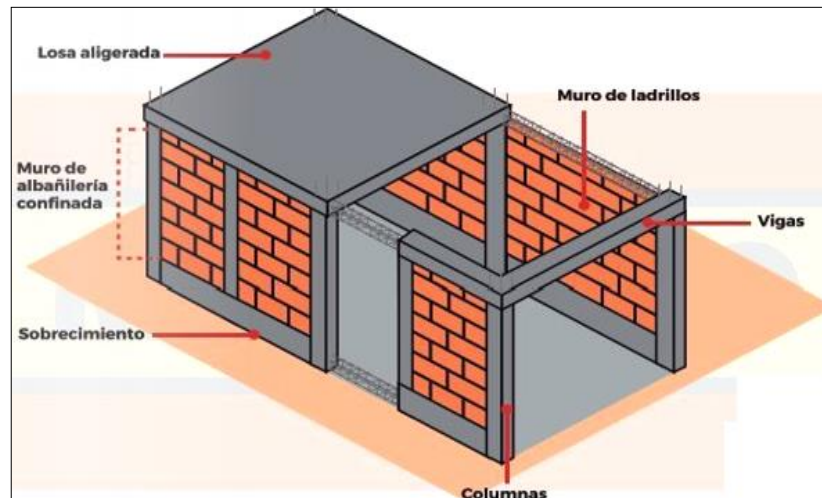
Los muros portantes deberán tener:

- Preferiblemente una sección transversal simétrica.
- Unión vertical hasta la cimentación.
- Longitud mayor o igual a 1,20 m para ser considerado resistentes a las fuerzas horizontales.

2.2.6.4. Albañilería confinada

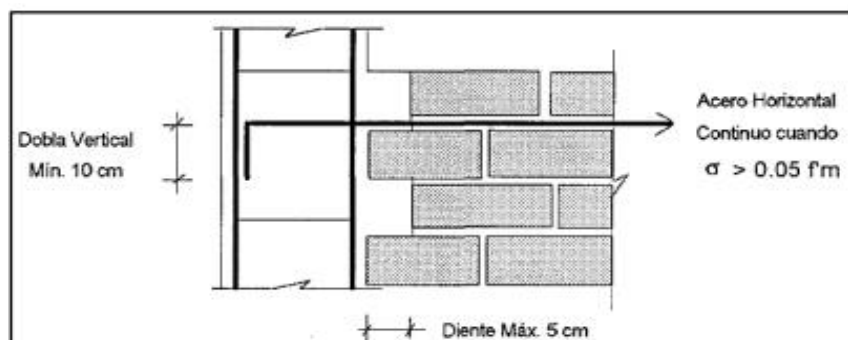
Es un método de edificación empleado para la construcción de una vivienda. En este método de construcciones mayormente se utilizan unidades de albañilería, columnas y vigas de amarres, etc.

La estructura de la albañilería se identifica por estar compuesta por muros de ladrillos, los cuales están enlazados por estructuras de concreto reforzado, tal como se muestra en la Figura 8. (Corporación Aceros Arequipa S.A., 2020)

Figura 8*Albañilería confinada*

Nota. En esta clase de viviendas se construye primero el muro de ladrillo, luego se procede a vaciar las columnas de confinamiento y por último procedemos con losa aligerada y las vigas. *Fuente:* (Medigrup Ingenieros, 2020).

Para la unión columna –muro podrá ser dentada o a ras; la longitud del diente no debe exceder los 5 cm y deberá limpiarse de los restos del mortero y partículas sueltas antes de vaciar el concreto de la columna, tal como se muestra en la Figura 9. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021)

Figura 9*Conexión dentada de un muro – columna*

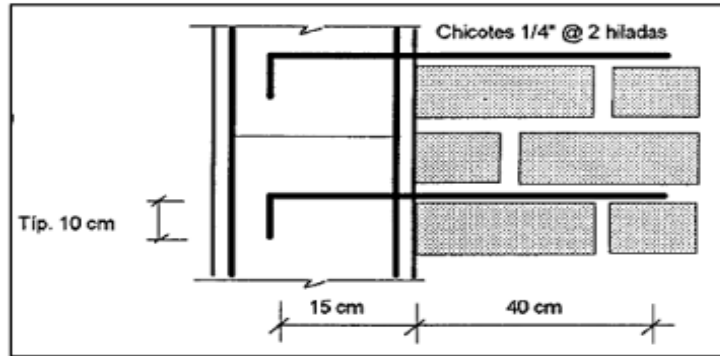
Nota. Detalle de anclaje del refuerzo horizontal continuo de un muro confinado. *Fuente:* (San Bartolome, 1994)

Mientras que para el caso de utilizar una conexión a ras; tenemos que adicionar mechas de anclaje, que estará constituido por fierro corrugado de 6 mm de

diámetro, que por lo menos ingrese 40 cm dentro del muro de albañilería, con un dobléz de 90° a 10 cm, tal como se muestra en la Figura 10.

Figura 10

Conexión a ras de un muro – columna



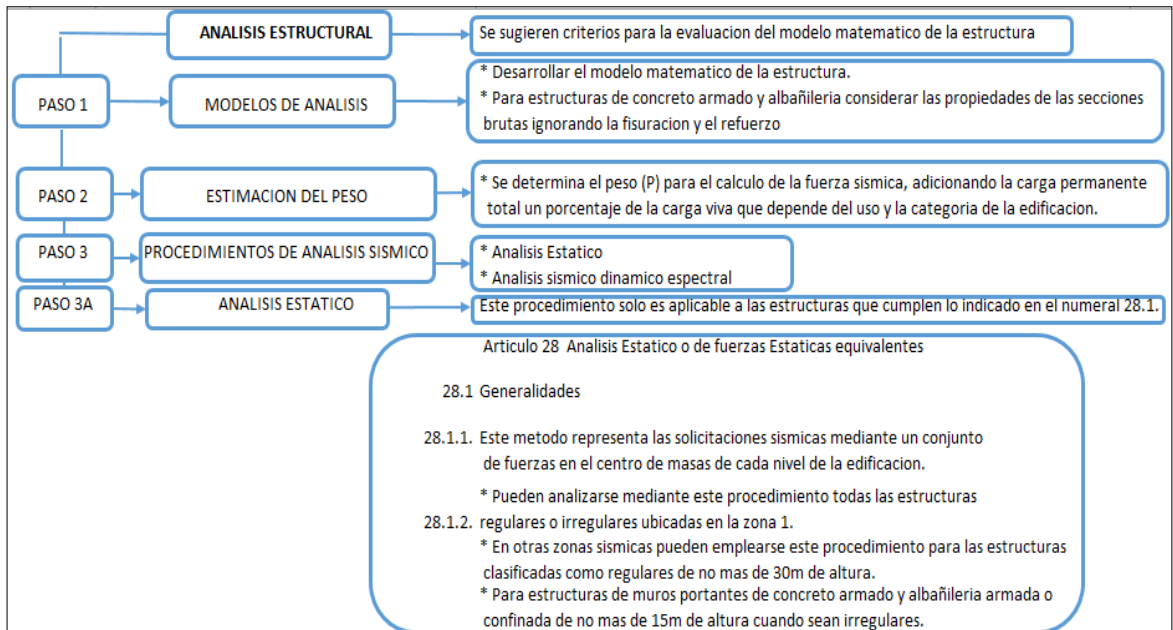
Nota. Detalle de anclaje del refuerzo horizontal de un muro confinado a ras. *Fuente:* (San Bartolome, 1994)

2.2.7. Análisis Estructural

Para realizar el análisis estructural podemos resumirlo en los siguientes diagramas de la Figura 11 y 12.

Figura 11

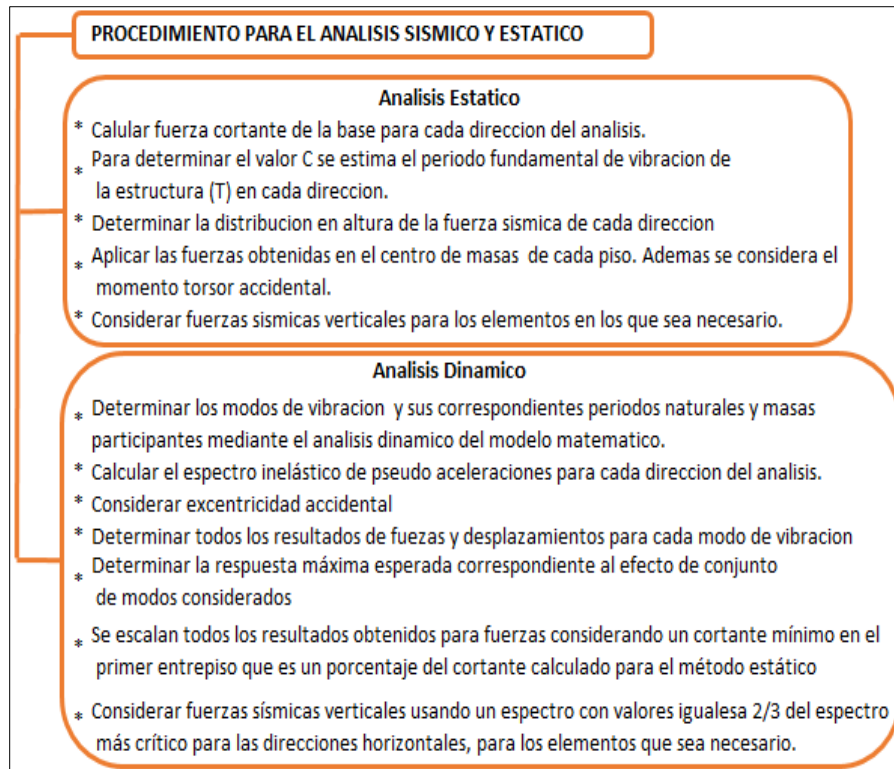
Diagrama de Análisis Estructural



Nota. Pasos a seguir para realizar el análisis estructural de una estructura.

Figura 12

Diagrama procedimental del análisis sísmico y estático



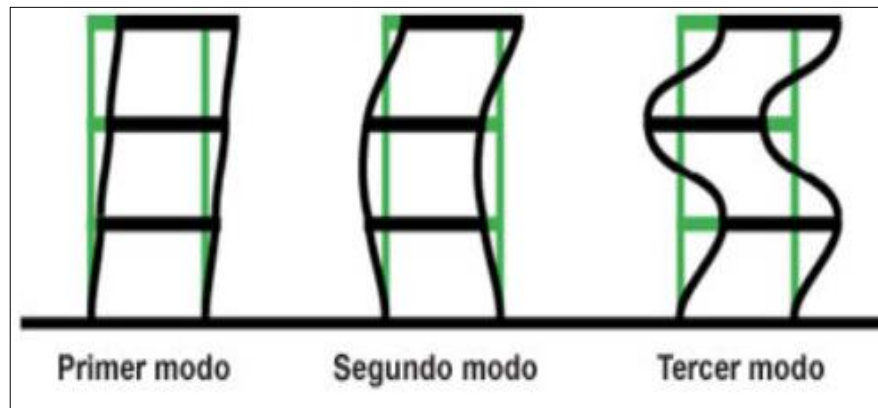
Nota. Procedimientos para el análisis estático y dinámico.

2.2.8. Conceptos Relacionados al Tema

a. Modos de Vibración

Las edificaciones pueden tener distintas formas de vibrar ante las cargas sísmicas, que puede ser generado por la eventualidad de un terremoto; a estas formas de vibrar podemos conocerlas como modos de vibración. La forma más básica de vibrar de un modo, es cuando estas oscilan de un lado a otro y esto es conocido como el modo fundamental o como modo 1, tal como se muestra en la Figura 13.

Cuando ocurre un incremento de movimiento vibratorio en la estructura, estas se ven más notorias en los pisos superiores; ya que las edificaciones no solo están sometidas a un modo de vibración sino también de un modo 2, 3 y/o 4, etc. (Ingenieria Sismica y la construccion civil, 2013).

Figura 13*Modos de vibración de un edificio*

Nota. Los edificios tienen diferentes formas de vibrar bajo cargas dinámicas que, en caso de un sismo, en grandes o menores intensidades

Fuente: (Ingeniería sísmica y la construcción civil, 2013)

b. Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el artículo 28 (Norma E.030 Diseño Sismorresistente), no excede la fracción de la altura de entrepiso (distorsión), tal como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2*Límites para la distorsión del terreno*

Material Predominante	Δ_i/h_{ei}
Concreto armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductibilidad limitada	0,005

Nota. Los límites de la distorsión (deriva) para estructuras de uso industrial son establecidos por el proyectista, pero en ningún caso exceden el doble de los valores de esta Tabla. *Fuente:* (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

2.2.9. Diseño de los Elementos Estructurales

2.2.9.1. Diseño de losas aligeradas

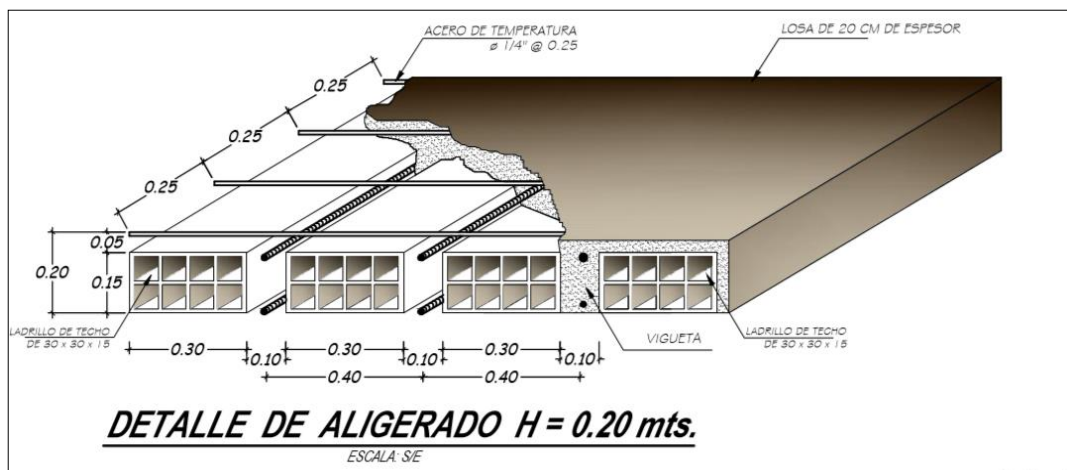
En nuestro país es común ver este tipo de losas, siendo estas las más utilizadas por nuestros medios, este tipo de losas se encuentran compuestas por viguetas, espaciadas a ciertas distancias, y cubierta por una capa de concreto armado en la parte superior; a su vez también es usado las unidades de albañilería o casetones de tecnopor para cubrir los vacíos existentes.

En la Figura 14, podemos observar el detalle de una losa aligerada típica en donde las viguetas se encuentran espaciadas a 0,40 m, ancho de alma 0,10 m, y un recubrimiento de losa superior de 0,05 m, la altura total de la losa podría variar entre alturas de 0,17 m, 0,20 m, 0,25 m hasta de 0,30 m, pero para nuestro ejemplo en la figura esta tiene 0,20 m de altura de losa. Para diseñar una losa aligerada se analiza por medio de una vigueta tomando una combinación de 1,4 CM + 1,7 CV, siendo despreciables los efectos de sismos en esta.

A continuación, se muestra en la Figura 14 el detalle típico de una losa aligerada de 20 cm de altura.

Figura 14

Detalle de una losa aligerada



Nota. Losa aligerada con una altura de 0,20 m.

Diseño por flexión

Para el diseño de la losa aligerada se toma la vigueta en forma de T, para corroborar que el bloque de compresión se encuentra en la losa superior de 0,05

m. Para el cálculo de acero se usará una sección de 0,40 m de ancho para el acero positivo y de 0,10 m para secciones de momento negativo.

Para diseñar la losa debemos seguir los siguientes pasos:

- Metrados de cargas de la losa
- Calcular los momentos flectores
- Calculo del acero de refuerzo positivo y negativo

Fórmulas para el Cálculo de Acero de refuerzo:

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2xMu}{0.85 \times 0.90 \times f'c \times b}} \quad (1)$$

$$As = \frac{Mu}{\phi \times fy \left(d - \frac{a}{2}\right)} \quad (2)$$

Donde:

$a = (cm)$

$Mu =$ Momento ultimo (kg – m)

$\phi =$ coeficiente de flexion

$d =$ peralte efectivo (cm)

$f'c =$ resistencia a la compresion (kg/cm²)

$fy =$ Esfuerzo de fluencia (kg/cm²)

2.2.9.2. Diseño de vigas

Son elementos importantes ya que reciben cargas de la losa aligeradas para éstas transmitir las a los muros, seguidamente luego transmitir las a las columnas y así llegar a la cimentación y por último al terreno. Las vigas son indispensables ya que por ellas se forman los pórticos, los cuales están conformados por vigas, columnas y/o placas conectadas por un eje de la estructura; las funciones de estos elementos juegan un papel importante ya que se encargan de resistir esfuerzos horizontales sísmicos y proporcionan rigidez lateral a la edificación.

Diseño por flexión

Para diseñar la viga debemos seguir los siguientes pasos:

- Usaremos las combinaciones que se muestran en la Tabla 3; establecidas por la norma E.060.
- Las cargas de gravedad se analizarán en un pórtico.
- Generaremos la envolvente, donde tomaremos los valores máximos de los momentos flectores y fuerzas cortantes.
- Se realiza el metrado de cargas.
- Verificar que el acero calculado cumpla con los requerimientos de acero mínimo y máximo de la norma E.060.

Tabla 3

Factores de amplificación de cargas

Carga de diseño para concreto	Resistencias requeridas
1,4 CM+ 1,7 CV	Resistencias mínimas para cargas vivas y muertas
1,25 (CM+CV) ± CSx	Resistencias a considerar debido a la existencia de cargas de sismos, además de considerar la resistencia mínima.
1,25 (CM+CV) ± CSy	
0,9 CM ± CSx	
0,9 CM ± CSy	

Nota. Donde; CM = carga muerta; CV = carga viva; CSx = Carga de sismo en dirección x; CSy = Carga de sismo en dirección y.

2.2.9.3. Diseño de columnas

Las columnas son elementos estructurales que están sometidos a flexocompresión y a esfuerzos de corte, aporta a la estructura rigidez y reduce los desplazamientos laterales.

Diseño por flexo compresión

- Absorberán cargas sísmicas, por lo que utilizarán las combinaciones de carga que se muestran en la Tabla 3.

- Mediante el metrado de cargas analizaremos las cargas de gravedad.
- Las cargas de sismo se obtendrán del modelo sísmico de la estructura.
- Se evaluará cada caso de combinación de carga axial y momento flector de manera independiente.
- Analizamos la sección transversal de la columna, asignando una determinada distribución de acero
- Realizamos el diagrama de interacción.
- Verificamos que dicha designación de acero satisfaga todas las combinaciones de carga, de lo contrario se cambia la configuración del acero hasta encontrar los puntos de la combinación de carga en el diagrama de interacción.

2.3. Definición de Términos

2.3.1. Sismos

Son movimientos bruscos terrestres originados por la liberación de energía acumulada durante un largo tiempo; y estos suelen liberar una gran energía cuando una de las placas de mueve bruscamente contra otra. (Comision nacional de prevencion de riesgos Costa rica, 2022)

2.3.2. Subducción

Proceso en el cual una de las placas tectónicas es hundida y se sitúa por debajo de la otra (wikipedia, 2022).

2.3.3. Vulnerabilidad Estructural

Se refiere a que tan susceptibles a ser afectados son los elementos estructurales de una edificación o estructura frente a las fuerzas sísmicas inducidas en ella y actuando en conjunto con las demás cargas habidas en dicha estructura. (Alzate, 2017)

2.3.4. Rigidez

Es la propiedad por la cual un elemento estructural es capaz de resistir la deformación o, en otras palabras, su capacidad para soportar cargas sin deformación o desplazamiento excesivos. (Claros, 2020)

2.3.5. Estructura

Es una colección estable de elementos de carga de una estructura destinada a soportar cargas y transmitir las al suelo. (Giordani; Leone, 2014)

2.3.6. Periodo fundamental de vibración

Es un parámetro clave para el diseño sísmico de una estructura; tal es el caso en edificaciones ya habidas es un valor que ayuda a determinar las condiciones actuales de la seguridad estructural (Peralta; Sanchez; Arroyo , 2014).

2.3.7. Columna

También llamado pilar; es una barra vertical que resiste las cargas y pesos de otros elementos estructurales por encima de ella, soportando esfuerzos de compresión y torsión; puede ser de material de hormigón armado, mampostería, acero, etc (Giordani; Leone, Estructura, 2014).

2.3.8. Viga

Barra horizontal que trabaja fundamentalmente a flexión y cortante; están compuestas generalmente por acero, hormigón armado, postensado, pretensado (Giordani; Leone, 2014).

2.3.9. Losa aligerada

Elemento estructural que está compuesto por concreto armado, unidades de albañilería, viguetas; cumplen la función de transmitir su peso propio, peso de las personas, muebles, también transmiten los esfuerzos de los sismos hacia los muros.

(Corporación Aceros Arequipa S.A., 2020).

2.3.10. Muro portante

Elemento estructural, que soportan los esfuerzos en toda su longitud, de forma que distribuyen las cargas (Giordani; Leone, Estructura, 2014).

2.3.11. Peralte efectivo

El peralte efectivo es la distancia existente entre la cara de compresión del concreto hasta el centro del refuerzo longitudinal a tracción. (Lifehackk, 2022).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y Nivel de la Investigación

a. Tipo de la investigación

La presente investigación por su finalidad es de tipo descriptivo, ya que se busca determinar el buen comportamiento estructural de un proyecto, bajo los requerimientos de las normas vigentes.

b. Nivel de la investigación

Nivel de tipo integrativo, ya que corresponde a una investigación cuyo objetivo es evaluar.

3.2. Acciones y Actividades

a. Revisión de planos

Se revisarán cada uno de los planos comprendidos dentro del proyecto: plano de ubicación, plano de cimentación, plano de aligerados, plano de arquitectura, planos de instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas.

b. Modelado de la estructura en software

Se hará un modelamiento en 3D del proyecto de vivienda para someterlo a un análisis de diseño sísmico y así también poder conocer su comportamiento estructural.

c. Verificación del análisis y diseño de la estructura con ayuda del programa ETABS 2019 V.1.0.

Verificaremos el proyecto mediante el software ETABS 2019 y analizaremos su comportamiento estructural, en donde revisaremos sus desplazamientos permisibles y sus derivas, además de sus fuerzas de corte para el diseño de los elementos estructurales.

d. Verificación de diseño de elementos estructurales

Tomaremos como muestra de evaluación algunos elementos estructurales como las vigas, columnas, losa aligerada e incluso algunos muros del proyecto.

e. Contrastación con las normas vigentes

Verificaremos que la evaluación del proyecto cumpla con las normativas vigentes del Reglamento Nacional de Ediciones, teniendo dentro de esta las normas: Norma E.020 cargas; Norma E0.30 diseño sismorresistente, Norma E.060 Concreto armado y Norma E.070 albañilería.

f. Análisis de datos e interpretación

Los datos obtenidos de nuestros planos del proyecto serán interpretados con la seriedad pertinente del caso en nuestro software elegido (ETABS 2019 V.1.0.).

g. Resultados

Los resultados obtenidos nos ayudaran mucho a ratificar si el proyecto está dentro de los parámetros ideales o de lo contrario, podría ayudarnos a una mejora del diseño estructural a futuro en caso desfavorable.

h. Validación de hipótesis

Al obtener nuestros resultados podremos afirmar o desmentir nuestra hipótesis, y de esta manera dar por valido el proyecto.

3.3. Materiales y/o Instrumentos

a. Materiales:

- Software ETABS 2019 V.1.0.
- Norma de cargas E.020.
- Norma de Diseño Sismorresistente E.030.
- Norma de concreto armado E0.60.
- Norma de albañilería E0.70.

b. Instrumentos:

- Pc portátil.
- Planos
- Fotos

3.4. Población y/o Muestra de Estudio

a. Población

Proyectos de edificaciones de viviendas unifamiliares de Tacna.

b. Muestra de estudio

Proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles.

3.5. Tratamiento de Datos y Análisis Estadístico

Debido a que se analizara una vivienda unifamiliar en particular, no se realizarán análisis estadísticos.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Estructuración

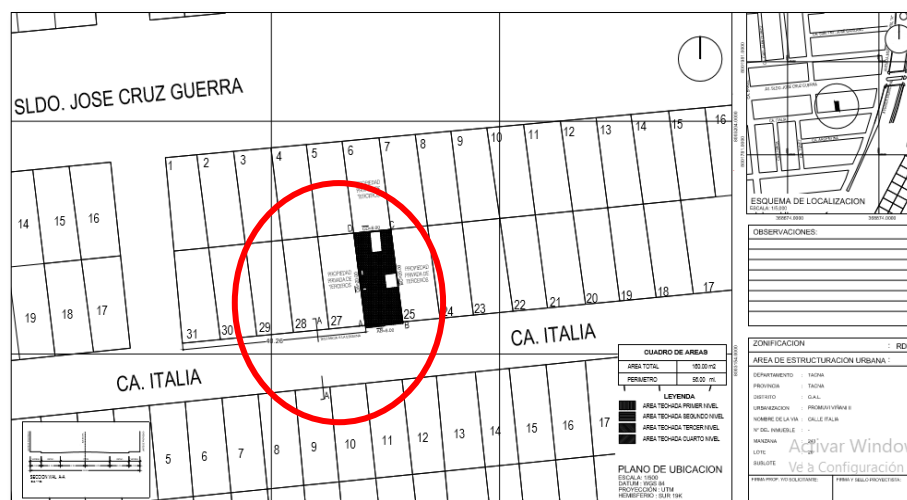
4.1.1. Descripción del Proyecto

La estructura del proyecto trata de una vivienda unifamiliar de cuatro niveles sobre un terreno de 160 m², ubicado en la Urbanización Promuvi Viñani II Calle Italia S/N, en el Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa (Figura 15), no contando con área techada, siendo este un terreno vacío, posee una altura de entrepiso de 2,8 m de primer nivel al último y una altura total de 12,3 m, contando con un parapeto de 1,1 m de altura en la azotea.

La vivienda cuenta con dos entradas (uno por la sala y la otra por la cochera), las cuales permiten el acceso a los diferentes ambientes de la casa. En el primer piso se encuentra una escalera que le servirán a su empleador a desplazarse desde la primera planta hasta la última, asimismo le permitirá transportar cómodamente sus muebles, etc. En las Figuras 16 y 17 se muestra la distribución de las plantas típicas del primer al cuarto nivel, mientras que en las Figuras 18 y 19 muestran el corte A-A y corte B-B de la vivienda.

Figura 15

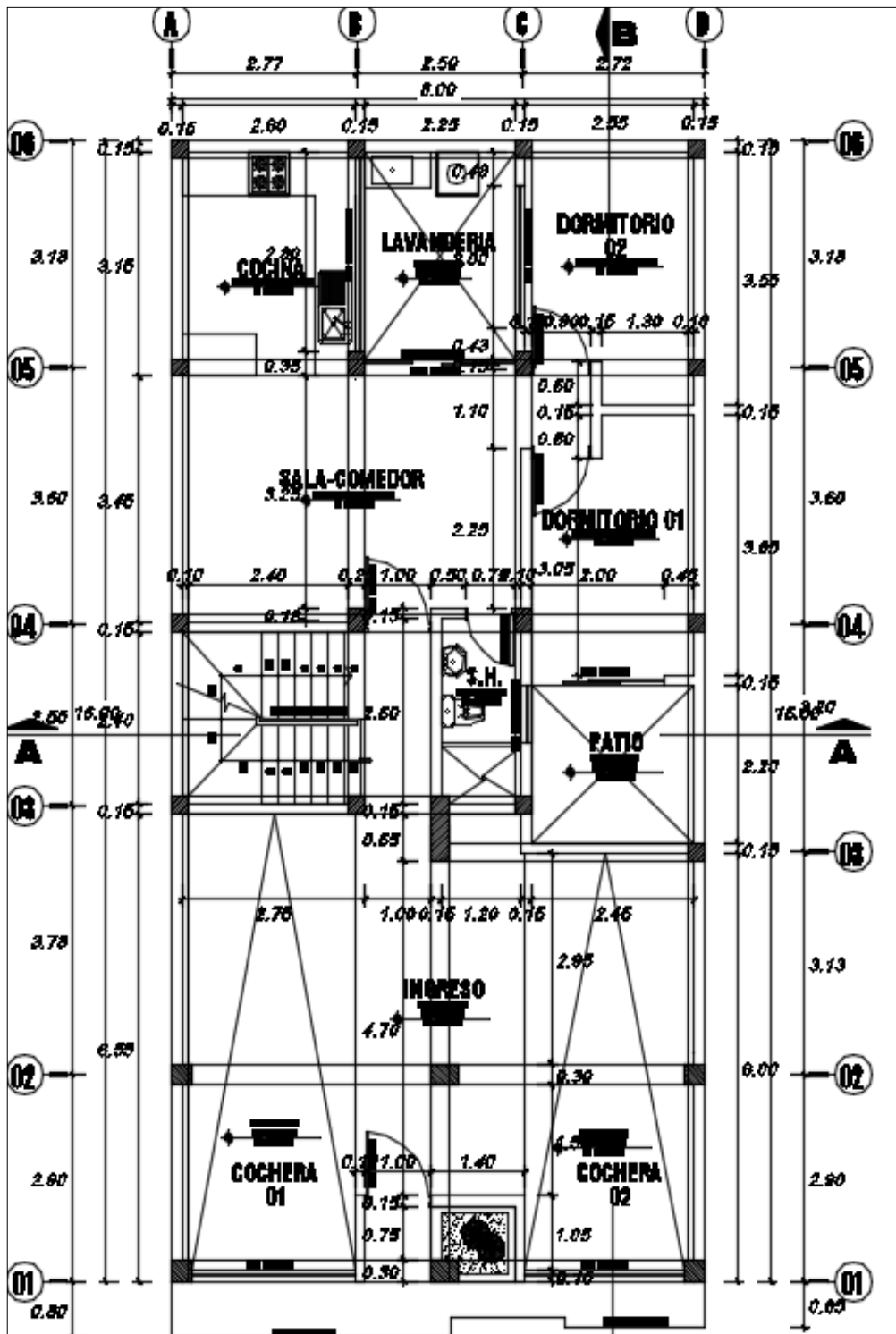
Plano de ubicación del proyecto



Nota. Se aprecia la ubicación de la futura vivienda a construirse.
Fuente. Mapa de ubicación del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa.

Figura 16

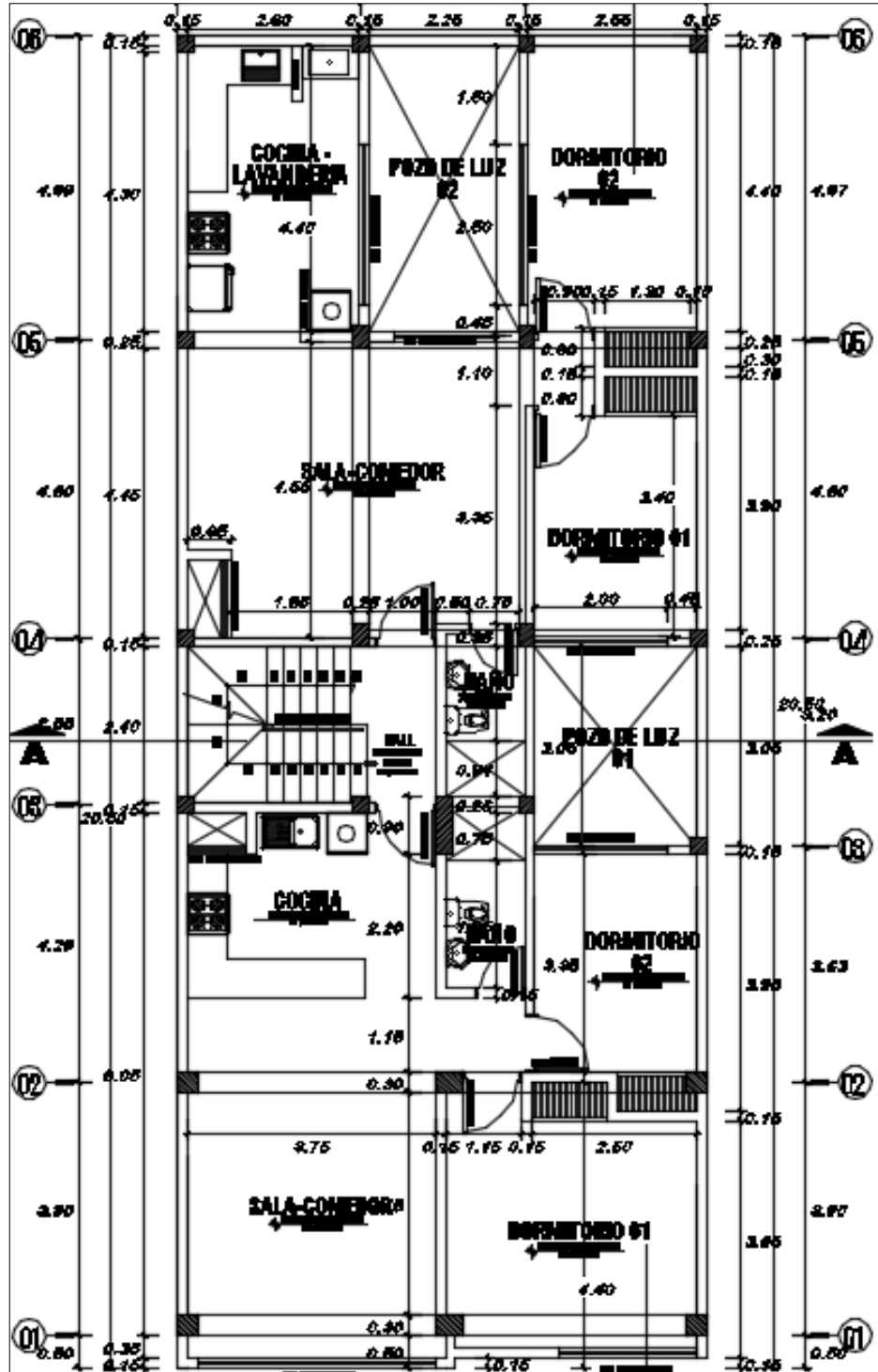
Plano de distribución de la vivienda en 1er nivel



Nota. Se observa la distribución de los diferentes ambientes en el primer nivel.

Figura 17

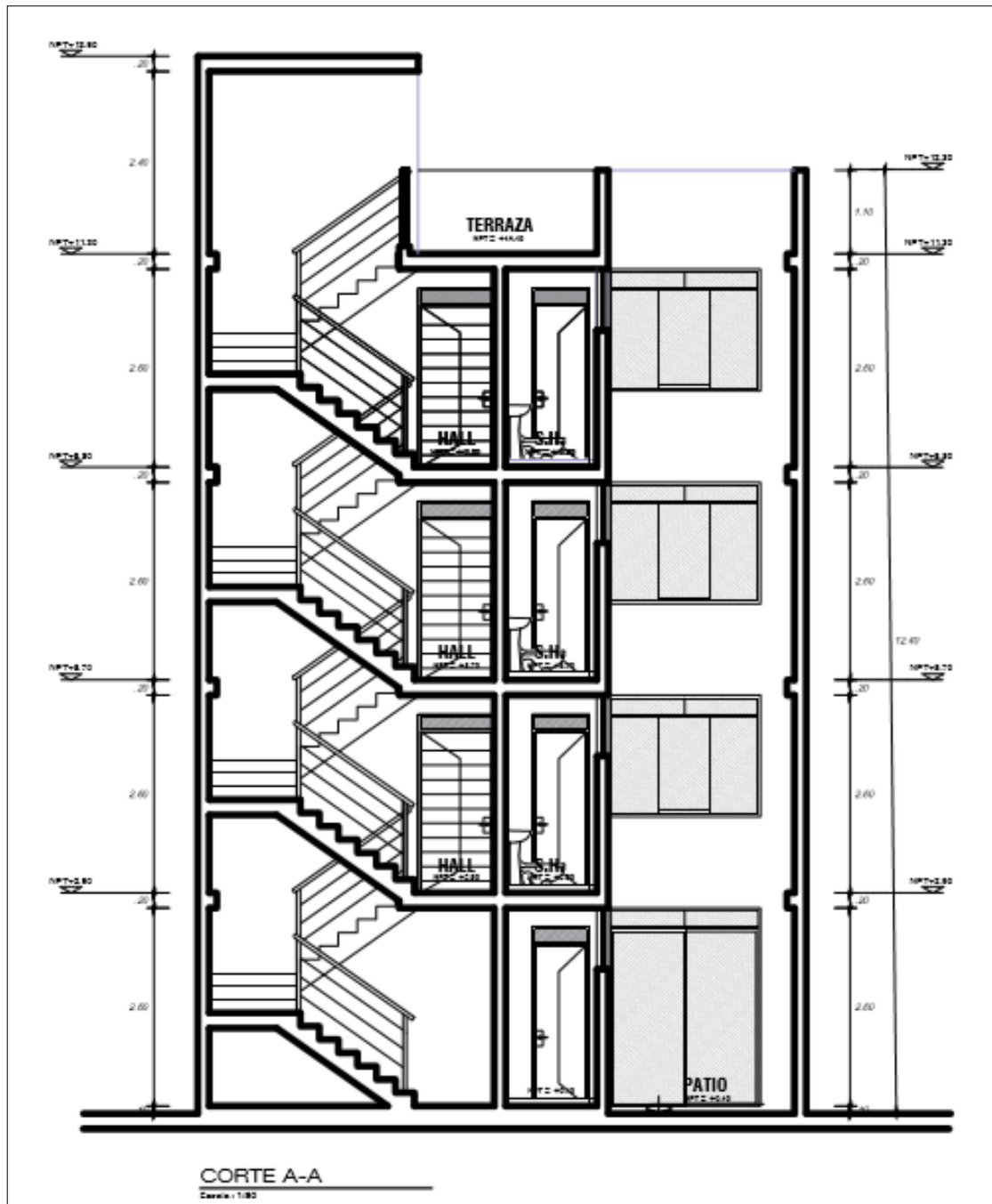
Plano de distribución de la vivienda en 2do, 3er y 4to nivel



Nota. Se observa la distribución de los diferentes ambientes en 2do, 3er y 4to nivel.

Figura 18

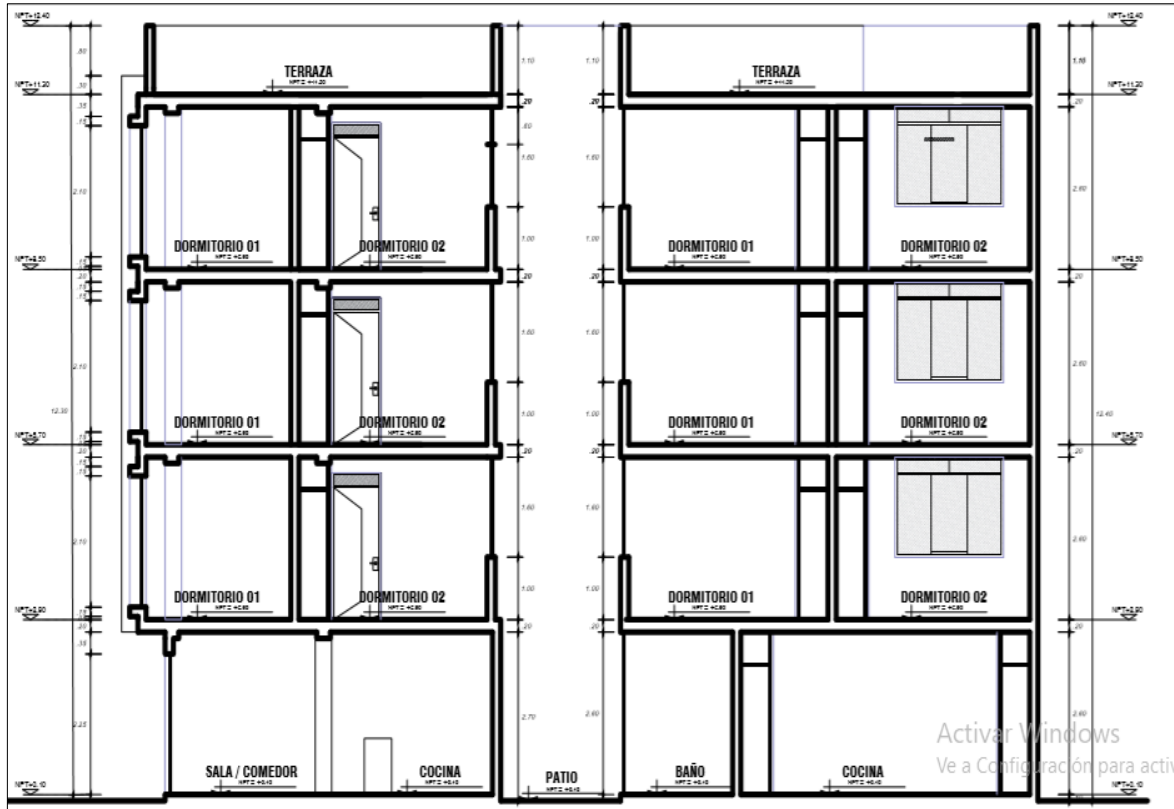
Corte A-A de la vivienda



Nota. Se observa el corte lateral A-A de los diferentes ambientes niveles.

Figura 19

Corte B-B de la vivienda



Nota. Se observa el corte lateral B-B de los diferentes ambientes de los niveles.

La estructura a analizar es una edificación de 4 pisos y está destinada a uso de vivienda unifamiliar, y está constituido por pórtico de concreto de armado y muros de albañilería tanto en la dirección X-X como en dirección Y-Y.

Las dimensiones de vigas, columnas, losas aligeradas y muros de mampostería y demás elementos estructurales se observan en los planos adjuntos a este estudio, donde se han modelado en software a partir de los mismos.

4.1.2. Materiales Seleccionados

a. Concreto

- Resistencia a la compresión: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad: $E = 15000 \sqrt{f'c}$
- Peso específico: $E = 15000 \sqrt{f'c}$

b. Acero de refuerzo

- Varillas corrugadas: 5/8"; 1/2", 3/8"
- Esfuerzo de fluencia: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad: $E = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

4.1.3. Especificaciones Técnicas

a. Concreto simple

- Cimiento corrido: Concreto 1:10 (cemento-hormigón) mas 30 % de piedra grande de tamaño máximo 5".
- Falsos pisos: $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$
- Sobrecimientos: $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$
- Solado: Concreto 1:10 C:H

b. Concreto armado

- Zapatas: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en estructuras
- Vigas de cimentación: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en estructuras
- Sobrecimiento reforzado: $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en estructuras
- Columnas y vigas: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en estructuras
- Losa aligerada: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en estructuras
- Escaleras: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en estructuras
- Columnas y vigas de amarre: $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de refuerzo: $f'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

c. Recubrimientos

- Zapatas: 7,5 cm.
- Vigas de cimentación: 5 cm.
- Columnas, vigas, sobrec. Reforz: 4 cm.
- Aligerados y vigas chatas: 3 cm.
- Columnas y vigas de amarre: 2,5 cm.

d. Terreno

- Capacidad portante: Según EMS (verificar en obra).

e. Albañilería

- Unidad de albañilería: $f'm = 65 \text{ kg/cm}^2$ – ladrillo de arcilla industrial (E070).
- Mortero: muros tabiques 1: 5 (C-A)
- Albañilería: Espesor de junta vertical y horizontal máx.= 1,2 cm.

4.2. Procesamiento y Análisis de Datos

4.2.1. Modelo elástico

Para el modelado de la estructura se hizo uso del software ETABS 2019.1.0, teniendo en cuenta los elementos estructurales con las propiedades dadas en las especificaciones técnicas:

- Se consideró la definición de material a usar: concreto ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) y albañilería (unidades de albañilería de tipo sogá, 14 cm, y tipo cabeza, 24 cm).
- Se definió las secciones de los elementos estructurales tales como: columnas, vigas, losa aligerada, muros de albañilería.
- Se asignó empotramiento en los apoyos.
- Se definió y se asignó el uso de diafragma rígido.
- Se ha tomado en cuenta 3 grados de libertad (un desplazamiento vertical, uno horizontal y otro de giro).
- Se consideró brazos rígidos en los empalmes viga-columna para que exista una mejor conexión limitada entre estos elementos.
- Se consideró el uso de los parámetros de diseño sísmico, considerando un sísmico dinámico.

4.2.2. Software

Las secciones geométricas se modelaron a partir de los planos proporcionados directamente por la dueña del proyecto (ver Figura 20), quien estaba interesada en saber si su vivienda se encontraba diseñada de la mejor manera posible para soportar un movimiento sísmico de gran magnitud.

Los esfuerzos generados por los movimientos sísmicos y las cargas verticales se estimarán asumiendo un sistema de cargas aplicados a la estructura, estas fuerzas serán definidas de modo que se aproximen lo más cercano posible a la realidad

Para el análisis de la edificación se empleó el programa ETABS 2019.1.0, el cual es un programa para análisis estructural y diseño de edificaciones, que incluye las técnicas más actualizadas y en donde también usamos los parámetros de diseño brindados por el mismo proyecto.

Las propiedades mecánicas usadas fueron:

Concreto

- Resistencia nominal a la compresión: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad: $E_c = 2188197,889 \text{ tn/m}^2$

Albañilería

- Resistencia nominal a la compresión: $f'm = 65 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad: $E_m = 325000 \text{ tn/m}^2$

En la tabla 4 se muestran las cargas usadas para la edificación:

Tabla 4

Metrado de cargas en edificación

Tipo de carga	Ubicación	Edificación	Tnf/m ²
Carga muerta (WD)	Entrepisos	Piso terminado de losa	0,15
		Muros	0,15
		Peso de ladrillo de losa	0,07
		Peso total (WD)	0,37
Carga muerta (WD)	Azotea y volado	Piso terminado de losa	0,15
		Peso ladrillo	0,07
		Peso total (WD)	0,22
Carga viva (WL)	Sobrecarga (SC), uso vivienda=	Peso total (WL)	0,20
Parapeto			Tnf/m
Carga muerta (WD)	Altura parapeto (h=1.10 m)		0,243

Nota. Metrado de carga viva y carga muerta en la edificación del primero al último nivel, asimismo se considera carga muerta para el parapeto ubicado en la azotea.

a. Medrado de cargas para la escalera

- *Tramo inclinado*

Carga muerta (WD):

$$\text{Peso propio: } 2400\text{kgf/m}^3 \times 0,31\text{m} \times 1,20\text{m} = 892,8 \text{ kgf/m}$$

$$\text{Acabados: } 100\text{kgf/m}^2 \times 1,20\text{m} = 120\text{kgf/m}$$

$$\text{Tarrajeo: } 50\text{kgf/m}^2 \times 1,20\text{m} = 60 \text{ kgf/m}$$

$$\text{WD} = 1072,8\text{kgf/m}$$

Carga viva (WL):

$$\text{Uso edificación (vivienda) = } 200\text{kg/m}^2 \times 1,20\text{m} = 240\text{kg/m}$$

$$\text{WL} = 240\text{kgf/m}$$

Carga ultima:

$$\text{Wu} = 1,4 \times \text{Wm} + 1,7 \text{ WL}$$

$$\text{Wu} = 1,4 \times 1072,8 + 1,7 \times 240$$

$$\text{Wu} = 1909,92 \text{ kgf/m}$$

- *Tramo recto (descanso)*

Carga muerta:

$$\text{Peso propio: } 2400\text{kgf/m}^3 \times 0,18\text{m} \times 1,20\text{m} = 518,4 \text{ kgf/m}$$

$$\text{Acabados: } 100\text{kgf/m}^2 \times 1,20\text{m} = 120\text{kgf/m}$$

$$\text{Tarrajeo: } 50\text{kgf/m}^2 \times 1,20\text{m} = 60 \text{ kgf/m}$$

$$\text{WD} = 698,4 \text{ kgf/m}$$

Carga viva:

$$\text{Uso edificación (vivienda) = } 200\text{kg/m}^2 \times 1,20\text{m} = 240\text{kg/m}$$

$$\text{WL} = 240\text{kg/m}$$

Carga ultima:

$$\text{Wu} = 1385,76 \text{ kg/m}$$

Se muestra en la tabla 5 el resumen de cargas a usar:

Tabla 5*Metrado de cargas en escalera*

Tipo de carga	Ubicación	Escalera (tramo 1-8)	Tnf/m
		Peso propio	0,8928
Carga Muerta	Tramo inclinado	Acabados	0,12
(WD)		Tarrajeo	0,06
		Peso total (WD)	1,07
Carga viva (WL)		Peso total (WL)	0,24
Carga ultima (Wu)	Wu= 1,4WD+1,7WL	Wu=	1,91
		Peso propio	0,518
Carga Muerta	Tramo recto (descanso)	Acabados	0,12
(WD)		Tarrajeo	0,06
		Peso total (WD)	0,698
Carga viva (WL)		Peso total (WL)	0,24
Carga ultima (Wu)	Wu= 1,4WD+1,7WL	Wu=	1,39

Nota. Se tiene el metrado de la escalera en tramo inclinado y de descanso para los pasos del 1 al 8.

El metrado de los pasos del 1 al 8, resultan ser los mismos entre los pasos del 9 al 16, por ende, tomamos el mismo metrado para estos

Carga total tramo 1-8 = 3295,68 kg/m; Carga total tramo 9-16 = 3295,68 kg/m

Carga total = 6591,36 kg/m = 6,59 tn/m

b. Metrado de cargas de la escalera a considerar para el modelado

Para carga muerta (WD):

- Acabados + Tarrajeo = 180 kgf/m

Pero área de la losa a considerar de la escalera será: 2,26 m²

Entonces: 180 kgf / 2,26 m² = 79,6 kg/m² ≈ 80 kg/m²

Pero para condición de modelado tomaremos como carga muerta = 100 kgf/m² tanto para tramo inclinado como para tramo recto (descanso).

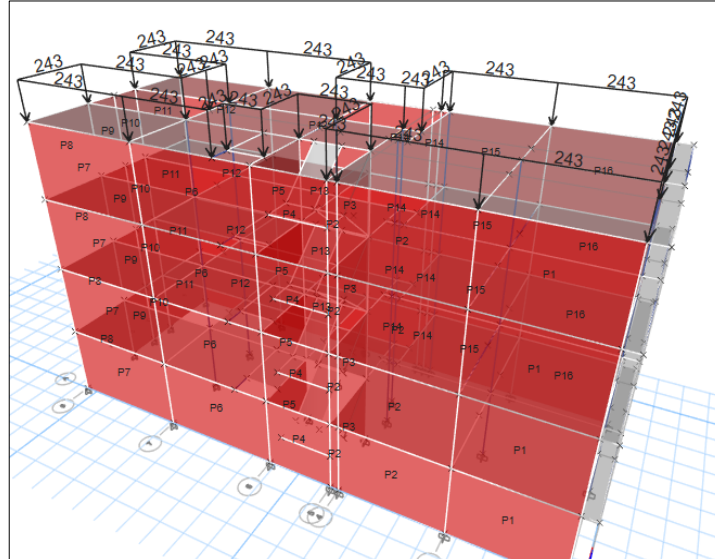
Para carga viva:

Para escaleras en vivienda: 200kgf/m² (Norma E.020 Cargas).

A continuación, se muestra en la Figura 20 la distribución de la carga de la escalera.

Figura 20

Consideración de cargas de modelado para escalera



Nota. Consideramos colocar una losa para la construcción de la escalera, la cual es sometida luego a carga viva y muerta que se encuentra ubicada en el eje B-B, tramo 5-6.

Para la geometría de nuestro modelado en cuanto a la escalera se tomó en consideración las características que se encuentran en el plano de estructuras E-02, ubicado en el sector de planos-anexos, mientras que para nuestras columnas y muros se tomó en consideración del planos de estructuras E-01.

En el proceso de análisis y diseño se utilizarán las siguientes normatividades dadas por el Reglamento Nacional de Edificaciones; las cuales se mencionan en la Tabla 6.

Tabla 6

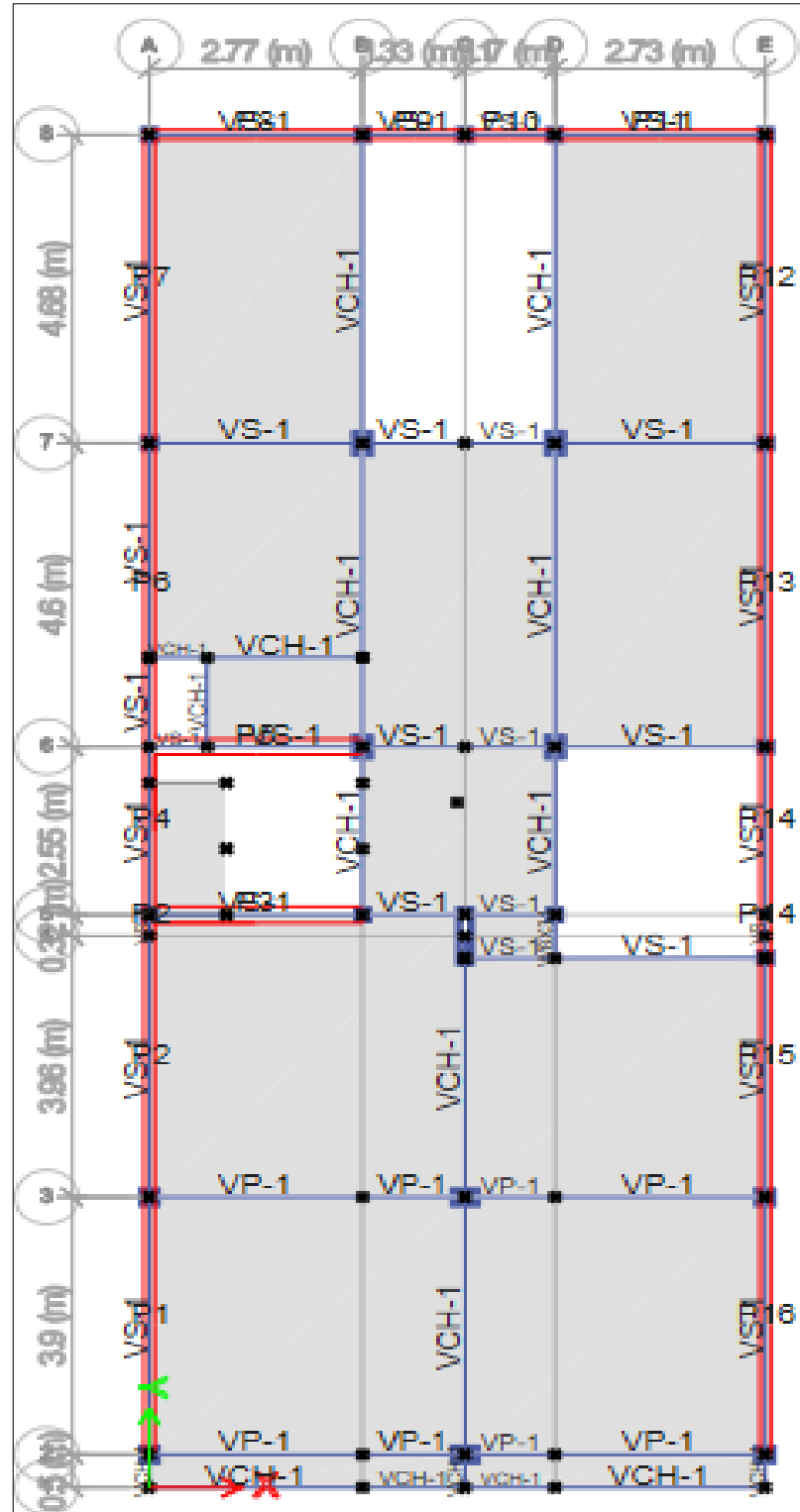
Resumen de normas usadas

Normas	Descripción
Norma E.020	Cargas
Norma E.030	Diseñosismorresistente
Norma E.060	Concreto armado
Norma E.070	albañilería

Nota: Normas pertenecientes al Reglamento Nacional de Edificaciones.

Figura 21

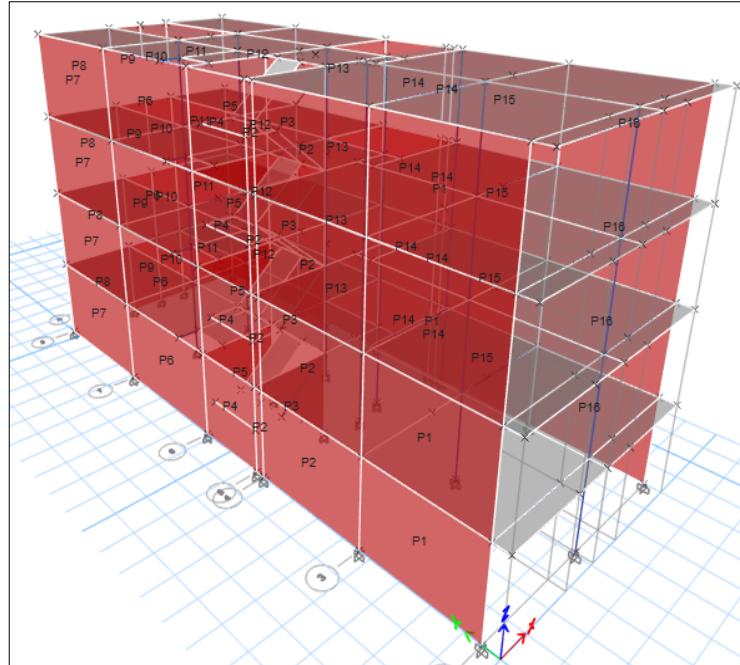
Modelado del proyecto vista en planta



Nota. Visualización de las columnas, vigas, losas aligeradas y muros de albañilería en una vista en planta.

Figura 22

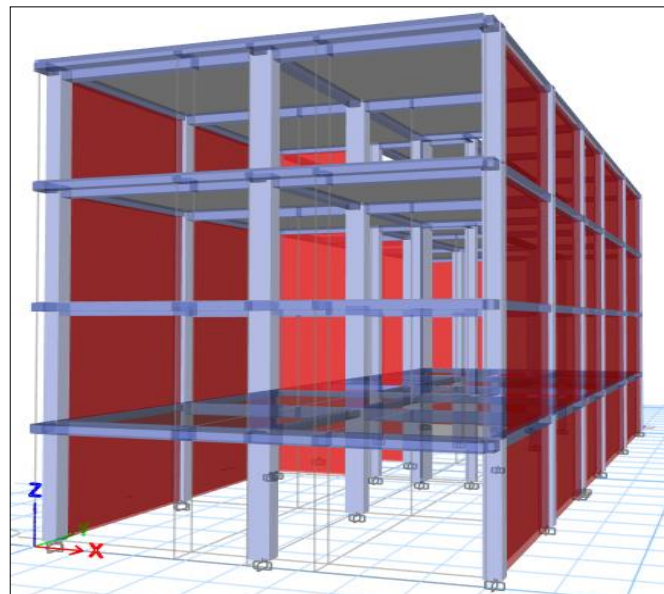
Vista en 3D del proyecto



Nota. Elevación del modelado de primero al último nivel.

Figura 23

Vista frontal del proyecto



Nota. Apreciación de los niveles y el volado.

4.2.3. Análisis Sísmico

El análisis se realizó según la Norma E.030 Diseño sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, considerando las condiciones de suelo, las características de la estructura y las condiciones de uso, se utilizaron los siguientes parámetros sísmicos de la Tabla 7.

Tabla 7

Consideración de parámetros de diseño

Tipo de parámetro	Descripción	Simbología	Valor indicado
Factor de zona	Zona 4	Z	0,45
Factor de uso	Categoría C	U	1,00
Factor de amplificación sísmica	$T < T_p$	C	2,50
Factor de suelo	Suelo intermedio	S	1,05
Periodo T_p (s)	-	T_p	0,60
Periodo T_L (s)	-	T_L	2,00
Configuración estructural	Coefficiente básico de reducción	R	3,00
Irregularidad de altura	Asumiendo sea regular	I_a	1,00
Irregularidad de planta	Asumiendo sea regular	I_p	1,00

Nota. Parámetros que nos ayudaran al modelado de la edificación.

Para nuestro proyecto se tiene identificado dos tipos de sistemas estructurales las cuales son los pórticos y los muros de albañilería confinada; las cuales cada una posee un coeficiente de reducción 8 y 3 correlativamente, tal como se muestra en la tabla 8.

Una vez identificado los dos tipos de sistemas estructurales en nuestro proyecto, lo ideal es trabajar con el coeficiente de reducción menor o crítica según como lo indica nuestra norma de diseño sismorresistente E.0.30; por ello como parámetro de diseño es que consideraremos un coeficiente de reducción igual a 3.

Tabla 8
Sistemas estructurales

Sistema estructural	Coefficiente básico de reducción Ra (*)
Acero	
Pórticos especiales resistentes a momentos (SMF)	8
Pórticos intermedios resistentes a momentos (SMF)	7
Pórticos ordinarios resistentes a momentos (OMF)	6
Pórticos especiales concéntricamente arriostrados(SCBF)	8
Pórticos ordinarios concéntricamente arriostrados(OCBF)	6
Pórticos excéntricamente arriostrados (EBF)	8
Concreto armado	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductibilidad limitada	4
Albañilería armada o confinada	3
Madera (por esfuerzos admisibles)	7

(*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplicaran a estructuras tipo péndulo invertido.

Nota: Se identifican dos sistemas estructurales para nuestro proyecto R=8 y R=3. *Fuente:* (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021).

Modos de vibración

Tabla 9

Modos de vibración

Caso	Modo	Periodo(s)	Ux	Uy	Uz	SumUx	SumUy	SumUz	Rx	Ry	Rz	SumRx	SumRy	SumRz
Modal	1	0,352	0,6848	0,000023	0	0,684	0,000023	0	0,0000016	0,2184	0,0957	0,0000016	0,2184	0,0957
Modal	2	0,144	0,0103	0,7414	0	0,695	0,7414	0	0,1436	0,007	0,0983	0,1436	0,2254	0,194
Modal	3	0,142	0,0633	0,1105	0	0,758	0,8519	0	0,0228	0,0431	0,6696	0,1664	0,2685	0,8636
Modal	4	0,105	0,1649	0	0	0,923	0,8519	0	0,000020	0,4439	0,0016	0,1664	0,7124	0,8652
Modal	5	0,06	0,0226	0,000013	0	0,946	0,8519	0	0,0001	0,0605	0,0089	0,1665	0,7729	0,8741
Modal	6	0,054	0,0024	0	0	0,948	0,8519	0	8,098E-07	0,0075	0,0002	0,1665	0,7804	0,8743
Modal	7	0,053	0,002	0,000023	0	0,950	0,8519	0	0,0002	0,0088	0,0042	0,1667	0,7892	0,8785
Modal	8	0,052	0,0003	0,000009	0	0,950	0,8519	0	0,0001	0,0003	0,0018	0,1667	0,7894	0,8803
Modal	9	0,051	0,0078	0,001	0	0,958	0,8529	0	0,0065	0,0446	0,0433	0,1732	0,834	0,9237
Modal	10	0,051	0,0002	0,0002	0	0,958	0,853	0	0,0011	0,0018	0,0033	0,1744	0,8358	0,927
Modal	11	0,05	0,0002	0	0	0,958	0,853	0	0,0000011	0,0006	0,0001	0,1744	0,8364	0,9272
Modal	12	0,049	0,000008	0,1	0	0,958	0,953	0	0,6669	0,0001	0,0004	0,8413	0,8365	0,9276

Nota: Se puede apreciar que la mayor masa participativa se da en la dirección x-x, por lo que el modo 1 tiene por definido un periodo fundamental de 0,352 s.

Se consideran los modos de vibración cuya suma de masas efectivas sean por lo menos el 90% de la masa total; por lo tanto, se le consideran solamente los 12 primeros modos debido a que estos cumplen con lo especificados en la norma E.030 Diseño sismorresistente; tal como se muestra en la tabla 9. Una vez obtenido nuestro periodo para nuestro sismo estático en ambas direcciones "X" e "Y", se obtiene nuestro coeficiente sísmico "C", los valores del coeficiente sísmico se muestran a continuación en la tabla 10.

Tabla 10
Coeficiente sísmico

Parámetro	Sismo estático en X	Sismo estático en Y
Periodo "T"	0,352	0,144
Coeficiente sísmico "C" (ZUCS/R)	0,1477	0,1477

Nota. En la tabla se muestran los valores de los coeficientes sísmicos para el sentido de análisis x-x e y-y.

Tabla 11
Peso de la estructura

Pisos	Caso de salida	Tipo de caso	Localización	Peso acumulado	MX	MY	Peso por nivel	Peso por nivel	Ratio área (m ²)
				kgf	kgf-m	kgf-m	KG	Tn	
Piso 4	P:100%CM+25%CV	Combinación	base	204122,35	2127462,95	-770505,73	204122,35	204,12	164,08
Piso 3	P:100%CM+25%CV	Combinación	base	410379,93	4246006,41	-1548167,2	206257,58	206,26	
Piso 2	P:100%CM+25%CV	Combinación	base	616637,51	6364549,86	2325828,67	206257,58	206,26	Ratio (tn/m ²)
Piso 1	P:100%CM+25%CV	Combinación	base	822895,1	8483093,32	3103490,14	206257,59	206,26	12,570

Nota: El peso en el último nivel de la edificación es menor debido a que este solo es azotea.

Tabla 12
Análisis sismo estático en "X"

Piso	Peso("P" en tn)	Altura acumulada ("hi" en m)	hi ^k	P*hi ^k (tn)	alfa	Fi(tn)	MT acc(tn-m)
Piso 4	204,12235	11,2	11,2	2286,17032	0,397505127	128,798	128,7976021
Piso 3	206,25758	8,4	8,4	1732,563672	0,301247434	97,6087	97,60867095
Piso 2	206,25758	5,6	5,6	1155,042448	0,200831623	65,0724	65,0724473
Piso 1	206,25759	2,8	2,8	577,521252	0,100415816	32,5362	32,53622523
SUMA=	822,8951		total=	5751,297692			

Nota: Fuerzas laterales en sentido de análisis X-X; se considera el momento torsor accidental aplicada para cada nivel con un valor de excentricidad de 0,05 la dimensión de la edificación.

Tabla 13*Análisis sismo estático en "Y"*

Piso	Peso("P" en tn)	Altura acumulada ("hi" en m)	hi ^k	P*hi ^k (tn)	alfa	Fi(tn)	MT acc(tn-m)
Piso 4	204,12235	11,2	11,2	2286,17032	0,39750513	128,80	51,51904086
Piso 3	206,25758	8,4	8,4	1732,56367	0,30124743	97,61	39,04346838
Piso 2	206,25758	5,6	5,6	1155,04245	0,20083162	65,07	26,02897892
Piso 1	206,25759	2,8	2,8	577,521252	0,10041582	32,54	13,01449009
SUMA=	822,8951		total=	5751,29769			

Nota: Fuerzas laterales en cada piso en sentido de análisis Y-Y.

Fuerza Cortante basal

La fuerza cortante en la base se calcula por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P \quad (3)$$

Donde:

Z= Fuerza cortante en la base de la estructura

U= Factor de uso o importancia

C= Factor de amplificación sísmica

S= Factor de amplificación del suelo

R= Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

P= Peso total de la edificación.

$$V = \frac{0,45 \times 1 \times 2,5 \times 1,05}{3} \times 822,89$$

$$V = 324,01 \text{ tn}$$

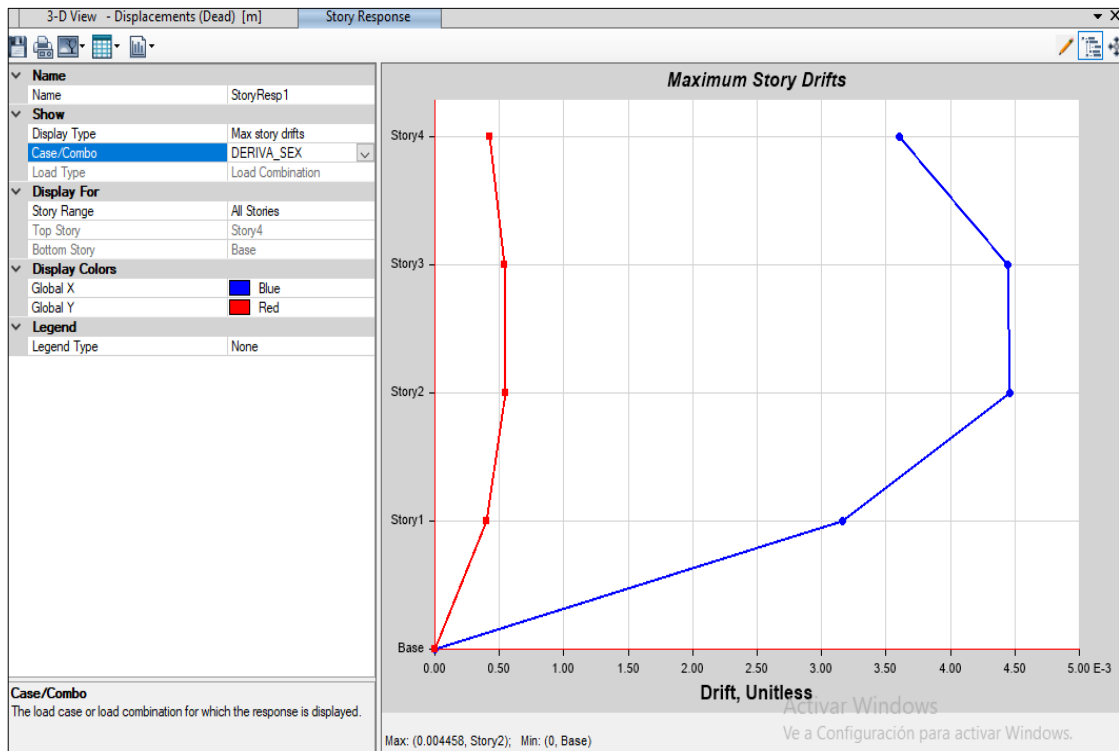
4.2.4. Derivas Máximas

Se muestran los resultados obtenidos de las derivas máximas en el sentido de análisis X-X en la figura 24 y sentido de análisis y-y en la figura 25.

En las figuras 24 y 25 podemos apreciar que, para las derivas máximas, estas se encuentran dentro de los límites de distorsión del entrepiso que para nuestro caso es de albañilería con un límite de 0,005.

Figura 24

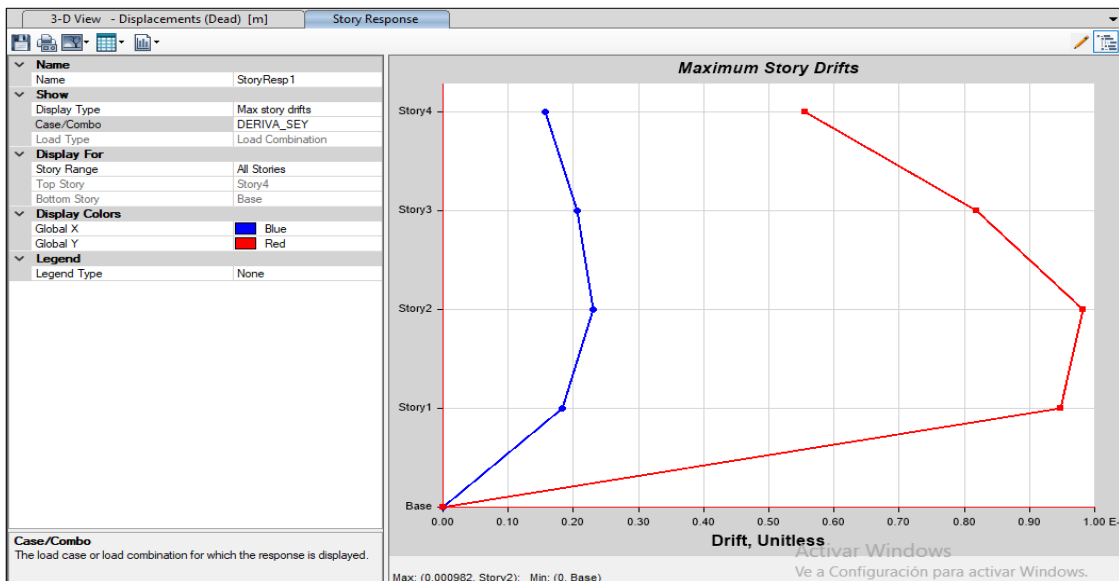
Deriva máxima en sentido X-X



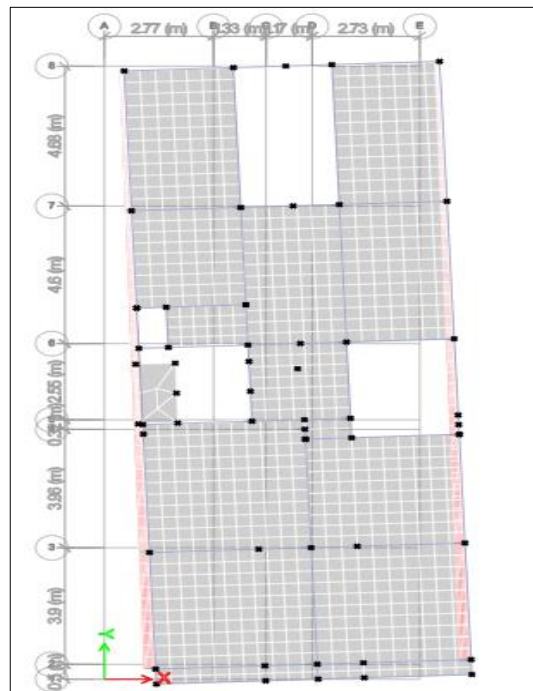
Nota: Deriva inelástica en sentido x-x: 0,004458 (cumple); se obtiene al multiplicarlo con un factor $0,75 \cdot R = 0,75 \cdot 3$.

Figura 25

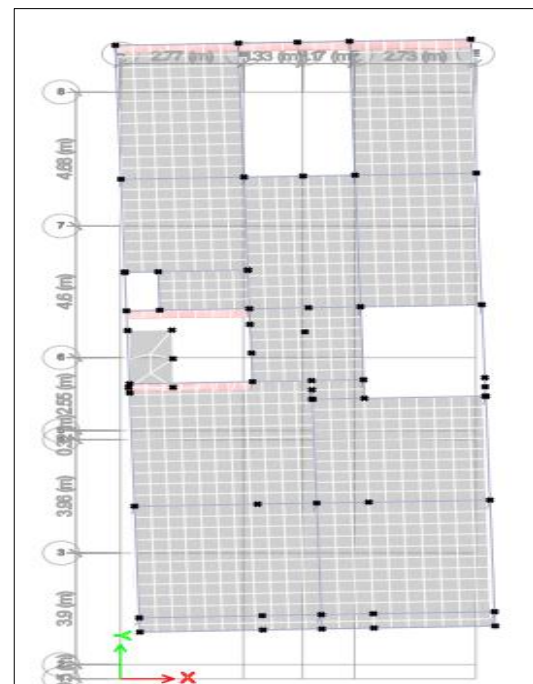
Deriva máxima en sentido Y-Y



Nota: Deriva inelástica en sentido x-x: 0,000982 (cumple); se obtiene al multiplicarlo con un factor $0,75 \cdot R = 0,75 \cdot 3$.

Figura 26*Vista de desplazamiento en X-X*

Nota: Se aprecia una distorsión en sentido de análisis x-x

Figura 27*Vista de desplazamiento en Y-Y*

Nota. Se aprecia una distorsión en los ejes delanteros por lo cual ya nos indica presencia de torsión.

4.3. Irregularidades

4.3.1. Irregularidades Estructurales en Altura

Para determinar los valores que se incluyen al analizar las irregularidades nos apoyaremos del software Etabs 2019.V.1.0, en donde extraeremos todos los valores necesarios para el análisis correspondiente de cada irregularidad que se pueda presentar.

a. Irregularidad de Rigidez – Piso blando

Para el cálculo:

Extraemos las fuerzas cortantes en ambas direcciones X e Y, desplazamientos absolutos y relativos para luego hallar la rigidez lateral y realizar los cálculos respectivos, tal como se muestra en la Tabla 14 y 15.

Tabla 14

Irregularidad de Rigidez – Piso Blando en X-X

Pisos	caso de salida	Fuerza Cortante	Desplazamiento Absoluto	Desplazamiento Relativo	Rigidez Lateral	< 70%	Promedio De La Rigidez	< 80%	obs.
Story	Output Case	VX (kgf)	UX (m)	U relativo X (m)	KL (kgf/m)	Kli/Kli+1	(ki1+ki2+ki3)/3		
Piso 4	Sismo Din XX	65944,12	0,010856	0,002295	28733821,35				
Piso 3	Sismo Din XX	114381,72	0,008561	0,003167	36116741,4	126%			No Es Piso Blando
Piso 2	Sismo Din XX	145862,83	0,005394	0,003137	46497554,99	129%	37116039,25		
Piso 1	Sismo Din XX	161465,25	0,002257	0,002257	71539765,18	154%		193%	

Nota: La relación existente entre los entrepisos adyacentes superiores son mayores al 80%, por ende, no se considera como piso blando existente en la edificación en el sentido de análisis x-x.

Tabla 15

Irregularidad de Rigidez – Piso Blando en Y-Y

Pisos	Caso de Salida	Fuerza Cortante	Desplazamiento Absoluto	Desplazamiento Relativo	Rigidez Lateral	< 70%	Promedio De La Rigidez	< 80%	Obs.
Story	Output Case	VY (kgf)	UY (m)	U relativo Y (m)	KL (kgf/m)	Kli/Kli+1	(ki1+ki2+ki3)/3		
Piso 4	SISMO DIN YY	72173,86	0,002181	0,000321	224840685,4				
Piso 3	SISMO DIN YY	132597,36	0,00186	0,000525	252566400	112%			No Es Piso Blando
Piso 2	SISMO DIN YY	174870,89	0,001335	0,000668	261782769,5	104%	246396618,3		
Piso 1	SISMO DIN YY	196254,83	0,000667	0,000667	294235127,4	112%		119%	

Nota. Las relaciones existentes entre los entrepisos adyacentes superiores son mayores al 80%, por ende, no se considera como piso blando existente en la edificación en el sentido de análisis Y-Y..

No existe piso blando en ninguna de las direcciones tanto como en X-X como en Y-Y, puesto que la rigidez lateral no es menor que 70 % de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80 % de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes, tal como se mostró en las tablas anteriores.

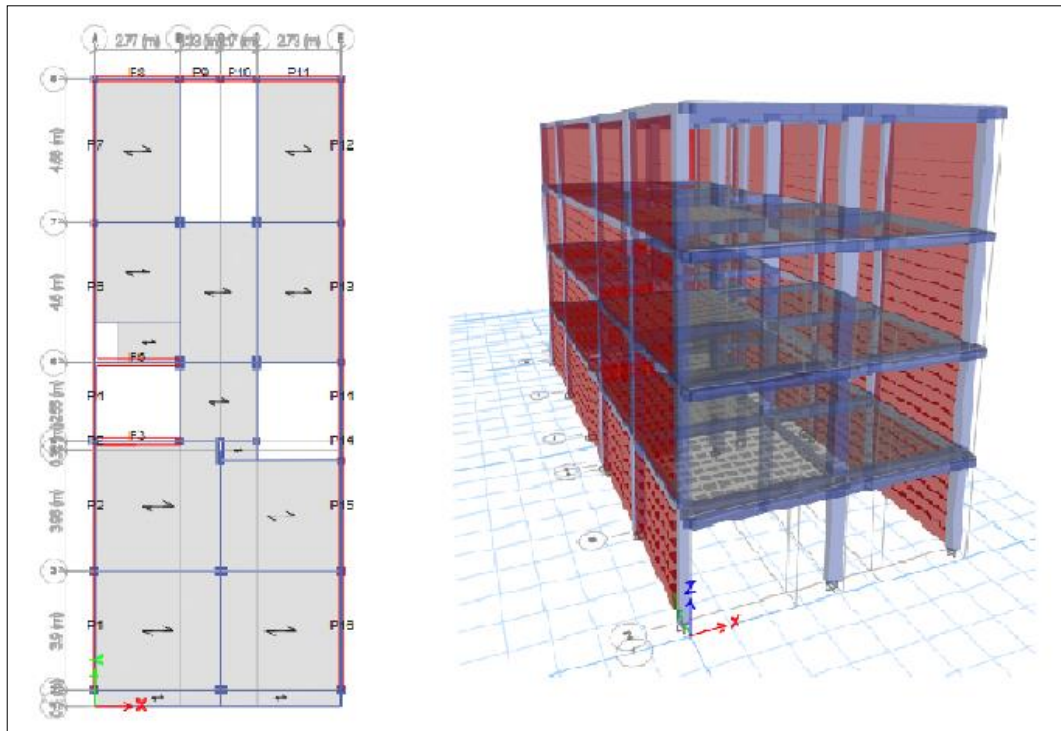
Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de recarga.

b. Irregularidades de resistencia – piso débil

Para nuestro proyecto no aplica el revisar una irregularidad de resistencia debido a que los elementos que brindan resistencia son las columnas y estas no han tenido variación alguna en cuanto a su sección en los diferentes niveles, tal como se aprecia en la Figura 28.

Figura 28

Irregularidad de resistencia – piso débil



Nota. Los elementos estructurales como columnas y vigas no han sufrido un cambio en su sección inicial, por ende, no existe irregularidad por piso débil.

c. Irregularidad de masa o peso

No se tiene irregularidad de masa (o peso), ya que el peso de un piso, no es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente; se tiene a la Tabla 16 como verificación de la inexistencia de esta irregularidad.

Tabla 16
Irregularidad por masa o peso

Pisos	Mass X (kgf- s ² /m)	Ratio de un nivel a otro	Ratio en viceversa	Si es > 1.5 es irreg.
Piso 1	3289,51	1,01	-	No Posee Irregularidad De Masa
Piso 2	3267,65	1,00	0,99	
Piso 3	3264,82	-	1,00	
Piso 4	4354,51	-	-	

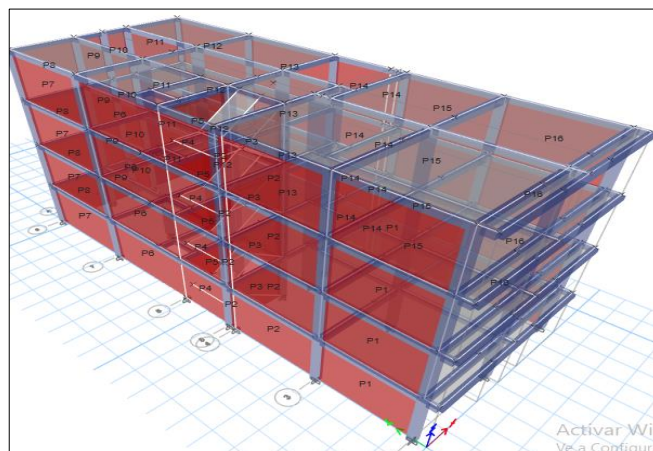
Nota. No posee irregularidad de masa.

d. Irregularidad geométrica vertical

Para nuestro caso podemos apreciar que no existe una irregularidad de geometría vertical debido a que no existe una disminución de área en diafragmas ni en secciones de elementos estructurales como columnas (Figura 29), es decir existe una distribución ordenada de primer a ultimo nivel salvo en el caso de azotea, el cual no es considerado en el análisis de esta irregularidad. Para el diseño de elevación se tomó en consideración el plano de arquitectura de corte y elevación A-02.

Figura 29

Irregularidad geométrica vertical



Nota. Las columnas y los diafragmas son continuos, por ende, no existe irregularidad.

4.3.2. Irregularidades Estructurales en Planta

a. Irregularidad torsional extrema

Para nuestro proyecto podemos observar que esta posee una irregularidad torsional debido a que es mayor que 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la condición de carga, tal como se aprecia en los valores significativos de la Tabla 17; asimismo se muestra la torsión en planta en la Figura 30.

Tabla 17

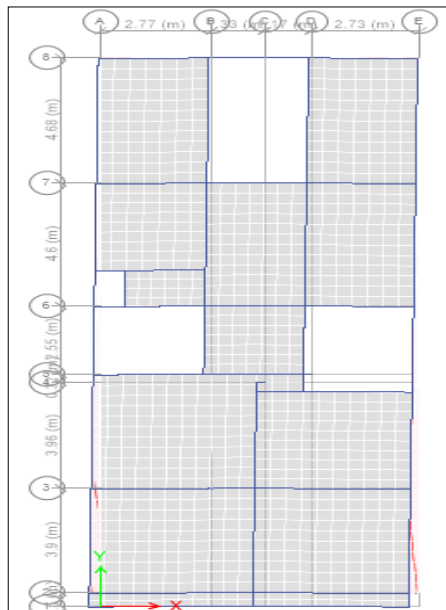
Irregularidad torsional

Pisos	Caso de salida	Tipo de caso	Item	Deriva maxima	Deriva promedio	Ratio (> 1.3)	obs.
Piso 4	Deriva_seX	Combination	Diaph D4 X	0,003602	0,002526	1,426	irregular
Piso 4	Deriva_seY	Combination	Diaph D4 Y	0,000556	0,000523	1,063	regular
Piso 3	Deriva_seX	Combination	Diaph D3 X	0,004444	0,003065	1,45	irregular
Piso 3	Deriva_seY	Combination	Diaph D3 Y	0,000819	0,000771	1,063	regular
Piso 2	Deriva_seX	Combination	Diaph D2 X	0,004458	0,00305	1,462	irregular
Piso 2	Deriva_seY	Combination	Diaph D2 Y	0,000982	0,000925	1,062	regular
Piso 1	Deriva_seX	Combination	Diaph D1 X	0,003165	0,002174	1,456	irregular
Piso 1	Deriva_seY	Combination	Diaph D1 Y	0,000948	0,000895	1,06	regular

Nota: Existe irregularidad torsional para cada nivel en el sentido x-x, pero caso contrario para el sentido y-y, no existe irregularidad torsional, tal como se aprecia en la tabla 17.

Figura 30

Torsión en planta



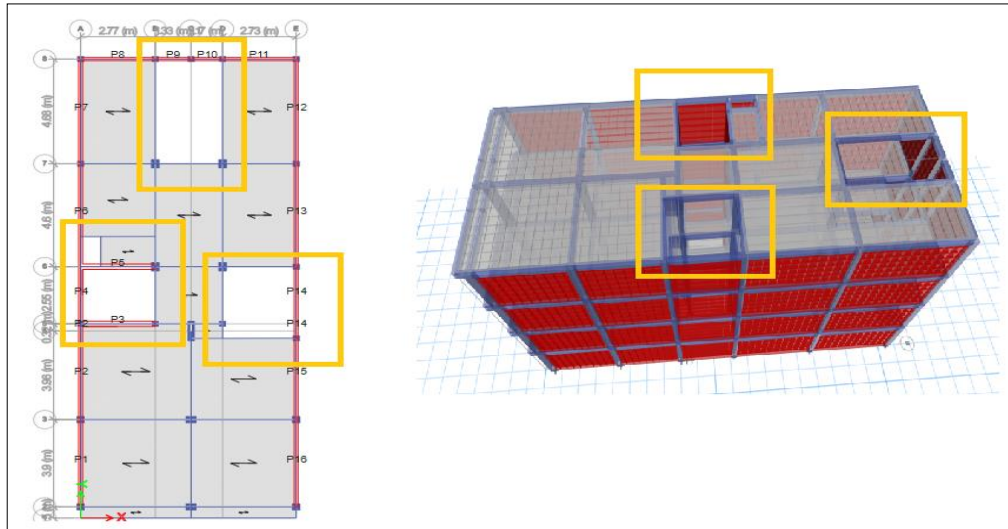
Nota: Se observa una torsión en la parte frontal de la edificación.

b. Esquinas entrantes

Se muestra las vigas de amarres en los tragaluces existentes en la Figura 31.

Figura 31

Esquinas entrantes vista en planta y 3D



Nota: No hay esquina entrante como se aprecia (por la viga de amarre).

Nuestro proyecto no posee irregularidades en esquina entrante puesto que las zonas huecas que pueden percibirse en el plano son cavidades que están cubiertas con muros y vigas de amarre.

c. Discontinuidad del diafragma

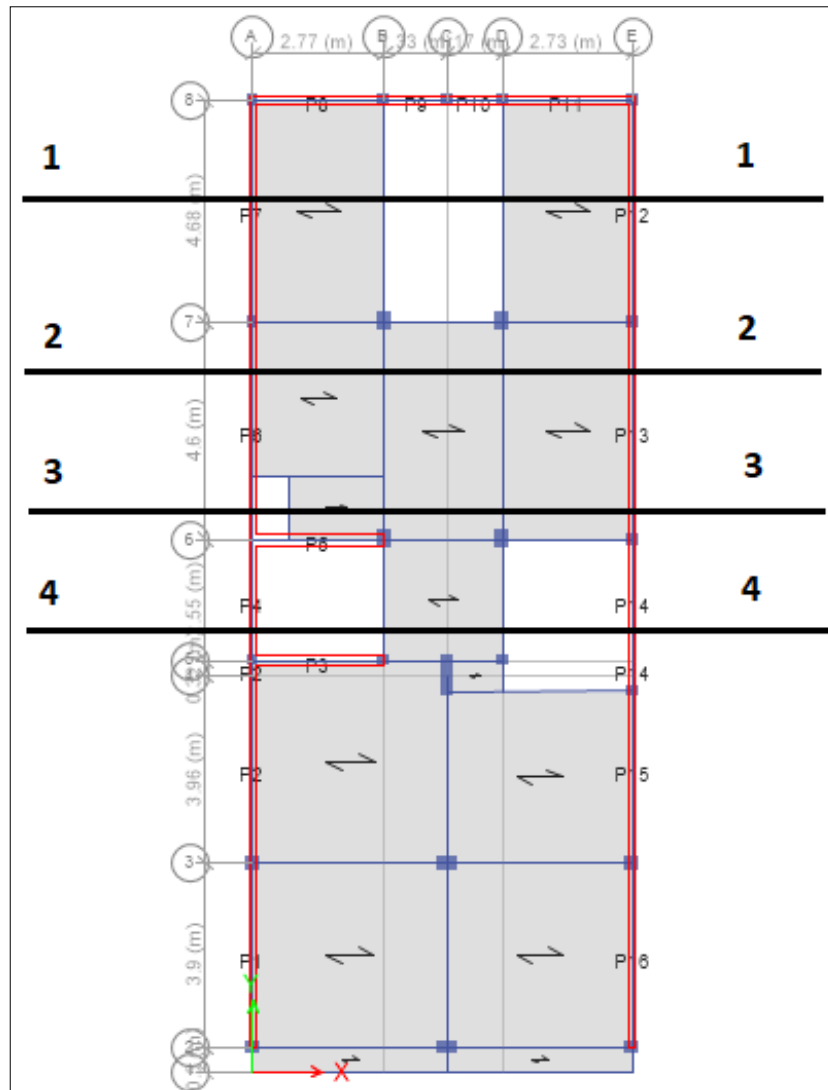
Realizamos los cortes transversales de la losa aligerada; tal como se muestra en la Tabla 18 y Figura 32.

Tabla 18

Cortes transversales en losas aligeradas

Cortes transversales	Calculando (m ²)	Ratio (%)
	2,5 x0,2= 0,5;	
Corte 1-1	0,5/1,6=0,31	31
	8x0,20 = 1,6;	
Corte 2-2	1,6/1,6=1,00	100
	7,25x0,20= 1,45;	
Corte 3-3	1,45/1,60=0,91	91
	5,5x0,20= 1,1;	
Corte 4-4	1,1/0,69=0,69	69

Nota: Se realizan los cortes transversales de las losas aligeradas para calcular su área.

Figura 32*Cortes en las losas aligeradas*

Nota: Se realizan los cortes transversales para calcular su área.

Las secciones transversales de corte 1-1, 2-2, 3-3 y 4-4 no representan menos del 25% del área neta resistente tal como se observa en la tabla 18, por lo tanto, no existe discontinuidad de diafragma.

d. Sistemas no paralelos

Tampoco existe irregularidad en sistemas no paralelos debido a que no tenemos ejes inclinados, todos nuestros ejes son paralelos.

4.4. Dimensionamiento y Análisis de los Elementos Estructurales

4.4.1. Diseño y Análisis de la Losa Aligerada

a. Datos generales

Se muestra las características de la losa aligerada de la vivienda en la Tabla 19. El tramo de losa a analizar se encuentra ubicado entre los 2-4 y los tramos C-E.

Tabla 19

Datos generales de la losa aligerada

Datos generales	
h= 20 cm	Altura de la losa aligerada
f'c= 210 kg/cm ²	Resistencia a la compresión del concreto
fy= 4200 kg/cm ²	Esfuerzo de fluencia del acero
at= 0,40 m	Ancho tributario de la vigueta
a= 160 m ²	Area total del terreno

b. Metrado de cargas

Se realiza el metrado de cargas de la losa aligerada, tal como se muestra en la Tabla 20.

Tabla 20

Metrado de carga de losa aligerada

Carga Muerta		
Peso losa aligerada (h=0,20m)	$300 \text{ kg/m}^2 \times 0,40 \text{ m} =$	120 kg/m
Peso acabados	$100 \text{ kg/m}^2 \times 0,40 \text{ m} =$	40 kg/m
Peso tarrajeo	$50 \text{ kg/m}^2 \times 0,40 \text{ m} =$	20kg/m
	Wm=	180 kg/m
Carga Viva		
Uso edificación	$200 \text{ kg/m}^2 \times 0,40 \text{ m} =$	80 kg/m
	WL=	80 kg/m
Carga última		
	WU=	$1,4 \times Wm + 1,7 \times WL$
	WU=	$1,4 \times 180 \text{ kg/m} + 1,7 \times 80 \text{ kg/m}$
	WU=	388 kg/m

Nota. Obtencion de la carga ultima.

Obtenido el metrado de la losa aligerada realizamos la idealizacion de la losa para luego poder ser analizado por el software Etabs, tal como se muestra en la Figura 33.

Para el diseño de la losa aligerada se tiene en consideracion las características que se ha tomado del plano de estructuras E-03, ubicado en la seccion de planos-anexos.

c. Idealización de la losa aligerada

Figura 33

Idealización de la losa aligerada a analizar



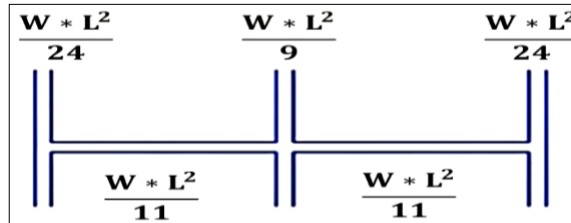
Nota. Se toma un tramo de la losa para someterla a analisis

$$\frac{3,45}{3,36} = 1,02 \text{ (ok)}$$

No superan el 20% de la longitud de su tramo adyacente por lo tanto usaremos el método del ACI para calcular los momentos flectores, tal como se muestra en la Figura 34 y así mismo mostraremos el cálculo de los momentos obtenidos por el Etabs en la Figura 35.

Figura 34

Método coeficientes del ACI (Dos tramos)

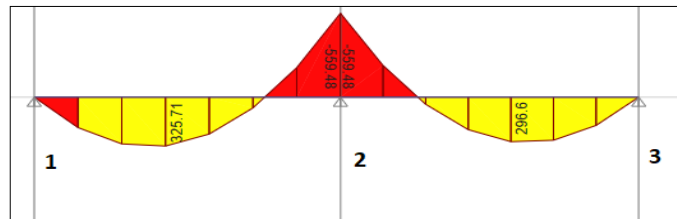


Nota. Con este metodo tenemos los momentos flectores para el posterior diseño.

d. Momentos:

Figura 35

Momentos flectores para cada tramo



Nota. momentos obtenidos con el programa Etabs 2019.

Los momentos obtenidos se realizaron gracias al programa Etabs 2019, y en donde vemos que debemos de agregar en ambos un momento $(\frac{w \times L^2}{24})$ el cual nos un valor de:

$$\text{Punto (1): } \left(\frac{w \times L^2}{24}\right) = \frac{388 \times 3,45^2}{24} = 192,42 \text{ kg} - \text{m}$$

$$\text{Punto (3): } \left(\frac{w \times L^2}{24}\right) = 182,52 \text{ kg} - \text{m}$$

Aplicaremos las formulas (1) y (2) respectivamente:

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \times Mu}{0,85 \times \phi \times f'c \times b}} ;$$

$$As = \frac{Mu}{\phi \times fy \times \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

Calculando para el acero inferior continuo:

$$a = 17 - \sqrt{17^2 - \frac{2 \times 325,71 \text{ kg} - \text{m} \times 100}{0,85 \times 0,90 \times 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 10 \text{ cm}}}$$

$$a = 1,24 \text{ cm}$$

Siguiendo el mismo procedimiento ahora calcularemos el área requerida de acero de refuerzo:

$$As = \frac{325,71 \times 100}{0,90 \times 4200 \times \left(17 - \frac{1,24}{2}\right)}$$

$$As = 0,53 \text{ cm}^2$$

Entonces podemos ver que para el acero inferior continuo se toma el momento flector máximo, en donde hemos calculado un área de $0,53 \text{ cm}^2$, el cual, al ser comparado con los diámetros de los aceros de refuerzo, el que más se acomoda como sección es el acero $\Phi=3/8"$, ya que este tiene un área de $0,71 \text{ cm}^2$.

Calculando para el acero inferior discontinuo

Para el momento en el punto 1 (M1):

$$a = 17 - \sqrt{17^2 - \frac{2 \times 192,42 \text{ kg} - \text{m} \times 100}{0,85 \times 0,90 \times 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 10 \text{ cm}}} = 0,72 \text{ cm}$$

$$As = \frac{192,42 \times 100}{0,90 \times 4200 \times \left(17 - \frac{0,72}{2}\right)} = 0,31 \text{ cm}^2 ; \text{ por tanto, } \phi = 3/8" (0,71 \text{ cm}^2)$$

Para el momento en el punto 2 (M2):

$$a = 17 - \sqrt{17^2 - \frac{2 \times 559,48 \text{ kg} - \text{m} \times 100}{0,85 \times 0,90 \times 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 10 \text{cm}}} = 2,19 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{559,48 \times 100}{0,90 \times 4200 \times (17 - \frac{2,19}{2})} = 0,93 \text{ cm}^2 ; \text{ por tanto, } \phi = 1/2" (1,27 \text{ cm}^2)$$

Para el momento en el punto 3 (M3):

$$a = 17 - \sqrt{17^2 - \frac{2 \times 182,52 \text{ kg} - \text{m} \times 100}{0,85 \times 0,90 \times 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 10 \text{cm}}} = 0,68 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{182,52 \times 100}{0,90 \times 4200 \times (17 - \frac{2,19}{2})} = 0,30 \text{ cm}^2 ; \text{ por tanto, } \phi = 3/8" (0,71 \text{ cm}^2)$$

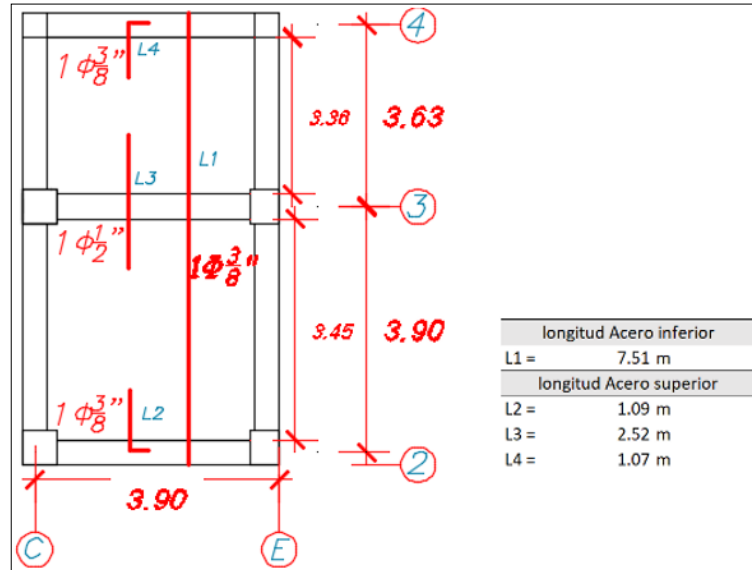
Por consiguiente, se tienen los resultados de los valores planteados versus los valores calculados mediante los momentos flectores máximos, tal como se muestra en la tabla 21.

Tabla 21

Resumen de aceros planteados vs aceros calculados

Aceros planteados						
Acero inferior continuo						
varilla planteada 1φ1/2"						
Acero superior discontinuo (bastones)						
EJE 1-1						1φ1/2"
EJE 1-1						1φ1/2"
EJE 1-1						1φ1/2"
Aceros calculados						
Acero inferior continuo						
Mmax=	325,71	kg-m	a=	1,24	cm	A _s = 0,53 cm ² 1φ3/8"
Acero superior discontinuo (bastones)						
M1=	192,42	kg-m	a=	0,72	cm	A _s = 0,31 cm ² 1φ3/8"
M2=	559,48	kg-m	a=	2,19	cm	A _s = 0,93 cm ² 1φ1/2"
M3=	182,52	kg-m	a=	0,68	cm	A _s = 0,29 cm ² 1φ3/8"

Nota. En la tabla se muestra la dimensión de las varillas planteadas en el proyecto, así como las varillas calculadas al ser evaluadas.

Figura 36*Distribución de los aceros calculados*

Nota: Se muestra el acero superior e inferior que debe de tener nuestra losa identificada entre los ejes 2-4 y los tramos C-E, además muestra la medida de los refuerzos en los apoyos de esta.

4.4.2. Diseño y análisis de Viga

a. Geometría de la viga

VP (25 X 30):

- $b = 25 \text{ cm}$
- $h = 30 \text{ cm}$

b. Datos generales

- $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- $f'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- $d = 24,25 \text{ cm}$
- varillas = $4 \phi 5/8" + 2 \phi 1/2"$

Nuestras vigas a analizar se tratan de vigas principales que se encuentran ubicadas en los ejes 3-3 y entre los tramos A-C Y C-E de cada uno de los pisos.

c. Obtención de los momentos flectores mediante el programa ETABS 2019

Los momentos flectores han sido obtenidos por el programa de diseño ETABS 2019. V.1.0; a continuación, se muestra en la Figura 37 la envolvente con los momentos flectores máximos obtenidos y la ubicación de estos en sus secciones correspondientes, tal como se ve en la Figura 38. Para la obtención de los momentos máximos se ha usado la envolvente la cual muestra las cinco combinaciones dadas por la norma E.060 Concreto armado, mostradas a continuación en la tabla 22, la cual nos permitirá diseñar la viga con los valores de los momentos máximos.

Tabla 22

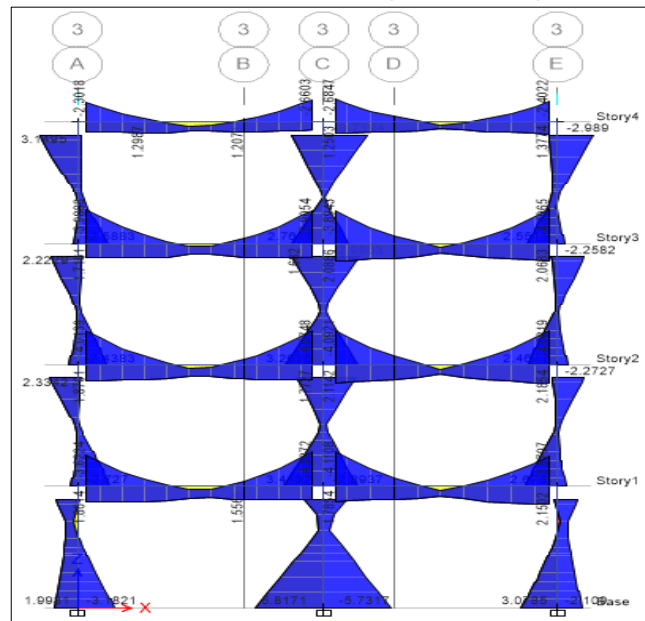
Combinación de cargas

Combos	Combinaciones
Combo 1	U: 1,4CM + 1,7CV
Combo 2	U: 1,5CM + 1,5CV + 1CSx
Combo 3	U: 1,5CM + 1,5CV - 1CSx
Combo 4	U: 0,9CM + 1CSx
Combo 5	U: 0,9CM - 1CSx

Nota: CM= carga muerta, CV= carga viva; CSx =carga de sismo en dirección x-x.

Figura 37

Momentos flectores máximos (envolvente)



Nota. Se muestran los momentos flectores máximos de las vigas en los pórticos. Fuente: Etabs 2019 V.1.0.

Aplicaremos las formulas (1) y (2):

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \times M_u}{0,85 \times \phi \times f'c \times b}} ; As = \frac{M_u}{\phi \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

Analizando el eje 3-3 entre los tramos A-C en el primer piso se tiene:

$$a = 24,25 - \sqrt{24,25^2 - \frac{2 \times 3622,37 \times 100}{0,85 \times 0,90 \times 210 \times 25}}$$

$$a = 4,06 \text{ cm}$$

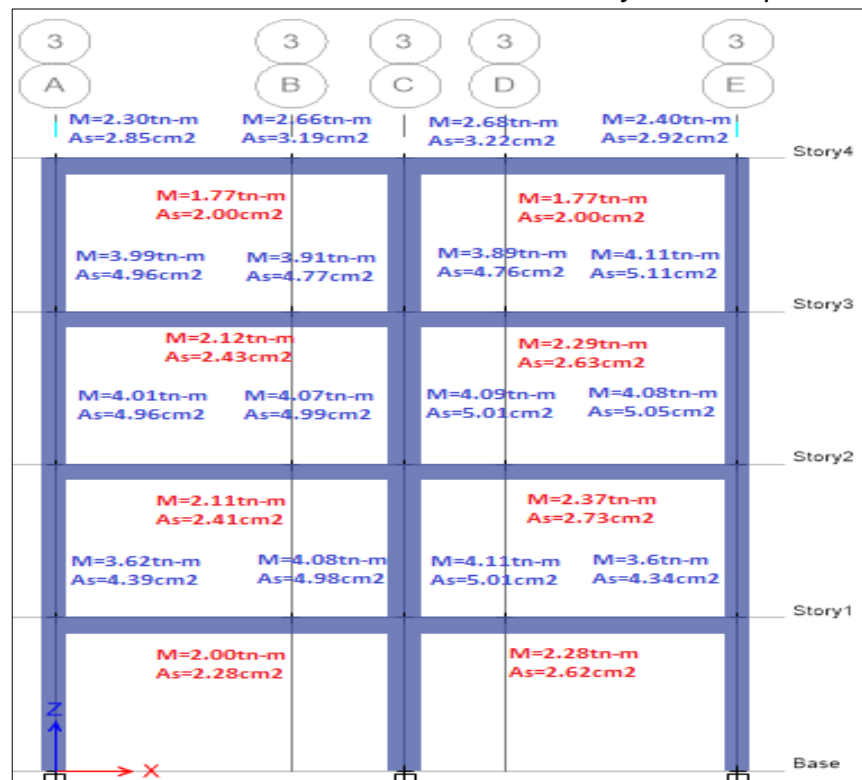
$$As = \frac{3622,37 \times 100}{0,90 \times 210 \times \left(24,25 - \frac{4,06}{2}\right)}$$

$$As = 4,39 \text{ cm}^2$$

En el anexo1 y 2 podemos visualizar el análisis hecho por el software Etabs hacia los elementos estructurales, en el cual tenemos por interés ver la cantidad de acero necesario para el análisis de nuestra viga.

Figura 38

Ubicación de los momentos flectores máximos y Acero requerido



Nota. Momentos flectores máximos y acero requerido en las vigas de cada tramo.

A continuación, se muestra la Tabla 23 el cálculo del acero superior e inferior de las vigas principales ubicadas en el eje 3-3, en el tramo A-E, del primero al último nivel.

Tabla 23

Cálculo de acero superior e inferior vs Acero propuesto

Acero inferior											Acero propuesto	Acero calculado		
Piso1	Tramo A-C	Mu=	2001,05	Kg-m	2,00	tn-m	a=	2,15	cm	As=	2,28	cm2	2φ5/8"+1φ1/2"	3φ1/2"
	Tramo C-E	Mu=	2280,02	Kg-m	2,28	tn-m	a=	2,47	cm	As=	2,62	cm2		
Piso2	Tramo A-C	Mu=	2105,65	Kg-m	2,11	tn-m	a=	2,27	cm	As=	2,41	cm2	2φ5/8"+1φ1/2"	3φ1/2"
	Tramo C-E	Mu=	2370,14	Kg-m	2,57	tn-m	a=	1,99	cm	As=	2,73	cm2		
Piso3	Tramo A-C	Mu=	2120,89	Kg-m	2,12	tn-m	a=	2,29	cm	As=	2,43	cm2	2φ5/8"+1φ1/2"	3φ1/2"
	Tramo C-E	Mu=	2289,01	Kg-m	2,29	tn-m	a=	2,48	cm	As=	2,63	cm2		
Piso4	Tramo A-C	Mu=	1769,85	Kg-m	1,77	tn-m	a=	1,89	cm	As=	2,00	cm2	2φ5/8"+1φ1/2"	3φ1/2"
	Tramo C-E	Mu=	1765,98	Kg-m	1,77	tn-m	a=	1,89	cm	As=	2,00	cm2		
Acero superior											Acero propuesto	Acero calculado		
Piso1	Pto. A	Mu=	3622,37	Kg-m	3,62	tn-m	a=	4,06	cm	As=	4,39	cm2	2φ5/8"+1φ1/2"	2φ5/8"+1φ1/2"
	Pto. C Izq.	Mu=	4087,24	Kg-m	4,09	tn-m	a=	4,64	cm	As=	4,98	cm2		
	Pto. C Der.	Mu=	4110,77	Kg-m	4,11	tn-m	a=	4,67	cm	As=	5,01	cm2		
	Pto. E	Mu=	3579,71	Kg-m	3,58	tn-m	a=	4,01	cm	As=	4,34	cm2		
Piso2	Pto. A	Mu=	4013,92	Kg-m	4,01	tn-m	a=	4,55	cm	As=	4,96	cm2	2φ5/8"+1φ1/2"	2φ5/8"+1φ1/2"
	Pto. C Izq.	Mu=	4074,79	Kg-m	4,07	tn-m	a=	4,62	cm	As=	4,99	cm2		
	Pto. C Der.	Mu=	4092,08	Kg-m	4,09	tn-m	a=	4,65	cm	As=	5,01	cm2		
	Pto. E	Mu=	4081,89	Kg-m	4,08	tn-m	a=	4,63	cm	As=	5,05	cm2		
Piso3	Pto. A	Mu=	3988,77	Kg-m	3,99	tn-m	a=	4,52	cm	As=	4,96	cm2	2φ5/8"+1φ1/2"	2φ5/8"+1φ1/2"
	Pto. C Izq.	Mu=	3905,38	Kg-m	3,91	tn-m	a=	4,41	cm	As=	4,77	cm2		
	Pto. C Der.	Mu=	3894,27	Kg-m	3,89	tn-m	a=	4,40	cm	As=	4,76	cm2		
	Pto. E	Mu=	4106,46	Kg-m	4,11	tn-m	a=	4,67	cm	As=	5,11	cm2		
Piso4	Pto. A	Mu=	2301,8	Kg-m	2,30	tn-m	a=	2,49	cm	As=	2,85	cm2	2φ5/8"+1φ1/2"	3φ1/2"
	Pto. C Izq.	Mu=	2660,26	Kg-m	2,66	tn-m	a=	2,91	cm	As=	3,19	cm2		
	Pto. C Der.	Mu=	2684,68	Kg-m	2,68	tn-m	a=	2,93	cm	As=	3,22	cm2		
	Pto. E	Mu=	2402,16	Kg-m	2,40	tn-m	a=	2,61	cm	As=	2,92	cm2		

En la Figura 39 se muestra la distribución del acero de refuerzo positivo y negativo en la viga principal del eje 3-3 en el tramo A-C, así como el refuerzo transversal (estribos).

En cuanto para la distribución de estribos según el ACI se tiene:

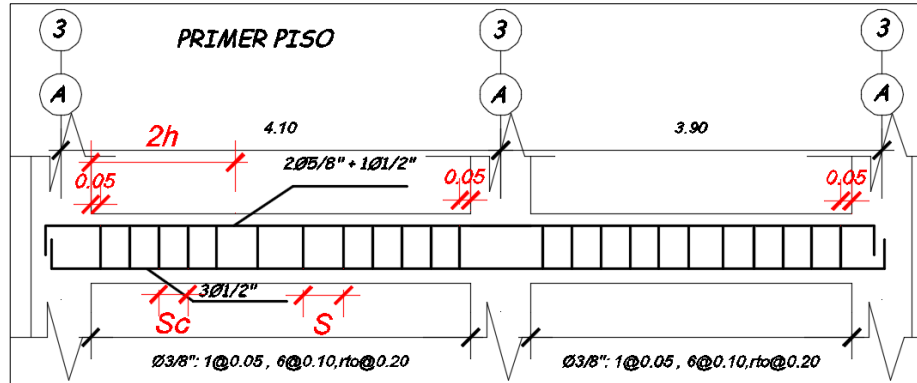
- Zona de confinamiento= $(2h) = 2 \times 0,30 = 0,60$ m ; h = altura de la viga
- $Sc = 8 (db) = 8 \times \frac{5}{8} \times \frac{2,54}{100} = 0,10$ m ; db= diámetro de la barra
- Zona central = $\left(\frac{d}{2}\right) = \frac{0,24}{2} = 0,13 \approx 0,20$ m ; d= peralte de la viga
- En los extremos de los tramos de viga se considerará 0,05 m.

Entonces podemos concluir que nuestra distribución será la siguiente:

- Estribo de 3/8"; 1@0,05; 6@0,10 rto. @0,20

Figura 39

Distribución de acero de refuerzo en la viga



Nota: Distribución de acero de refuerzo en el tramo A-C en el primer nivel.

4.4.3. Diseño y Análisis de Columna por Flexo compresión

a. Geometría de la columna

C-3 (30 X 40):

- $b = 30 \text{ cm}$
- $h = 40 \text{ cm}$

b. Datos generales

- $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- $f'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- $d = 26 \text{ cm}$
- varillas = $6 \phi 5/8''$
- $A_s = 5.97 \text{ cm}^2$
- Estribos = $\phi 3/8''$

El procedimiento a seguir consiste en ir encontrando la resistencia nominal a momento flector (M_n) y resistencia axial nominal de la sección (P_n) en función de variables debajo de M_n y P_n en las fórmulas que se mostraran a continuación:

$$P_n = \gamma \times f'c \times a \times b + f's \times A's - f_s \times A_s \quad (3)$$

$$M_n = A_s \times f_s \left(d - \frac{h}{2} \right) + A's \times f's \left(\frac{h}{2} - d' \right) + \gamma \times f'c \times a \times b \left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right) \quad (4)$$

$$f's = E_s \times \epsilon_u \left(\frac{c-d'}{c} \right); \text{ pero } |f's| \leq f_y \quad (5)$$

$$f_s = E_s \times \epsilon_u \left(\frac{d-c}{c} \right); \text{ pero } |f_s| \leq f_y \quad (6)$$

$$f's = E_s \times \epsilon_u \left(\frac{c-d'}{c} \right); \text{ pero } |f's| \leq f_y \quad (7)$$

$$a = \beta_1 \times c; \text{ pero } a \leq h \quad (8)$$

A continuación, se describe cada una de las variables que en la presente Tabla 24.

Tabla 24

Parámetros a intervenir en las fórmulas de interacción

Variable	Descripción	Unidades
Pn	Resistencia axial nominal de la sección	Tnf
Mn	Resistencia nominal a momento flector	Tnf-m
f'c	Resistencia a la compresión	Kgf/cm ²
fy	Esfuerzo a la fluencia del concreto	Kgf/cm ²
b	Ancho de nuestra columna	m
h	Altura de nuestra columna	m
As	Cantidad de acero a tracción	cm ²
As'	Cantidad de acero a compresión	cm ²
c	Distancia de la cara comprimida al eje neutro	m
fs	Esfuerzo del acero a tracción	Kgf/cm ²
f's	Esfuerzo del acero a compresión	Kgf/cm ²
a	Altura del bloque a compresión	m
εu	Esfuerzo de deformación unitaria	-
Es	Esfuerzo de deformación	-
d	Peralte efectivo	m

Nota: Nomenclatura de las variables que intervienen en los cálculos para las interacciones.

La única variable desconocida es “c” la imponemos nosotros desde valores muy pequeños hasta valores tan grandes como 100 m si se quisiera. Para cada valor de “c” le corresponde un valor de Mn y Pn. Se forman entonces pares ordenados (Mn, Pn) que se irán graficando en un sistema coordenado cartesiano.

Calculando:

- Cantidad de acero a tracción (A_s): $A_s = 3 \times 1,99 \text{ cm}^2 = 5,97 \text{ cm}^2$
- Cantidad de acero a compresión ($A's$): $A's = 3 \times 1,99 \text{ cm}^2 = 5,97 \text{ cm}^2$
- Recubrimiento (d'): $d' = 0,05 \text{ m}$
- Peralte (d): $d = 0,30 - 0,04 = 0,26 \text{ m}$

Para el cálculo de "a", debemos conocer el valor de β_1 y el valor de "c", sabiendo que:

$$a = \beta_1 \times c; \quad a \leq h$$

Tabla 25

Coeficiente de flexión

Valores para el coeficiente de flexión		
f'_c (Mpa)	f'_c (kg/cm ²)	β_1
$17 \leq f'_c \leq 28$	$17 \leq f'_c \leq 285$	0,85
$28 < f'_c < 55$	$285 < f'_c < 560$	$0,85 - 0,05 (f'_c - 28) / 7$
$f'_c \geq 55$	$f'_c \geq 560$	0,65

Nota. Podemos conocer el valor de β_1 , gracias a la resistencia a la compresión del concreto.

Donde β_1 ; está bajo la condición de $17 \leq f'_c \leq 28$; por tanto, $\beta_1 = 0,85$.

En cuanto a el valor de "c" tabularemos con valores de entre $0 < c < \alpha$, como por ejemplo:

Si $c = 0,1 \text{ m}$; entonces $a = 0,85 \times 0,1 = 0,085 \text{ m}$

Para el acero de refuerzo a compresión ($f's$):

$$f's = E_s \times \epsilon_u \left(\frac{c - d'}{c} \right) = 2000000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 0,003 \left(\frac{0,1 \text{ m} - 0,04 \text{ m}}{0,1 \text{ m}} \right) = 3600 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Como $f's$ tiene un valor menor que f_y , es decir $f's \leq f_y$, por tanto, este mantiene su valor, 3600 kg/cm^2

Para el acero de refuerzo a tracción (f_s):

$$f_s = E_s \cdot \epsilon_u \left(\frac{d - c}{c} \right) = 2000000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 0,003 \left(\frac{0,26 \text{ m} - 0,1 \text{ m}}{0,1 \text{ m}} \right) = 9600 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Pero como el valor de f_s es mayor que f_y ; este por defecto será 4200 kg/cm^2 ya que no cumple la condición $f_s \leq f_y$

Para la resistencia axial nominal (P_n):

$$P_n = \gamma \times f'_c \times a \times b + f's \times A's - f_s \times A_s$$

$$P_n = 0,85 \times 20 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 0,085 \text{ m} \times 0,40 \text{ m} \times 1000 + 3600 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 5,97 \text{ cm}^2 - 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 5,97 \text{ cm}^2$$

$$P_n = 57108 \text{ kg} = 57108/1000 = 57.108 \text{ tn}$$

$$M_n = \gamma \times f'_c \times a \times b \left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right) + A'_s \times f'_s \left(\frac{h}{2} - d' \right) - A_s \times f_s \left(d - \frac{h}{2} \right)$$

Para la resistencia nominal a momento flector (Pn):

$$M_n = 0,85 \times 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 0,085 \text{ m} \times 0,40 \text{ m} \left(\frac{0,30 \text{ m}}{2} - \frac{0,085 \text{ m}}{2} \right) \times 1000 + 5,97 \text{ cm}^2 \times 3600 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \left(\frac{0,30 \text{ m}}{2} - 0,04 \text{ m} \right) + 5,97 \text{ cm}^2 \times 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \left(0,26 \text{ m} - \frac{0,3 \text{ m}}{2} \right)$$

$$M_n = 11646,4 \text{ kg} - \text{m} = 11646,4/1000 = 11,64 \text{ tn-m}$$

Entonces se forma un par ordenado: (Pn; Mn) = (57,108 tn; 11,64 tn-m); en este caso se muestra este punto en la tabla 26 en el punto 7, habiendo una pequeña diferencia debido a que este valor fue calculado por el programa ETABS.

Conocido ya el procedimiento proseguimos con los cálculos, pero esta vez los demás puntos calculados por el programa de diseño, en donde vemos el análisis de las combinaciones asignadas al programa como se aprecia en el anexo 3.

c. Puntos de interacción

Se muestran las interacciones efectuadas para la columna C-3, en la Tabla 26 y 27, con la ayuda del programa ETABS

Tabla 26

Tabla de interacciones para el diagrama nominal reducido de 0° a 180°

Diagrama De Interacción x-x (Aci 318 -14)					
PM3 +	0°		PM3 -	180°	
	P (tnf)	M3 (tnf-m)		P (tnf)	M3 (tnf-m)
1	125,7504	0	1	125,7504	0
2	125,7504	3,7962	2	125,7504	-3,7962
3	117,4904	6,0548	3	117,4904	-6,0548
4	99,5559	7,7393	4	99,5559	-7,7393
5	80,7154	8,8424	5	80,7154	-8,8424
6	60,262	9,4659	6	60,262	-9,4659
7	55,5008	10,3724	7	55,5008	-10,3724
8	46,9746	10,6926	8	46,9746	-10,6926
9	25,9065	8,1786	9	25,9065	-8,1786
10	-3,221	3,9224	10	-3,221	-3,9224
11	-25,9636	0	11	-25,9636	0

Nota. Con estas fuerzas daremos forma al diagrama de interacciones que se mostrara en la Figura 38.

Tabla 27

Tabla de interacciones para el diagrama de resistencia 90° a 270°

Diagrama De Interacción X (Aci 318 -14)					
PM2 +	90°		PM2 -	270°	
	P (ton)	M2(tonf-m)		P (ton)	M2(tonf-m)
1	125,7504	0	1	125,7504	0
2	125,7504	2,4256	2	125,7504	-2,4256
3	117,3201	4,0649	3	117,3201	-4,0649
4	98,4084	5,1661	4	98,4084	-5,1661
5	78,3692	5,7294	5	78,3692	-5,7294
6	56,346	5,7547	6	56,346	-5,7547
7	46,9373	6,1343	7	46,9373	-6,1343
8	29,8076	6,158	8	29,8076	-6,158
9	11,7187	4,546	9	11,7187	-4,546
10	-10,0775	2,1866	10	-10,0775	-2,1866
11	-25,9636	0	11	-25,9636	0

Nota. Con estas fuerzas daremos forma al diagrama de interacciones que se mostrara en la Figura 39.

En la sección de anexos, en el anexo 4 y 5 se visualiza las iteraciones para la columna C-3, la cual forma y restringe los puntos de análisis del diagrama de resistencia.

A continuación, se muestra la Tabla 28, en donde se aprecian las combinaciones de cargas a analizar en los diagramas de interacción.

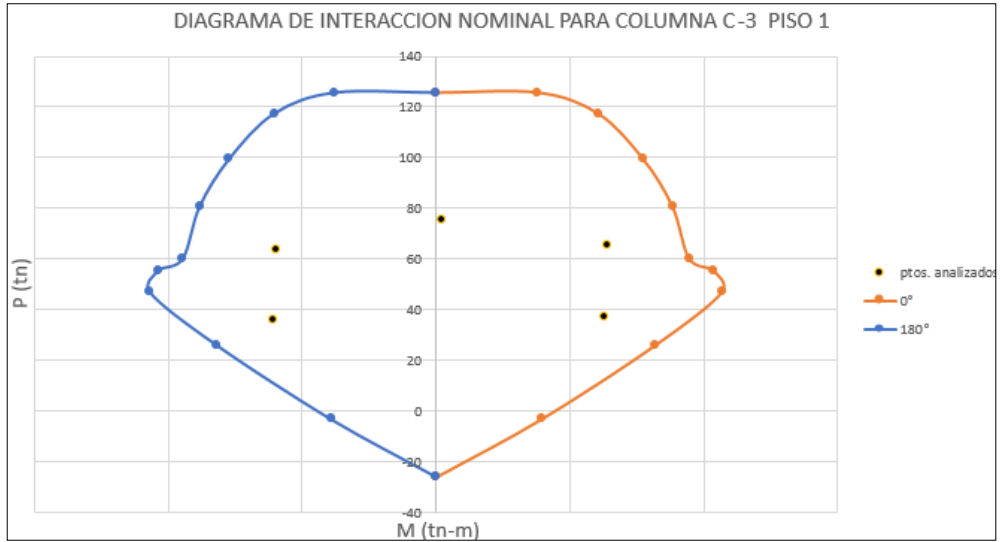
Tabla 28

Combinaciones de cargas a analizar

Combinaciones	P (tn)	M3 (tnf-m)
U1: 1,4D + 1,7L	75,453	0,236
U2: 1,25 (D+L) + E	65,2025	6,37
U3: 1,25 (D+L) - E	63,7225	-5,97
U4: 0,9D + E	37,388	6,278
U4: 0,9D - E	35,908	-6,062

Nota. Combinaciones a analizar en el diagrama de resistencia.

A continuación, se muestran los diagramas de interacción nominal (Figura 40) y el diagrama de resistencia o diseño (Figura 41), para la columna analizada (C-3).

Figura 40*Diagrama de interacción Nominal*

Nota. Se aprecia el diagrama delimitado por las interacciones obtenidas en base a nuestra columna planteada.

Figura 41*Diagrama de interacción de resistencia o de diseño*

Nota. Los puntos de las fuerzas actuantes recaen fuera del diseño del diagrama de interacción de resistencia, por lo tanto, no cumple con las solicitaciones requeridas.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. Hipótesis General

El proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles tiene un adecuado comportamiento estructural.

5.1.2. Respuesta a la Hipótesis General

El comportamiento estructural de la vivienda unifamiliar de cuatro niveles ubicada en el Sector Viñani II, presenta un comportamiento estructural deficiente puesto que la edificación está sufriendo una torsión respecto a los límites permisibles a la norma E.030 Diseño Sismorresistente; por otro lado, las vigas no fueron dimensionadas de acuerdo a las solicitaciones exigidas, debido a que se puso más acero de refuerzo de lo requerido, viendo también una columna en análisis se corrobora que las cargas actuantes son mayores a lo que puede resistir la columna.

5.2. Hipótesis Específica 1

Al realizar el análisis sísmico del proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles; cumple con las especificaciones de la norma E.030.

5.2.2. Respuesta a la Hipótesis Específica 1

Una vez realizado el análisis sísmico del proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles, nos dimos cuenta que estos parámetros están dentro de lo admisible, ya que vemos trabajando con un sistema estructural crítico de albañilería que tiene como límite de distorsión y/o deriva de 0,005, siendo nuestras derivas máximas de 0,0044 para el sentido de análisis X-X y de 0,0009 para el sentido Y-Y.

5.3. Hipótesis Específica 2

Al realizar el análisis de diseño en los elementos estructurales en el proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles, estas serán óptimas de acuerdo al R.N.E

5.3.2. Respuesta a la Hipótesis Específica 2

Llevado a cabo el análisis de diseño de los elementos estructurales en el proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles, obtuvimos para el caso de nuestra viga principal

(25 x 30 cm), ubicada en el eje 3-3, un sobredimensionamiento del acero de refuerzo inferior debido a que el acero propuesto fue de $2 \phi 5/8" + 1 \phi 1/2"$, mientras que el obtenido fue de $3 \phi 1/2"$ para el primer nivel y sus niveles superiores (del segundo al cuarto piso); en el caso de la columna central evaluada, ubicada en el eje 3-3, obtuvimos un diseño deficiente también, debido a que las fuerzas actuantes no están dentro del diagrama de interacción de resistencia y/o diseño; y para el caso de la losa aligerada se analizó el eje 2-4 tramo CE, en obtuvo también algunas varillas de acero de refuerzo inferior continuo sobredimensionadas, ya que el acero propuesto fue de $1 \phi 1/2"$, mientras que el obtenido fue de $1 \phi 3/8"$, no pudiendo ser menor que $0,41 \text{ cm}^2$ como acero negativo mínimo.

5.4. Hipótesis Específica 3

El diseño de proyecto de una vivienda unifamiliar de cuatro niveles, cumple con el R.N.E.

5.4.2. Respuesta a la Hipótesis Específica 3

De acuerdo al análisis realizado el diseño de proyecto de una vivienda unifamiliar de cuatro niveles, no cumple con el R.N.E; debido a que la edificación presenta una torsión ya que el mayor ratio obtenido es 1,462 y es mayor a 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del primer piso, la cual no está permitida dentro de los límites establecidos en la norma E.030 Diseño Sismorresistente.

CONCLUSIONES

Se evaluó el comportamiento estructural de la vivienda unifamiliar de cuatro niveles ubicado en el Sector Viñani II, en donde se identificó un comportamiento estructural deficiente puesto que la edificación está sufriendo torsión ya que el ratio es de 1,462 y es mayor a 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del primer piso, la cual no está permitida dentro de los límites establecidos en la norma E.030 Diseño Sismorresistente, pero pese a ello posee un buen comportamiento sísmico, puesto que estos parámetros están dentro de lo admisible ya que las derivas máximas fueron de 0,00445 para el sentido de análisis X-X y de 0,0009 para el sentido Y-Y, siendo el valor admisible de 0,005 como límite.

Realizado el análisis sísmico se encontraron las derivas menores siendo para el sentido de análisis X-X de 0,00445 y para el sentido Y-Y de 0,0009, de esta manera no superando admisible de 0,005 como lo indica la norma E.030, pero por otro lado estructura sufre una torsión extrema en planta, por lo cual se torna crítico.

Se analizó el diseño de los elementos estructurales de nuestra vivienda unifamiliar de cuatro niveles, en la cual obtuvimos para el caso de nuestra viga principal (eje 3-3) un sobredimensionamiento del acero de refuerzo inferior debido a que el acero propuesto fue de $2 \phi 5/8" + 1 \phi 1/2"$, mientras que el obtenido fue de $3 \phi 1/2"$ para el primer piso, de la misma forma también sucedió en los pisos superiores de la edificación (segundo, tercero y cuarto piso); para el caso de la columna central evaluada, ubicada en el eje 3-3, obtuvimos un diseño deficiente también, debido a que las solicitaciones, combinación 2: $1,25(D+L)+E$ y la combinación 3: $1,25(D+L)-E$, no están dentro del diagrama de interacción de resistencia; y para el caso de la losa aligerada se analizó el eje 2-4 tramo CE, en donde se obtuvo también algunas varillas de acero de refuerzo inferior continuo sobredimensionadas, ya que el acero propuesto fue de $1 \phi 1/2"$, mientras que el obtenido fue de $1 \phi 3/8"$.

El diseño del proyecto de nuestra vivienda evaluada muestra deficiencias estructurales al ser evaluada con el Reglamento Nacional de edificaciones, debido a que se encontró con irregularidad torsional, en donde se hizo una mala distribución de elementos resistentes en planta, esto gracias a que se concentró mayor rigidez en los lados laterales y la parte posterior de nuestro proyecto, dejando nuestra vista frontal de vivienda expuesta sin elementos de confinamientos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda al proyectista encargado del proyecto reforzar nuestra edificación en los ejes carentes de elementos estructurales, ya sea agregando columnas o muros de cabeza, para que este no sufra de irregularidad torsional posteriormente y para que su comportamiento estructural sea satisfactorio.

Se recomienda al proyectista Considerar siempre modelar el diseño de los elementos estructurales para reafirmar los cálculos que se plasman en los planos, asimismo analizar las irregularidades que puedan presentar nuestra edificación, ya que los parámetros que podamos encontrar pueden no estar dentro de los límites establecidos por nuestra norma E.030.

Se recomienda al proyectista y/o futuros ingenieros siempre llevar un control sobre el diseño de los elementos estructurales ya que sobredimensionar aceros de refuerzo en nuestra losa aligerada y/o viga puede implicar un mayor costo en la ejecución del proyecto, asimismo siempre tener en cuenta que una columna mal diseñada puede ser muy desfavorable para la rigidez de nuestra edificación.

Debido a la existencia de irregularidad torsional extrema en nuestra edificación y al encontrarse en una categoría en donde no está permitido la existencia de este tipo de irregularidades, se recomienda al proyectista modificar la estructuración y/o reforzarla ya sea aumentando el área de sección de las columnas, así como se podrían agregar placas de concreto armado para una mejor rigidez y repetir el análisis hasta lograr un resultado satisfactorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 360 en concreto. (2020). *¿Que es el modulo de elasticidad en concreto?* Obtenido de ARGOS: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/elasticidad-del-concreto>
- Ac arquitectos. (2022). *Albañilería confinada*. Obtenido de Albañilería confinada: <https://acarquitectos.com.pe/albanileria-confinada/#:~:text=La%20estructura%20de%20alba%C3%B1iler%C3%ADa%20confinada,columnas%20de%20amarre%20y%20vigas>).
- Alva et al., j. (2020). *Amplificación Sísmica En Tacna – Perú, usando datos de movimientos sísmicos y arreglos De microtemores*. Obtenido de 17ª Conferencia Mundial sobre Ingeniería Sísmica: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:aUZvgfA-EqUJ:www.jorgealvahurtado.com/files/24.%252017WCEE_FullPaper_Alva%2520et%2520al%2520X%252001102020.pdf+%&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=pe
- Alvarado, Jiménez, Pineda, O., Ricardo, & Sulma. (2008). Influencia de la estructuración sísmica en el proceso del diseño estructural en edificios. *Ingeniería Grado*. Universidad De El Salvador, Ciudad Universitaria, El Salvador. Obtenido de <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/4384/1/PDFsamTMPbufferNRHWR1.pdf>
- Alzate, A. (2017). Vulnerabilidad estructural. *Evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones indispensables del grupo III Y IV en el Municipio de Viterbo, Caldas*. Universidad Libre Seccional Pereira, Pereira. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17088/EVALUACI%C3%93N%20DE%20LA%20VULNERABILIDAD.pdf?sequence=1>
- Anco; Mamani, R. (2020). Análisis y diseño estructural de un edificio de vivienda multifamiliar con muros de ductilidad limitada en la ciudad de Tacna - 2020. *Ingeniero Civil Grado*. Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú. Obtenido de <https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/1536/Anco-Mamani-Mamani-Zapana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Caicedo et.al. (1994). Vulnerabilidad sísmica de edificios. *Vulnerabilidad sísmica de edificios*. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona. Obtenido de <http://hdl.handle.net/2117/27020>
- Cgmser. (2022). *Evaluaciones Estructurales*. Obtenido de ¿Quién debe realizar la evaluación estructural?: <https://www.cgmser.com/evaluaciones-estructurales>
- Cgmser. (2022). *Evaluaciones Estructurales*. Obtenido de ¿Por qué es importante realizar una evaluación estructural en mi vivienda?: <https://www.cgmser.com/evaluaciones-estructurales>
- Cgmser. (2022). *Evaluaciones Estructurales*. Obtenido de CGMSER: <https://www.cgmser.com/evaluaciones-estructurales>
- Claros, E. (2020). *Rigidez de las estructuras y resistencia del concreto*. Obtenido de 360 en concreto: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/categoria/calidad-y-aspectos-tecnicos/rigidez-de-las-estructuras-y-resistencia-del->

- Ingegeek. (2021). *Sistema aporticado*. Obtenido de Sistemas estructurales de concreto armado: <https://www.ingegeek.site/2021/12/07/sistemas-estructurales-de-concreto-armado/>
- Ingegeek. (2021). *Sistema dual*. Obtenido de Sistemas estructurales de concreto armado: <https://pdfcookie.com/documents/sistema-dual-025658rd3q1>
- Ingenieria sismica y la construccion civil. (2013). *modos de vibracion*. Obtenido de Ingenieria sismica y la construccion civil: <http://ingenieriasismicaylaconstruccioncivil.blogspot.com/2013/08/modos-de-vibracion-de-un-edificio.html>
- Ingenieria Sismica y la construccion civil. (2013). *Modos de vibracion de un edificio*. Obtenido de Ingenieria Sismica y la construccion civil: <http://ingenieriasismicaylaconstruccioncivil.blogspot.com/2013/08/modos-de-vibracion-de-un-edificio.html>
- Lifehackk. (Enero de 2022). *¿Cuál es el peralte efectivo?* Obtenido de Lifehackk: <https://qa.lifehackk.com/es/Q%26A/page=698537782b720a414745d86ec9ef7e67#s6>
- Macedo; Vega, J. (2020). Evaluación del Comportamiento Estructural de Una Vivienda de Albañilería Confinada utilizando unidades de albañilería Fabricadas en el Cerro Azul-Cañete. *Ingeniero Civil Grado*. Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/71140/Macedo_MJP-Vega_SEG-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Medigrup Ingenieros. (2020). *Albañilería confinada*. Obtenido de Medigrup Ingenieros: https://web.facebook.com/115379720099915/photos/a.117940906510463/178411910463362/?type=3&_rdc=1&_rdr
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021). *ALBAÑILERÍA CONFINADA*. Obtenido de Reglamento Nacional de Edificaciones: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021). *Categoría y sistema estructural de las edificaciones*. Obtenido de Norma E.30 Diseño Sismorresistente: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021). *DUAL*. Obtenido de ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366641/51%20E.030%20DISE%C3%91O%20SISMORRESISTENTE%20RM-043-2019-VIVIENDA.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021). *E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE*. Obtenido de Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366641/51%20E.030%20DISE%C3%91O%20SISMORRESISTENTE%20RM-043-2019-VIVIENDA.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021). *Muros estructurales*. Obtenido de Norma E.030 Diseño Sismorresistente:

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366641/51%20E.030%20DISE%C3%91O%20SISMORRESISTENTE%20RM-043-2019-VIVIENDA.pdf>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021). *Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE*. Obtenido de E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366641/51%20E.030%20DISE%C3%91O%20SISMORRESISTENTE%20RM-043-2019-VIVIENDA.pdf>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2021). *Sistemas estructurales*. Obtenido de NORMA E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366641/51%20E.030%20DISE%C3%91O%20SISMORRESISTENTE%20RM-043-2019-VIVIENDA.pdf>

Nemocon, M. (2016). Propiedades mecánicas del concreto. *Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo*. Universidad Católica de Colombia, Bogotá. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/6831/4/TESIS-AN%C3%81LISIS%20DE%20LAS%20PROPIEDADES%20MEC%C3%81NICAS%20DE%20UN%20CONCRETO%20CONVENCIONAL%20ADICIONANDO%20FIBRA%20DE%20C%C3%81%C3%91A.pdf>

Peralta; Sanchez; Arroyo , H. (2014). Incertidumbre en la evaluación de periodos en edificios de mampostería tipo INFONAVIT ubicados en Chilpancingo, Guerrero. *Investigación y ciencia de la Universidad Autónoma de aguas calientes*, 8. Obtenido de <file:///C:/Users/usuario/Downloads/Dialnet-IncertidumbreEnLaEvaluacionDePeriodosEnEdificiosDe-5475803.pdf>

Pico; Vargas, N. (2016). Evaluación de la respuesta estructural de las edificaciones con distribución irregular de masa en planta ante acciones sísmicas. *Ingeniería Pregrado*. Universidad de Carabobo, Barbula, Venezuela. Obtenido de <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/7079/Pico%20Alonso%2C%20%20Norelys%20Claribel%20y%20%20Vargas%20Acosta%2C%20Leonardo%20Agosto.pdf?sequence=1>

Ponte Vega, G. C. (2017). Análisis del diseño estructural de albañilería confinada para la vida útil de viviendas autoconstruidas en el distrito de Independencia – Lima 2017. *Ingeniero Civil Grado*. Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/21766/Ponte_VGC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

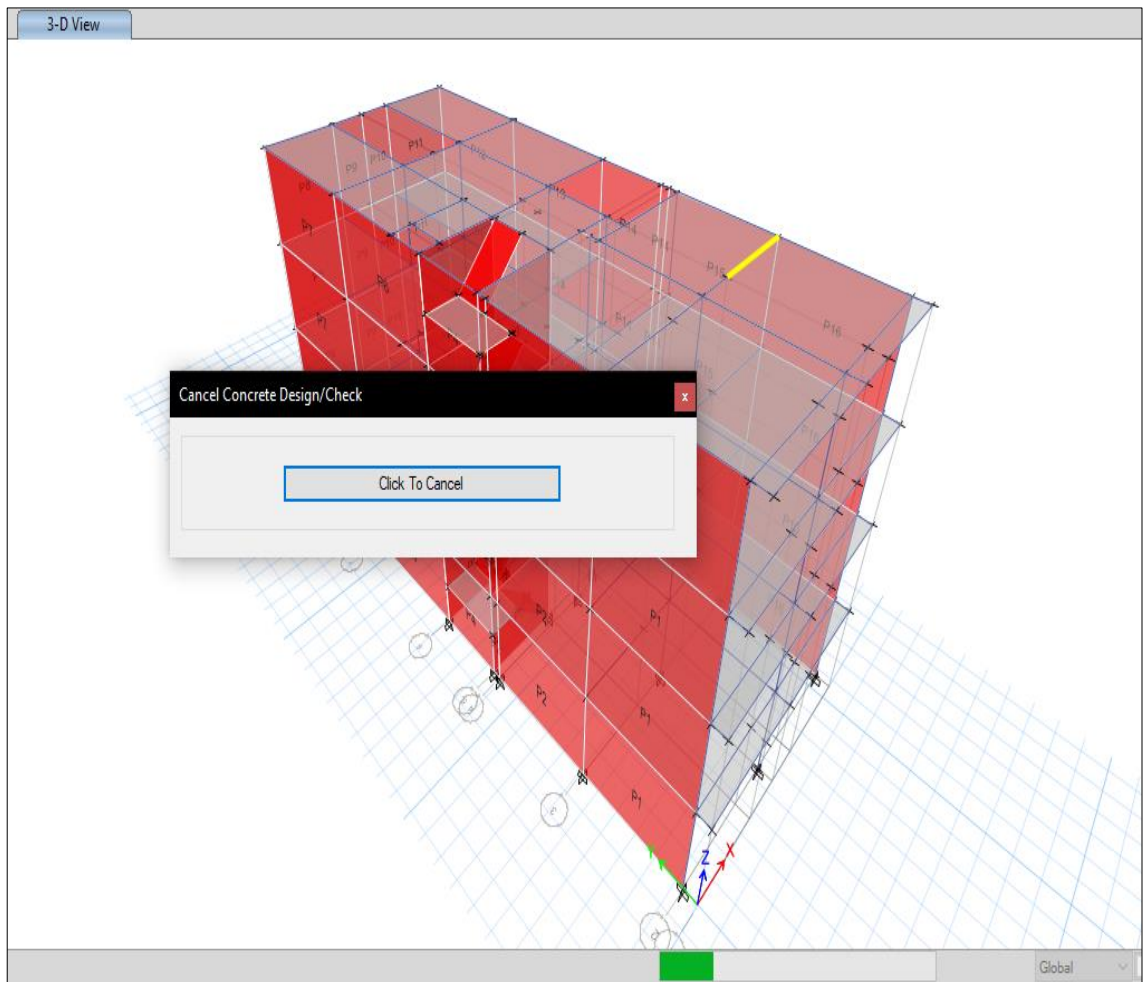
Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente NSR-10. (2010). *Sistema de portico*. Obtenido De Sistemas Estructurales: <https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/uploads/city/attachments/3871-10684.pdf>

Reglamento colombiano de construcción sismoresistente NSR-10. (2010). *Muros Estructurales*. Obtenido de Efectos Sísmicos En Los Elementos Estructurales : <https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/uploads/city/attachments/3871-10684.pdf>

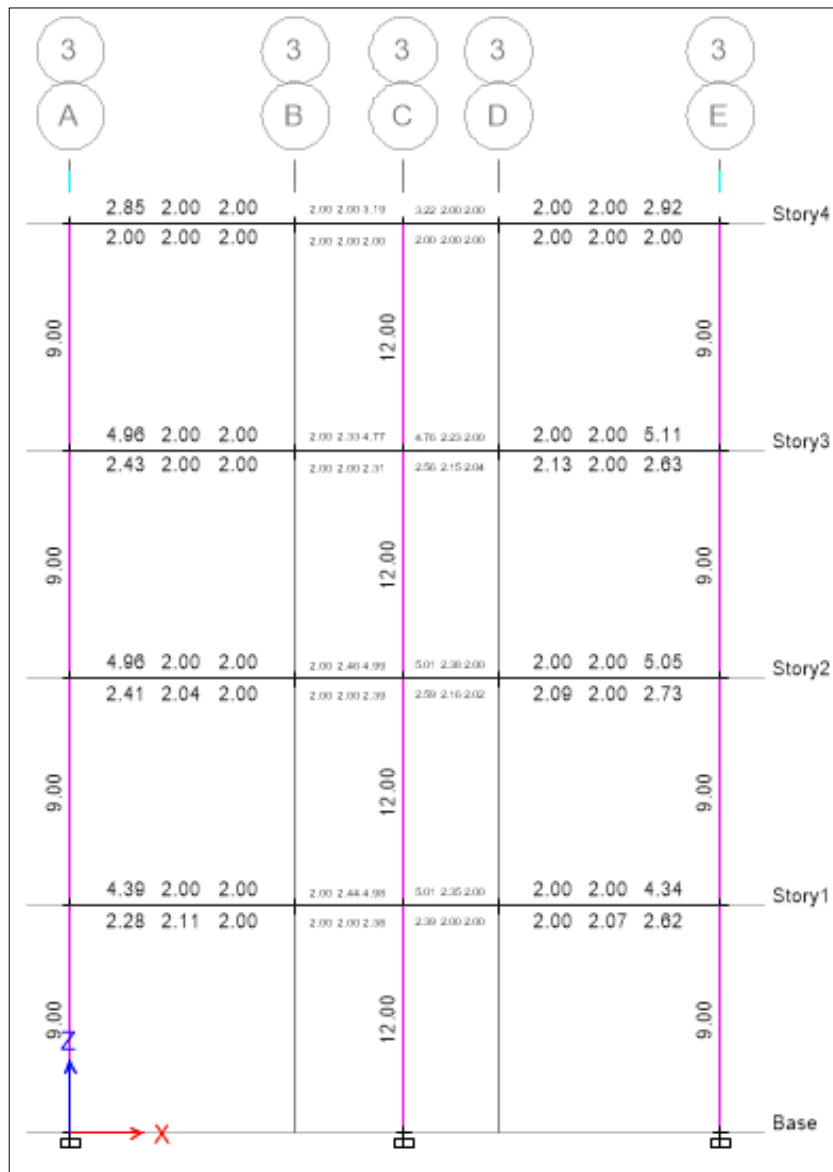
- San Bartolome, A. (1994). *Construcciones de Albañilería*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Tangarife; Silva, O. (2019). Análisis de la resistencia de las probetas de concreto. *Determinación de la resistencia a compresión del concreto (3000 psi) modificado con material de cambio de fase organico pcm – om18p*. Universidad catolica de colombia, bogota, colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23900/1/DETERMINACION%20DE%20LA%20RESISTENCIA%20A%20COMPRESI%C3%93N%20DEL%20CONCRETO.pdf>
- Tavera; Takahashi; Milla, H. (2014). Compendio de trabajos de investigación realizados por estudiantes durante los años 2013-2014. *volumen 15*. Instituto Geofísico del Perú, Lima, Perú. Obtenido de <https://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12816/769/v15,2013-2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Villegas, e. (2016). Tectónica activa del Perú: acoplamiento intersísmico heterogéneo a lo largo del megacorrimento de Nazca, movimiento rígido de la astilla peruana y acomodación de acortamiento subandino. *JGR solid earth*. Obtenido de <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2016JB013080>
- wikipedia. (2022). Subducción. *wikipedia*, 1. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Subducci%C3%B3n>
- Yndigoyen; Almirón, D. (2019). Evaluación Estructural y Propuesta de Reforzamiento en el Centro de Salud Leoncio Prado, de la Ciudad de Tacna. *Ingeniero Civil Grado*. Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú. Obtenido de <https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/840/Almir%c3%b3n-Torres-Indigoyen-Sucasaire.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Anexo 1 Chequeo del Etabs a los elementos estructurales



Anexo 2 Vista de elevación de refuerzo



Anexo 3 Cuadro de interacciones para la columna C-3 piso 1

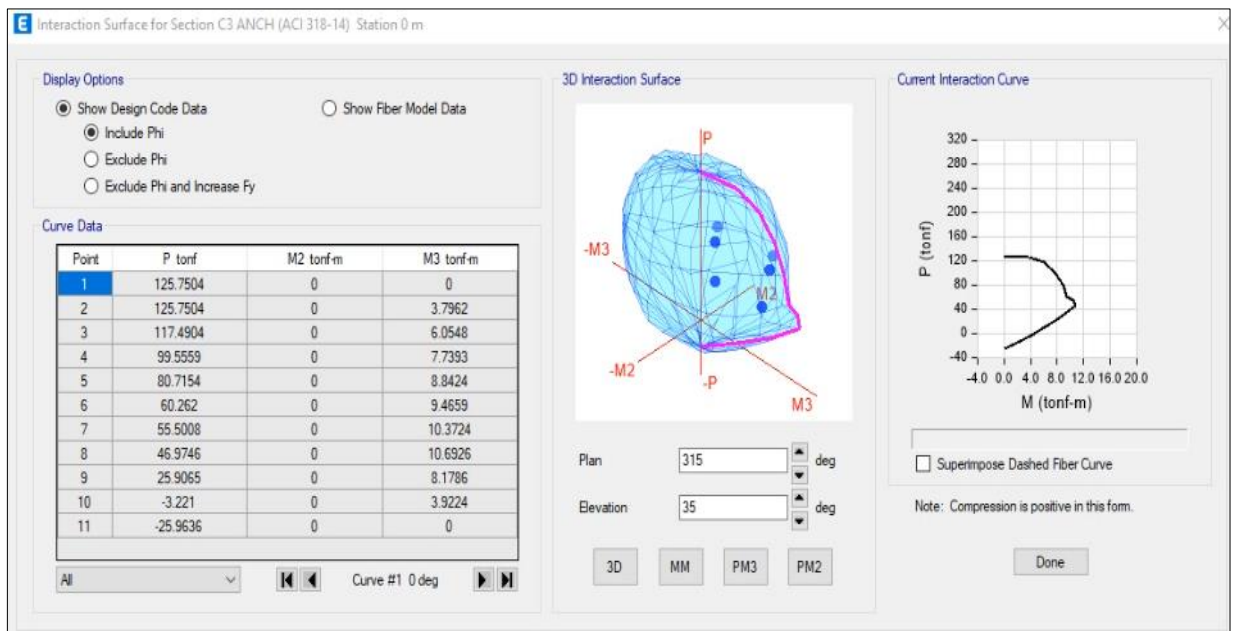
Concrete Column Design Information (ACI 318-14)

Story: Story1 Section Name: C3 ANCH
 Column: C21

COMBO ID	STATION LOC	CAPACITY RATIO	MAJOR SHEAR REINFORCEMENT	MINOR SHEAR REINFORCEMENT
Combo9	35.714	0.306	0.0000	0.0000
Combo9	35.714	0.306	0.0000	0.0000
Combo9	71.429	0.305	0.0000	0.0000
Combo9	71.429	0.305	0.0000	0.0000
Combo9	107.143	0.304	0.0000	0.0000
Combo9	107.143	0.304	0.0000	0.0000
Combo9	125.000	0.304	0.0000	0.0000
Combo9	142.857	0.304	0.0000	0.0000
Combo9	142.857	0.304	0.0000	0.0000
Combo9	178.571	0.303	0.0000	0.0000
Combo9	178.571	0.303	0.0000	0.0000
Combo9	214.286	0.303	0.0000	0.0000
Combo9	214.286	0.303	0.0000	0.0000
Combo9	250.000	0.302	0.0000	0.0000
envolvente	0.000	0.868	0.0000	0.0000

Buttons: Overwrites, Interaction, Details, Strength, Deflection, OK, Cancel

Anexo 4 Interacción a 0° incluyendo phi



Anexo 5 Interacción a 180° incluyendo phi

Display Options

Show Design Code Data Show Fiber Model Data

Include Phi

Exclude Phi

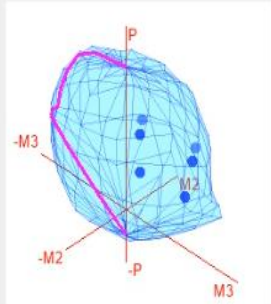
Exclude Phi and Increase Fy

Curve Data

Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	125.7504	0	0
2	125.7504	0	-3.7962
3	117.4904	0	-6.0548
4	99.5559	0	-7.7393
5	80.7154	0	-8.8424
6	60.262	0	-9.4659
7	55.5008	0	-10.3724
8	46.9746	0	-10.6926
9	25.9065	0	-8.1786
10	-3.221	0	-3.9224
11	-25.9636	0	0

All Curve #13 180 deg

3D Interaction Surface

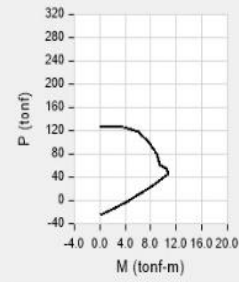


Plan: deg

Elevation: deg

3D MM PM3 PM2

Current Interaction Curve



Superimpose Dashed Fiber Curve

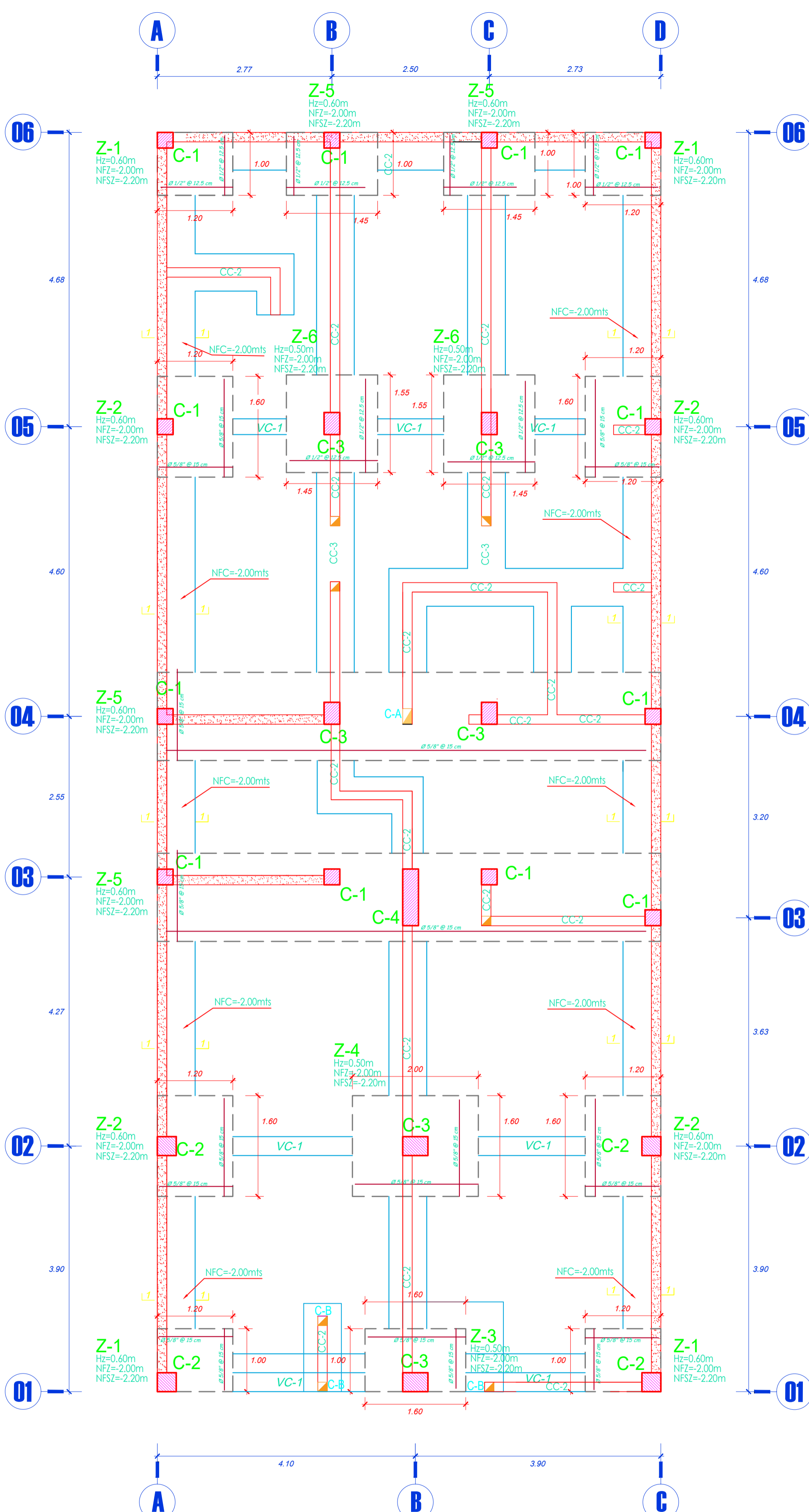
Note: Compression is positive in this form.

Done

Anexo 6 Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	INDICADOR	ESCALA	METODOLOGIA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente: Evaluación estructural	Sistema estructural	Pórticos, Dual, muros y Albañilería	Tipo de Investigación Explicativo.
¿Cuál es la evaluación y comportamiento estructural de un proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles, ubicado en el sector Viñani II, Tacna 2022?	Revisar el comportamiento estructural de un proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles, ubicado en el sector Viñani II, Tacna 2022	El proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles tiene un adecuado comportamiento estructural.		Resistencia del concreto	(kg/cm2)	Nivel de Investigación Integrativo.
				Modulo de elasticidad	(kg/cm2)	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variable Dependiente: Comportamiento estructural	Periodo fundamental de vibración	segundos (s)	Población: Proyectos de edificaciones de viviendas unifamiliares de Tacna. Muestra del estudio: Proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles.
¿Cuál es el análisis sísmico de un proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles, mediante el software ETABS?	Determinar el análisis sísmico del proyecto de vivienda de cuatro niveles ubicado en sector Viñani II, mediante el software de diseño ETABS.	Al realizar el análisis sísmico del proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles, cumple con las especificaciones de la norma E.030.		Desplazamientos de entrepisos y derivas	centímetros (cm)	
¿Se tiene un adecuado diseño de elementos estructurales en el proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles?	Verificar el adecuado diseño de los elementos estructurales en el proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles, ubicado en sector Viñani II, Tacna 2022	Al realizar el análisis de diseño en los elementos estructurales en el proyecto de vivienda unifamiliar de cuatro niveles, éstas serán optimas de acuerdo al RNE.		Fuerzas de corte	kilonewton (KN)	Instrumentos *Ficha de recolección de datos y tablas de procesamiento de datos. *Planos *Hojas de calculo excel
¿Cuál es el nivel de cumplimiento del diseño estructural de una vivienda unifamiliar de cuatro niveles, según las normativas vigentes del Reglamento Nacional de Edificaciones?	Verificar que el diseño del proyecto de una vivienda unifamiliar de cuatro niveles cumple con las normativas vigentes del R.N.E.	El diseño del proyecto de una vivienda unifamiliar de cuatro niveles, cumple con RNE.		Cuantía de acero	Adimensional(cantidad)	

Anexo 7 Planos

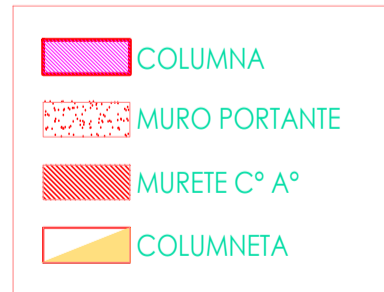


PLANTA DE CIMENTACIONES
ESCALA: 1/50

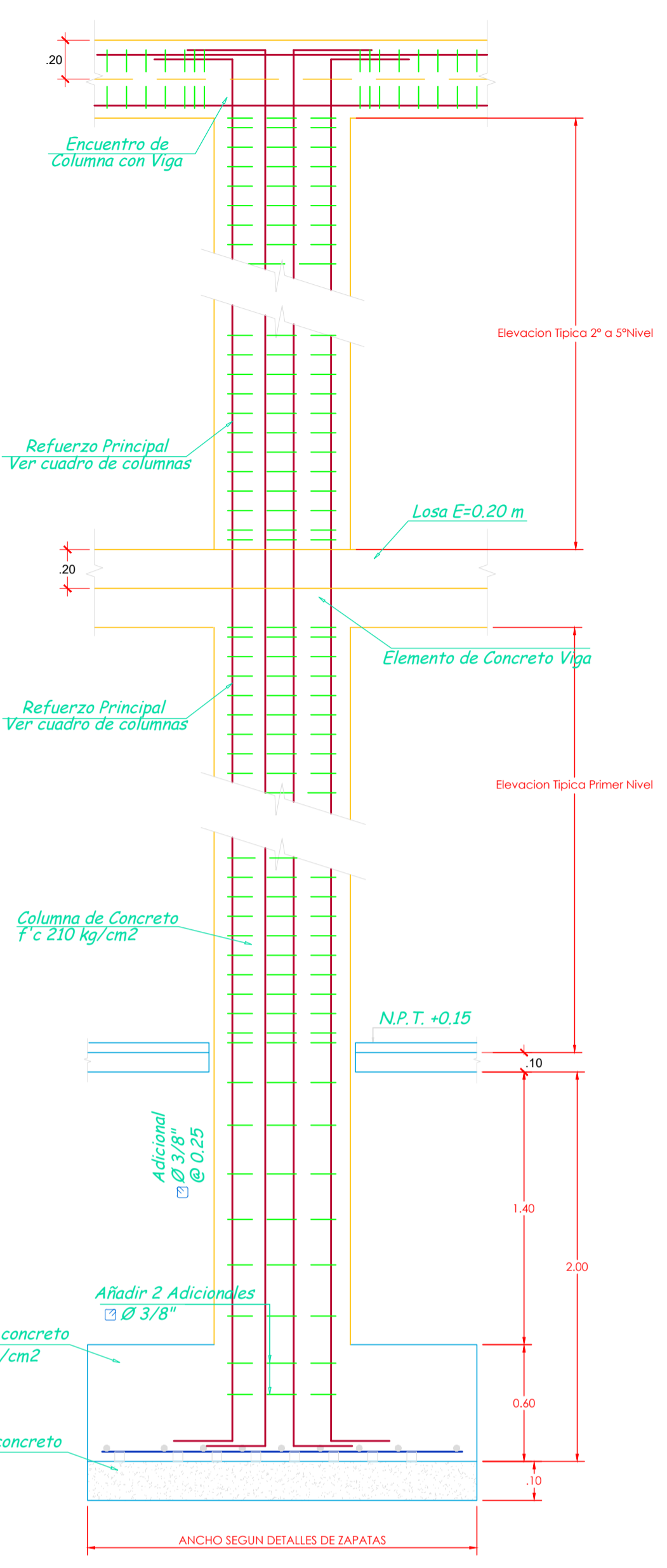
ESPECIFICADO

Ø DE COLUMNA	r (cm.)	a (cm.)
14"	1.30	6.50
8mm	2.00	8.00
38"	2.50	10.00

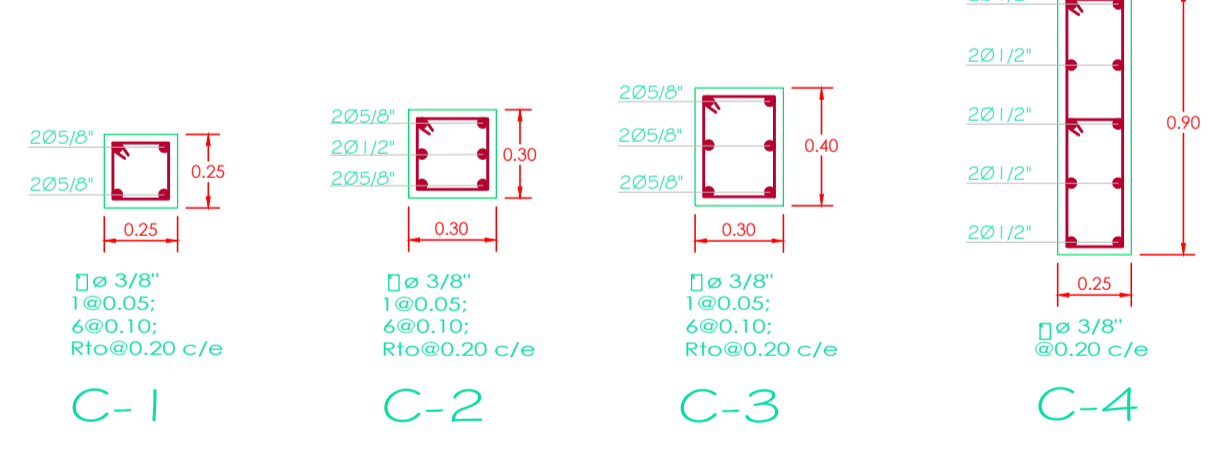
DETALLE DE DOBLADO DE ESTRIBOS EN COLUMNAS Y VIGAS



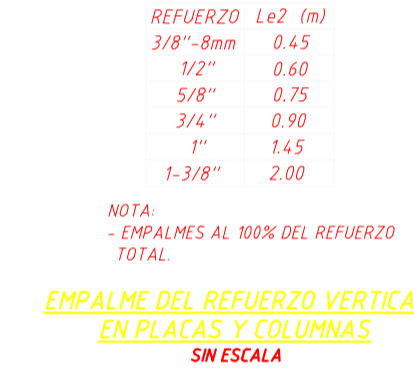
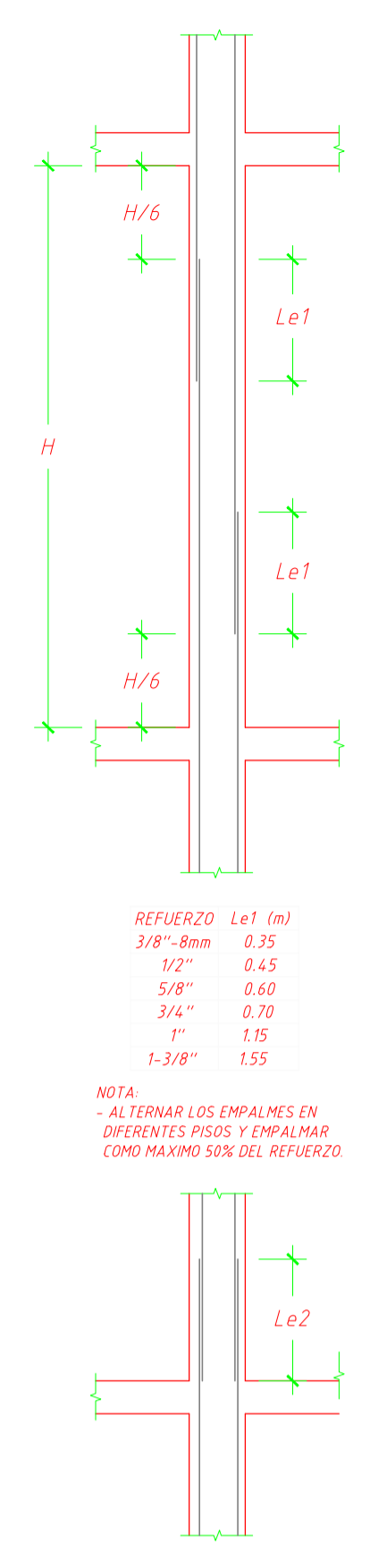
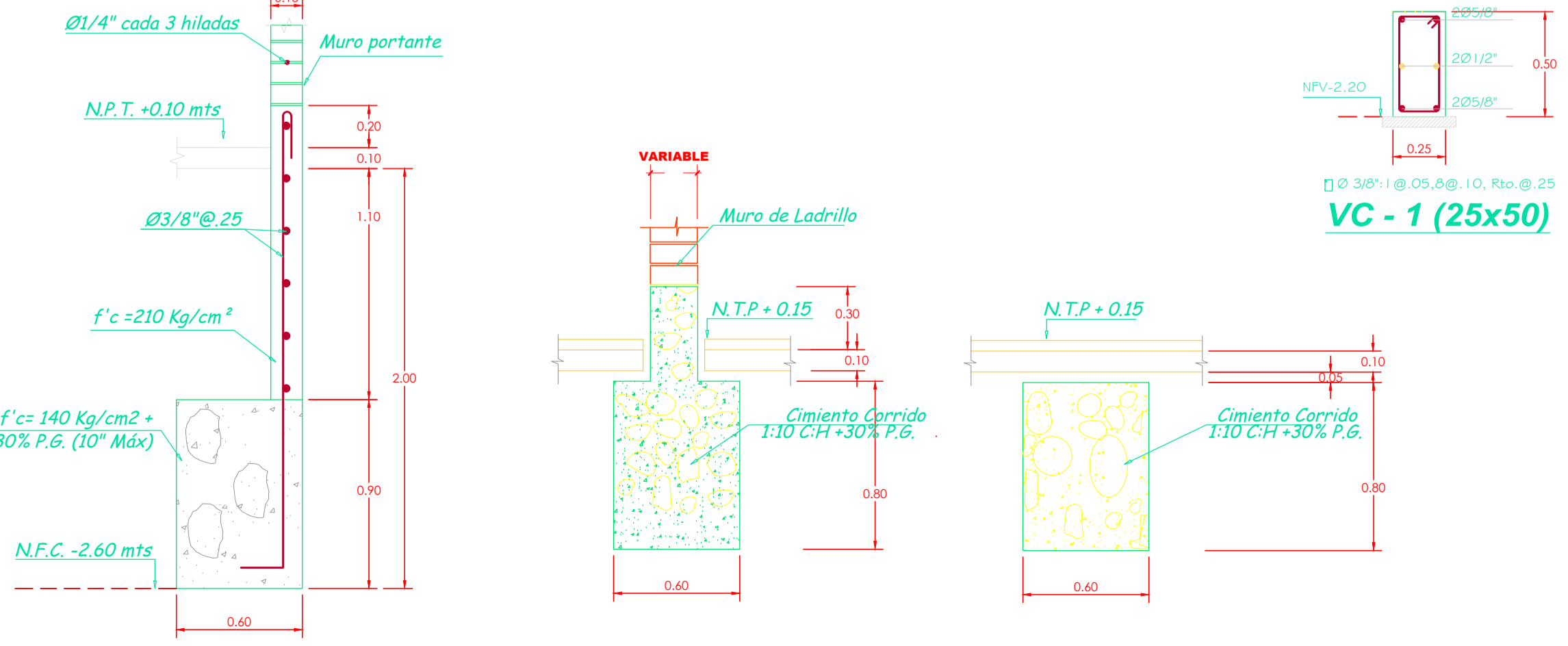
ELEVACION TIPICA DE COLUMNA
ESC.: 1/25



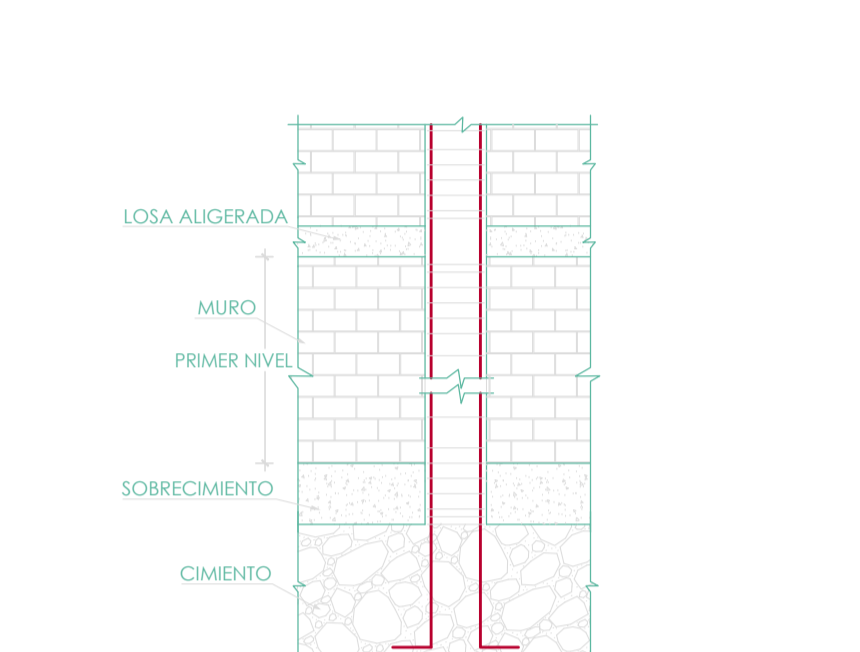
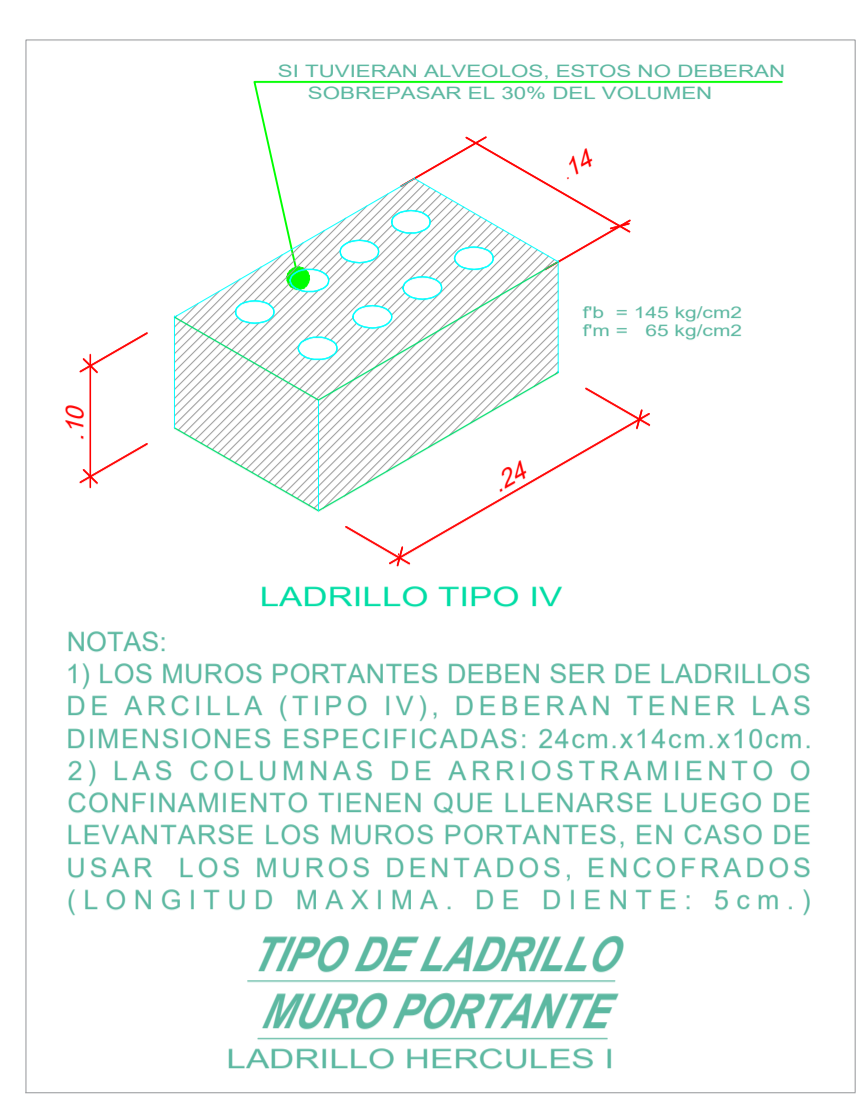
DETALLE DE COLUMNAS
ESC.: 1/25



DETALLE DE CIENTOS CORRIDOS SIMPLES Y ARMADOS
ESC.: 1/25

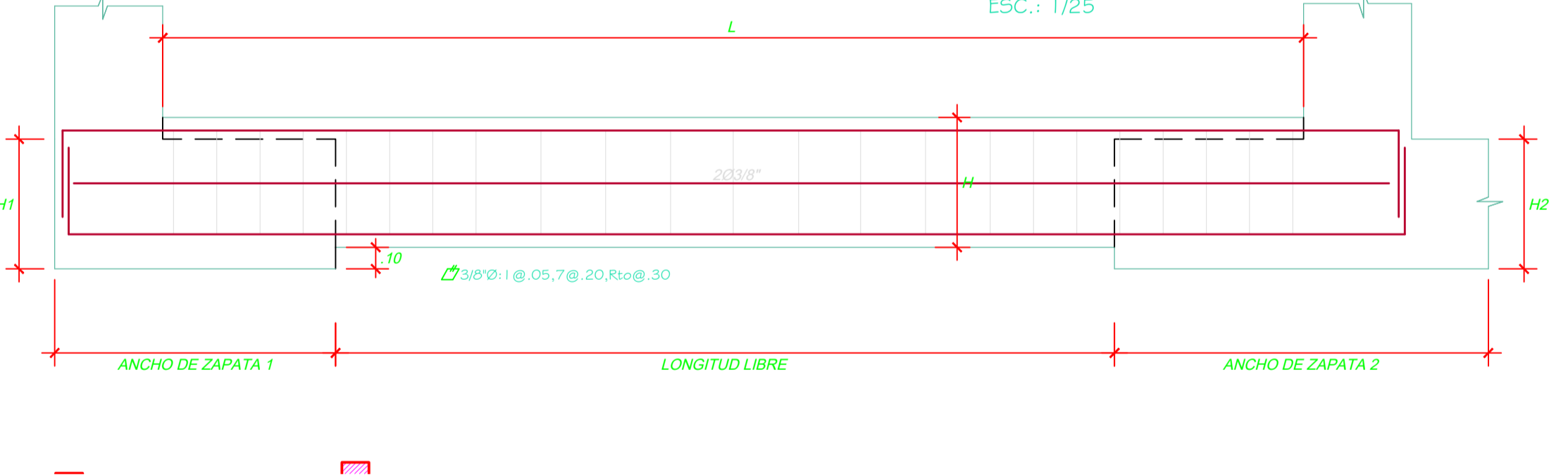


EMPALME DEL REFUERZO VERTICAL EN PLACAS Y COLUMNAS SIN ESCALA

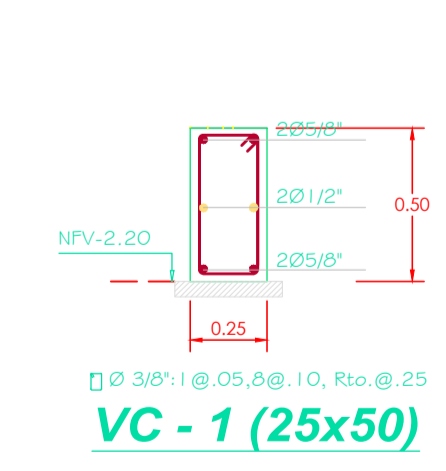


DETALLE DE ANCLAJE DE COLUMNA EN CIMENTO
ESC. 3/4"

DETALLE GENERAL DE VIGA DE CIMENTACION
ESC.: 1/25



DETALLE DE VIGA DE CIMENTACION
ESC.: 1/25



ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO SIMPLE

CIMENTO CORRIDO : Concreto Ciclopeo 1 : 10 (Cemento - Hormigón) más 30% de piedra grande de tamaño máximo 5"

FALSOS PISOS : f_c = 140 Kg / cm²

SOBRECIMENTOS : f_c = 175 Kg / cm²

SOLADO : Concreto 1 : 10 CH

CONCRETO ARMADO

ZAPATAS : f_c = 210 Kg / cm² en Estructuras

VIGAS DE CIMENT : f_c = 210 Kg / cm² en Estructuras

SOBRECIM. REFORZADO : f_c = 175 Kg / cm² en Estructuras

COLUMNAS Y VIGAS : f_c = 210 Kg / cm² en Estructuras

LOSA ALIGERADA : f_c = 210 Kg / cm² en Estructuras

ESCALERAS : f_c = 210 Kg / cm² en Estructuras

COL Y VIG DE AMARRE : f_c = 175 Kg / cm²

ACERO DE REFUERZO : f_y = 4 200 Kg / cm²

RECUBRIMIENTOS

ZAPATAS : 7.5 cm

VIGAS DE CIMENTACION : 5 cm

COLUMNAS, VIGAS, SOBRECIM. REFORZ. : 4 cm

ALIGERADOS Y VIGAS CHATA : 3 cm

COLUMNAS Y VIGAS DE AMARRE : 2.5 cm

TERRENO

CAPACIDAD PORTANTE : Segun EMS (Verificar en Obra)

ALBAÑILERIA

Si tiene Alveolos estos no excederan el 30% del Volumen

UNIDAD DE ALBAÑILERIA : f_m = 65 Kg / cm² - Ladrillo de arcilla Industrial (E 070)

MORTERO : Muros Tabiques 1:5 (C-A)

ALBAÑILERIA : Espesor Junta Vertical y Horizontal máx. = 1.2 cm

PARAMETROS DE DISEÑO SISMORESISTENTE

Factor de Zona : Z = 0.45 (Tacna - Tacna - Tacna)

Uso e Importancia : U = 1.0 ("C" Edificaciones Comunes)

Terreno : Grava mal graduada GP

Factor de Terreno : S = 1.05 Suelo Intermedio

Tp = 0.60 seg

Tl = 2.00 seg

Gravedad : G = 9.8 m/seg

LONGITUD DE ANCLAJE CON GANCHO (ldg)
ESC.: 1/25

Ø	r (cm)	ldg (cm)	Total (cm)
3/8"	3	11.50	14.50
1/2"	4	15	19
3/4"	5	20	25
1"	6	25	31
1 1/4"	8	31	39

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: EVALUACION Y COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UN PROYECTO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CUATRO NIVELES UBICADO EN EL SECTOR VIANE II, TACNA 2022

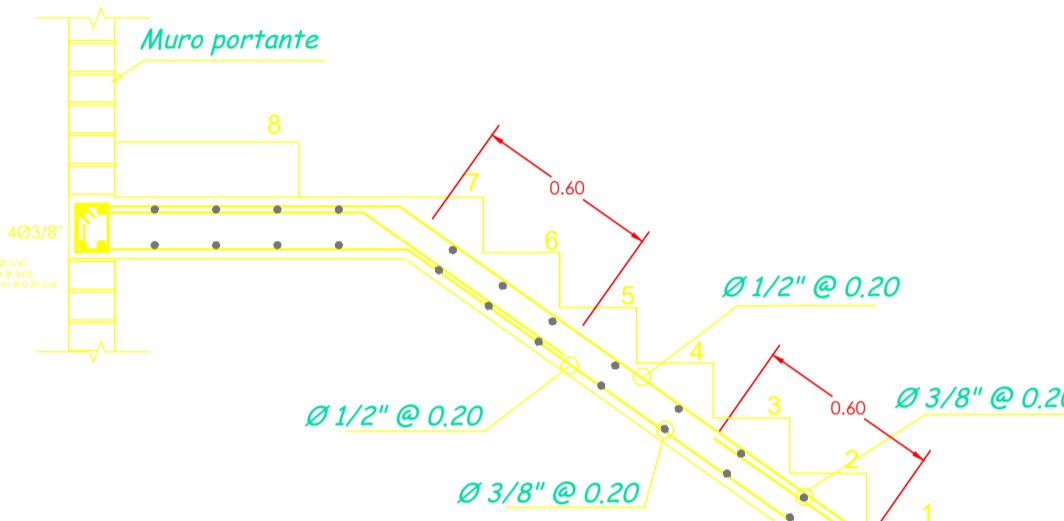
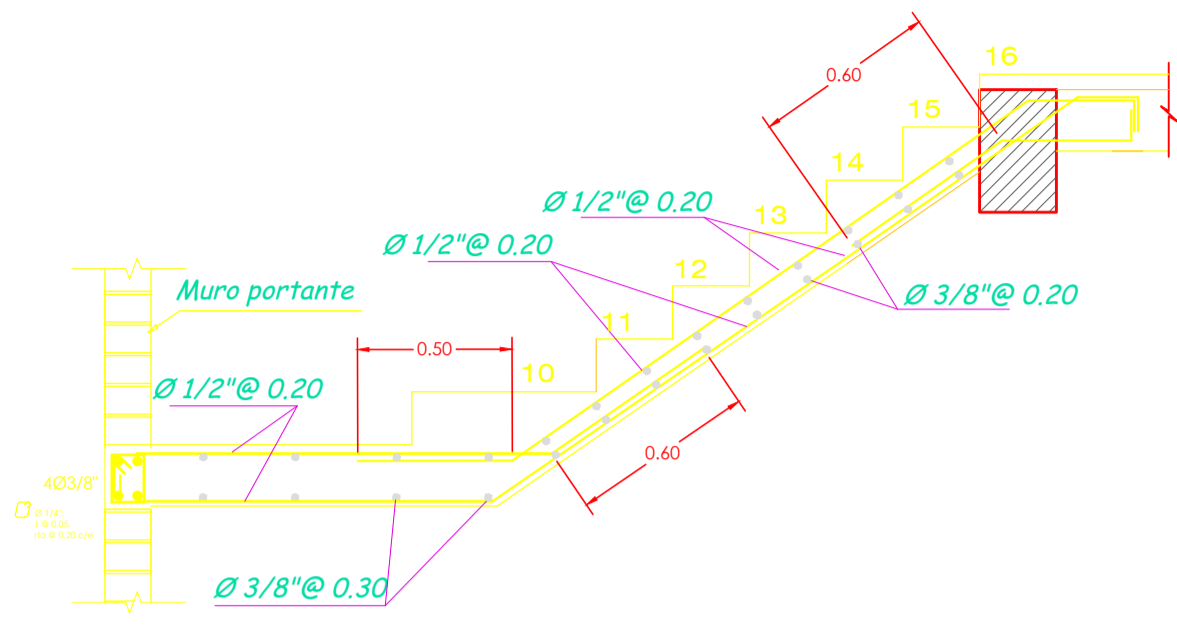
ALUMNO: HÉCTOR MANUEL CUSI MAMANI PLANO: ESTRUCTURAS - CIMENTACIONES

ASESOR: Mtro. ING. WILBER MENDOZA RAMIREZ DISTRITO: G. ALBARRACIN (ESCALA: INDICADA) FECHA: MAYO 2022

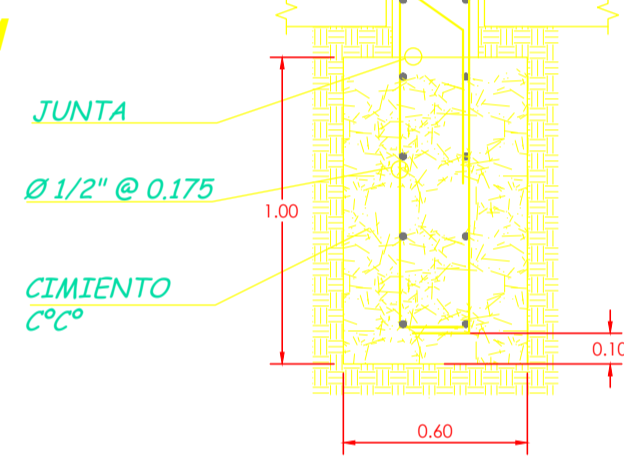
LAMINA: **E-01**

DETALLE DE ESCALERA

ESC.: 1/25

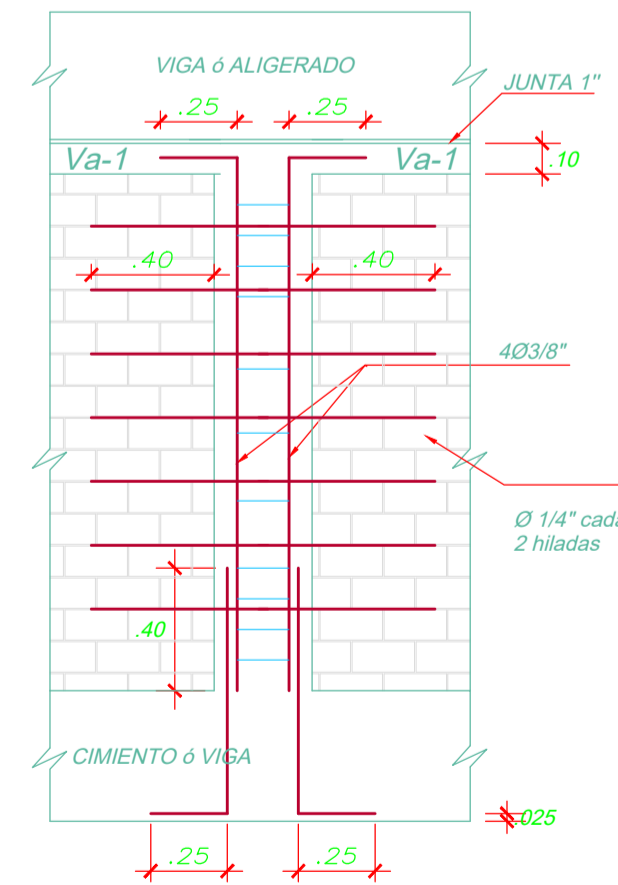
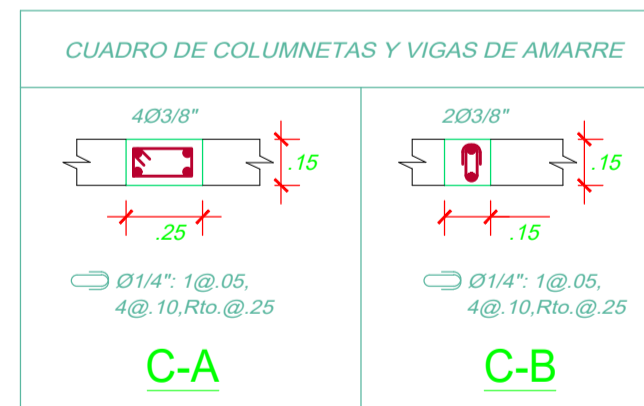
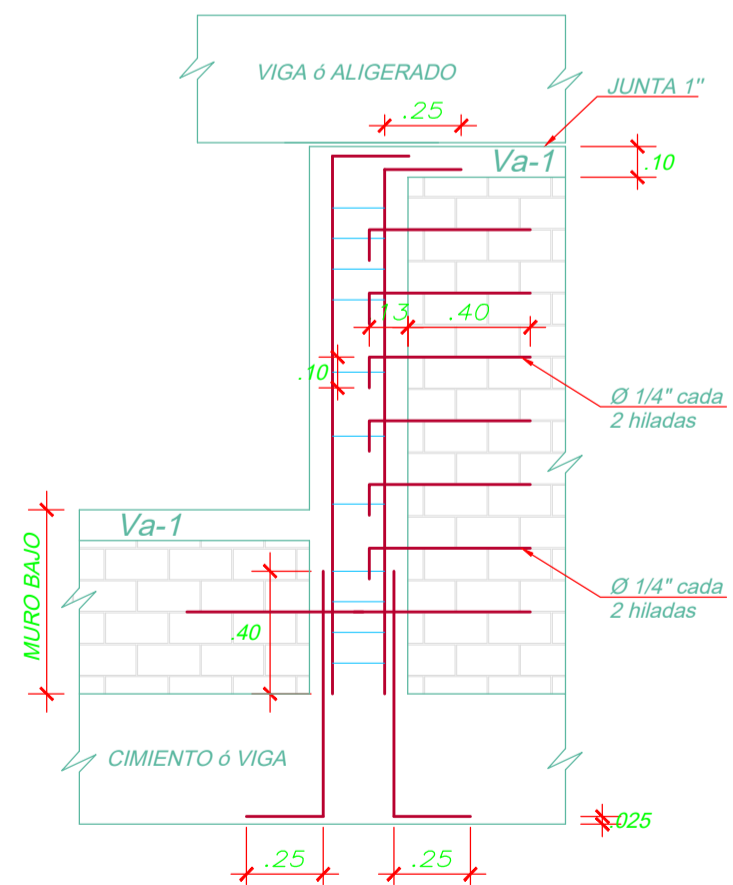


TRAMO 01



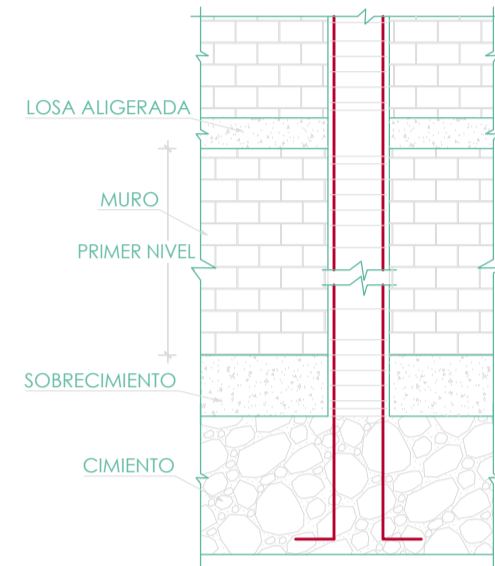
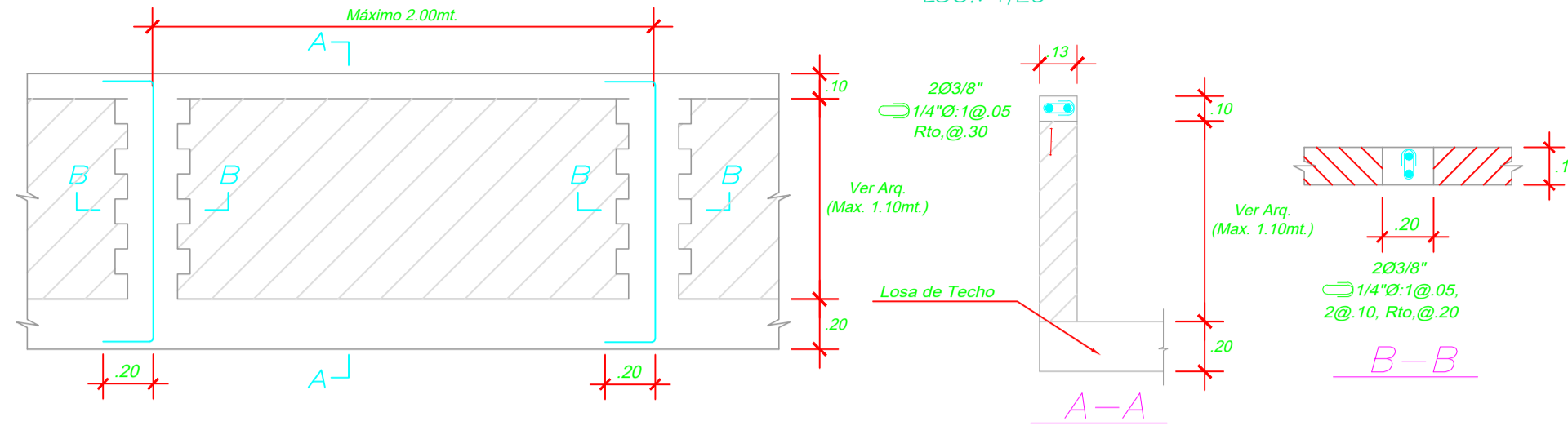
DETALLES TÍPICOS DE TABIQUERIA

NOTA: LAS COLUMNETAS SE VACEARAN LUEGO DE DESENCOFRAR NIVEL SUPERIOR DEL TECHO
ESC. 1/25



DETALLE DE PARAPETO

ESC.: 1/25



DETALLE DE ANCLAJE DE COLUMNA EN CIMENTO

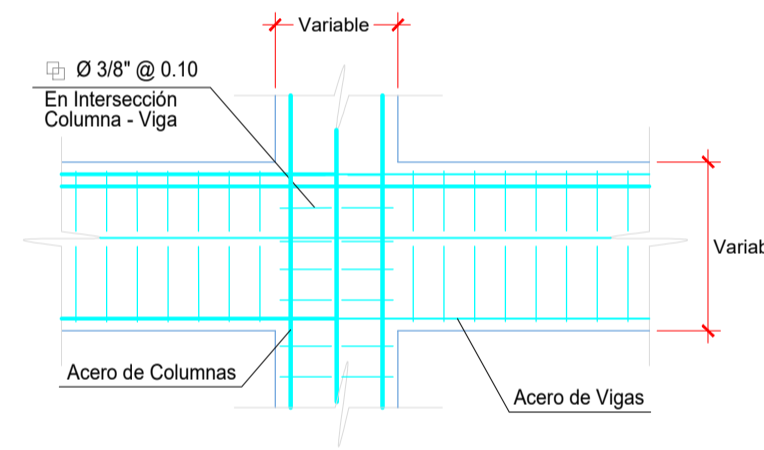
ESC. s/e

Ø	LOSAS VIGAS (cm)	COLUM. (cm)	TRASLAPES Y EMPALMES		ESTRIBOS									
			LOSAS Y VIGAS	EN COLUMNAS										
6mm	30				<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ø</th> <th>L</th> <th>Rmin.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6mm</td> <td>10cm</td> <td>1.5cm</td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>15cm</td> <td>2.0cm</td> </tr> </tbody> </table>	Ø	L	Rmin.	6mm	10cm	1.5cm	3/8"	15cm	2.0cm
Ø	L	Rmin.												
6mm	10cm	1.5cm												
3/8"	15cm	2.0cm												
3/8"	40	30												
1/2"	50	40												
5/8"	60	50												

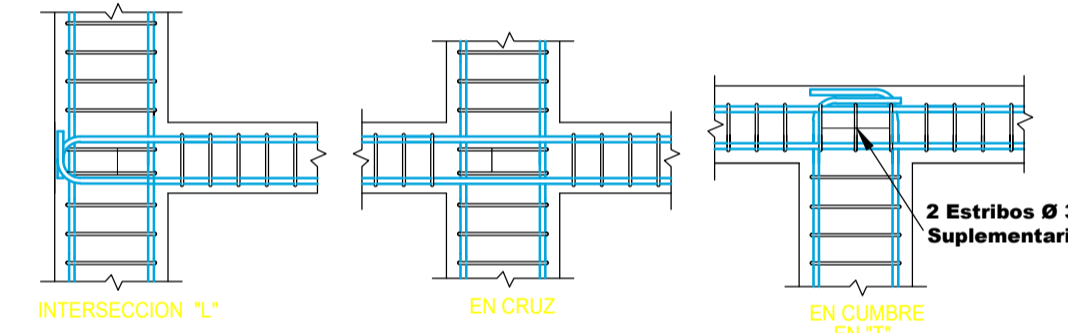
No se permitirán empalmes del refuerzo superior (negativo) en una longitud de 1/4 de luz de la losa o viga a cada lado de la columna de apoyo.

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

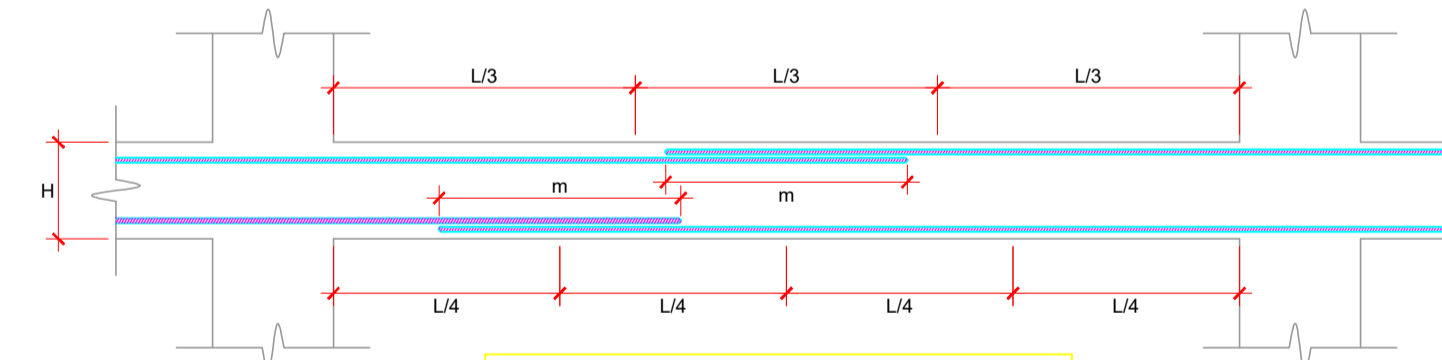
DETALLE DE ARMADO DE ACERO ENTRE COLUMNA Y VIGA



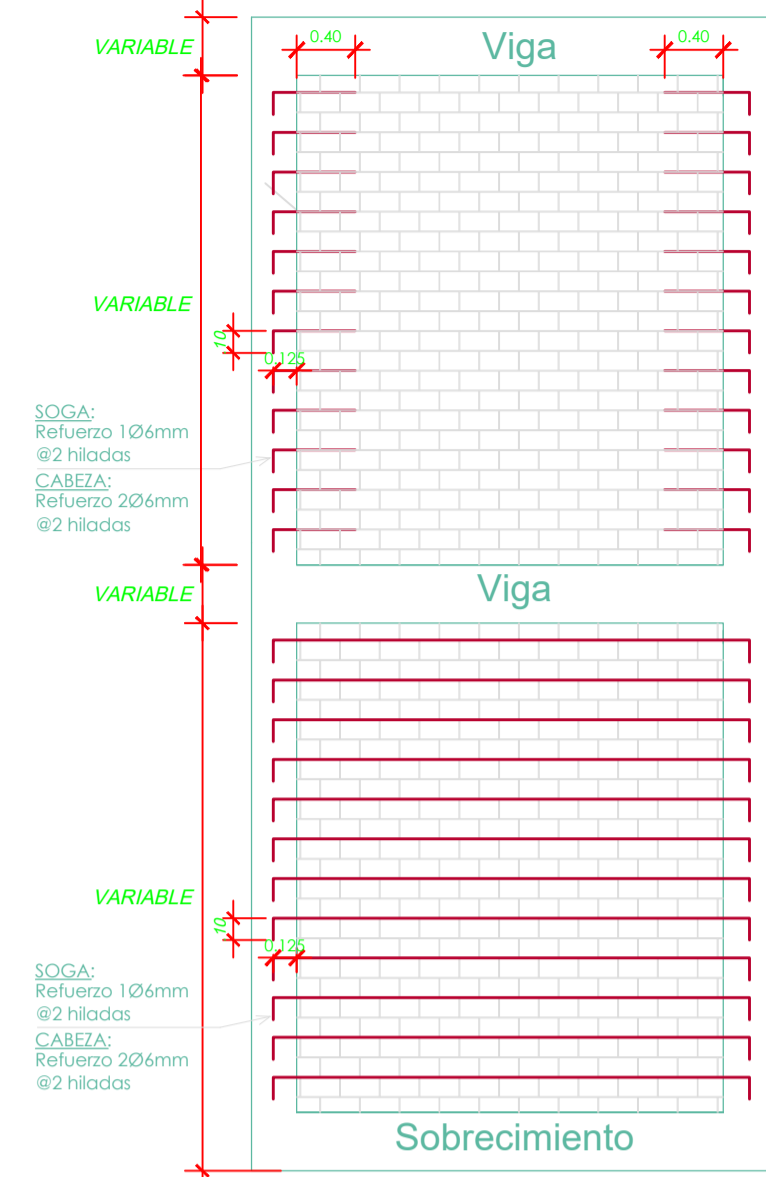
DETALLE TÍPICO DE ENCUENTROS



EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS



Ø	VALORES DE m	
	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
H: CUALQUIERA	H < 0.30	H > 0.30
3/8"	0.40 m	0.30 m / 0.45 m
1/2"	0.40 m	0.35 m / 0.50 m
5/8"	0.50 m	0.40 m / 0.60 m
3/4"	0.65 m	0.50 m / 0.70 m



DETALLE DE CONFINAMIENTO EN MUROS PORTANTES

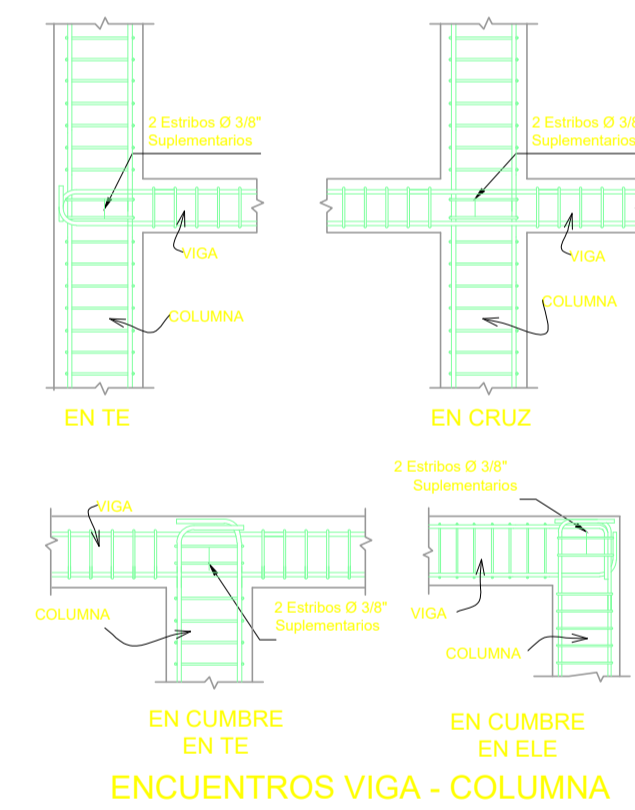
ESC. s/e

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- CONCRETO SIMPLE**
- CIEMENTO CORRIDO** : Concreto Ciclopeo 1 : 10 (Cemento - Hormigón) más 30% de piedra grande de tamaño máximo 5"
- FALSOS PISOS** : fc = 140 Kg / cm2
- SOBRECIMENTOS** : fc = 175 Kg / cm2
- SOLADO** : Concreto 1 : 10 C.H
- CONCRETO ARMADO**
- ZAPATAS** : fc = 210 Kg / cm2 en Estructuras
- VIGAS DE CIMENT** : fc = 210 Kg / cm2 en Estructuras
- SOBRECIM. REFORZADO** : fc = 175 Kg / cm2 en Estructuras
- COLUMNAS Y VIGAS** : fc = 210 Kg / cm2 en Estructuras
- LOSA ALIGERADA** : fc = 210 Kg / cm2 en Estructuras
- ESCALERAS** : fc = 210 Kg / cm2 en Estructuras
- COL. Y VIG DE AMARRE** : fc = 175 Kg / cm2
- ACERO DE REFUERZO** : fy = 4 200 Kg / cm2
- RECUBRIMIENTOS**
- ZAPATAS** : 7.5 cm
- VIGAS DE CIMENTACION** : 5 cm
- COLUMNAS, VIGAS, SOBRECIM. REFORZ.** : 4 cm
- ALIGERADOS Y VIGAS CHATA** : 3 cm
- COLUMNAS Y VIGAS DE AMARRE** : 2.5 cm
- TERRENO** : Según EMS (Verificar en Obra)
- CAPACIDAD PORTANTE** : Según EMS (Verificar en Obra)
- ALBAÑILERIA** : Si tiene Alveolos estos no excederan el 30% del Volumen
- UNIDAD DE ALBAÑILERIA** : fm = 65 Kg / cm2 - Ladrillo de arcilla Industrial (E 070)
- MORTERO** : Muros Tabiques 1 : 5 (C - A)
- ALBAÑILERIA** : Espesor Junta Vertical y Horizontal mdx. = 1.2 cm

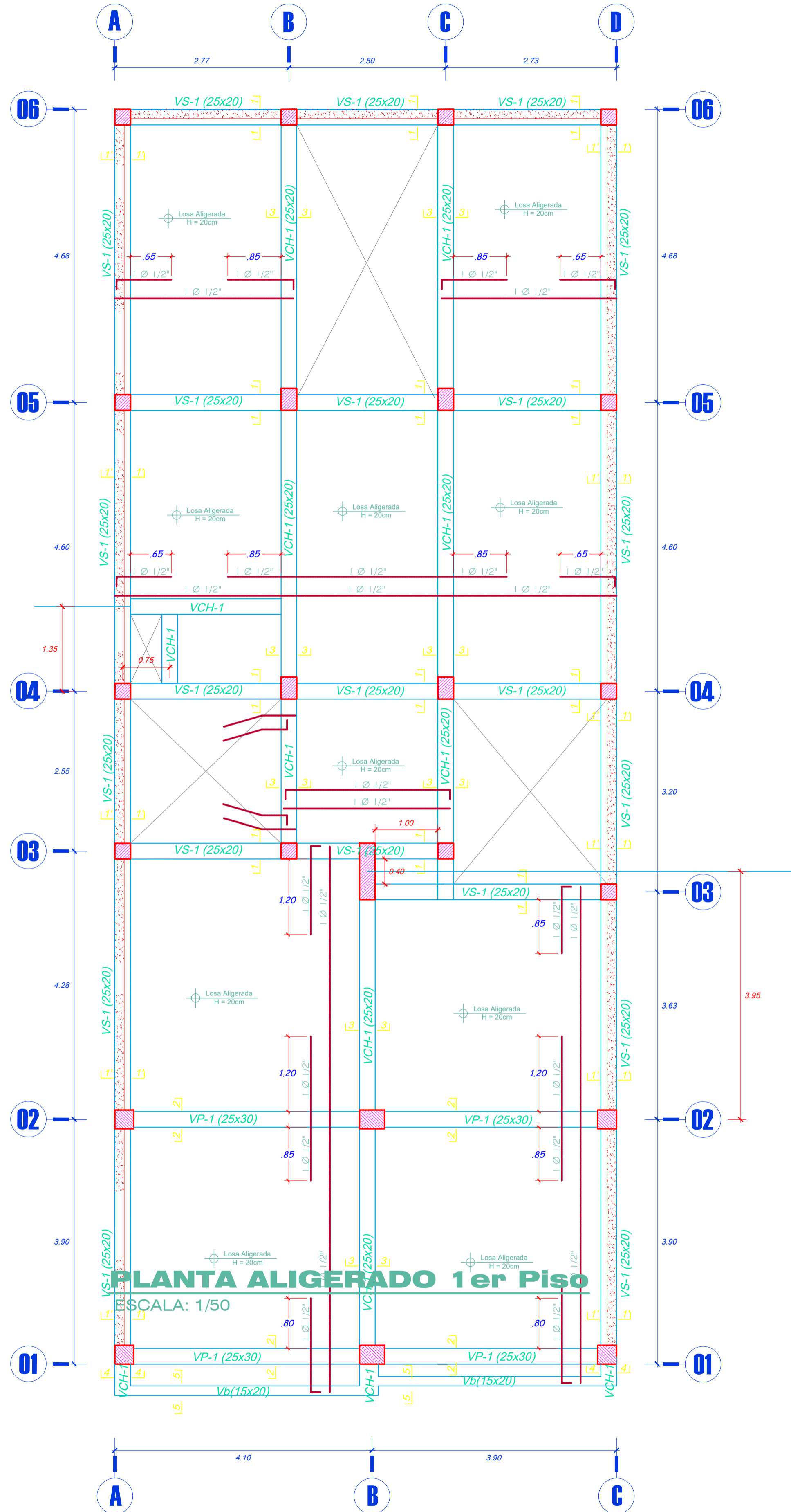
PARAMETROS DE DISEÑO SISMORESISTENTE

- Factor de Zona** : Z = 0.45 (Tacna - Tacna - Tacna)
- Uso e Importancia** : U = 1.0 ("C" Edificaciones Comunes)
- Terreno** : Grava mal graduada GP
- Factor de Terreno** : S = 1.05 Suelo Intermedio
- Tp** = 0.60 seg.
- Tl** = 2.00 seg.
- Gravedad** : G = 9.8 m/seg.



ENCUENTROS VIGA - COLUMNA

ALIGERADO 1ER NIVEL



PLANTA ALIGERADO 1er Piso

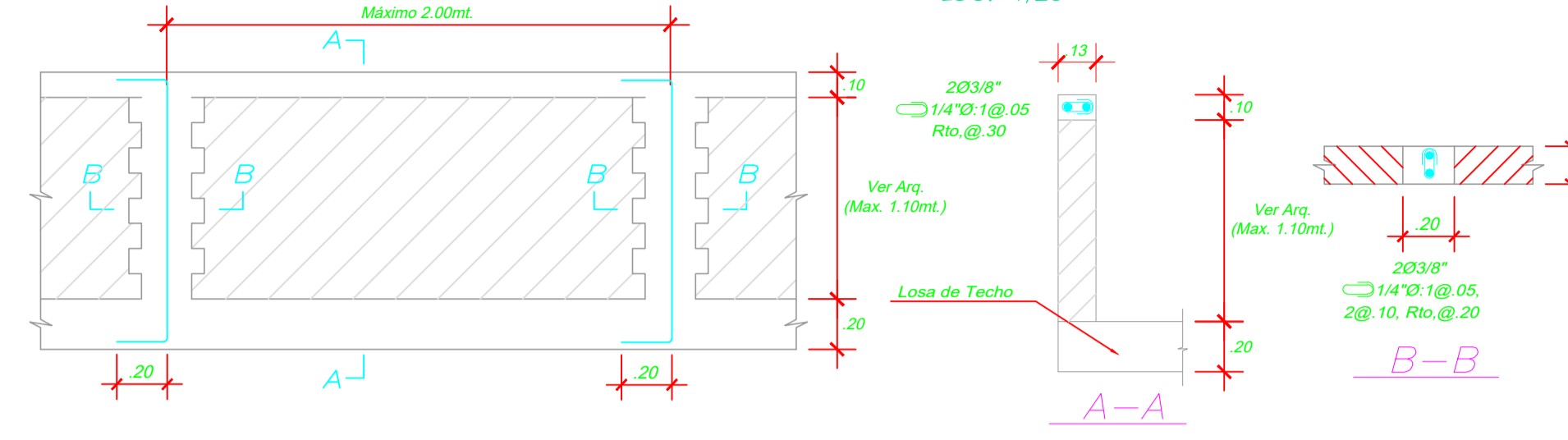
ESCALA: 1/50

PLANTA ALIGERADO 1er Piso

ESCALA: 1/50

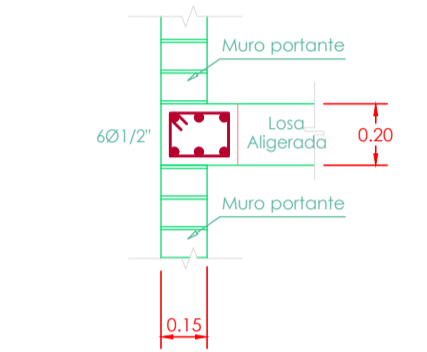
DETALLE DE PARAPETO

ESCALA: 1/25

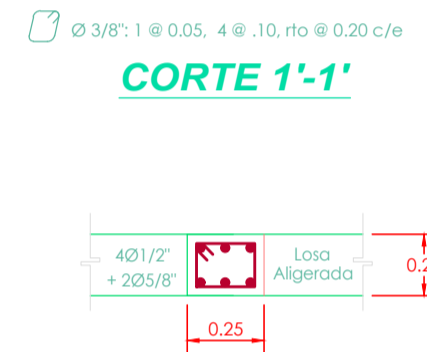


DETALLE DE VIGAS

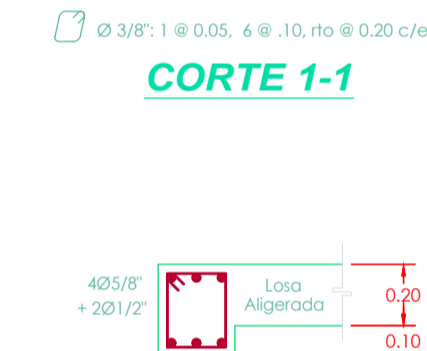
ESCALA: 1/25



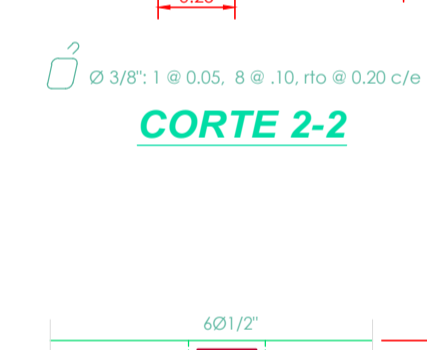
CORTE 1-1'



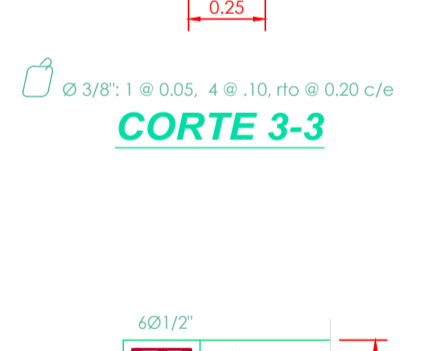
CORTE 1-1



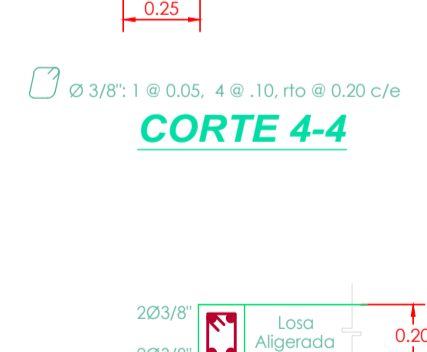
CORTE 2-2



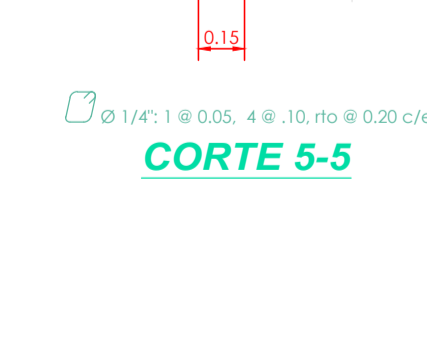
CORTE 3-3



CORTE 4-4

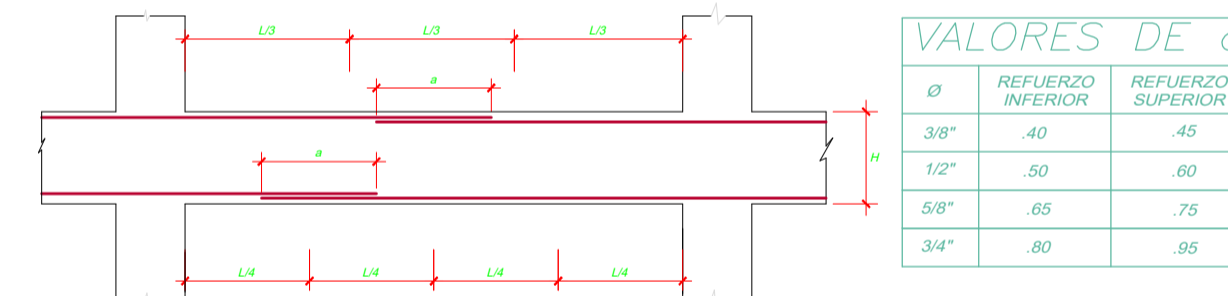
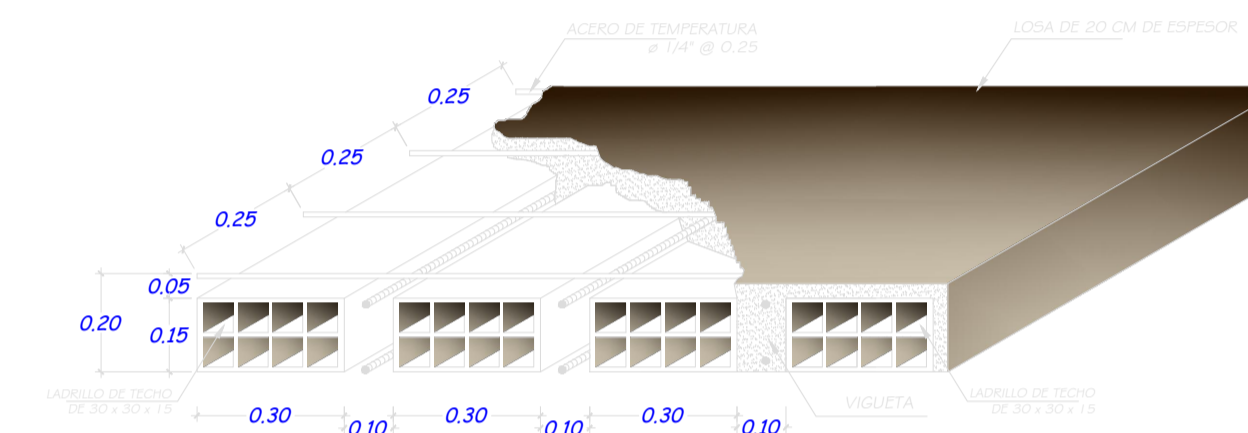


CORTE 5-5



DETALLE DE ALIGERADO H = 0.20 mts.

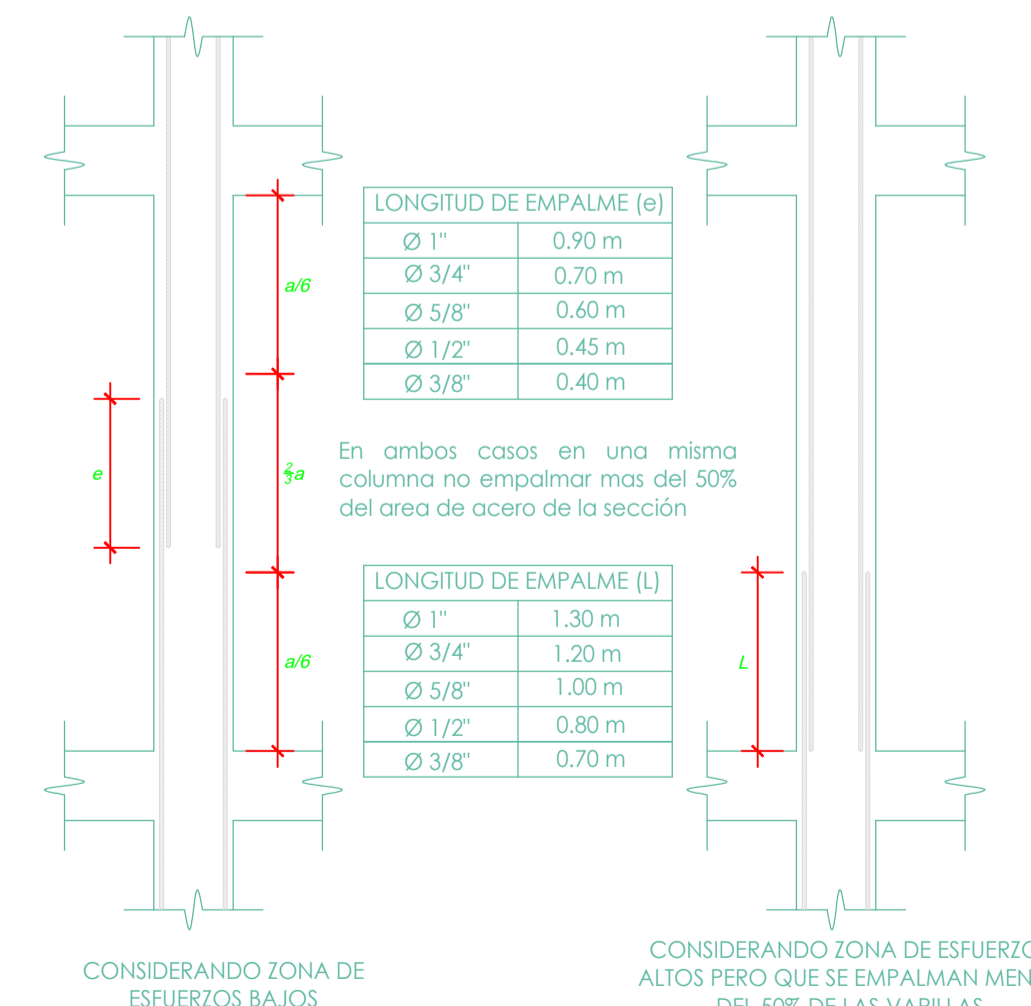
ESCALA: 3/8



VALORES DE σ		
σ	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
3/8"	.40	.45
1/2"	.50	.60
5/8"	.65	.75
3/4"	.80	.85

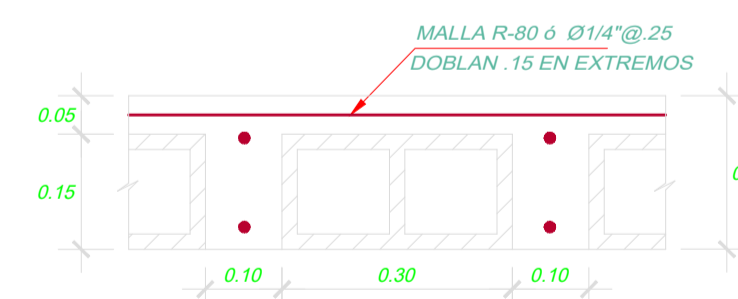
EMPALMES TRASPALDADOS PARA VIGAS, LOSAS Y ALIGERADOS

NOTA: (a) NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA TOTAL EN UNA MISMA SECCION.
 (b) EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS o CON LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS, AUMENTAR LA LONGITUD EN UN 70% o CONSULTAR AL PROYECTISTA.
 (c) PARA ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS EL ACERO INFERIOR SE EMPALMARA SOBRE LOS APOYOS SIENDO LA LONGITUD DE EMPALME IGUAL A 25 cms. PARA FIERROS DE 3/8" Y 3/5 cms. PARA 1/2" o 5/8"Ø.



DETALLE DE EMPALME DE COLUMNAS

ESCALA: 3/8



ALIGERADO H = 0.20 mts.

ESCALA: 3/8

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO SIMPLE
 CIMENTO CORRIDO : Concreto Ciclopeo 1 : 10 (Cemento - Hormigón) más 30% de piedra grande de tamaño máximo 5"

FALSOS PISOS : $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$
SOBRECIMENTOS : $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
SOLADO : Concreto 1 : 10 C/H

CONCRETO ARMADO
 ZAPATAS : $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Estructuras
 VIGAS DE CEMENT : $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Estructuras
 SOBRECIM. REFORZADO : $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ en Estructuras
 COLUMNAS Y VIGAS : $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Estructuras
 LOSA ALIGERADA : $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Estructuras
 ESCALERAS : $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ en Estructuras
 COL Y VIG DE AMARRE : $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
 ACERO DE REFUERZO : $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

RECUBRIMIENTOS
 ZAPATAS : 7.5 cm
 VIGAS DE ORIENTACION : 5 cm
 COLUMNAS, VIGAS, SOBRECIM. REFORZ. : 4 cm
 ALIGERADOS Y VIGAS CHATA : 3 cm
 COLUMNAS Y VIGAS DE AMARRE : 2.5 cm

TERRENO : Según EMS (Verificar en Obra)

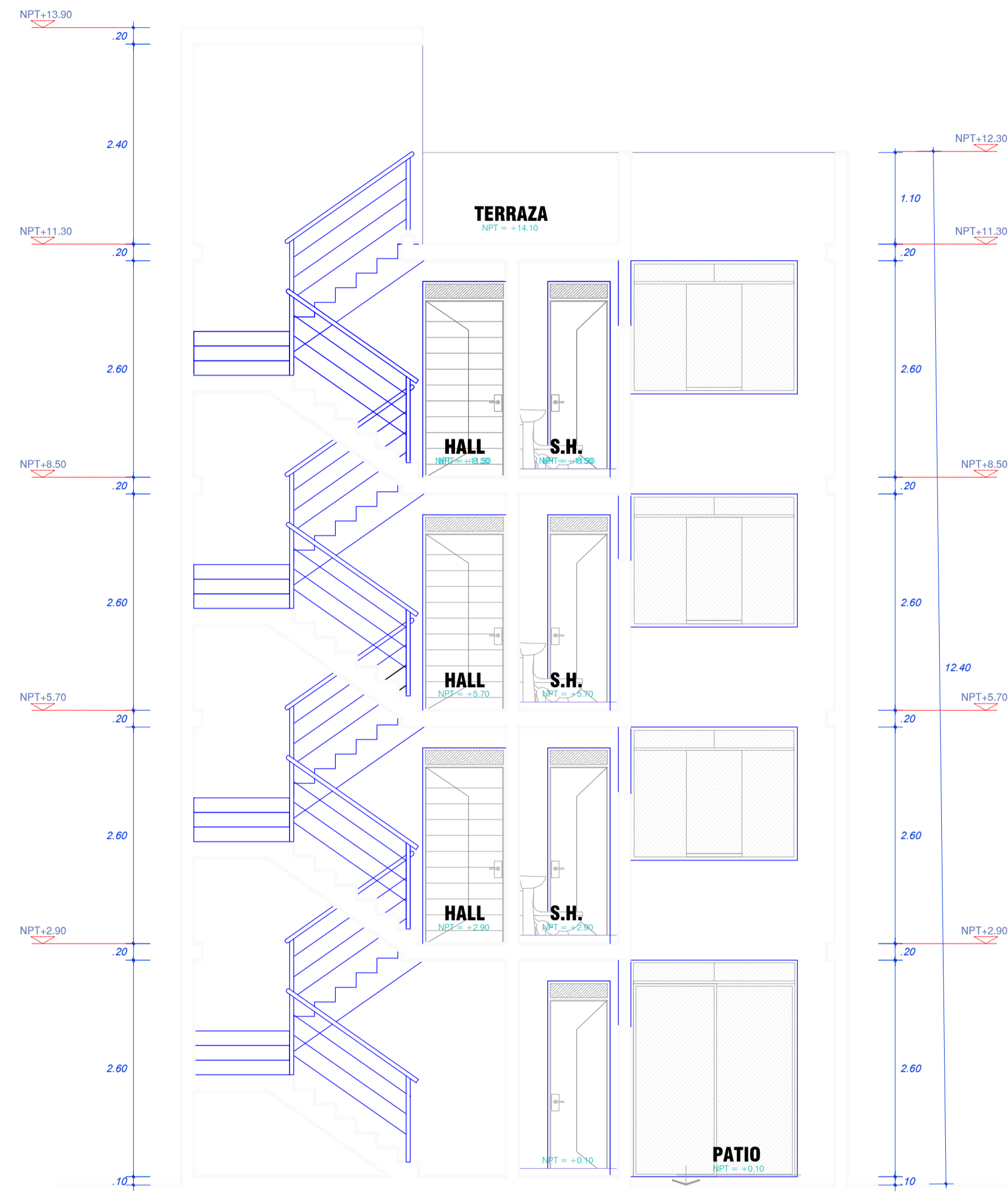
CAPACIDAD PORTANTE : Según EMS (Verificar en Obra)

ALBAÑILERIA
 Si tiene Alveolos estos no excederan el 30% del Volumen

UNIDAD DE ALBAÑILERIA : $f_m = 65 \text{ Kg/cm}^2$ - Ladrillo de arcilla Industrial (E 070)
MORTERO : Muros Tabiqués 1:5 (C-A)
ALBAÑILERIA : Espesor Junta Vertical y Horizontal máx. = 1.2 cm

PARAMETROS DE DISEÑO SISMORESISTENTE

Factor de Zona : $Z = 0.45$ (Tacna - Tacna - Tacna)
 Uso e Importancia : $U = 1.0$ ("C" Edificaciones Comunes)
 Terreno : Grava mal graduada GP
 Factor de Terreno : $S = 1.05$ Suelo Intermedio
 $T_p = 0.60 \text{ seg}$
 $T_l = 2.00 \text{ seg}$
 Gravedad : $G = 9.8 \text{ m/seg}^2$



CORTE A-A
Escala: 1/50



ELEVACIÓN PRINCIPAL
Escala: 1/50

	UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		LAMINA :
	PROYECTO: "EVALUACION Y COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UN PROYECTO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR DE CUATRO NIVELES UBICADO EN EL SECTOR VIÑANI II, TACNA 2022"		A-02
	BACHILLER: HÉCTOR MANUEL CUSI MAMANI	PLANO: ARQUITECTURA-CORTE Y ELEVACION	
	ASESOR: Mtro. ING. WILBER MENDOZA RAMIREZ	DISTRITO: 6 ALBARRACIN PROVINCIA: TACNA REGION: TACNA	ESCALA: INDICADA