



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



**CONSTANCIA DE EVALUACION DE ORIGINALIDAD
ID. N° 108013035**

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis de similitud con el software de verificación de Turnitin al documento de **INFORME FINAL DE TESIS** cuyo título es:

Aplicación de la norma E.070 en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro poblado Hijaya distrito de Alto Larán – Chincha

presentado por:

FIGRELLA PISCONTE SARAVIA

Bachiller del nivel de PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Civil. El Informe de Originalidad reporta **4% Índice de Similitud**, porcentaje que se encuentra dentro del margen permitido, por tanto, el calificativo es **APROBADO**, según el Reglamento para la evaluación de la Originalidad de los documentos de investigación.

Se adjunta al presente, el Informe de Originalidad Turnitin -iThenticate- con el reporte de originalidad.

Ica, 5 de marzo de 2024

Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN


Dra. Edith Isabel Guerra Landa
DIRECTORA

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Facultad de Ingeniería Civil



“Aplicación de la norma E.070 en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro poblado Hijaya distrito de Alto Larán – Chincha”

Línea de Investigación:
Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

INFORME FINAL PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR:
BACH. PISCONTE SARAVIA FIORELLA MELCHORITA

Ica - Perú
2023

DEDICATORIA

A mi padre por ser mi ejemplo como persona y profesional, a mi madre por su apoyo, mis hermanas por ser mi motor, a mi tía Soledad por cuidar de mi como una hija y a mis abuelos por siempre creer en mí, todos han sido parte fundamental en mi desarrollo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por cuidar mi camino, a mi asesor de Tesis Ing. Santos Chacaltana Vásquez por sus recomendaciones, guía y correcciones precisas, su apoyo profesional fue fundamental en este trabajo de Tesis y a todos los docentes de la facultad de ingeniería civil por impartir sus conocimientos a los alumnos y futuros ingenieros.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCION	12
1.1	Situación problemática.....	12
1.2	Formulación de problemas	12
1.2.1	Problema general.....	12
1.2.2	Problemas específicos	12
1.3	Antecedentes del problema de investigación	13
1.3.1	Antecedentes internacionales	13
1.3.2	Antecedentes nacionales	14
1.3.3	Antecedentes locales	14
1.4	Justificación e importancia de la investigación.....	15
1.5	Objetivos de la investigación	16
1.6	Hipótesis de la investigación.....	17
II.	ESTRATEGIA METODOLOGICA.....	18
2.1	Procedimientos.....	18
2.1.1	Etapas preliminar	18
2.1.2	Procesamiento de datos	18
2.1.3	Etapas final de gabinete	18
2.2	Diseño metodológico	18
2.3	Participantes	21
2.4	Población y muestra	21
2.5	Técnicas de recolección de datos	21
2.6	Instrumentos de recolección de datos.....	21
2.7	Técnicas de Análisis y Procesamiento de Datos	21
III.	RESULTADOS	22
3.1	Descripción de la zona del proyecto	22
3.2	Diseño del proyecto.....	23
3.2.1	Predimensionamiento.....	23
3.2.2	Densidad de muros de albañilería	26
3.2.3	Materiales.....	35
3.2.4	Asignación de cargas.....	37
3.3	Análisis Estático.....	37
3.3.1	Coficiente para análisis estático	37
3.3.2	Estimación de peso.....	37
3.3.3	Fuerza cortante en la base	39
3.3.4	Distribución de la fuerza sísmica en altura	39
3.3.5	Fuerzas sísmicas por niveles asignados a los diafragmas	41

3.4	Análisis dinámico.....	42
3.4.1	Cálculo de espectro de Pseudo aceleraciones	42
3.4.2	Construcción de Spectros de pseudo aceleraciones	42
3.4.3	Verificación de desplazamientos laterales	44
3.4.4	Factor de escala para la fuerza cortante en la base.....	48
3.5	Irregularidades de Altura.....	49
3.5.1	Irregularidad de rigidez – Piso blando	49
3.5.2	Irregularidad de resistencia – Piso débil	51
3.5.3	Irregularidad por masa	52
3.6	Irregularidades de Planta.....	53
3.6.1	Irregularidad torsional.....	53
3.6.2	Esquinas Entrantes	55
3.7	Diseño sísmico de muro de albañilería	57
3.7.1	Verificación por esfuerzo axial máximo:	59
3.7.2	Control de fisuración y resistencia al corte diagonal:	62
3.7.3	Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros	65
3.7.4	Verificación de la resistencia al corte del edificio	68
3.7.5	Diseño de los refuerzos horizontales.....	71
3.8	Diseño de elementos de confinamiento.....	73
3.8.1	Columnas de confinamiento.....	73
3.8.2	Diseño de vigas de confinamiento	83
3.9	Diseño de cimentación	86
3.9.1	Parámetros del suelo	86
3.9.2	Análisis de carga	87
3.9.3	Análisis estructural.....	88
3.9.4	Diseño del sistema de cimentación	88
3.9.5	Verificación de presiones del suelo.....	90
3.9.6	Verificación de asentamiento del suelo.....	95
3.10	Presentación de los Resultados	97
IV.	DISCUSIÓN.....	100
4.1	Interpretación y Discusión de Resultados	100
4.2	Contrastación de resultados.....	101
V.	CONCLUSIONES	103
VI.	RECOMENDACIONES	104
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105
VIII.	ANEXOS.....	107
8.1	Panel fotográfico	107

INDICE DE TABLAS

Tabla I: Matriz de consistencia	19
Tabla II Dimensiones de muro	24
Tabla III Dimensiones de viga	25
Tabla VII: Periodo fundamental y ampliación sísmica	31
Tabla VIII: Categoría de la edificación y el factor de uso (U).....	31
Tabla IX: Coeficiente básico de reducción sísmica	32
Tabla X: Datos ZUS.....	32
Tabla XI: Densidad de muros en la dirección X-X.....	33
Tabla XII: Densidad de muros en la dirección Y-Y.....	34
Tabla XIII Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para muros confinados	36
Tabla XIV Resistencia característica de la albañilería.....	36
Tabla XV: Peso de la estructura.....	38
Tabla XVII: Distribución de fuerza por piso	41
Tabla XVIII: Cuadro resumen de fuerza sísmica por piso.....	41
Tabla XIX: Cuadro resumen de valores ZUS, Período que define la plataforma del factor C (TP). Período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante (TL). 42	42
Tabla XX: Spectro de pseudo aceleraciones en X-X y Y-Y	42
Tabla XXI: Límites de distorsión entre piso según sistema estructural.....	44
Tabla XXII: Desplazamiento lateral en dirección X-X.....	45
Tabla XXIII: Desplazamiento lateral en dirección Y-Y	45
Tabla XXIV: Participación de masa en la dirección X-X y Y-Y	46
Tabla XXV: Irregularidad de piso blando en dirección X-X.....	50
Tabla XXVI: Irregularidad de piso blando en dirección Y-Y.....	50
Tabla XXVII Irregularidad de rigidez – piso débil en dirección X-X	51
Tabla XXVIII Irregularidad de rigidez – piso débil en dirección Y-Y	52
Tabla XXIX: Irregularidad por masa en dirección X-X	53
Tabla XXX: Irregularidad por masa en dirección Y-Y	54
Tabla XXXI: Irregularidad por masa en dirección Y-Y	55
Tabla XXXIII: Fuerzas internas por sismo moderado y severo en dirección Y-Y.....	58
Tabla XXXIV: Verificación por cargas verticales en dirección X-X	60
Tabla XXXV: Verificación por cargas verticales en dirección Y-Y.....	61
Tabla XXXVI: Control de fisuración y resistencia al corte diagonal en la dirección X-X.....	63
Tabla XXXVII: Control de fisuración y resistencia al corte diagonal en la dirección Y-Y	64
Tabla XXXVIII: Relación entre la fuerza cortante que causa agrietamiento diagonal y la fuerza cortante producida por un sismo moderado (V_{m1}/V_{e1}) en dirección X-X	66
Tabla XXXIX: Relación entre la fuerza cortante que causa agrietamiento diagonal y la fuerza	

cortante producida por un sismo moderado (V_{m1}/V_{e1}) en dirección Y-Y	67
Tabla XL: Fuerzas resistentes al corte en dirección X-X.....	68
Tabla XLI: Fuerzas resistentes al corte en dirección Y-Y	70
541226.54.....	70
Tabla XLII: Fuerzas internas por sismo moderado y severo para el muro MX4	71
Tabla XLIII: Fuerzas internas para columnas de confinamiento en el muro MX4.....	74
Tabla XLIV: Área de acero para columnas de confinamiento en el muro MX4	74
Tabla XLV: Verificación para el área de sección transversal requerida.....	75
Tabla XLVI: Fuerzas internas para columnas de confinamiento de los muros del primer piso en dirección X-X.....	76
Tabla XLIX: Fuerzas internas para columnas de confinamiento de los muros del primer piso en dirección Y-Y.....	79
Tabla L: Solicitud de acero para columnas de confinamiento en dirección Y-Y.....	80
Tabla LI: Área de sección transversal de las columnas de confinamiento en dirección Y-Y	82
Tabla LII: Área de acero para las vigas de confinamiento en dirección X-X	84
Tabla LIII: Área de acero para las vigas de confinamiento en dirección Y-Y	85

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1	Localización del distrito de Alto Laran	22
Fig. 2	Clasificación de zonas sísmicas.....	24
Fig. 3	Altura de muro.....	25
Fig. 4	Detalle general de losa aligerada	25
Fig. 5	Factores de zonas sísmicas	27
Fig. 6	Microzonificación sísmica en el distrito de Alto Laran.....	29
Fig. 7	Plano de ubicación de proyecto en estudio.....	30
Fig. 8	Clases de unidades de albañilería NTP E.070	35
Fig. 9	Peso por nivel y peso acumulado de la estructura	38
Fig. 10	Imagen render del diseño estructural en Etabs.....	40
Fig. 11	Distribución de fuerzas por piso	41
Fig. 12	Periodo fundamental de la estructura en dirección X-X y Y-Y	44
Fig. 13	Desplazamientos laterales entrepisos de la estructura en dirección X-X y Y-Y	45
Fig. 14	Primer modo de vibración con periodo de 0.21 s en la dirección X-X (Etabs 2019)..	47
Fig. 15	Segundo modo de vibración con periodo de 0.23 s en la dirección Y-Y (Etabs 2019)	47
Fig. 16	Tercer modo de vibración con periodo de 0.054s de forma rotacional	48
Fig. 17	Irregularidad de rigidez – piso blando en dirección X-X.....	49
Fig. 18	Irregularidad de rigidez – piso blando en dirección Y-Y	50
Fig. 19	Irregularidad de resistencia – piso débil en dirección X-X.....	51
Fig. 20	Irregularidad de resistencia – piso débil en dirección Y-Y	52
Fig. 21	Irregularidad por masa de la estructura en estudio.....	53
Fig. 22	Irregularidad torsional.....	54
Fig. 23	Criterio de irregularidad torsional en dirección Y-Y	54
Fig. 24	Imagen 3D de la estructura en estudio	55
Fig. 25	Refuerzo horizontal de muro.....	73
Fig. 26	Tabla de fuerzas internas en columnas de confinamiento [9]	74
Fig. 27	Imagen referencial de columnas de confinamiento.....	83
Fig. 28	Imagen referencial para estribado en vigas de confinamiento	86
Fig. 29	Imagen referencial para estribado en vigas de confinamiento	86
Fig. 30	Coeficiente de Winkler en relación al esfuerzo admisible del terreno [11]	87
Fig. 31	Sección de zapata corrida.....	89
Fig. 32	Viga de cimentación.....	89
Fig. 33	Verificación de presiones del suelo aplicando cargas en servicio.....	90
Fig. 34	Verificación de presiones del suelo aplicando cargas afectadas por sismo en X-X....	91
Fig. 35	Verificación de presiones del suelo aplicando cargas afectadas por sismo en X-X....	92
Fig. 36	Verificación de presiones del suelo aplicando cargas afectadas por sismo en Y-Y....	93

Fig. 37	Verificación de presiones del suelo aplicando cargas afectadas por sismo en Y-Y....	94
Fig. 38	Verificación de presiones del suelo aplicando cargas afectadas por sismo en X-X....	95
Fig. 39	Sección típica	96

RESUMEN

El sistema constructivo a base de mampostería confinada requiere una cuidadosa consideración desde el punto de vista estructural para asegurar un comportamiento óptimo durante eventos sísmicos. La arquitectura debe diseñarse para armonizar con los requisitos de las normas E.070 y E.030.

La estimación del peso de la estructura se empleó el software Etabs como herramienta de apoyo, asignando propiedades y resistencias características de los materiales tanto para la unidad de albañilería, el concreto a usarse y característica del acero, además se asignó patrones de cargas según NTP E.020 que indica según el uso corresponde para viviendas comunes.

Se desarrollo análisis estático y dinámico además se evaluó las irregularidades de altura y de planta correspondiente a la edificación en estudio logrando determinar que se trata de una estructura regular porque no presenta fallas por piso blando, no presenta irregularidad de masa o peso debido a que presenta la misma configuración de arquitectura para todos los pisos, no presenta irregularidad de planta ya que en la evaluación de se analizó la irregularidad torsional, el desplazamiento relativo entre piso en ambas direcciones es menor al %50 del desplazamiento permisible indicado para albañilería, no presenta irregularidad torsional extrema porque el desplazamiento relativo es menor al 50% del desplazamiento admisible, no presenta irregularidad por esquinas entrantes debido a que la configuración en arquitectura dispone que las esquinas entrantes no superan al 20% de la dimensión total existente en planta, no presenta irregularidad por discontinuidad de diafragma porque no existe discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, no presenta irregularidad por sistemas no paralelos porque los muros que conforman la estructura son continuos desde el primer piso al último

La verificación de la resistencia al corte se realiza con el fin de obtener una adecuada resistencia y rigidez en el edificio, se comprobó que la sumatoria de fuerzas resistentes al corte en ambas direcciones es mayor a la fuerza cortante producido por sismo severo. El diseño de columnas de confinamiento se desarrolló por corte fricción y tracción combinada, con el fin de tener los valores de fuerza cortante, tracción y compresión en ambas direcciones, con este resultado podemos obtener los valores para A_{cf} y A_{sf} implicados en el diseño por corte fricción y tracción combinada donde la sumatoria de A_{cf} y A_{sf} es la cantidad de acero que necesita cada columna de confinamiento por lo que desglosando estos valores a áreas de acero comercialmente conocidas podemos indicar el número de varillas y diámetro de estas que se necesita para cada una de las columna. El diseño por compresión y corte fricción muestra la sección transversal necesaria para resistir la acción de corte fricción nos da la sección de columna el diseño se aplica para ambas direcciones.

ABSTRACT

The constructive system based on confined masonry requires careful consideration from the structural point of view to ensure optimal behavior during seismic events. The architecture must be designed to harmonize with the requirements of the standards E.070 and E.030.

The estimation of the weight of the structure was done using the Etabs software as a support tool, assigning properties and characteristic resistances of the materials for both the masonry unit, the concrete to be used and the characteristic of the steel, as well as assigning load patterns according to NTP E.020 that indicates according to the use corresponds for common dwellings.

A static and dynamic analysis was developed and also the irregularities of height and plan corresponding to the building under study were evaluated, determining that it is a regular structure because it does not present soft floor failures, it does not present mass or weight irregularity because it presents the same architectural configuration for all floors, it does not present plan irregularity since in the evaluation of the torsional irregularity was analyzed, the relative displacement between floor in both directions is less than 50% of the permissible displacement indicated for masonry, it does not present extreme torsional irregularity because the relative displacement is less than 50% of the admissible displacement, it does not present irregularity due to incoming corners because the configuration in architecture provides that the incoming corners do not exceed 20% of the total dimension existing in plan, it does not present irregularity due to diaphragm discontinuity because there are no abrupt discontinuities or significant variations in stiffness, it does not present irregularity due to non-parallel systems because the walls that make up the structure are continuous from the first floor to the last

The verification of shear resistance is carried out in order to obtain an adequate resistance and stiffness in the building, it was verified that the sum of shear resistant forces in both directions is greater than the shear force produced by severe earthquake. The design of confinement columns was developed by friction shear and combined traction, in order to have the values of shear force, traction and compression in both directions, with this result we can obtain the values for A_{cf} and A_{sf} involved in the design by friction shear and combined traction where the sum of A_{cf} and A_{sf} is the amount of steel that each confinement column needs so that breaking down these values into areas of steel commercially known we can indicate the number of rods and diameter of these that each column needs. The design by compression and friction shear shows the cross section necessary to resist the action of friction shear gives us the column section, the design applies for both directions.

I. INTRODUCCION

1.1 Situación problemática

En el departamento de Ica específicamente en la provincia de Alto Laran presenta una creciente demanda de viviendas en los últimos años debido a la necesidad de estudios superiores, al comercio y al impulso del turismo en el distrito, lo que produce la necesidad de construcciones de viviendas multifamiliares llevadas a cabo en su mayoría bajo una arquitectura popular sin supervisión técnico - profesional.

Ante esta situación surge la hipótesis: La aplicación de la norma E.070 influye haciendo en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chíncha estructuras eficientes y resistentes a sismos moderados y severos, con el objetivo de determinar el nivel de influencia que ejerce la norma sobre el diseño sismorresistente en una estructura de albañilería confinada de cuatro niveles.

El presente trabajo de investigación desarrollará de manera sistematizada el procedimiento de diseño estructural sismorresistente en albañilería confinada cuya principal característica es el uso de muros de mampostería como elementos portantes en ambos sentidos, confinados con columnas y vigas para brindar estabilidad y ductilidad, ya que la densidad de muros debe estar distribuida simétricamente en ambos ejes es decir para mantener este equilibrio la arquitectura y diseño estructural deben ir de la mano trabajando bajo supervisión de profesionales idóneos.

1.2 Formulación de problemas

1.2.1 Problema general

¿De qué manera influye la aplicación de la norma E.070 en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro poblado Hijaya Distrito de Alto Laran –Chíncha?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿De qué manera influye la densidad de muros en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chíncha?
- ¿De qué manera influye la configuración de la estructura con diagrama rígido en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chíncha?
- ¿De qué manera influyen los muros portantes en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chíncha?

- ¿De qué manera influye la aplicación del análisis estático en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chincha?
- ¿De qué manera influye la aplicación del análisis dinámico en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chincha?

1.3 Antecedentes del problema de investigación

1.3.1 Antecedentes internacionales

En 2018, J. Sánchez [1] indicó que, para garantizar un comportamiento estructural adecuado frente a un terremoto inminente, los edificios de mampostería deben tener una disposición estructural apropiada que equilibre la densidad de sus muros en dos direcciones con la distribución adecuada de sus cargas verticales. Además, estas estructuras deben estar rígidamente más resistentes alrededor del perímetro del edificio para resistir fuerzas torsionales. Esta investigación establece que la densidad de muros es un factor fundamental asociado directamente a la mejoría del comportamiento estructural frente a sismos severos.

En 2018 J. Mejía [2] estudio el comportamiento de una estructura construida en mampostería confinada en zonas emergentes de Pedernales, con el fin de obtener un parámetro de reducción de vulnerabilidad ante sismos severos mediante la norma ecuatoriana de construcción, su investigación determino que los elementos confinantes, requieren de un refuerzo de acero igual al mínimo exigido por la normativa; por tal razón, se puede concluir que los muros de mampostería asumen la energía proveniente del sismo. La mampostería confinada posee un aceptable comportamiento estructural, y no debería ser descartado para la realización del resto de los proyectos de construcción sin embargo es importante cuidar el proceso constructivo.

En 2017 J. Tallin [3] plantea que las ciudades actualmente buscan crecer verticalmente y que además el uso de mampostería es más común debido a que es accesible económicamente, por ello realiza un análisis estructural para determinar el factor de desplazamiento vertical teniendo en cuenta la altura de los edificios construidos, y la zonificación sísmica, sumado al avance en las técnicas de construcción, en el mejoramiento de los materiales y optimizar recursos nos llevara a edificaciones de mayor calidad y seguridad, finalmente indica que es importante ejecutar obras con personal calificado y profesionales a corde respetando las especificaciones de los planos y el cumplimiento con los lineamientos que indica el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal. La mampostería fue, es y será un material muy empleado por la humanidad.

1.3.2 Antecedentes nacionales

En 2020 K. Farje y H. Yabuta [4] explican como el uso de mallas electrosoldadas favorecen a la resistencia al corte de muros de albañilería confinada haciendo uso de ladrillos macizos presentando mayor densidad lo que indica mayor resistencia ante la presencia de sismos severos estos resultados se obtuvieron aplicando la norma mexicana 2017, además se hizo una comparativa de viviendas construidas con una correcta distribución de muros tanto para el eje “X” y “Y” concluyendo que al tener una distribución de masa equitativa para ambos ejes y una estructura geoméricamente regular aunado a un proceso constructivo fiscalizado se logra tener una estructura suficientemente estable para resistir sismos moderados que asegura salvaguardar la integridad de los habitantes.

En 2020 E. Campos [5] mediante el cálculo de derivas muestra que los materiales con los que se construyen las viviendas y los tipos de ladrillos utilizados para las paredes -ladrillo industrial con 18 hexágonos y 30% de aire, ladrillo macizo King Kong y ladrillo pandereta- determinan los diferentes estados de los daños. Además de que cada uno de estos materiales proporciona un nivel de resistencia único, concluyendo que estos factores también tienen un impacto directo en los resultados del análisis porque afectan a la rigidez de la muestra.

En 2019 S. Velayarce [6] explica que la estructuración está basada en la simetría en planta ubicando muros en ambos sentidos cuya densidad debe ser similar para no generar efectos de torsión ante posibilidad de un sismo. Además, al realizar una verificación de los modos de vibración y su posible comportamiento ante sismos debido a la gran carga axial entre los muros de la estructura en general tienen mayor resistencia al corte, pero poca ductilidad, por lo que es muy importante colocar refuerzo horizontal continuo en los muros de la estructura para darle mayor capacidad de deformación en el rango inelástico sin pérdida de rigidez. Por tanto, al realizar el cálculo de diseño por carga sísmica perpendicular al plano, se comprueba la importancia del arrostramiento como fuente vital de la resistencia de estos elementos. Los arriostres de los parapetos deben estar separados a una distancia tal que cumpla con los requerimientos de la Norma E.070.

1.3.3 Antecedentes locales

En 2021 Y. Guillen [7] Analizo la relación que existe entre la vulnerabilidad de una estructura en albañilería basado en el diseño sismorresistente con respecto a la fragilidad que presenta la estructura mediante análisis lineales y dinámicos los cuales indican que existe una relación

directa entre el diseño sismorresistente en viviendas de albañilería confinada y la vulnerabilidad sísmica la cual presento 70% de vulnerabilidad ante un suceso de sismo severo, además de presentar desplazamientos de hasta 5.9cm teniendo en cuenta que este edificio se trata de una construcción existe en la que no se puede determinar los valores de resistencia de los materiales usados ni la calidad del proceso constructivo, se determina que una construcción en albañilería confinada debemos tener un alto criterio estructural y riguroso aplicación de la norma tomando esta como el criterio mínimo a tener en cuenta para lograr un desempeño sísmico eficiente en edificaciones de albañilería confinada.

1.4 Justificación e importancia de la investigación

1.4.1 Justificación

Perú es uno de los países con mayor actividad sísmica en Latinoamérica debido a que se encuentra dentro del cinturón de fuego del Pacífico.

El 70% de los sismos ocurre frente a la costa peruana, con mayor incidencia sobre las regiones del centro y sur del Perú: desde Lima hasta Tacna

La sismicidad sumada a la proliferación de autoconstrucción nos mantiene en un latente y constante riesgo de pérdidas humanas y económicas, se estima que el 80% de viviendas son construcciones informales en el Perú y de ese porcentaje, la mitad son altamente vulnerables a un terremoto de alta intensidad. En las zonas periféricas de las ciudades esta cifra llega al 90%.

En Ica la construcción de viviendas por empresas constructoras no es común, usualmente las personas recurren a los servicios de un albañil para autoconstruir sus viviendas o negocios.

La presencia de terremotos en nuestro país ha provocado daños importantes en algunas edificaciones, especialmente en las de albañilería sobre todo en aquellas que fueron construidas sin asistencia técnica aumentando su vulnerabilidad la baja calidad del suelo.

La adecuación de las construcciones a las exigencias de las normas vigentes aun es burda lo que da lugar a edificaciones con inadecuado comportamiento sísmico.

Antes de intentar reparar o reforzar una estructura es mejor conocer que la hizo fallar es por ello que en este trabajo se analizara cada una de los procedimientos de estructuración asegurando cumplir con la norma E.070 y teniendo a esta como base mínima de exigencia para tener como resultado una estructura eficiente.

1.4.2 Importancia

La albañilería confinada se ha convertido en un sistema constructivo muy recurrente en un gran porcentaje de la población por tal motivo es importante conocer su capacidad, resistencia y servicio para su correcta aplicación teniendo como principal interés resguardar la integridad de la vida humana a la par de la integridad estructural lo que nos pone frente a la situación de hacer eficiente el método constructivo más usado en el país.

En la Provincia de Chincha distrito de Alto Laran destacan las construcciones en base a albañilería confinada en gran porcentaje, ya que esta resulta económica en comparación a otros sistemas de construcción y de rápido acceso mediante maestros de obra que realizan procesos constructivos sin la supervisión de un especialista, ellos de manera inconsciente ponen en riesgo la integridad y economía de aquellos que solicitan sus servicios, por ello la presente investigación busca simplificar mediante resultados y conjunto de aplicaciones prácticas de métodos constructivos la aplicación de la norma E.070 para facilitar su aplicación y de este modo beneficiar a la población que recurre a este método constructivo.

Para esta investigación los beneficiados directos son los propietarios de la vivienda y los habitantes de este, así mismo los beneficiados indirectamente también son los habitantes del distrito de Alto Larán ya que este edificio multifamiliar además de brinda una nueva opción de vivienda segura también da la oportunidad de albergar personas extrañas del lugar que quieran realizar turismo en la zona.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

Determinar la influencia de la aplicación de la norma E.070 en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chincha.

1.5.2 Objetivos específicos

- Determinar la influencia de la densidad de muros en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chincha.

- Determinar la influencia de la configuración de la estructura con diagrama rígido en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chincha.

- Determinar la influencia de los muros portantes en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chíncha.
- Determinar la influencia de la aplicación del análisis estático en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chíncha.
- Determinar la influencia de la aplicación del análisis dinámico en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chíncha.

1.6 Hipótesis de la investigación

Hipótesis

a) Hipótesis general

La aplicación de la norma E.070 influye haciendo en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chíncha estructuras eficientes y resistentes a sismos moderados y severos.

b) Hipótesis específicas

La densidad de muros influye en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chíncha.

La configuración de la estructura con diagrama rígido influye en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chíncha.

Los muros portantes influyen en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chíncha.

El análisis estático influye en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chíncha.

La aplicación del análisis dinámico influye en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chíncha

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA

2.1 Procedimientos

2.1.1 Etapa preliminar

Es la etapa inicial que consiste en la recolección de datos, evaluación, selección y clasificación de información pertinentemente relacionada con el ámbito del estudio.

- Visita a campo
- Clasificación de información
- Planteamiento de Arquitectura
- Planteamiento de estructuras

2.1.2 Procesamiento de datos

Se evalúa la información obtenida y tras el proceso de análisis

- Contrastación de datos obtenidos de documentos
- Asignación de propiedades a los elementos estructurales
- Diseño de elementos estructurales en el software

2.1.3 Etapa final de gabinete

- Análisis estático
- Análisis dinámico
- Modelamiento estructural de la estructura propiamente dicha
- Obtención y análisis de resultados
- Elaboración de conclusiones

2.2 Diseño metodológico

2.2.1 Tipo, nivel y diseño de investigación

a) Tipo de investigación

Aplicada porque haciendo uso de estudios teóricos se busca alcanzar un objetivo para solucionar un problema.

b) Nivel de investigación

Según la naturaleza de la investigación reúne las características de un estudio descriptivo, correlacional porque busca hallar si existe alguna influencia de la norma E.070 sobre el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles.

c) Diseño de investigación

No experimental – transversal, porque por medio de la recolección de datos obtenidos al aplicar análisis lineales y dinámicos a la estructura se podrá elaborar conclusiones

2.2.2 Matriz de consistencia

Tabla I: Matriz de consistencia

TEMA	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
TITULO: Aplicación de la norma E.070 en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chinchá 2022”	1.-Problema general	1.-Objetivo general	1.-Hipótesis General	1.-Variable independiente	1.-Tipo de Investigación Aplicada
	¿De qué manera influye la aplicación de la norma E.070 en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chinchá 2022?	Determinar la influencia de la aplicación de la norma E.070 en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chinchá 2022.	La aplicación de la norma E.070 influye en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chinchá 2022.	Aplicación de la Norma de Albañilería Indicadores: Normas Técnicas peruanas	2.-Nivel de Investigación Explicativa
	2.-Problemas Específicos	2.-Objetivos específicos	2.-Hipótesis Específicas	2.-Variable Dependiente	3.-Método de Investigación Deductivo Analítico-Comparativo
	2.1.- ¿De qué manera influye la densidad de muros en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chinchá 2022? 2.2.- ¿De qué manera influye la configuración de la estructura con diagrama rígido en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro	2.1.- Determinar la influencia de la densidad de muros en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chinchá 2022. 2.2.- Determinar la influencia de la configuración de la estructura con diagrama rígido en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro poblado Hijaya distrito de Alto Laran –	2.1.- La densidad de muros influye en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chinchá 2022. 2.2.- La configuración de la estructura con diagrama rígido influye en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chinchá 2022.	Diseño estructural en albañilería confinada de una estructura de cuatro niveles en el Centro poblado Hijaya - distrito de Alto Laran - Chinchá Indicadores: -Predimensionamiento de los elementos estructurales -Parámetros de Albañilería -Desplazamientos laterales	4.-Diseño de Investigación No experimental-transversal 5.-Población Las estructuras del centro poblado Hijaya 6.-Muestra La estructura de 04 niveles en estudio. 7.-Técnica - Observación - Entrevista - Encuesta - Lectura - Internet 8.-Instrumentos resu. 9.-Fuente - Manual del Software

	<p>niveles en el centro poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chincha 2022?</p> <p>2.3.- ¿De qué manera influyen los muros portantes en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chincha 2022?</p> <p>2.4.- ¿De qué manera influye la aplicación del análisis estático en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chincha 2022?</p> <p>2.5.- ¿De qué manera influye la aplicación del análisis dinámico en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chincha 2022?</p>	<p>Chincha 2022.</p> <p>2.3.- Determinar la influencia de los muros portantes en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chincha 2022.</p> <p>2.4.- Determinar la influencia del análisis estático en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chincha 2022.</p> <p>2.5.- Determinar la influencia del análisis dinámico en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chincha 2022.</p>	<p>2.3.- Los muros portantes influyen en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chincha 2022.</p> <p>2.4.- El análisis estático influye en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chincha 2022.</p> <p>2.5.- La aplicación del análisis dinámico influye en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chincha 2022.</p>		<p>Etabs v.19 -Safe v.16 -Hojas Excel - R.N.E</p>
--	--	---	--	--	---

2.3 Participantes

- Asesorado: Bach. Fiorella Pisconte Saravia
- Asesor: Santos Vásquez Chacaltana

2.4 Población y muestra

2.4.1 Población de estudio

Las estructuras de albañilería del centro poblado Hijaya – Alto Laran

2.4.2 Muestra

La estructura de cuatro niveles en estudio

2.5 Técnicas de recolección de datos

2.5.1 Técnica de campo

La visita a campo se realizará para verificar la ubicación, reconocimiento de la zona y área de trabajo además de comprobar las medidas del predio

2.5.2 Técnica de gabinete

En gabinete se procesará la información obtenida de campo e información proporcionada

2.5.3 Técnica de observación

Se usará la técnica de observación para tomar información, registrar y analizar los resultados

2.6 Instrumentos de recolección de datos

Libreta de campo, cámara fotográfica.

2.7 Técnicas de Análisis y Procesamiento de Datos

La técnica de análisis de datos será descriptivo y correlacional porque se clasificará, estructurará y caracterizará cada uno de los elementos que conforman la estructura del objetivo del estudio.

El presente trabajo de investigación presentara datos obtenidos de visita a campo y recolección de información para procesar de forma esquematizada los procedimientos para obtener un resultado.

Para el procesamiento de datos se utilizará las pautas dadas por la norma E.070 de albañilería aplicando Análisis estático y análisis dinámico. Software como: AutoCAD, Etabs y Excel

III. RESULTADOS

3.1 Descripción de la zona del proyecto

Alto Laran es el distrito conocido como “Tierra del eterno sol y de los recursos hídricos”, está conformado por 17 Centros Poblados, 16 anexos y 2 caseríos, a su vez forma parte de los 11 distritos de la provincia de Chincha, departamento de Ica.

Alto Laran es un distrito emergente, su actividad económica más conocida es la agricultura y ganadería que aún se preserva.

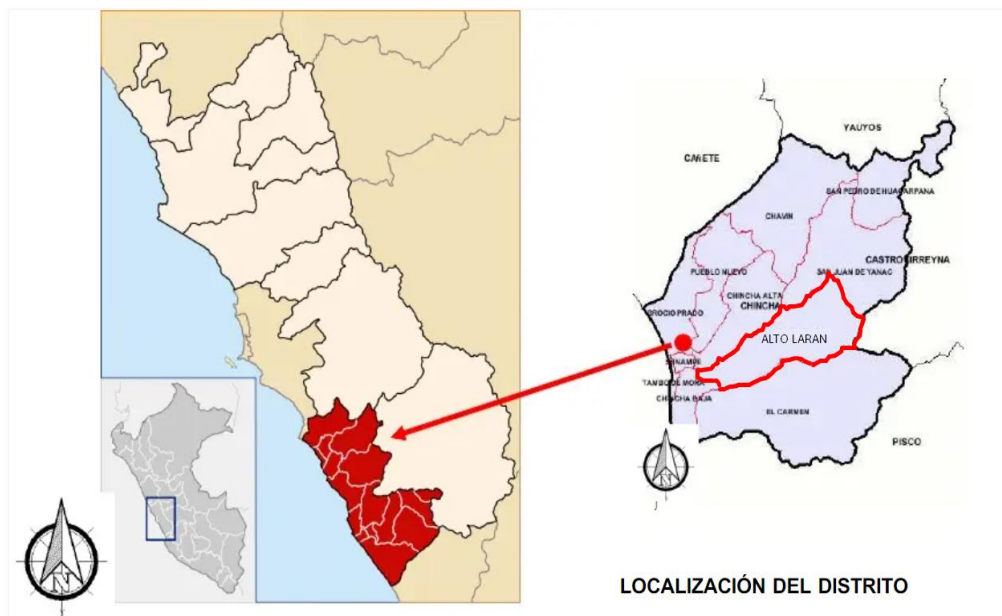


Fig. 1 Localización del distrito de Alto Laran

3.1.1 Vías de acceso

Las rutas de acceso son vías terrestres por dos rutas, la principal es por el Centro Poblado Pedregal a la altura del km 200 de la panamericana Sur, y la otra ruta es desde Pueblo Nuevo a la altura del cementerio.

3.1.2 Características geográficas

Este distrito se distingue por su terreno llano que gradualmente se eleva al encontrarse con las laderas de la cordillera occidental.

En las áreas noreste y sureste, se pueden observar colinas incrustadas con rocas, acompañadas de una ligera depresión. El suelo es una mezcla de arcilla, limo y arena, con un espesor de 2 metros, y se sitúa sobre capas de gravas altamente permeables.

De acuerdo a la microzonificación existente el distrito de Alto Laran presenta tipo de suelos S1 con una capacidad portante del terreno desde 1kg/cm^2 a 1.25kg/cm^2 .

La temperatura varía de acuerdo a la estación en verano alcanza la temperatura de 22°C y en invierno la temperatura puede llegar a bajar hasta los 10°C

3.1.3 Características urbanas

El distrito de Alto Laran es considerada zona rural sin embargo es notorio su creciente densidad poblacional esto debido a sus actividades económicas además de la agricultura y ganadería como es la actividad industrializada por presencia de fábricas procesadoras y el turismo.

Las viviendas en los Centro Poblados tienen como altura promedio 5.6m teniendo como sistema constructivo predominante la albañilería confinada

Cuenta con servicios básicos teniendo abastecimiento de agua principal el agua superficial proveniente del Rio San Juan y capitaciones agua subterráneas.

3.2 Diseño del proyecto

El diseño estructural combina, estabilidad y rigidez ofreciendo estructuras con características técnicas necesarias para que resista cargas muertas, cargas vivas y además movimientos sísmicos.

3.2.1 Predimensionamiento

a) Muro de albañilería

Según la norma técnica E.070 el predimensionamiento para muros portantes será:

$$t \geq \frac{h}{20} \text{ para zonas sísmicas 2 y 3}$$

$$t \geq \frac{h}{25} \text{ para zona sísmica 1}$$

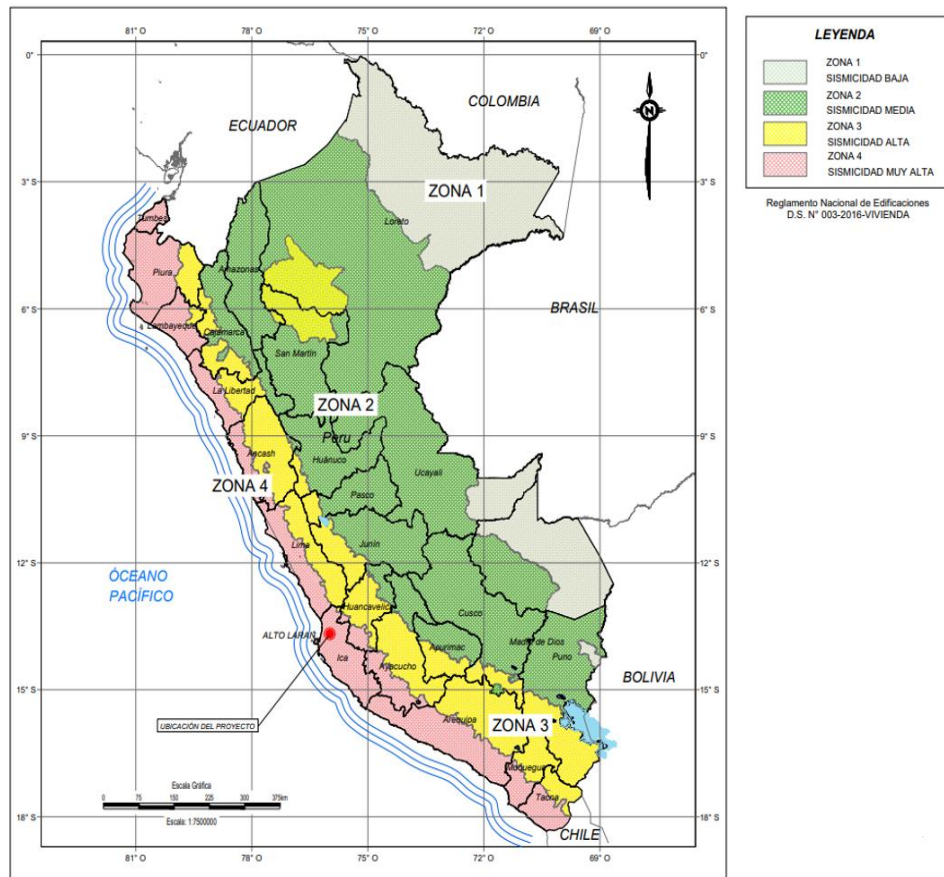


Fig. 2 Clasificación de zonas sísmicas

Propuesta de la norma E.070 considera el predimensionamiento del espesor de muros para las zonas 1, zona 2, zona 3, zona 4:

$$t \geq \frac{h}{20}$$

El distrito de Alto Laran se ubica en la zona 4 de peligro sísmico

Para este caso dividiremos la altura neta del muro entre 20, obteniendo como espesor mínimo del muro 0.13cm

$$\text{Zona 4: } t \geq \frac{h}{20}$$

Tabla II Dimensiones de muro

Dimensiones del Muro		
Altura (h)	Zona Sísmica (Z)	Espesor del Muro (t Mín)
m	Z	m
2.60	Z4	0.13

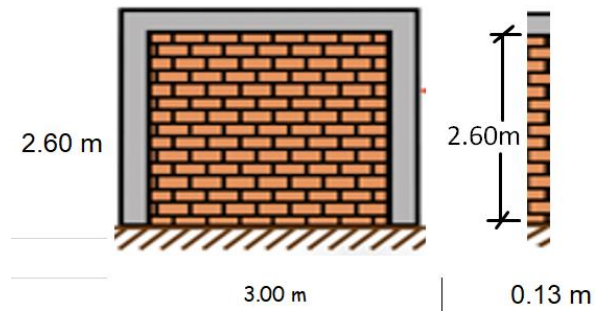


Fig. 3 Altura de muro

b) Losa aligerada

Para el predimensionamiento de losa aligerada la forma práctica es:

$$h = \frac{L}{25}$$

Donde: h = Altura total de losa aligerada

L= Luz libre

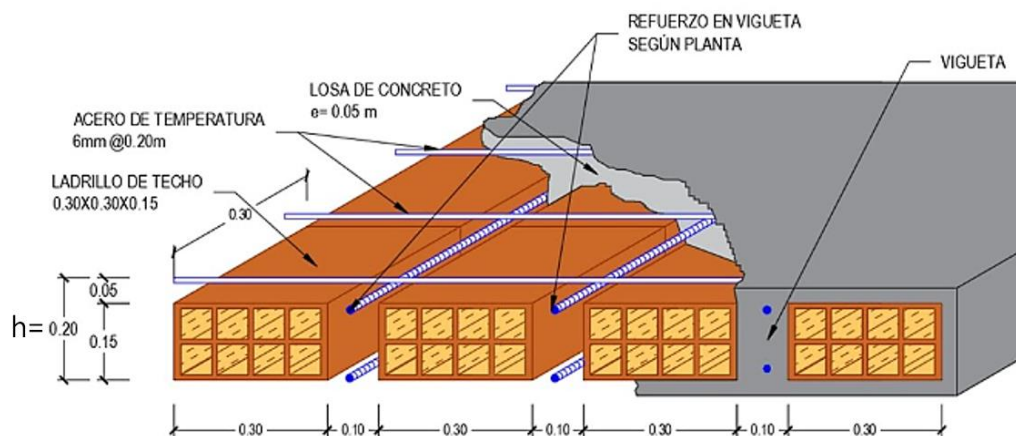


Fig. 4 Detalle general de losa aligerada

Tabla III Dimensiones de vigueta

Dimensiones de las Viguetas					
Descripción	Luz Libre	Altura	Espesor de la Losa (t)	b	B
	m	m	m	m	m
VIGUETA	3.70	0.17	0.05	0.10	0.40
VIGUETA	4.20	0.20	0.05	0.10	0.40

3.2.2 Densidad de muros de albañilería

La densidad de muros en albañilería se rige bajo una ecuación dada por la norma E.070:

$$\frac{\text{Area de corte de los Muros Reforzados}}{\text{Area de la Planta Tipica}} = \frac{\Sigma l.T}{Ap} \geq \frac{Z.U.S.N}{56}$$

- a) Tenemos estos valores considerando la ubicación del proyecto y la NTP E.030, corresponde a una zona sísmica 4

Tabla IV: Factor de zonificación sísmica

Adaptado de la norma E.030 [8]

REGION (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SISMICA	AMBITO
ICA	CHINCHA	SAN PEDRO DE HUACARPANA	3	UN DISTRITO
		ALTO LARAN	4	DIEZ DISTRITOS
		CHAVIN		
		CHINCHA ALTA		
		CHINCHA BAJA		
		EL CARMEN		
		GROCIO PRADO		
		PUEBLO NUEVO		
		SAN JUAN DE YANAC		
		SUNAMPE		
		TAMBO DE MORA		

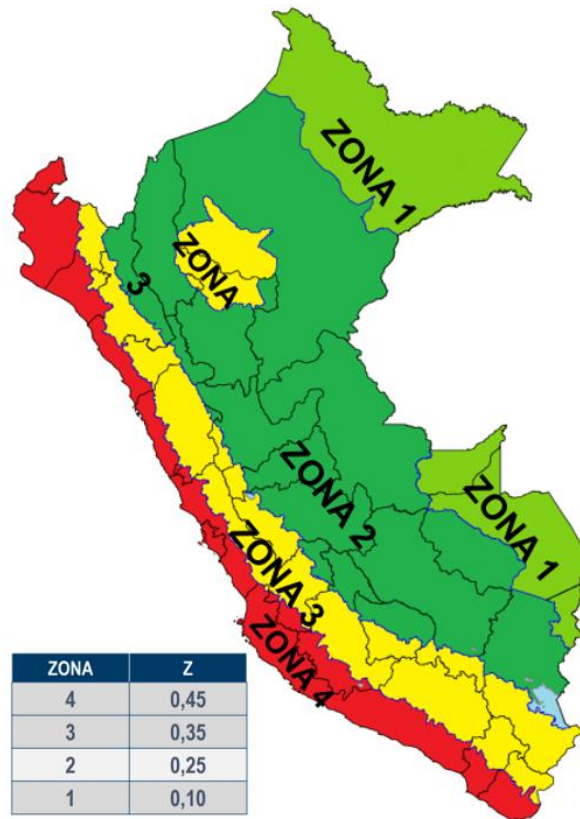


Fig. 5 Factores de zonas sísmicas

b) Parámetros de sitio:

Perfil de suelo ‘S’ corresponde al tipo:

El área de trabajo cuenta con microzonificación el cual indica que el terreno tiene una capacidad portante de 1kg/cm^2 a 1.25kg/cm^2 , velocidad de ondas de corte del suelo de cimentación $V_s=518\text{m/s}$, con clasificación del suelo S1 [8]

Tabla V: Clasificación de perfiles de suelos [8]

TABLA N°2 CLASIFICACION DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	V_s	N_{60}	S_u
S_0	$> 1500 \text{ m/s}$	-	-
S_1	$500 \text{ m/s a } 1500 \text{ m/s}$	>50	$>100 \text{ KPa}$
S_2	$180 \text{ m/s a } 500 \text{ m/s}$	$15 \text{ a } 50$	$50\text{KPa a } 100\text{PKa}$
S_3	$<180 \text{ m/s}$	<15	$25\text{KPa a } 50\text{PKa}$
S_4	Clasificación basada en el EMS		

c) **TP: Periodo que define la plataforma del factor ‘C’ según norma E.030:**

Tabla VI: periodos T_P y T_L [8]

Tabla N°4 PERIODOS "TP" Y "TL"				
	Perfiles de suelo			
	S0	S1	S2	S3
$T_p(s)$	0,3	0,4	0,6	1,0
$T_L(s)$	3,0	2,5	2,0	1,6

$T_P(S) : 0.4$

$T_L(S) : 2.5$

$T = H_n / C_T$, donde $C_T = 60$ [8]

$T = 11.2m / 60$

$T = 0.186$

- $T < T_P$ $C = 2,5$
 $0.19 < 0.4$
- $T_P < T < T_L$ $C = 2,5x\left(\frac{T_p}{T}\right)$
 $0.4 < 0.19 < 2.5$
- $T > T_L$ $C = 2,5 x\left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$
 $0.19 > 2.5$

Por lo tanto, el valor de $C = 2.5$

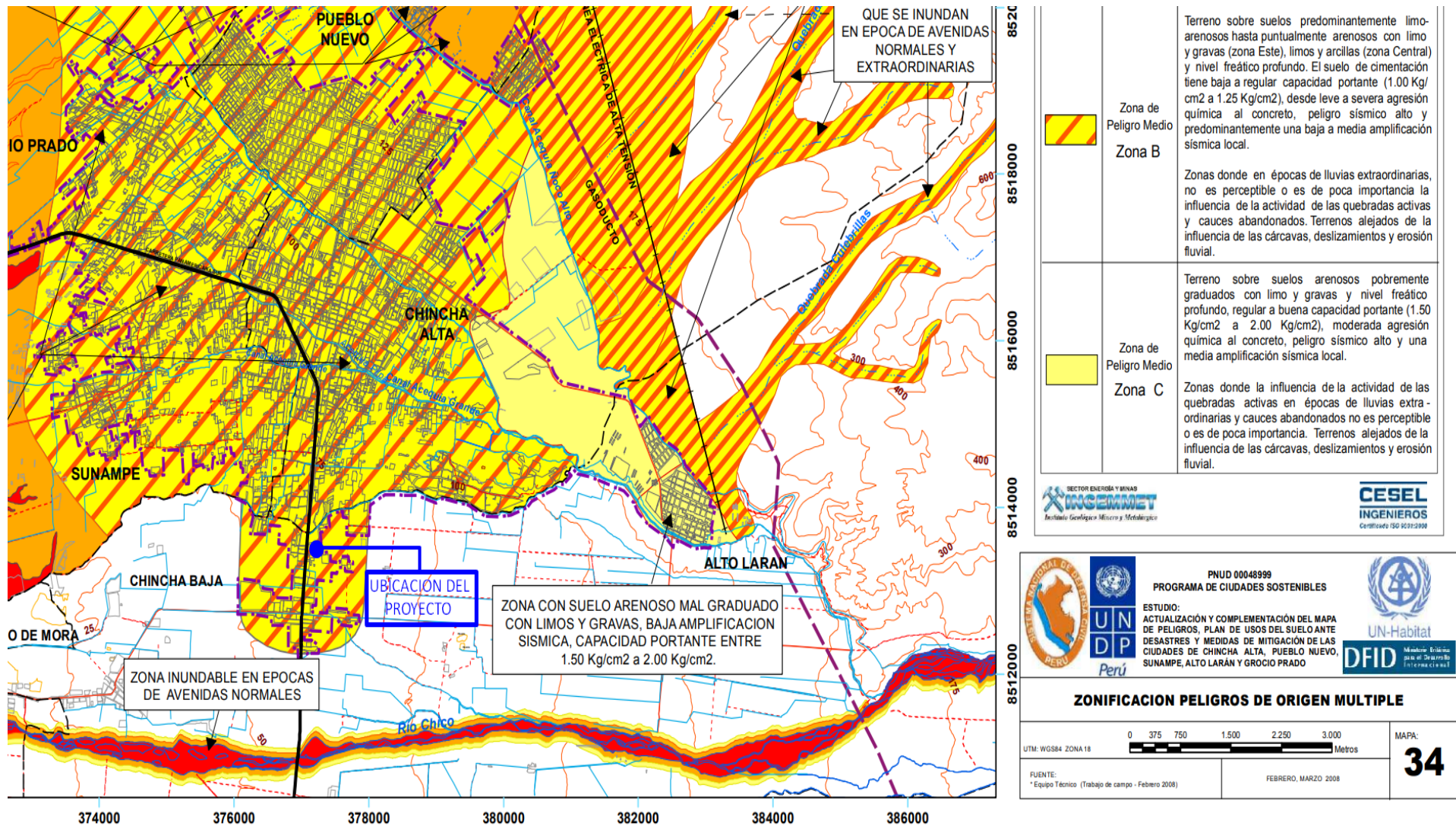


Fig. 6 Microzonificación sísmica en el distrito de Alto Laran

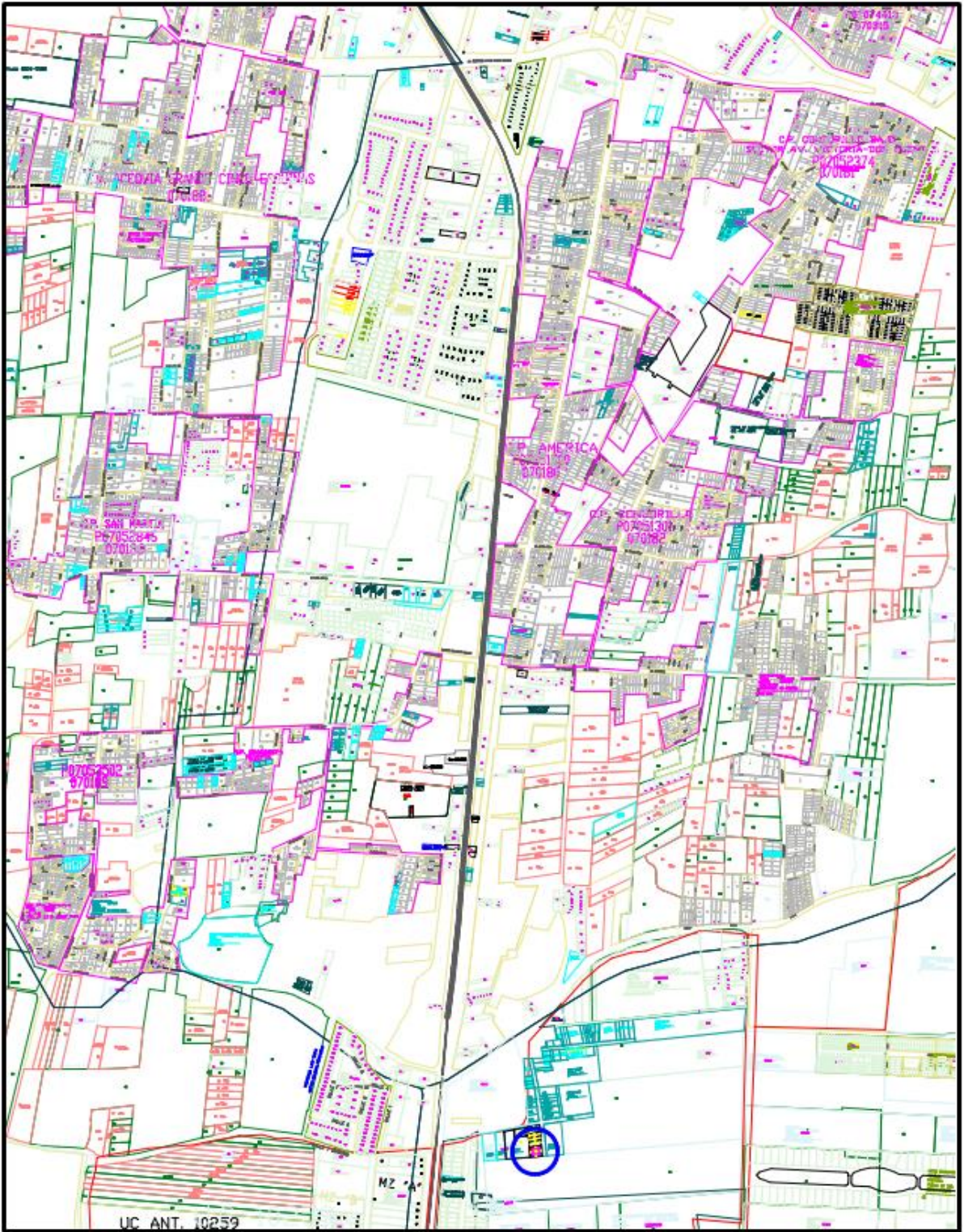


Fig. 7 Plano de ubicación de proyecto en estudio

d) Factor de amplificación sísmica "C"

Altura total de la edificación (Hn): 11.2m

Coeficiente para estimar el periodo fundamental de un edificio (CT): 60, Norma E.030 Art. 28.4

Periodo fundamental en ambas direcciones:

- $T = Hn/CT = 0.19$

Donde: Hn: Altura total de la edificación

CT: Coeficiente para estimar el período fundamental de un edificio

T: Período fundamental de la estructura para el análisis estático o período de un modo en el análisis dinámico

- $C = T < T_p = 2.5$

El factor de amplificación sísmica corresponde a la relación $T < T_p$ por lo que $C = 2.5$

Tabla VII: Periodo fundamental y ampliación sísmica

Dirección x-x		Dirección y-y	
Periodo Fundamental			
TX	0.19	TY	0.19
Factor de Amplificación Sísmica C			
CX	2.50	CY	2.50

e) Factor de uso "U"

El presente trabajo es una vivienda por lo que corresponde a la categoría C con factor de uso

$U = 1$

Tabla VIII: Categoría de la edificación y el factor de uso (U)

Factor de Uso "U"	EDIFICACIONES COMUNES		
	Viviendas		
	Edificio sin aislamiento sísmico en la base	U	1

f) Factor de reducción sísmica

El factor de reducción sísmica para albañilería confinada es 3, veamos el cuadro adjunto:

Tabla IX: Coeficiente básico de reducción sísmica

Tabla N°7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R0 (*)
Acero	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente a Momentos (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7(**)

Resumen de resultados**Tabla X:** Datos ZUS

DATOS	FACTORES
Z	0.45
U	1
S	1.00

El proyecto es una edificación de cuatro niveles, el área es de 337.54 m² esta sería el **área de planta típica**, definido esto vamos a determinar la densidad de muros:

Eje "X"

Densidad calculada	Densidad Requerida
$\frac{\sum l \cdot T}{A_p}$	$\frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$
0.034	0.032

Densidad de muros en el eje “X”

Para determinar la densidad de muros tomaremos la sumatoria del producto de la longitud de cada muro portante por el espesor de cada uno de ellos en este caso solo tomaremos los muros orientados en la dirección X-X, el resultado debe ser mayor a la densidad requerida como se muestra a continuación:

Tabla XI: Densidad de muros en la dirección X-X

$\sum Lx * t =$						11.44
Cantidad	Descripción	Material	Longitud (m)	n	Espesor (m)	L*t
1	Mx1	Albñ	3.88	1	0.13	0.504
2	Mx2	Albñ	2.85	1	0.13	0.371
3	Mx3	Albñ	2.35	1	0.13	0.306
4	Mx4	Albñ	3.775	1	0.13	0.491
5	Mx5	Albñ	3	1	0.23	0.690
6	Mx6	Albñ	1.5	1	0.13	0.195
7	Mx7	Albñ	1.85	1	0.13	0.241
8	Mx8	Albñ	1.55	1	0.13	0.202
9	Mx9	Albñ	1.5	1	0.13	0.195
10	Mx10	Albñ	1.85	1	0.13	0.241
11	Mx11	Albñ	1.55	1	0.13	0.202
12	Mx12	Albñ	1.55	1	0.13	0.202
13	Mx13	Albñ	2.6	1	0.13	0.338
14	Mx14	Albñ	2.48	1	0.13	0.322
15	Mx15	Albñ	2.23	1	0.13	0.290
16	Mx16	Albñ	2.7	1	0.13	0.351
17	Mx17	Albñ	1.55	1	0.13	0.202
18	Mx18	Albñ	2.7	1	0.13	0.351
19	Mx19	Albñ	2.6	1	0.13	0.338
20	Mx20	Albñ	2.48	1	0.13	0.322
21	Mx21	Albñ	2.48	1	0.13	0.322
22	Mx22	Albñ	2.75	1	0.13	0.358
23	Mx23	Albñ	1.55	1	0.13	0.202
24	Mx24	Albñ	1.55	1	0.13	0.202
25	Mx25	Albñ	1.85	1	0.13	0.241
26	Mx26	Albñ	1.55	1	0.13	0.202
27	Mx27	Albñ	1.55	1	0.13	0.202
28	Mx28	Albñ	1.55	1	0.13	0.202
29	Mx29	Albñ	1.7	1	0.13	0.221
30	Mx30	Albñ	1.55	1	0.13	0.202
31	Mx31	Albñ	3.88	1	0.23	0.892
32	Mx32	Albñ	2.85	1	0.23	0.656

33	Mx33	Albñ	2.35	1	0.13	0.306
34	Mx34	Albñ	3.78	1	0.13	0.491
35	Mx35	Albñ	3	1	0.13	0.390

Eje “Y”

$$\begin{array}{ccc}
 \text{Densidad} & & \text{Densidad} \\
 \text{calculada} & & \text{Requerida} \\
 \frac{\Sigma l \cdot T}{Ap} & > & \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56} \\
 0.036 & & 0.032
 \end{array}$$

Densidad de muros en el eje “Y”

De la misma manera determinaremos la densidad de en la dirección Y-Y, el resultado debe ser mayor a la densidad requerida como se muestra a continuación:

Tabla XII: Densidad de muros en la dirección Y-Y

$\Sigma Ly \cdot t =$						12.11
Cantidad	Descripción	Material	Longitud (m)	n	Espesor (m)	L*t
1	1MY	Albñ	2.85	1	0.23	0.656
2	2MY	Albñ	2.7	1	0.23	0.621
3	3MY	Albñ	2.22	1	0.13	0.286
4	4MY	Albñ	1.4	1	0.13	0.182
5	5MY	Albñ	1.4	1	0.13	0.182
6	6MY	Albñ	1.4	1	0.13	0.182
7	7MY	Albñ	1.4	1	0.13	0.182
8	8MY	Albñ	3.9	1	0.23	0.575
9	9MY	Albñ	2.5	1	0.13	0.241
10	10MY	Albñ	1.55	1	0.13	0.202
11	11MY	Albñ	1.78	1	0.13	0.231
12	12MY	Albñ	2.75	1	0.23	0.633
13	13MY	Albñ	2.75	1	0.23	0.633
14	14MY	Albñ	1.5	1	0.13	0.195
15	15MY	Albñ	1.35	1	0.13	0.176
16	16MY	Albñ	2.83	1	0.13	0.368
17	17MY	Albñ	1.43	1	0.13	0.186
18	18MY	Albñ	1.33	1	0.13	0.173
19	19MY	Albñ	2.6	1	0.13	0.338
20	20MY	Albñ	2.75	1	0.23	0.633
21	21MY	Albñ	2.53	1	0.23	0.582

22	22MY	Albñ	1.5	1	0.13	0.195
23	23MY	Albñ	1.2	1	0.13	0.156
24	24MY	Albñ	1.4	1	0.23	0.322
25	25MY	Albñ	1.4	1	0.13	0.182
26	26MY	Albñ	1.4	1	0.13	0.182
27	27MY	Albñ	1.4	1	0.13	0.182
28	28MY	Albñ	2.65	1	0.23	0.610
29	29MY	Albñ	1.85	1	0.13	0.241
30	30MY	Albñ	1.55	1	0.13	0.202
31	31MY	Albñ	1.7	1	0.13	0.221
32	32MY	Albñ	2.85	1	0.23	0.656
33	33MY	Albñ	1.60	1	0.23	0.368
34	34MY	Albñ	2.68	1	0.23	0.616
35	35MY	Albñ	2.28	1	0.13	0.296
36	36MY	Albñ	1.75	1	0.13	0.228

3.2.3 Materiales

La norma E.070 da la clasificación de unidades de albañilería para fines estructurales

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

Fig. 8 Clases de unidades de albañilería NTP E.070

Utilizare el ladrillo Clase I, tipo solido industrial de clase King Kong industrial:

Tabla XIII Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para muros confinados

TIPO	ZONA SÍSMICA 2, 3 Y 4		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo el edificio
Sólido Industrial	SI	SI	Si

Tabla XIV Resistencia característica de la albañilería

UNIDAD DE ALBAÑILERIA				
Clase	Materia Prima	UNIDAD f 'b	PILAS f 'm	MURETES v 'm
King Kong Industrial	Arcilla	145	65	8.1

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DE LOS MATERIALES

UNIDAD DE ALBAÑILERIA

Peso por unidad de Volumen (Tn/m³) = 1.8

Peso por unidad de Volumen (kgf/cm³) = 0.0018

$E = 500 \cdot f' m$

Módulo de Elasticidad (Kgf/cm²) = 32500

Relación de Poison , U = 0.2

Coefficiente de expansión Térmica, A (1/C) = 0.0000099

ACERO DE REFUERZO

Peso por unidad de Volumen (Tn/m³) = 7.8

Peso por unidad de Volumen (kgf/cm³) = 0.0078

Módulo de Elasticidad (Kgf/cm²) = 2000000

Coefficiente de expansión Termica (1/C) = 0.000011

Límite de Fluencia, Fy (Kgf/cm²) = 4200

CONCRETO

Peso por unidad de Volumen (kgf/m³) = 2400

Peso por unidad de Volumen (kgf/cm³) = 0.0024

Esfuerzo a la compresión, Fc (Kgf/cm ²)	=	210
Módulo de Elasticidad (Kgf/cm ²)	=	217370.6512
Relación de Poisson, U	=	0.2
Coefficiente de expansión Térmica, A (1/C)	=	0.0000099

3.2.4 Asignación de cargas

Metrado de cargas

Carga viva:

Ocupación o Uso (Vivienda): 200kg/m²

Carga muerta:

Aligerado: 300kg/m²

Acabados: 100kg/m²

3.3 Análisis Estático

En el análisis estático las cargas sísmicas están representadas por un grupo de fuerzas que actúan sobre el centro de masa en cada piso de la estructura.

La norma técnica peruana E.030 indica que todas las estructuras, regulares o irregulares, construidas en la zona sísmica 1 deben seguir este procedimiento, al igual que las estructuras con muros de carga de hormigón armado, mampostería armada o mampostería confinada, aunque sea irregular, que no supere los 15 metros de altura.

3.3.1 Coeficiente para análisis estático

$$\text{Coeficiente } x = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R}$$

$$X = \frac{0.45 \times 1 \times 2.5 \times 1}{3} = 0.38$$

3.3.2 Estimación de peso

Numero de techos: 4

Edificaciones comunes: C

Según NTP E.030 cap. 4, 4.3 Estimaciones de peso, para edificaciones de la categoría "C" que se refiere a viviendas comunes, se tomará el 25% de la carga viva.

Obtenemos el peso de la estructura realizando el metrado de cargas en Etabs

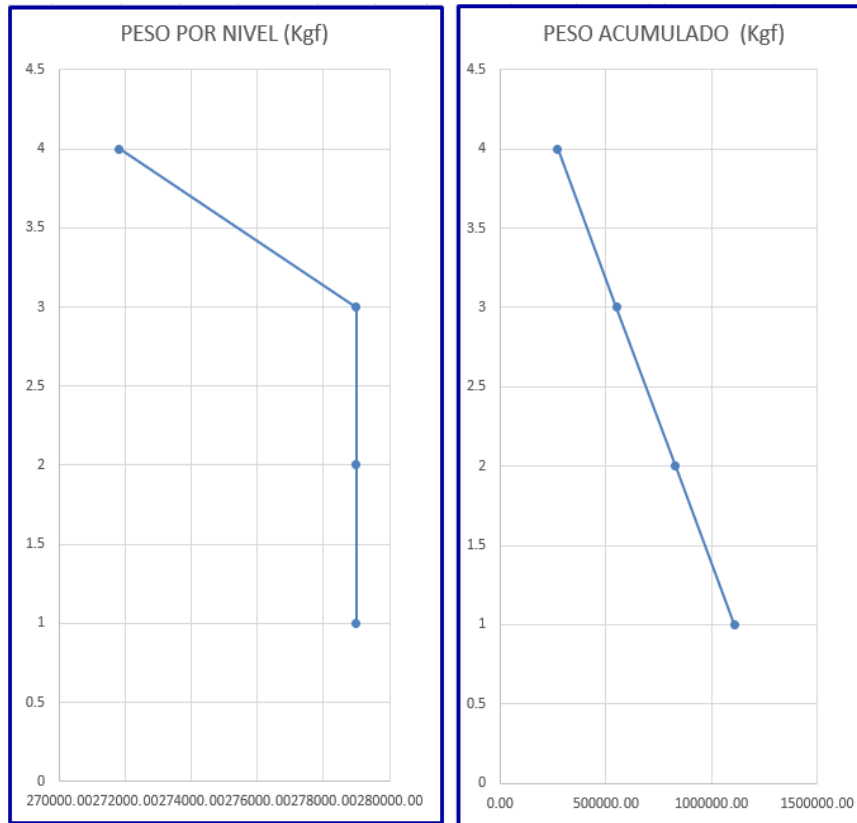


Fig. 9 Peso por nivel y peso acumulado de la estructura

El presente cuadro de peso de la estructura exportado de Etabs muestra el peso por piso para el tipo de caso combinación ubicadas en la base de la estructura, este cuadro además nos muestra valores de torción por piso y momentos en las direcciones “X” y “Y”

Tabla XV: Peso de la estructura

PESO DE LA ESTRUCTURA									
TABLE: Story Forces									
Story	Output Case	Case Type	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
				kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
Story4	Peso	Combinación	Bottom	271820.3	0	0	0.01	3409285.8	-2900523.96
Story3	Peso	Combinación	Bottom	550800.4	0	0	0.02	6908593.4	-5879152.65
Story2	Peso	Combinación	Bottom	829780.6	0	0	0.02	10407901.1	-8857781.35
Story1	Peso	Combinación	Bottom	1108760.7	0	0	0.02	13907208.8	-11836410.05

Del anterior cuadro formulamos un cuadro resumen con los valores requeridos para posteriormente el análisis estático, estos valores son el peso por piso de la estructura y el peso acumulado

Tabla XVI: Cuadro resumen del peso acumulado de la estructura

Story	PESO (Kg)	
	PESO (Kg)	PESO ACUM. (Kg)
Story 4	271820.31	271820.31
Story 3	278980.13	550800.43
Story 2	278980.13	829780.56
Story 1	278980.13	1108760.685

Peso total del edificio = 1108760.7 Kg

3.3.3 Fuerza cortante en la base

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

$$V = \frac{0.45 \times 1 \times 2.50 \times 1}{3} \times 1108760.7$$

V (fuerza cortante en la base) = 415785.26 Kgf

3.3.4 Distribución de la fuerza sísmica en altura

Realizare la distribución de fuerzas de inercia para cada nivel usando la ecuación de la norma E.030 artículo 17.4:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

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

Donde “n” es el número de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el período fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:

a) Para T menor o igual a 0,5 segundos: $k = 1,0$

b) Para T mayor que 0,5 segundos: $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$.

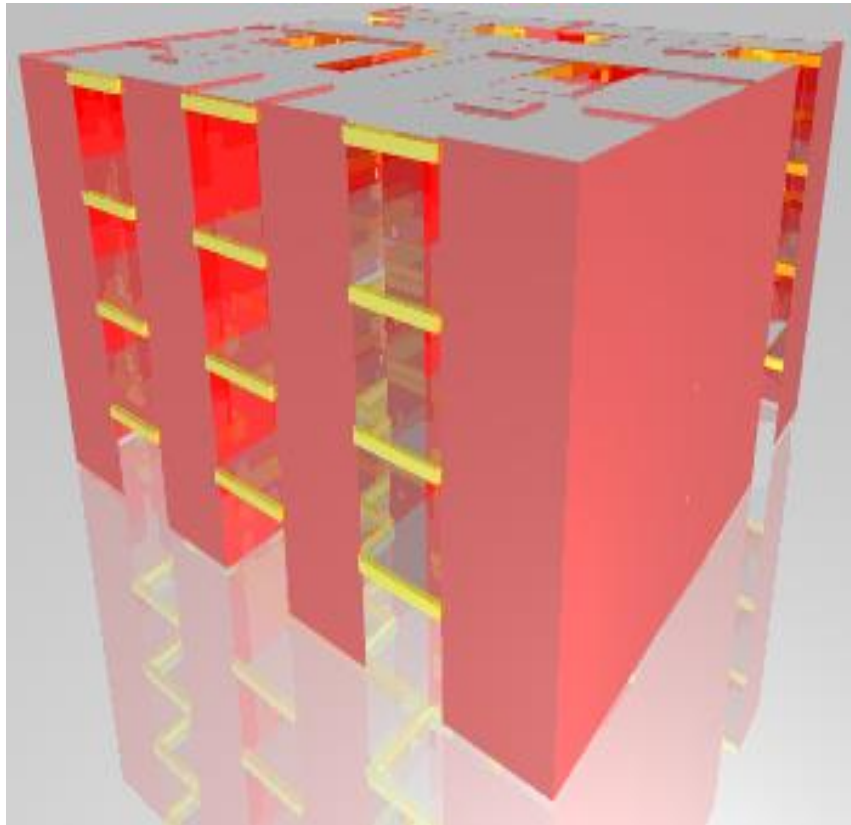


Fig. 10 Imagen render del diseño estructural en Etabs

Combinación de cargas:

CM = Carga muerta

CV = Carga viva

$1CM + 0.25CV$ Norma E0.30

Distribución de fuerza para el edificio en estudio

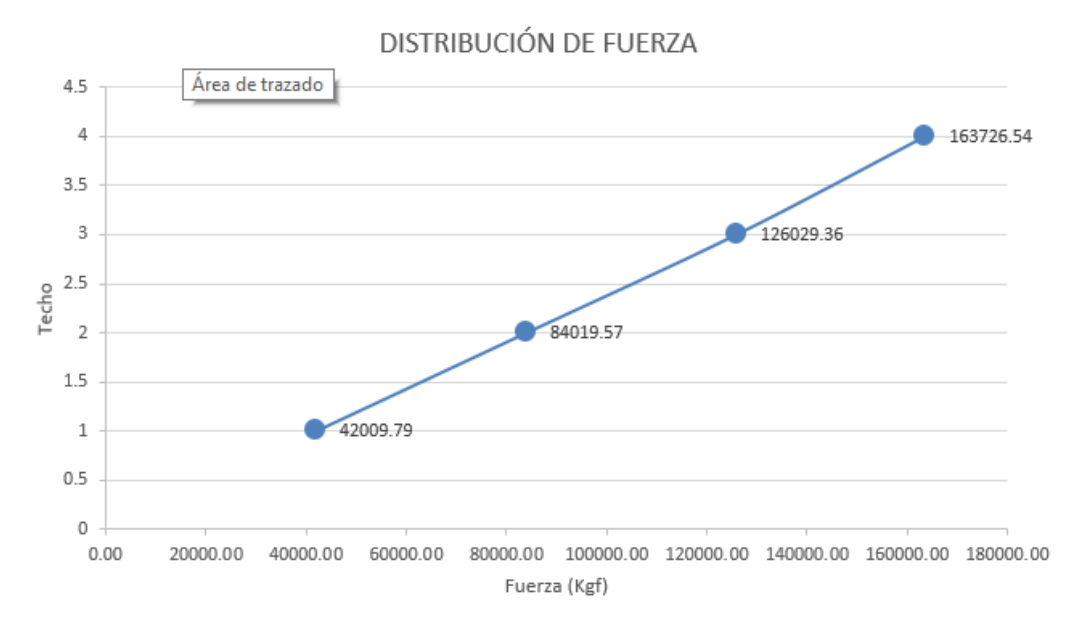


Fig. 11 Distribución de fuerzas por piso

Tabla XVII: Distribución de fuerza por piso

TECHO	PESO	ALTURA m	ALTURA ^K	PESO*ALTURA ^K	ACUMULADO (P*H^K)	COEF.	DIST.DE FUERZA
	Kgf						Kgf
4	271820.31	11.2	11.20	3044387.47	3044387.47	0.393	163726.54
3	278980.125	8.4	8.40	2343433.05	5387820.52	0.303	126029.36
2	278980.125	5.6	5.60	1562288.70	6950109.22	0.202	84019.57
1	278980.125	2.8	2.80	781144.35	7731253.57	0.101	42009.79

3.3.5 Fuerzas sísmicas por niveles asignados a los diafragmas

Tabla XVIII: Cuadro resumen de fuerza sísmica por piso

NIVEL	Fi (Kg)
Story 4	163726.544
Story 3	126029.357
Story 2	84019.571
Story 1	42009.786

3.4 Análisis dinámico

3.4.1 Cálculo de espectro de Pseudo aceleraciones

El espectro de pseudo aceleraciones es el movimiento que se produce en el suelo ante movimientos sísmicos y la respuesta de las estructuras en su base ante este movimiento. Se calcula con la intención de conocer dicho comportamiento para lograr un diseño estructural óptimo.

El cálculo para las pseudo aceleraciones se realiza para ambas direcciones “X” y “Y”, con la siguiente ecuación dada por la norma E.030

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

Haciendo un resumen de los resultados obtenidos anteriormente los mostrare en la siguiente tabla:

Tabla XIX: Cuadro resumen de valores ZUS, Período que define la plataforma del factor C (TP).

Período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante (TL).

DATOS	FACTORES	DATOS	DIR X-X	DIR Y-Y
Z	0.45	RO	3	3
U	1.00	Ia	1.00	1.00
S	1.00	Ip	1.00	1.00
TP	0.40	R	3	3
TL	2.50	g	9.81	9.81

3.4.2 Construcción de Spectros de pseudo aceleraciones

Este cuadro se construye asignando factores para T (periodo), el coeficiente de amplificación sísmica se asigna de acuerdo a los parámetros indicados en la norma para T, Tp y TL, obtenido los valores para C y T hallamos los valores para las pseudo aceleraciones (S_a) = ZUCS/R x g

$$T < TP \quad C = 2,5$$

$$TP < T < TL \quad C = 2,5 \times \left(\frac{Tp}{T}\right)$$

$$T > TL \quad C = 2,5 \times \left(\frac{Tp \times TL}{T^2}\right)$$

Tabla XX: Spectro de pseudo aceleraciones en X-X y Y-Y

C	Dirección X-X		Dirección Y-Y	
	T	Sa/g Dir X-X	T	Sa/g Dir Y-Y
2.50	0.0000	0.3750	0.0000	0.3750
2.50	0.0200	0.3750	0.0200	0.3750
2.50	0.0400	0.3750	0.0400	0.3750

2.50	0.0600	0.3750	0.0600	0.3750
2.50	0.0800	0.3750	0.0800	0.3750
2.50	0.1000	0.3750	0.1000	0.3750
2.50	0.1200	0.3750	0.1200	0.3750
2.50	0.1400	0.3750	0.1400	0.3750
2.50	0.1600	0.3750	0.1600	0.3750
2.50	0.1800	0.3750	0.1800	0.3750
2.50	0.2000	0.3750	0.2000	0.3750
2.50	0.2500	0.3750	0.2500	0.3750
2.50	0.3000	0.3750	0.3000	0.3750
2.50	0.3500	0.3750	0.3500	0.3750
2.50	0.4000	0.3750	0.4000	0.3750
2.22	0.4500	0.3333	0.4500	0.3333
2.00	0.5000	0.3000	0.5000	0.3000
1.82	0.5500	0.2727	0.5500	0.2727
1.67	0.6000	0.2500	0.6000	0.2500
1.54	0.6500	0.2308	0.6500	0.2308
1.43	0.7000	0.2143	0.7000	0.2143
1.33	0.7500	0.2000	0.7500	0.2000
1.25	0.8000	0.1875	0.8000	0.1875
1.18	0.8500	0.1765	0.8500	0.1765
1.11	0.9000	0.1667	0.9000	0.1667
1.05	0.9500	0.1579	0.9500	0.1579
1.00	1.0000	0.1500	1.0000	0.1500
0.91	1.1000	0.1364	1.1000	0.1364
0.83	1.2000	0.1250	1.2000	0.1250
0.77	1.3000	0.1154	1.3000	0.1154
0.71	1.4000	0.1071	1.4000	0.1071
0.67	1.5000	0.1000	1.5000	0.1000
0.63	1.6000	0.0938	1.6000	0.0938
0.59	1.7000	0.0882	1.7000	0.0882
0.56	1.8000	0.0833	1.8000	0.0833
0.53	1.9000	0.0789	1.9000	0.0789
0.50	2.0000	0.0750	2.0000	0.0750
0.44	2.2500	0.0667	2.2500	0.0667
0.40	2.5000	0.0600	2.5000	0.0600
0.33	2.7500	0.0496	2.7500	0.0496
0.28	3.0000	0.0417	3.0000	0.0417
0.16	4.0000	0.0234	4.0000	0.0234
0.10	5.0000	0.0150	5.0000	0.0150
0.07	6.0000	0.0104	6.0000	0.0104
0.05	7.0000	0.0077	7.0000	0.0077
0.04	8.0000	0.0059	8.0000	0.0059
0.03	9.0000	0.0046	9.0000	0.0046
0.03	10.0000	0.0038	10.0000	0.0038

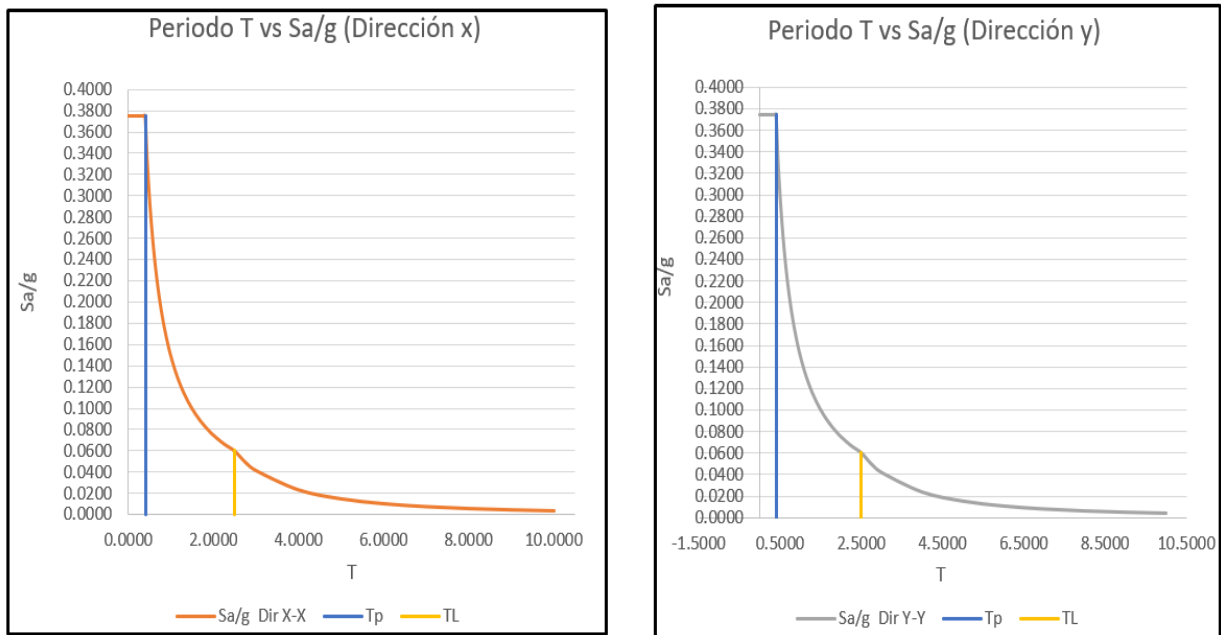


Fig. 12 Periodo fundamental de la estructura en dirección X-X y Y-Y

3.4.3 Verificación de desplazamientos laterales

Para sistemas de construcción basados en albañilería confinada el desplazamiento lateral máximo es de 0.005 [8]

Tabla XXI: Límites de distorsión entrepiso según sistema estructural

Tabla N°11	
LIMITES PARA LA DISTORSION DEL ENTREPISO	
Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0.007
Acero	0.01
Albañilería	0.005
Madera	0.01
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0.005

Conociendo el límite máximo de desplazamiento lateral permitido, obtenemos los desplazamientos de la estructura en estudio:

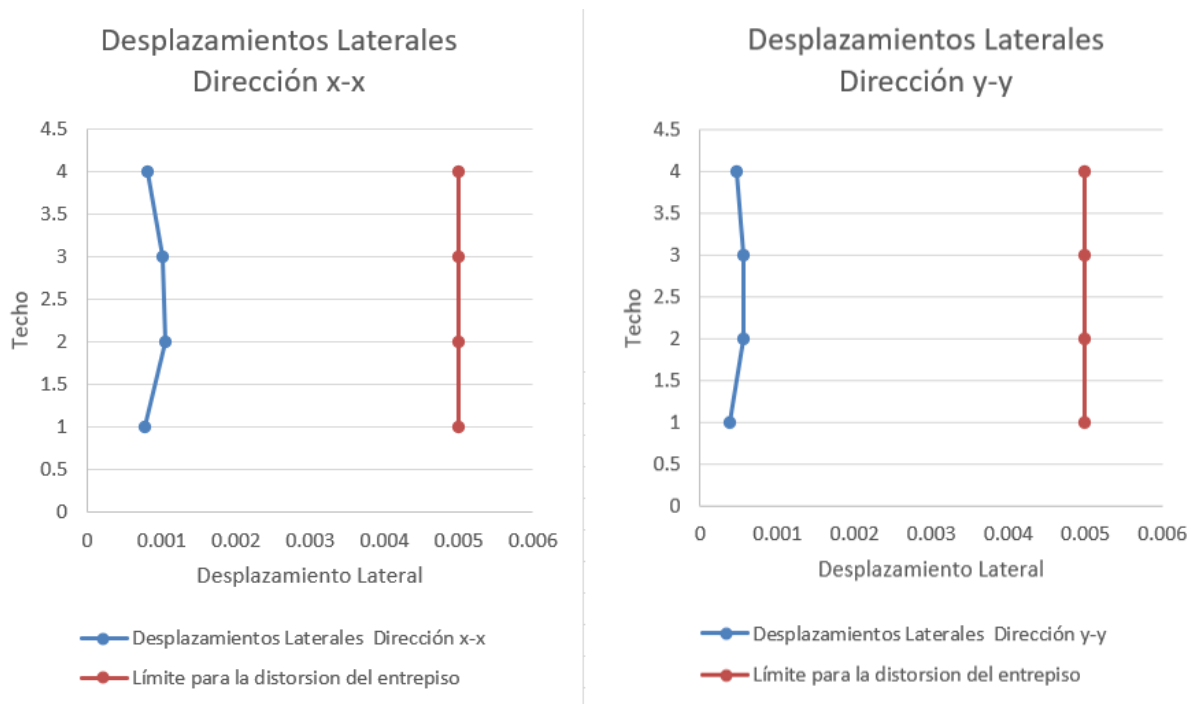


Fig. 13 Desplazamientos laterales entresijos de la estructura en dirección X-X y Y-Y

Tabla XXII: Desplazamiento lateral en dirección X-X

Desplazamientos Laterales Dirección X-X			
Techo	Combinación	Dirección	Drift
Story4	Deriva. x-x	X	0.00082
Story3	Deriva. x-x	X	0.00102
Story2	Deriva. x-x	X	0.00105
Story1	Deriva. x-x	X	0.00078

Tabla XXIII: Desplazamiento lateral en dirección Y-Y

Desplazamientos Laterales Dirección Y-Y			
Techo	Combinación	Dirección	Drift
Story4	Desplz. y-y	Y	0.00047
Story3	Desplz. y-y	Y	0.00056
Story2	Desplz. y-y	Y	0.00056
Story1	Desplz. y-y	Y	0.00039

Observando los resultados podemos determinar que el mayor desplazamiento ocurre en el segundo piso. la estructura en estudio se trata de una estructura regular ya que todos los muros tienen continuidad desde cimentación hasta el cuarto piso así mismo los diafragmas rígidos presentan una distribución regular con relación a cada uno de los pisos.

El factor de reducción sísmica es 3 para estructuras de albañilería y dado que la estructura es regular el desplazamiento se ve afectado por el 75%R obtenido como factor de escala 2.25 se asigna a las derivas en ambas direcciones en Etabs.

El mayor desplazamiento en:

Dirección X-X:

0.00236

Dirección Y-Y:

0.00126

Los valores obtenidos no exceden los 0.005 que indica la norma, por lo tanto, la estructura en estudio está dentro de los parámetros básicos.

El factor de desplazamiento lateral será: $0.75R = 2.25$

Verificación de participación de masa, la norma E.030 Artículo 29 indica que la participación de masa mínima debe ser el 90% de la masa total y que además se debe tener en cuenta los tres primeros modos, de manera que la participación de masa debe ser 90% como mínimo en las direcciones X, Y y Z.

A continuación, cuadro resumen con el porcentaje de participación de masa de la estructura en estudio:

Tabla XXIV: Participación de masa en la dirección X-X y Y-Y

TABLE: Modal Participation Mass Ratios								
Case	Mode	Period sec	SumUX	SumUY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.225	0.002	0.771	0.006	0.231	0.001	0.006
Modal	2	0.208	0.764	0.774	0.016	0.232	0.230	0.022
Modal	3	0.166	0.779	0.780	0.762	0.234	0.234	0.784
Modal	4	0.069	0.780	0.925	0.001	0.763	0.236	0.785
Modal	5	0.065	0.919	0.925	0.003	0.765	0.739	0.788
Modal	6	0.057	0.919	0.925	0.002	0.765	0.740	0.790
Modal	7	0.057	0.919	0.925	0.001	0.765	0.740	0.790
Modal	8	0.055	0.920	0.925	0.021	0.766	0.742	0.822
Modal	9	0.055	0.920	0.925	0.001	0.766	0.743	0.813
Modal	10	0.054	0.921	0.926	0.056	0.768	0.746	0.879
Modal	11	0.054	0.922	0.926	0.010	0.768	0.748	0.891
Modal	12	0.054	0.922	0.926	0.006	0.768	0.748	0.905

Modos de vibraciones

Dirección X-X

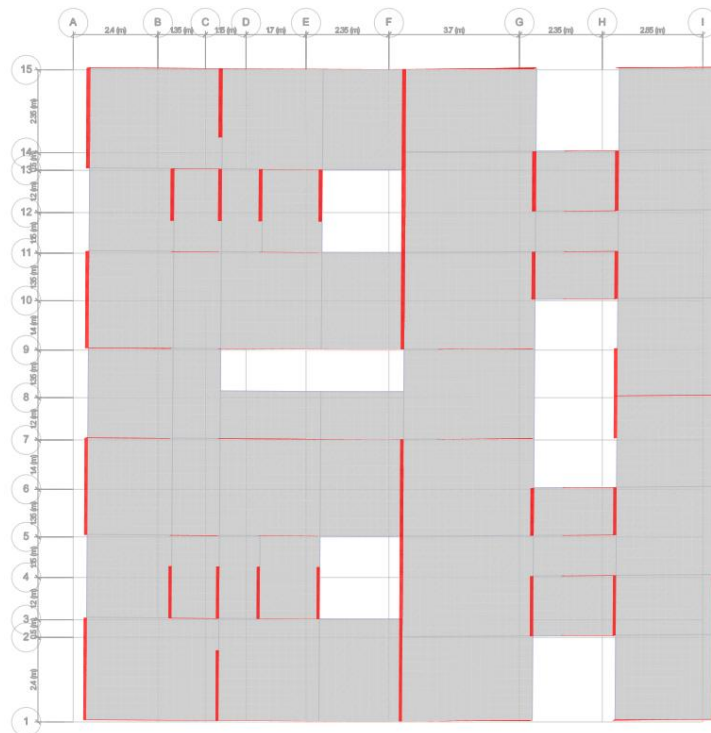


Fig. 14 Primer modo de vibración con periodo de 0.21 s en la dirección X-X (Etabs 2019)

Dirección Y-Y

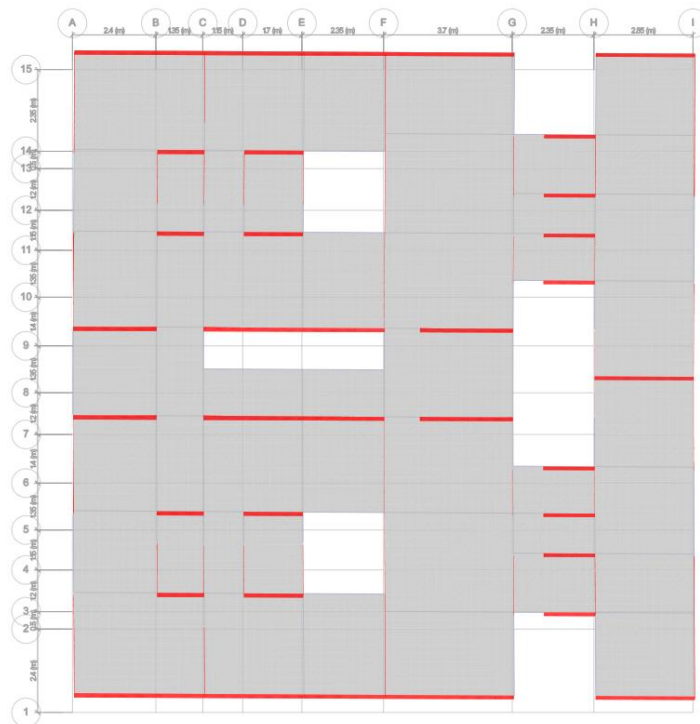


Fig. 15 Segundo modo de vibración con periodo de 0.23 s en la dirección Y-Y (Etabs 2019)

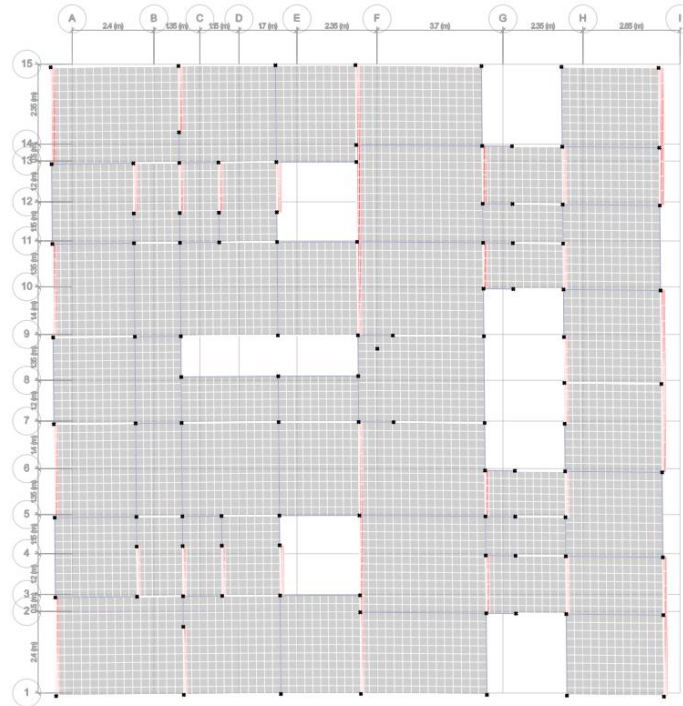


Fig. 16 Tercer modo de vibración con periodo de 0.054s de forma rotacional

3.4.4 Factor de escala para la fuerza cortante en la base

Para hallar el factor de escala para la cortante estática y cortante dinámica en ambas direcciones conociendo que es una estructura regular la norma indica que este valor no puede ser menor al 80% del valor calculado como cortante (cortante basal):

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

$$V = 415785.26 \text{ Kgf}$$

Factor de escala para la cortante en la base dirección X-X:

$$Fe = 80\% \cdot \frac{VE}{VD}$$

$$Fe = 80\% \cdot \frac{415785.43}{321822.59}$$

$$Fe = 1.03$$

Factor de escala para la cortante en la base dirección Y-Y:

$$Fe = 80\% \cdot \frac{VE}{VD}$$

$$Fe = 80\% \cdot \frac{415785.24}{318852.8}$$

$$Fe = 1.04$$

Si la fuerza dinámica es mayor al 80% de la cortante estática no necesita aplicar un factor de escala a la cortante dinámica

$$V_{DINAMICA-Y} > 80\% V_{ESTATICA-Y}$$

3.5 Irregularidades de Altura

Las irregularidades de altura alteran el comportamiento de las estructuras, por ello es importante comprobar que estas irregularidades no están presentes el diseño para garantizar su seguridad y durabilidad.

Para este diseño no se desarrolló la verificación de irregularidad geométrica y la irregularidad por discontinuidad ya que las dimensiones de planta son las mismas en todos los pisos así mismo los muros son continuos desde cimentación hasta el último nivel.

3.5.1 Irregularidad de rigidez – Piso blando

La imagen y el cuadro adjunto muestra los resultados por evaluación de irregularidad de piso blando analizando si la rigidez lateral supera el 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior o si es menor al 80% de la rigidez lateral de los niveles superiores, esta evaluación se desarrolla para las direcciones X-X y Y-Y, resultados para la estructura en estudio a continuación:

Dirección X-X

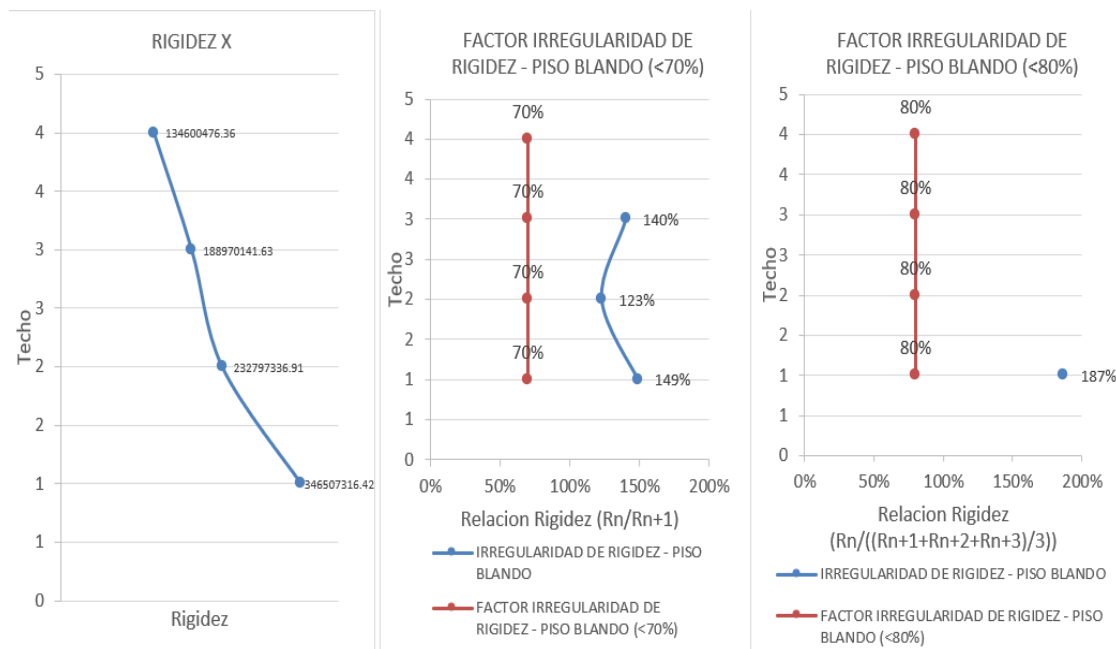


Fig. 17 Irregularidad de rigidez – piso blando en dirección X-X

Tabla XXV: Irregularidad de piso blando en dirección X-X

DIRECCIÓN X-X									
IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO									
Techo	carga sísmica	fuerza cortante x	Desplaz. x	rigidez x	factor irregularidad de rigidez - piso blando (<70%)		factor irregularidad de rigidez - piso blando (<80%)		
		kgf	m	kgf/m	Ri/Rs		(R1+R2+R3)/3	R/((R1+R2+R3)/3)	
4	AD _{x-x}	132677	0.000986	134600476.4					
3	AD _{x-x}	231618	0.001226	188970141.6	140.39%	Regular			
2	AD _{x-x}	294695.1	0.001266	232797336.9	123.19%	Regular	185455984.97		
1	AD _{x-x}	321822.6	0.000929	346507316.4	148.85%	Regular	256091598.32	186.84%	Reg.

Dirección Y-Y

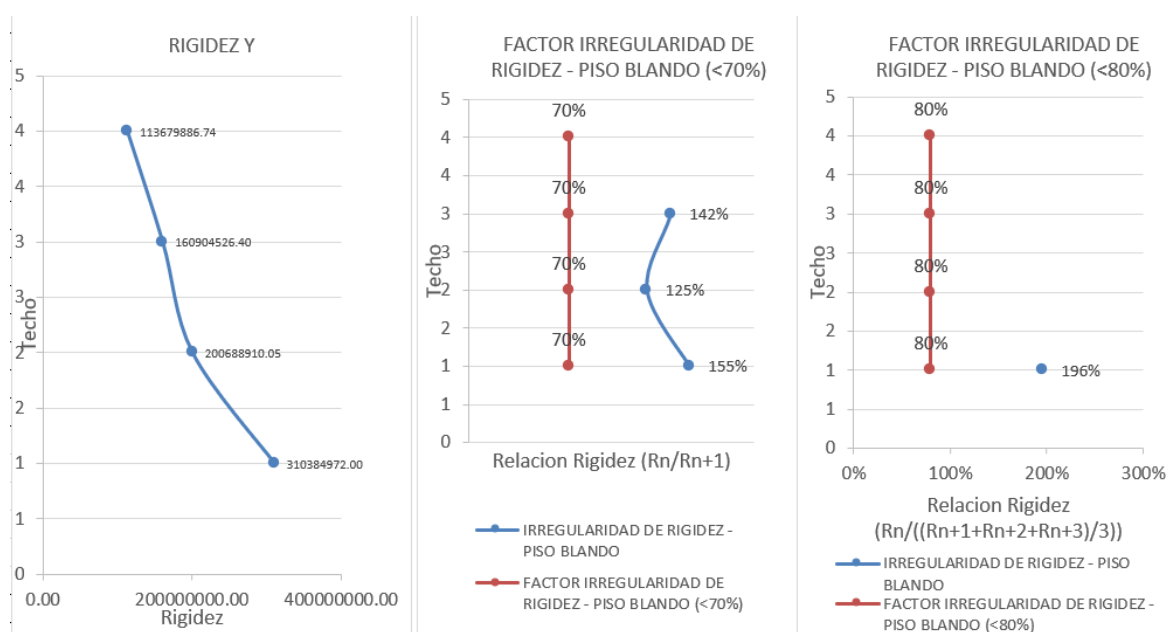


Fig. 18 Irregularidad de rigidez – piso blando en dirección Y-Y

Tabla XXVI: Irregularidad de piso blando en dirección Y-Y

DIRECCIÓN Y-Y									
IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO									
Techo	Carga sísmica	Fuerza cortante y	Desplaz. y	rigidez y	Factor irregularidad de rigidez - piso blando (<70%)		Factor irregularidad de rigidez - piso blando (<80%)		
		kgf	m	kgf/m	Ri/Rs		(R1+R2+R3)/3	R/((R1+R2+R3)/3)	
Story4	AD _{Y-Y}	132575.2	0.001166	113679886.7					
Story3	AD _{Y-Y}	230369.6	0.001432	160904526.4	141.54%	Regular			
Story2	AD _{Y-Y}	292174.8	0.001456	200688910.1	124.73%	Regular	158424441.06		
Story1	AD _{Y-Y}	318852.8	0.001027	310384972	154.66%	Regular	223992802.82	195.92%	Reg.

3.5.2 Irregularidad de resistencia – Piso débil

La irregularidad por piso débil se refiere a una discontinuidad en la resistencia o rigidez, que ocurre en las conexiones del segundo piso. Se considera débil cuando su resistencia es menor al 80% de la resistencia del piso inmediato superior y eso se verifica mediante la resistencia ante fuerza cortante de cada piso.

Análisis en la direcciones X y Y a continuación:

Dirección X-X

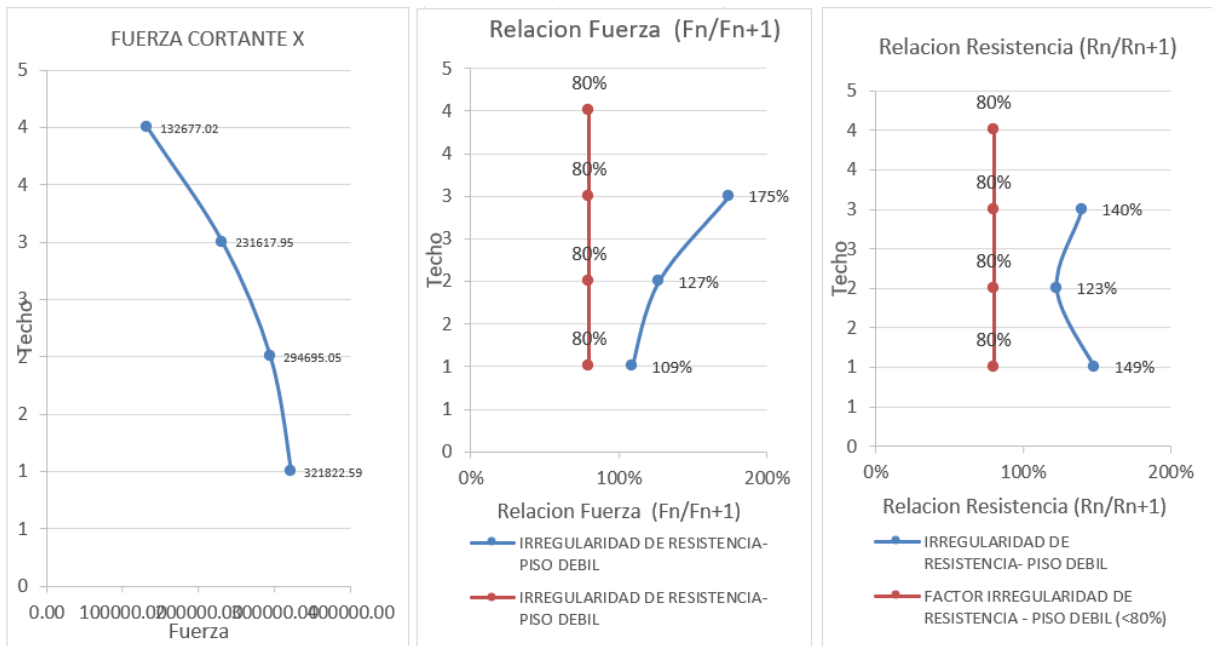


Fig. 19 Irregularidad de resistencia – piso débil en dirección X-X

Tabla XXVII Irregularidad de resistencia – piso débil en dirección X-X

IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA- PISO DEBIL								
techo	carga sísmica	fuerza cortante x	Desplaz. x	rigidez x	factor irregularidad de resistencia - piso debil (<80%)			
					Fi/Fs		Ri/Rs	
		kgf	m	kgf				
Story4	ADx-x	132677	0.000986	134600476.4				
Story3	ADx-x	231618	0.001226	188970141.6	174.57%	Regular	140.39%	Regular
Story2	ADx-x	294695.1	0.001266	232797336.9	127.23%	Regular	123.19%	Regular
Story1	ADx-x	321822.6	0.000929	346507316.4	109.21%	Regular	148.85%	Regular

Dirección Y-Y

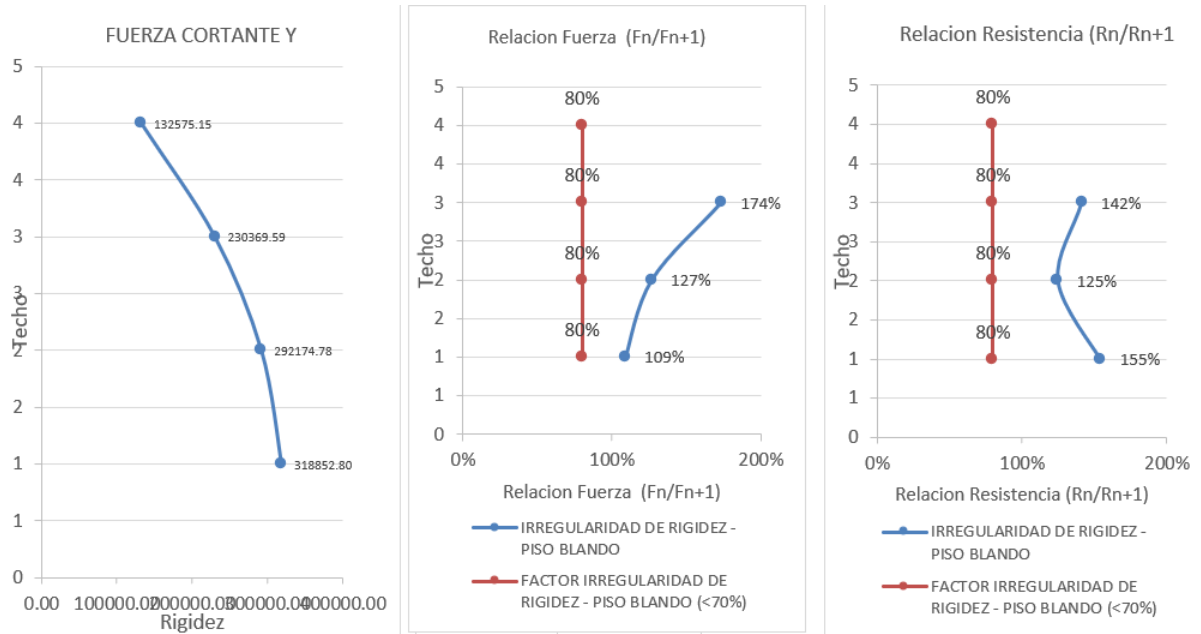


Fig. 20 Irregularidad de resistencia – piso débil en dirección Y-Y

Tabla XXVIII Irregularidad de resistencia – piso débil en dirección Y-Y

IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA - PISO DEBIL								
Techo	carga sísmica	fuerza cortante y	desplaz. y	rigidez y	factor irregularidad de resistencia - piso débil (<80%)			
		kgf	m	kgf	Fi/Fs		Ri/Rs	
Story4	ADY	132575.2	0.001166	113679886.7				
Story3	ADY	230369.6	0.001432	160904526.4	173.77%	Regular	141.54%	Regular
Story2	ADY	292174.8	0.001456	200688910.1	126.83%	Regular	124.73%	Regular
Story1	ADY	318852.8	0.001027	310384972	109.13%	Regular	154.66%	Regular

3.5.3 Irregularidad por masa

La norma indica que para una estructura regular el peso de un piso no debe exceder en 1.5 veces el peso del piso adyacente, en el presente trabajo los pisos son idénticos y tienen el mismo peso individualmente [8].

Irregularidad por masa o peso en la estructura:

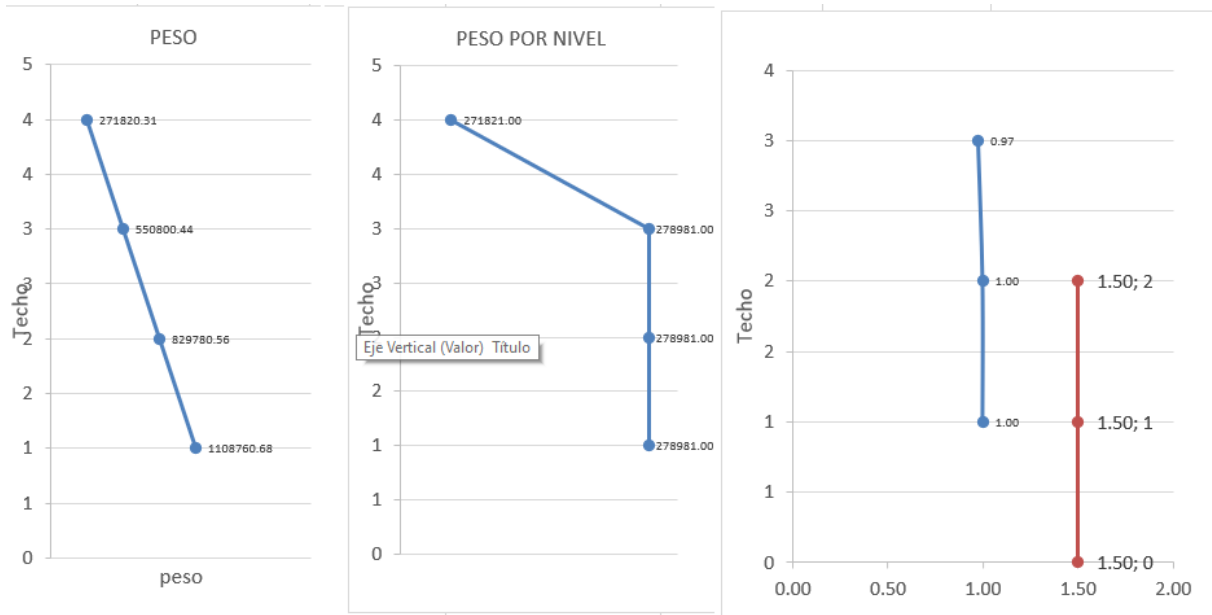


Fig. 21 Irregularidad por masa de la estructura en estudio

Tabla XXIX: Irregularidad por masa

IRREGULARIDAD POR MASA O PESO						
PESO DE EDIFICACION			PESO POR NIVEL	FACTOR	NO MAYOR DE	IRREGULARIDAD
TECHO	PESO	Location tonf				
Story4	Peso	271820.31	271821			
Story3	Peso	550800.44	278981	0.97	1.5	No Aplica
Story2	Peso	829780.56	278981	1.00	1.5	Regular
Story1	Peso	1108760.68	278981	1.00	1.5	Regular

3.6 Irregularidades de Planta

Las irregularidades en planta hacen referencia a formas asimétricas o discontinuidades de elementos de resistencia horizontal como, aberturas, esquinas entrantes, desviaciones de planta o cambios que originan irregularidad

3.6.1 Irregularidad torsional

La irregularidad torsional en una estructura se refiere a la falta de simetría en la distribución de la masa y la rigidez en planta, lo que puede causar una respuesta torsional durante un evento sísmico. Esta falta de simetría puede ser el resultado de una disposición no uniforme de las paredes resistentes al corte o una distribución desigual de la masa del edificio.

Evaluación en ambas direcciones:

Dirección X-X

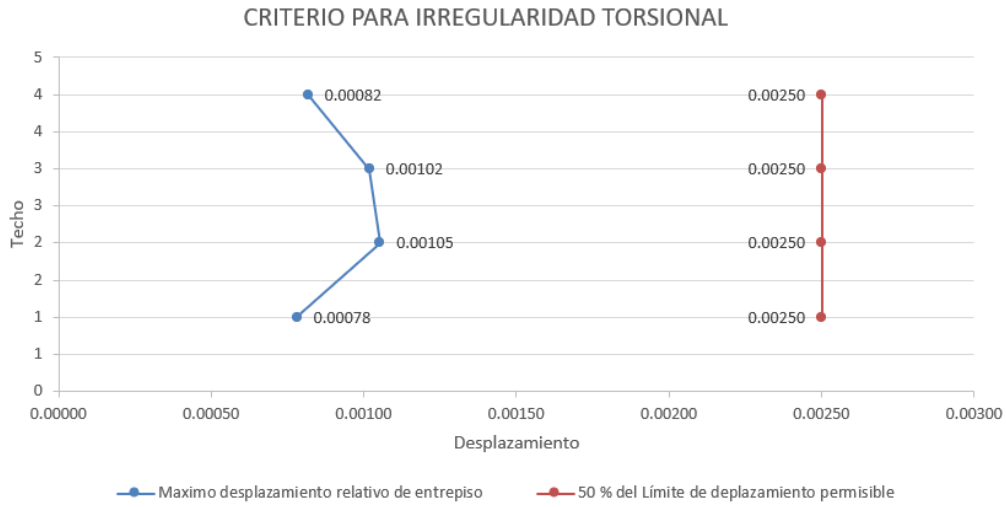


Fig. 22 Irregularidad torsional

Tabla XXX: Irregularidad torsional en dirección X-X

CRITERIO PARA IRREGULARIDAD TORSIONAL							
Techo	Caso de Carga	Dirección	Max. Desplaz. relativo de entepiso	Material Predominante	Límite de desplaz. permisible	50 % del Límite de desplaz. permisible	Procede Sí
							Max. desplaz. relativo de entepiso > 50 % del Límite de desplaz. permisible
4	Deriva. x-x	X	0.000817	Albañ.	0.005	0.0025	No Procede
3	Deriva. x-x	X	0.001018	Albañ.	0.005	0.0025	No Procede
2	Deriva. x-x	X	0.001053	Albañ.	0.005	0.0025	No Procede
1	Deriva. x-x	X	0.000781	Albañ.	0.005	0.0025	No Procede

Dirección Y-Y

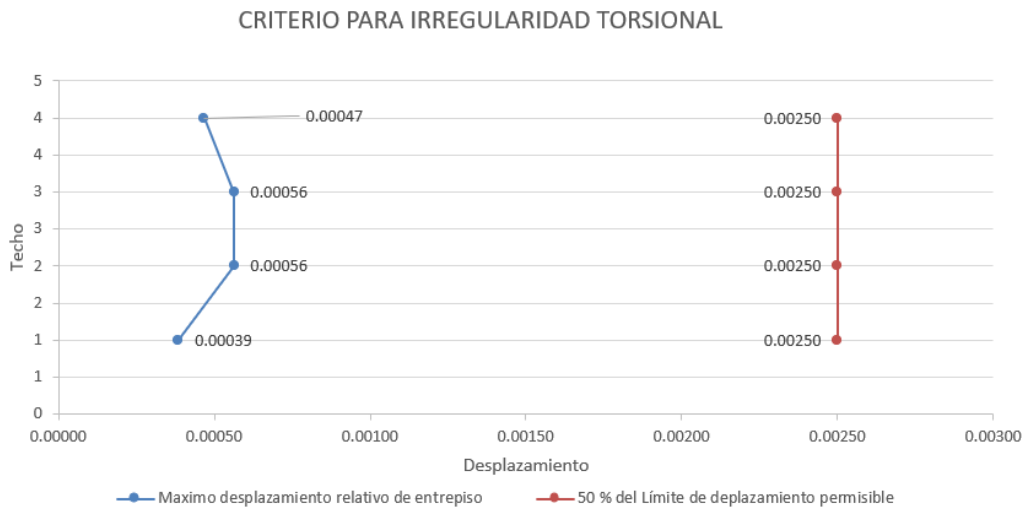


Fig. 23 Criterio de irregularidad torsional en dirección Y-Y

Tabla XXXI: Irregularidad torsional en dirección Y-Y

DIRECCIÓN Y-Y							
CRITERIO PARA IRREGULARIDAD TORSIONAL							
Techo	Caso de Carga	Dirección	Max desplaz relativo de entrepiso	Material Predominante	Límite de desplaz permisible	50 % del Límite de desplaz permisible	Procede Sí Max desplaz relativo de entrepiso > 50 % del Límite de desplaz permisible
Story4	Desplz. y-y	Y	0.001742	Albañ.	0.005	0.0025	No Procede
Story3	Desplz. y-y	Y	0.002064	Albañ.	0.005	0.0025	No Procede
Story2	Desplz. y-y	Y	0.002046	Albañ.	0.005	0.0025	No Procede
Story1	Desplz. y-y	Y	0.001386	Albañ.	0.005	0.0025	No Procede

3.6.2 Esquinas Entrantes

La estructura se considera irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la dimensión total en planta [8]

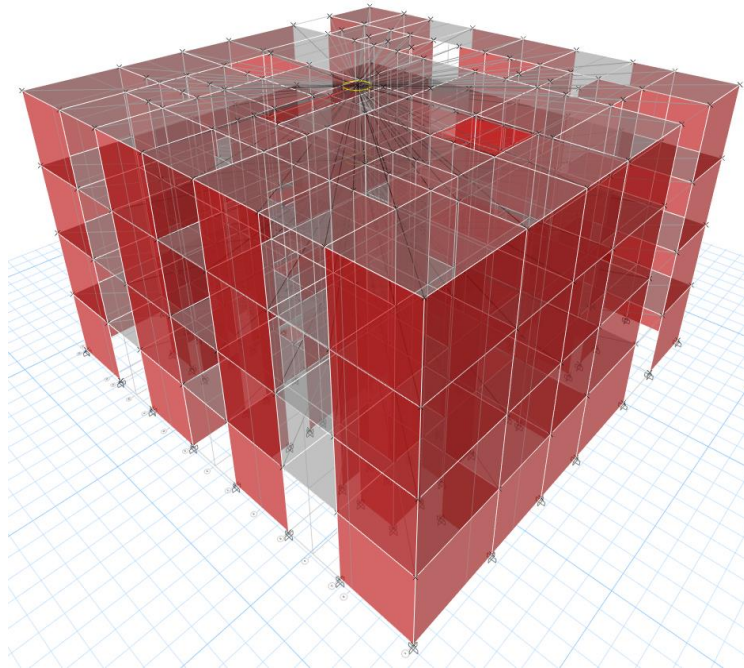


Fig. 24 Imagen 3D de la estructura en estudio

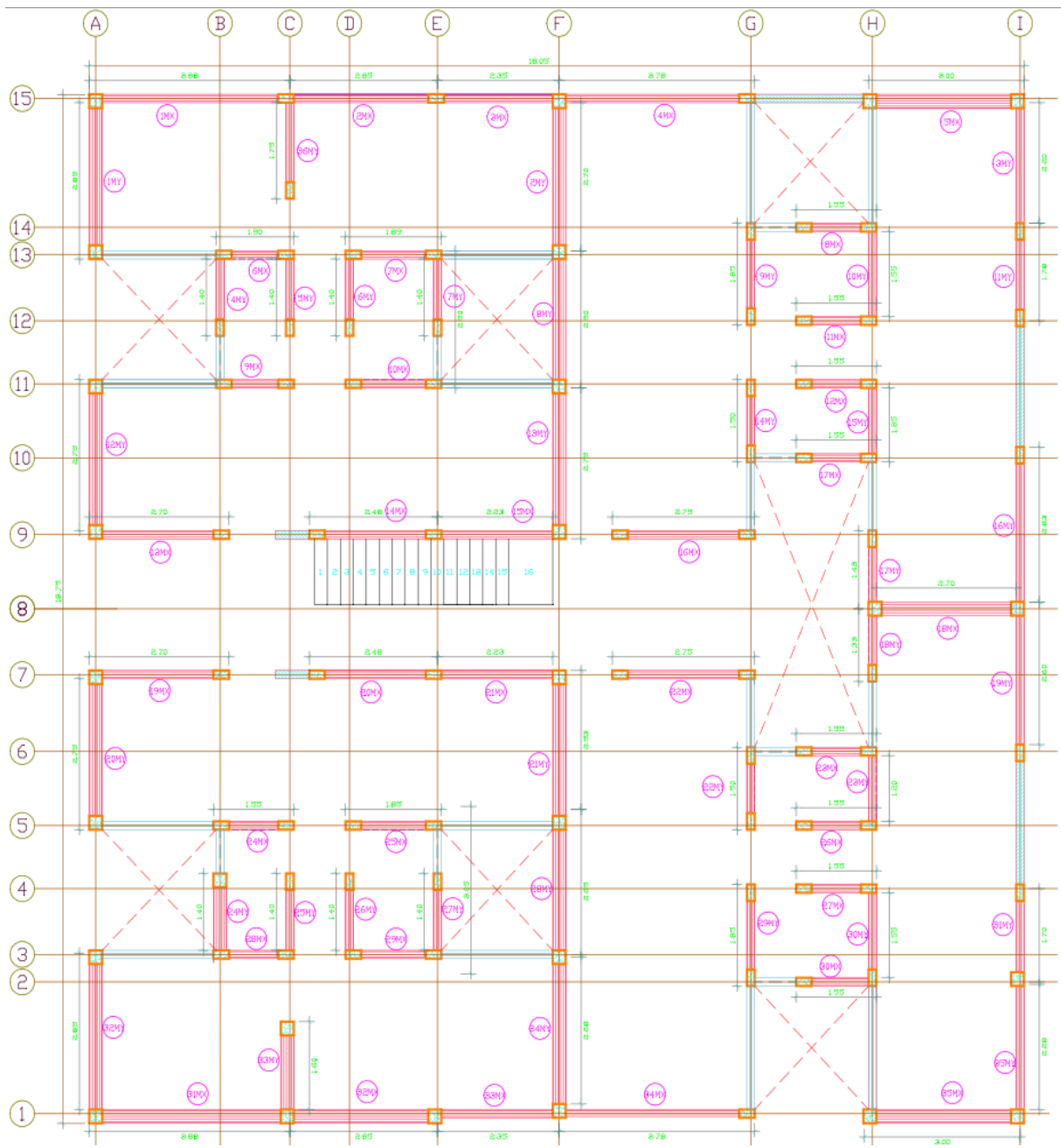


Fig. 25 Imagen de planta del primer piso

3.7 Diseño sísmico de muro de albañilería

Para el análisis y diseño estructural de los muros de albañilería la norma E.070 estipula que los muros deberán someterse a sismo severo empleando el coeficiente de reducción sísmica correspondiente a albañilería el cual es 3, y también a sismos moderado con fuerzas de inercia equivalente a la mitad de los valores producidos por un sismo severo, conociendo que el factor de reducción sísmica actúa como variable divisora el factor de reducción para sismos moderados será 6.

Datos comunes para el diseño de los muros en este proyecto:

- Muros a evaluar: Todos los muros de primer piso
- Altura de los muros: 2.6m
- Clase de unidad de albañilería: King Kong Industrial
- $f'b$ (De la unidad de albañilería): 145kg/cm^2
- $f'm$ (Pilas de albañilería): 65kg/cm^2
- $V'm$ (Muretes): 8.1kg/cm^2

Sismo severo y moderado: Dirección X-X:

Para Obtener la tabla con los valores P_m y P_g en Etabs, debemos hacer combinaciones de diseño carga de acuerdo a la norma E070 de albañilería considerando 100% de carga muerta y 25% de carga viva, para obtener los valores una vez asignada la combinación debemos usar la tabla de Pier forces en el apartado de Analysis results, a estos resultados aplicamos solo para los muros del primer piso y podemos separar resultados por dirección para X-X y Y-Y.

P_m : Carga gravitacional máxima de servicio en un muro, metrada con el 100% de sobrecarga

P_g : Carga gravitacional de servicio en un muro, con sobrecarga reducida.

Tabla XXXII: Fuerzas internas por sismo moderado y severo en dirección X-X

Muro de Albañilería	$P_m = D + L$	$P_g = D + 0.25L$	SIS SEVERO (R=3)		SIS MODERADO (R=6)	
			V_e	M_e	V_e	M_e
	kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf	kgf-m
MX1	21939.87	19442.41	25156.85	22903.47	12578.43	11451.74
MX2	17386.37	15341.28	20733.19	7502.42	10366.60	3751.21
MX3	15085.57	13253.91	16442.54	5693.43	8221.27	2846.72
MX4	24030.4	21085.68	21024.35	32993.79	10512.18	16496.90
MX5	16980.16	15137.8	10134.06	22165.14	5067.03	11082.57
MX6	11301.78	9716.04	3945.44	3598.47	1972.72	1799.24
MX7	12972.79	11252.17	5604.95	5908.36	2802.48	2954.18

MX8	11355.74	9914.94	3165.11	4810.43	1582.56	2405.22
MX9	14705.96	12497.1	2001.58	4122.42	1000.79	2061.21
MX10	16972.01	14406.38	2720.96	6890.46	1360.48	3445.23
MX11	11717.29	10165.95	2634.43	4696.19	1317.22	2348.10
MX12	10690.54	9347.79	2824.7	4467.62	1412.35	2233.81
MX13	21290.81	18387.72	6797	13767.74	3398.50	6883.87
MX14	23888.77	20807.39	12533.56	16973.27	6266.78	8486.64
MX15	18576.87	16184.92	11057.68	8719.09	5528.84	4359.55
MX16	27672.9	23277.36	6566.75	19468.31	3283.38	9734.16
MX17	10715.01	9367.21	2630.96	4639.99	1315.48	2320.00
MX18	18067.85	15902.28	12388.94	13876.22	6194.47	6938.11
MX19	21749.59	18756.18	7025.66	12768.56	3512.83	6384.28
MX20	29374.75	25200.64	12154.01	16272.02	6077.01	8136.01
MX21	22574.38	19398.58	10702.39	8193.63	5351.20	4096.82
MX22	28034.02	23603.41	6305.4	18666.45	3152.70	9333.225
MX23	10825.85	9459.43	2687.62	4138.06	1343.81	2069.03
MX24	15059.78	12779	1750.44	3609	875.22	1804.50
MX25	15714.36	13347.53	2409.77	6050.42	1204.89	3025.21
MX26	10639.74	9309.42	2166.82	4007.07	1083.41	2003.54
MX27	11790	10224.67	2528.28	3873.15	1264.14	1936.58
MX28	11254.01	9677.29	3086.39	2918.09	1543.20	1459.05
MX29	12822.29	11117.07	4421.58	4821.97	2210.79	2410.99
MX30	11234.51	9818.16	2223.28	3917.88	1111.64	1958.94
MX31	21779.06	19321.79	18135.74	17989.44	9067.87	8994.72
MX32	17235.3	15222.44	14961.42	5896.67	7480.71	2948.34
MX33	14975.04	13167.92	11925.3	4350.25	5962.65	2175.13
MX34	23816.31	20911.78	15540.02	24333.76	7770.01	12166.88
MX35	16707.65	14917.1	6743.49	17253.55	3371.75	8626.78

Sismo severo y moderado: Dirección Y-Y

Tabla XXXIII: Fuerzas internas por sismo moderado y severo en dirección Y-Y

Muro de Albañilería	Pm = D + L	Pg = D + 0.25L	SIS SEVERO (R=3)		SIS MODERADO (R=6)	
			Ve	Me	Ve	Me
	kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf	kgf-m
MY1	16807.35	14904.83	11675.57	25360.08	5837.79	12680.04
MY2	20090.66	17478.11	20062.96	12025.90	10031.48	6012.95
MY3	14481.99	12873.59	9884.59	10222.18	4942.30	5111.09
MY4	12460.86	10700.98	3748.2	5522.00	1874.10	2761.00
MY5	12059.6	10392.31	3785.49	5776.01	1892.745	2888.01
MY6	11230.3	9744.34	3638.74	5451.68	1819.37	2725.84
MY7	11058.12	9619.46	3257.18	5358.72	1628.59	2679.36

MY8	18508.65	15994.66	16863.03	6368.4	8431.52	3184.20
MY9	21951.1	18368.24	3306.24	7660.32	1653.12	3830.16
MY10	13356.84	11612.85	6053.02	6022.14	3026.51	3011.07
MY11	11231.73	9934.27	6588.64	6251.96	3294.32	3125.98
MY12	23010.32	19999.06	11033.86	23611.42	5516.93	11805.71
MY13	21847.35	18931.8	19052.77	12625.87	9526.385	6312.94
MY14	15788.07	13249.79	2314.52	4565.87	1157.26	2282.94
MY15	9845.91	8602.32	4686.41	3761.75	2343.205	1880.88
MY16	18560.08	16332.66	11464.7	17258.24	5732.35	8629.12
MY17	8526.95	7530.31	3674.27	3748.7	1837.135	1874.35
MY18	7536.91	6661.2	3188.58	2878.6	1594.29	1439.3
MY19	17244.55	15200.34	10713.01	15297.85	5356.505	7648.93
MY20	23046.91	20029.51	11103.25	23546.06	5551.625	11773.03
MY21	24553.18	21114.82	19076.02	12674.88	9538.01	6337.44
MY22	16115.66	13541.74	2309.54	4562.25	1154.77	2281.16
MY23	9867.87	8622.43	4681.83	3761.58	2340.915	1880.79
MY24	12544.99	10771.75	3712.52	5525.94	1856.26	2762.97
MY25	12134.47	10449.47	3807.44	5766.04	1903.72	2883.02
MY26	11220.47	9722.87	3562.69	5444.27	1781.345	2722.14
MY27	11062.33	9611.49	3232.67	5324.99	1616.335	2662.50
MY28	19633.16	16911.72	16880.58	6362.57	8440.29	3181.29
MY29	22038.38	18461.3	3307.61	7661.18	1653.805	3830.59
MY30	13316.28	11580.46	6047.17	6020.32	3023.585	3010.16
MY31	11491.48	10139.93	6645.63	6263.45	3322.815	3131.73
MY32	17630.17	15609.17	11943.28	26458.16	5971.64	13229.08
MY33	15716.88	13802.71	10932.82	11598.98	5466.41	5799.49
MY34	16881.14	14693.39	16853.44	8790.11	8426.72	4395.06
MY35	14715.41	13084.6	10198.42	10654.22	5099.21	5327.11
MY36	11408.85	10080.45	7068.71	10164.21	3534.355	5082.11

Procederemos a la evaluación y controles exigidos por la norma E.070 en los siguientes puntos:

3.7.1 Verificación por esfuerzo axial máximo:

La verificación por cargas verticales se aplica a todos los muros portantes, estas cargas de gravedad máxima en servicio (P_m) incluye el 100% de sobrecarga y debe ser menor a la siguiente relación

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.2 \cdot f_m \left[1 - \left(\frac{h}{35 \cdot t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f' m \quad [9]$$

Para el presente trabajo se realizará la verificación en relación a esfuerzo axial máximo y la resistencia característica a la compresión axial de la albañilería esto debido a que el diseño requiere que existan muros de cabeza y la expresión dada por la compresión está afectada de manera directamente proporcional por el espesor del muro por tanto esta solo cumplirá para muros de saga eximiendo del cumplimiento de la norma a los muros de cabeza.

Verificación por cargas verticales dirección X-X (Propuesta de la norma E.070)

Tabla XXXIV: Verificación por cargas verticales en dirección X-X

Muro de Albañilería	Longitud (L)	Espesor (t)	σ_m	Fa	0.15 f'm	Verificación $\sigma_m < Fa$, $\sigma_m < 0.15 f'm$
	m	m	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
MX1	3.88	0.23	2.46	11.64	9.75	cumple
MX2	2.85	0.13	4.69	8.76	9.75	cumple
MX3	2.35	0.13	4.94	8.76	9.75	cumple
MX4	3.775	0.13	4.90	8.76	9.75	cumple
MX5	3	0.13	4.35	8.76	9.75	cumple
MX6	1.5	0.13	5.80	8.76	9.75	cumple
MX7	1.85	0.13	5.39	8.76	9.75	cumple
MX8	1.55	0.13	5.64	8.76	9.75	cumple
MX9	1.5	0.13	7.54	8.76	9.75	cumple
MX10	1.85	0.13	7.06	8.76	9.75	cumple
MX11	1.55	0.13	5.82	8.76	9.75	cumple
MX12	1.55	0.13	5.31	8.76	9.75	cumple
MX13	2.6	0.13	6.30	8.76	9.75	cumple
MX14	2.48	0.13	7.41	8.76	9.75	cumple
MX15	2.23	0.13	6.41	8.76	9.75	cumple
MX16	2.7	0.13	7.88	8.76	9.75	cumple
MX17	1.55	0.13	5.32	8.76	9.75	cumple
MX18	2.7	0.13	5.15	8.76	9.75	cumple
MX19	2.6	0.13	6.43	8.76	9.75	cumple
MX20	2.48	0.13	9.11	8.76	9.75	cumple
MX21	2.48	0.13	7.00	8.76	9.75	cumple
MX22	2.75	0.13	7.84	8.76	9.75	cumple
MX23	1.55	0.13	5.37	8.76	9.75	cumple
MX24	1.55	0.13	7.47	8.76	9.75	cumple
MX25	1.85	0.13	6.53	8.76	9.75	cumple
MX26	1.55	0.13	5.28	8.76	9.75	cumple
MX27	1.55	0.13	5.85	8.76	9.75	cumple
MX28	1.55	0.13	5.59	8.76	9.75	cumple
MX29	1.7	0.23	3.28	11.64	9.75	cumple

MX30	1.55	0.13	5.58	8.76	9.75	cumple
MX31	3.88	0.13	4.32	8.76	9.75	cumple
MX32	2.85	0.13	4.65	8.76	9.75	cumple
MX33	2.35	0.13	4.90	8.76	9.75	cumple
MX34	3.78	0.13	4.85	8.76	9.75	cumple
MX35	3	0.13	4.28	8.76	9.75	cumple

Verificación por cargas verticales dirección Y-Y (Propuesta de la norma E.070)

Tabla XXXV: Verificación por cargas verticales en dirección Y-Y

Muro de Albañilería	Longitud (L)	Espesor (t)	σ_m	Fa	0.15 f'm	Verificación $\sigma_m < Fa$, $\sigma_m < 0.15 f'm$
	m	m	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
MY1	2.85	0.23	2.56	11.64	9.75	cumple
MY2	2.7	0.23	3.24	11.64	9.75	cumple
MY3	2.20	0.13	5.02	8.76	9.75	cumple
MY4	1.4	0.13	6.85	8.76	9.75	cumple
MY5	1.4	0.13	6.63	8.76	9.75	cumple
MY6	1.4	0.13	6.17	8.76	9.75	cumple
MY7	1.4	0.13	6.08	8.76	9.75	cumple
MY8	2.50	0.23	3.22	11.64	9.75	cumple
MY9	1.85	0.13	9.13	8.76	9.75	cumple
MY10	1.55	0.13	6.63	8.76	9.75	cumple
MY11	1.78	0.13	4.85	8.76	9.75	cumple
MY12	2.75	0.23	6.44	8.76	9.75	cumple
MY13	2.75	0.23	3.45	11.64	9.75	cumple
MY14	1.5	0.13	8.10	8.76	9.75	cumple
MY15	1.35	0.13	5.61	8.76	9.75	cumple
MY16	2.83	0.13	5.04	8.76	9.75	cumple
MY17	1.43	0.13	4.59	8.76	9.75	cumple
MY18	1.33	0.13	4.36	8.76	9.75	cumple
MY19	2.6	0.13	5.10	8.76	9.75	cumple
MY20	2.75	0.23	6.45	8.76	9.75	cumple
MY21	2.53	0.23	4.22	11.64	9.75	cumple
MY22	1.5	0.13	8.26	8.76	9.75	cumple
MY23	1.2	0.13	6.33	8.76	9.75	cumple
MY24	1.4	0.23	6.89	8.76	9.75	cumple
MY25	1.4	0.13	6.67	8.76	9.75	cumple
MY26	1.4	0.13	6.17	8.76	9.75	cumple
MY27	1.4	0.13	6.08	8.76	9.75	cumple

MY28	2.65	0.13	5.70	8.76	9.75	cumple
MY29	1.85	0.23	5.18	11.64	9.75	cumple
MY30	1.55	0.13	6.61	8.76	9.75	cumple
MY31	1.70	0.13	5.20	8.76	9.75	cumple
MY32	2.85	0.23	4.76	8.76	9.75	cumple
MY33	1.6	0.23	4.27	11.64	9.75	cumple
MY34	2.68	0.23	4.85	8.76	9.75	cumple
MY35	2.28	0.13	2.81	11.64	9.75	cumple
MY36	1.75	0.13	5.01	8.76	9.75	cumple

3.7.2 Control de fisuración y resistencia al corte diagonal:

A diario se presentan sismos de mediana intensidad entonces al ser los más frecuentes los muros de albañilería deberán resistir la fuerza al corte producido por estos movimientos sísmicos de intensidad moderada, es así que todos los muros de albañilería deben cumplir la siguiente relación

$$V_e \leq 0.55 V_m = \text{Fuerza Cortante Admisible} \quad [9]$$

Para analizar el comportamiento de los muros ante sismo moderado (R=6) y comprobar que funcionaran eficientemente ante un sismo severo (R=3), la norma E.070 indica que se debe calcular la resistencia al agrietamiento diagonal del muro, cuidando que este no se agriete ante sismo moderado, y ante uno severo se verifique la resistencia global.

Para determinar la resistencia al agrietamiento diagonal (V_m), la norma indica usar la ecuación:

$$V_m = 0.5v'_m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23P_g \quad [9]$$

v'_m = resistencia característica a corte de la albañilería

P_g = carga gravitacional de servicio, con sobrecarga reducida (NTE E.030 Diseño Sismorresistente)

t = espesor efectivo del muro

L = longitud total del muro (incluyendo a las columnas en el caso de muros confinados)

α = factor de reducción de resistencia al corte por efectos de esbeltez, calculado como:

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_e \cdot L}{M_e} \leq 1 \quad [9]$$

Control de fisuración y resistencia al corte diagonal en la dirección X-X:

En el presente cuadro se compara los valores de V_e (Fuerza cortante producida por el sismo moderado) debe ser menor al 55% de V_m (Fuerza cortante por agrietamiento diagonal de la albañilería, por lo que obtener un diseño correcto ya que no hay presencia de fisuramiento:

Tabla XXXVI: Control de fisuración y resistencia al corte diagonal en la dirección X-X

Muro de Albañilería	Longitud (L)	Espesor (t)	α	Vm	Ve	<	0.55 Vm	Control de fisuración
	m	m		kgf	kgf		kgf	
MX1	3.88	0.23	1.00	40614	12578.43	<	22337.67	No fisurado
MX2	2.85	0.13	1.00	18533.7	10366.60	<	10193.56	No fisurado
MX3	2.35	0.13	1.00	15421.1	8221.27	<	8481.632	No fisurado
MX4	3.775	0.13	1.00	24725.1	10512.18	<	13598.79	No fisurado
MX5	3.00	0.13	1.00	19276.7	5067.03	<	10602.18	No fisurado
MX6	1.5	0.13	1.00	10132.2	1972.72	<	5572.704	No fisurado
MX7	1.85	0.13	1.00	12328.2	2802.48	<	6780.537	No fisurado
MX8	1.55	0.13	1.00	10441.2	1582.56	<	5742.652	No fisurado
MX9	1.50	0.13	0.73	8626.1	1000.79	<	4744.357	No fisurado
MX10	1.85	0.13	0.73	10429.1	1360.48	<	5736.025	No fisurado
MX11	1.55	0.13	0.87	9433.99	1317.22	<	5188.695	No fisurado
MX12	1.55	0.13	0.98	10147.6	1412.35	<	5581.157	No fisurado
MX13	2.70	0.13	1.00	17918.2	3398.50	<	9854.997	No fisurado
MX14	2.48	0.13	1.00	17842.9	6266.78	<	9813.595	No fisurado
MX15	2.23	0.13	1.00	15463.5	5528.84	<	8504.915	No fisurado
MX16	2.75	0.13	0.91	18300.2	3283.38	<	10065.09	No fisurado
MX17	1.55	0.13	0.88	9326.77	1315.48	<	5129.722	No fisurado
MX18	2.70	0.13	1.00	17873	6194.47	<	9830.163	No fisurado
MX19	2.70	0.13	1.00	18002.9	3512.83	<	9901.607	No fisurado
MX20	2.48	0.13	1.00	18853.3	6077.01	<	10369.34	No fisurado
MX21	2.48	0.13	1.00	17518.9	5351.20	<	9635.38	No fisurado
MX22	2.75	0.13	0.93	18878.5	3152.70	<	10383.2	No fisurado
MX23	1.85	0.13	1.00	10336.4	1343.81	<	5685.03	No fisurado
MX24	1.55	0.13	0.75	9074.28	875.22	<	4990.852	No fisurado
MX25	1.85	0.13	0.74	10246.7	1204.89	<	5635.712	No fisurado
MX26	1.55	0.13	0.84	8981.19	1083.41	<	4939.655	No fisurado
MX27	1.55	0.13	1.00	10512.4	1264.14	<	5781.833	No fisurado
MX28	1.55	0.13	1.00	10386.5	1543.20	<	5712.59	No fisurado
MX29	1.70	0.23	1.00	18392.4	2210.79	<	10115.83	No fisurado
MX30	1.55	0.13	0.88	9436.2	1111.64	<	5189.91	No fisurado
MX31	3.88	0.13	1.00	24872.2	9067.87	<	13679.72	No fisurado
MX32	2.85	0.13	1.00	18506.4	7480.71	<	10178.53	No fisurado
MX33	2.35	0.13	1.00	15401.4	5962.65	<	8470.754	No fisurado
MX34	3.78	0.13	1.00	24711.4	7770.01	<	13591.28	No fisurado
MX35	3	0.13	1.00	19225.9	3371.75	<	10574.26	No fisurado

Control de fisuración y resistencia al corte diagonal en la dirección Y-Y

Para la dirección Y-Y de igual manera se compara los valores de V_e (Fuerza cortante producida por el sismo moderado) debe ser menor al 55% de V_m (Fuerza cortante por agrietamiento diagonal de la albañilería, como resultado en la dirección Y-Y no hay fisuramiento

Tabla XXXVII: Control de fisuración y resistencia al corte diagonal en la dirección Y-Y

Muro de Albañilería	Longitud (L)	Espesor (t)	α	V_m	V_e		$0.55 V_m$	Control de fisuración
	m	m		kgf	kgf		kgf	
MY1	2.85	0.23	1.00	29975.9	5837.79	<	16486.72	No fisurado
MY2	2.7	0.23	1.00	29170.5	10031.48	<	16043.76	No fisurado
MY3	2.22	0.13	1.00	14649.2	4942.30	<	8057.07	No fisurado
MY4	1.4	0.13	0.95	9465.78	1874.10	<	5206.18	No fisurado
MY5	1.4	0.13	0.92	9153.37	1892.75	<	5034.36	No fisurado
MY6	1.4	0.13	0.93	9128.91	1819.37	<	5020.90	No fisurado
MY7	1.4	0.13	0.85	8484.9	1628.59	<	4666.69	No fisurado
MY8	2.5	0.23	1.00	26966.3	8431.52	<	14831.5	No fisurado
MY9	1.85	0.13	0.80	12002	1653.12	<	6601.10	No fisurado
MY10	1.55	0.13	1.00	10831.7	3026.51	<	5957.44	No fisurado
MY11	1.78	0.13	1.00	11656.6	3294.32	<	6411.12	No fisurado
MY12	2.75	0.13	1.00	19078.5	5516.93	<	10493.19	No fisurado
MY13	2.75	0.23	1.00	29970.6	9526.39	<	16483.81	No fisurado
MY14	1.5	0.13	0.76	9052.52	1157.26	<	4978.89	No fisurado
MY15	1.35	0.13	1.00	9086.28	2343.21	<	4997.46	No fisurado
MY16	2.83	0.13	1.00	18656.5	5732.35	<	10261.05	No fisurado
MY17	1.43	0.13	1.00	9260.92	1837.14	<	5093.51	No fisurado
MY18	1.33	0.13	1.00	8534.53	1594.29	<	4693.99	No fisurado
MY19	2.6	0.13	1.00	17185.1	5356.51	<	9451.79	No fisurado
MY20	2.75	0.13	1.00	19085.5	5551.63	<	10497.05	No fisurado
MY21	2.53	0.23	1.00	28423.4	9538.01	<	15632.85	No fisurado
MY22	1.5	0.13	0.76	9111.51	1154.77	<	5011.33	No fisurado
MY23	1.2	0.13	1.00	8301.16	2340.92	<	4565.64	No fisurado
MY24	1.4	0.13	0.94	9410.44	1856.26	<	5175.74	No fisurado
MY25	1.4	0.13	0.92	9217.5	1903.72	<	5069.63	No fisurado
MY26	1.4	0.13	0.92	8989.2	1781.35	<	4944.06	No fisurado
MY27	1.4	0.13	0.85	8475.3	1616.34	<	4661.41	No fisurado
MY28	2.65	0.13	1.00	17841.9	8440.29	<	9813.07	No fisurado
MY29	1.85	0.23	0.80	18010.1	1653.81	<	9905.56	No fisurado
MY30	1.55	0.13	1.00	10824.3	3023.59	<	5953.34	No fisurado
MY31	1.7	0.13	1.00	11282.7	3322.82	<	6205.48	No fisurado

MY32	2.85	0.13	1.00	18595.4	5971.64	<	10227.45	No fisurado
MY33	1.6	0.23	1.00	18078.6	5466.41	<	9943.24	No fisurado
MY34	2.68	0.13	1.00	17489.7	8426.72	<	9619.32	No fisurado
MY35	2.28	0.23	1.00	24247.7	5099.21	<	13336.21	No fisurado
MY36	1.75	0.13	1.00	11532.3	3534.36	<	6342.74	No fisurado

3.7.3 Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros

Para construcciones basadas en albañilería confinada la norma solicita los valores para la fuerza cortante en la base ya que es la parte más susceptible de la edificación al estar en contacto con el terreno porque experimentará la mayor fuerza cortante ante eventos sísmicos, además se busca asegurar una conexión sólida y continua entre muros y elementos confinantes para asegurar la la integridad y longevidad de las estructuras.

Para obtener los valores de las fuerzas cortante y momento por sismo severo aplicaremos las fórmulas establecidas por la norma E.070, teniendo en cuenta que la relación entre la fuerza cortante que causa agrietamiento diagonal y la fuerza cortante producida por un sismo moderado valores tomados de los muros portantes del primer piso debe estar en un intervalo de 2 y 3 es decir esta fuerza no debe ser menor de dos ni mayor a tres: $2 \leq V_{m1}/V_{e1} \leq 3$, posteriormente compararemos los valores resultantes V_{ui} y V_m , siendo que V_{ui} debe ser menor al valor de V_m para reconocer que el muro no necesita refuerzo horizontal.

$$V_{ui} = V_{ei} \frac{V_{m1}}{V_{e1}} \quad M_{ui} = M_{ei} \frac{V_{m1}}{V_{e1}}$$

V_{ei} : Cortante en sismo moderado

M_{ei} : Momento en sismo moderado

Dirección X-X: La relación entre V_{m1}/V_{e1} la norma E.070 indica que debe estar entre 2 y 3 esto por la necesidad de garantizar un margen de seguridad adecuado para la estructura durante un sismo. Si la relación es menor de 2, podría indicar que la estructura no tiene suficiente resistencia al corte y podría ser susceptible al agrietamiento diagonal y si es mayor a 3 indica que la estructura tiene una resistencia corte excesiva, verificado este punto obtenemos resultados para la fuerza cortante producida para el sismo severo en el entre piso (V_{ui}) y resistencia al corte en el entre piso de uno de los muros (V_m), donde si $V_{ui} \geq V_m$ indicara la necesidad de reforzar el muro, verificamos:

Tabla XXXVIII: Relación entre la fuerza cortante que causa agrietamiento diagonal y la fuerza cortante producida por un sismo moderado (V_{m1}/V_{e1}) en dirección X-X

Muro de Albañ.	Longitud (L)	Espesor (t)	SIS MOD. (R=6)		Vm	Ve	$\frac{V_{m1}}{V_{e1}}$	Vui	Mui
			Ve	Me					
	m	m	kgf	kgf-m	kgf	kgf		kgf	kgf-m
MX1	3.88	0.23	12578.43	11451.74	40614	12578.43	3	37735.3	34355.2
MX2	2.85	0.13	10366.60	3751.21	18533.7	10366.60	2	20733.2	7502.42
MX3	2.35	0.13	8221.27	2846.72	15421.1	8221.27	2	16442.5	5693.43
MX4	3.775	0.13	10512.18	16496.90	24725.1	10512.18	2.35	24725.1	38801.4
MX5	3.00	0.13	5067.03	11082.57	19276.7	5067.03	3	15201.1	33247.7
MX6	1.50	0.13	1972.72	1799.24	10132.2	1972.72	3	5918.16	5397.71
MX7	1.85	0.13	2802.48	2954.18	12328.2	2802.48	3	8407.43	8862.54
MX8	1.55	0.13	1582.56	2405.22	10441.2	1582.56	3	4747.67	7215.65
MX9	1.50	0.13	1000.79	2061.21	8626.1	1000.79	3	3002.37	6183.63
MX10	1.85	0.13	1360.48	3445.23	10429.1	1360.48	3	4081.44	10335.7
MX11	1.55	0.13	1317.22	2348.10	9433.99	1317.22	3	3951.65	7044.29
MX12	1.55	0.13	1412.35	2233.81	10147.6	1412.35	3	4237.05	6701.43
MX13	2.60	0.13	3398.50	6883.87	17918.2	3398.50	3	10195.5	20651.6
MX14	2.48	0.13	6266.78	8486.64	17842.9	6266.78	2.85	17842.9	24163.3
MX15	2.23	0.13	5528.84	4359.55	15463.5	5528.84	2.8	15463.5	12193.1
MX16	2.70	0.13	3283.38	9734.16	18300.2	3283.38	3	9850.13	29202.5
MX17	1.55	0.13	1315.48	2320.00	9326.77	1315.48	3	3946.44	6959.99
MX18	2.70	0.13	6194.47	6938.11	17873	6194.47	2.89	17873	20018.7
MX19	2.60	0.13	3512.83	6384.28	18002.9	3512.83	3	10538.5	19152.8
MX20	2.48	0.13	6077.01	8136.01	18853.3	6077.01	3	18231	24408
MX21	2.48	0.13	5351.20	4096.82	17518.9	5351.20	3	16053.6	12290.4
MX22	2.75	0.13	3152.70	9333.23	18878.5	3152.70	3	9458.1	27999.7
MX23	1.55	0.13	1343.81	2069.03	10336.4	1343.81	3	4031.43	6207.09
MX24	1.55	0.13	875.22	1804.50	9074.28	875.22	3	2625.66	5413.5
MX25	1.85	0.13	1204.89	3025.21	10246.7	1204.89	3	3614.66	9075.63
MX26	1.55	0.13	1083.41	2003.54	8981.19	1083.41	3	3250.23	6010.61
MX27	1.55	0.13	1264.14	1936.58	10512.4	1264.14	3	3792.42	5809.73
MX28	1.55	0.13	1543.20	1459.05	10386.5	1543.20	3	4629.59	4377.14
MX29	1.70	0.23	2210.79	2410.99	18392.4	2210.79	3	6632.37	7232.96
MX30	1.55	0.13	1111.64	1958.94	9436.2	1111.64	3	3334.92	5876.82
MX31	3.88	0.13	9067.87	8994.72	24872.2	9067.87	2.74	24872.2	24671.6
MX32	2.85	0.13	7480.71	2948.34	18506.4	7480.71	2.47	18506.4	7293.84
MX33	2.35	0.13	5962.65	2175.13	15401.4	5962.65	2.58	15401.4	5618.29
MX34	3.78	0.13	7770.01	12166.88	24711.4	7770.01	3	23310	36500.6
MX35	3.00	0.13	3371.75	8626.78	19225.9	3371.75	3	10115.2	25880.3

Dirección Y-Y

De la misma manera evaluamos que la relación entre V_{m1}/V_{e1} este entre 2 y 3, posteriormente compararemos los valores resultantes V_{ui} y M_{ui} , siendo que V_{ui} debe ser menor al valor de M_{ui} para reconocer que el muro no necesita refuerzo horizontal.

a continuación:

Tabla XXXIX: Relación entre la fuerza cortante que causa agrietamiento diagonal y la fuerza cortante producida por un sismo moderado (V_{m1}/V_{e1}) en dirección Y-Y

Muro de Albañilería	Longitud (L) m	Espesor (t) m	SIS MOD. (R=6)		Vm kgf	Ve kgf	$\frac{Vm1}{Ve1}$	Vui kgf	Mui kgf-m
			Ve kgf	Me kgf-m					
MY1	2.85	0.23	5837.79	12680.04	29975.9	5837.79	3	17513.4	38040.1
MY2	2.7	0.23	10031.48	6012.95	29170.5	10031.48	2.91	29170.5	17485
MY3	2.22	0.13	4942.30	5111.09	14649.2	4942.30	2.96	14649.2	15149.5
MY4	1.4	0.13	1874.10	2761.00	9465.78	1874.10	3	5622.3	8283
MY5	1.4	0.13	1892.75	2888.01	9153.37	1892.75	3	5678.24	8664.02
MY6	1.4	0.13	1819.37	2725.84	9128.91	1819.37	3	5458.11	8177.52
MY7	1.4	0.13	1628.59	2679.36	8484.9	1628.59	3	4885.77	8038.08
MY8	2.5	0.23	8431.52	3184.20	26966.3	8431.52	3	25294.5	9552.6
MY9	1.85	0.13	1653.12	3830.16	12002	1653.12	3	4959.36	11490.5
MY10	1.55	0.13	3026.51	3011.07	10831.7	3026.51	3	9079.53	9033.21
MY11	1.78	0.13	3294.32	3125.98	11656.6	3294.32	3	9882.96	9377.94
MY12	2.75	0.13	5516.93	11805.71	19078.5	5516.93	3	16550.8	35417.1
MY13	2.75	0.23	9526.39	6312.94	29970.6	9526.39	3	28579.2	18938.8
MY14	1.5	0.13	1157.26	2282.94	9052.52	1157.26	3	3471.78	6848.81
MY15	1.35	0.13	2343.21	1880.88	9086.28	2343.21	3	7029.62	5642.63
MY16	2.83	0.13	5732.35	8629.12	18656.5	5732.35	3	17197.1	25887.4
MY17	1.43	0.13	1837.14	1874.35	9260.92	1837.14	3	5511.41	5623.05
MY18	1.33	0.13	1594.29	1439.30	8534.53	1594.29	3	4782.87	4317.9
MY19	2.6	0.13	5356.51	7648.93	17185.1	5356.51	3	16069.5	22946.8
MY20	2.75	0.13	5551.63	11773.03	19085.5	5551.63	3	16654.9	35319.1
MY21	2.53	0.23	9538.01	6337.44	28423.4	9538.01	2.98	28423.4	18885.6
MY22	1.5	0.13	1154.77	2281.13	9111.51	1154.77	3	3464.31	6843.38
MY23	1.2	0.13	2340.92	1880.79	8301.16	2340.92	3	7022.75	5642.37
MY24	1.4	0.13	1856.26	2762.97	9410.44	1856.26	3	5568.78	8288.91
MY25	1.4	0.13	1903.72	2883.02	9217.5	1903.72	3	5711.16	8649.06
MY26	1.4	0.13	1781.35	2722.14	8989.2	1781.35	3	5344.04	8166.41
MY27	1.4	0.13	1616.34	2662.50	8475.3	1616.34	3	4849.01	7987.49
MY28	2.65	0.13	8440.29	3181.29	17841.9	8440.29	2.11	17841.9	6724.92

MY29	1.85	0.23	1653.81	3830.59	18010.1	1653.81	3	4961.42	11491.8
MY30	1.55	0.13	3023.59	3010.16	10824.3	3023.59	3	9070.76	9030.48
MY31	1.7	0.13	3322.82	3131.73	11282.7	3322.82	3	9968.45	9395.18
MY32	2.85	0.13	5971.64	13229.08	18595.4	5971.64	3	17914.9	39687.2
MY33	1.6	0.23	5466.41	5799.49	18078.6	5466.41	3	16399.2	17398.5
MY34	2.68	0.13	8426.72	4395.06	17489.7	8426.72	2.08	17489.7	9121.95
MY35	2.28	0.23	5099.21	5327.11	24247.7	5099.21	3	15297.6	15981.3
MY36	1.75	0.13	3534.36	5082.11	11532.3	3534.36	3	10603.1	15246.3

Observando los resultados de la relación entre la cortante por agrietamiento diagonal (V_{m1}) y la cortante por sismo moderado (V_{e1}) estos valores cumplen por lo estipulado por la norma además que $V_u < V_m$, por lo que los muros no necesitan refuerzo sin embargo la necesidad de reforzar los muros horizontalmente es obligatoria para todas las edificaciones mayor a tres pisos por lo que se procederá con el diseño de refuerzo horizontal tomando el caso de un muro más crítico que presente mayor fuerza cortante y mayor momento.

3.7.4 Verificación de la resistencia al corte del edificio

La verificación de resistencia al corte se desarrolla con el objetivo de asegurar el correcto funcionamiento estructural garantizando que la sumatoria de la resistencia al corte de los muros reforzados debe ser mayor a la fuerza cortante producida por un sismo severo cumpliendo con la siguiente relación dada por la norma E.070

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$$

Sumatoria de fuerzas resistentes al corte de la estructura en la dirección X-X

Tabla XL: Fuerzas resistentes al corte en dirección X-X

Story	Muro de Albañilería	V _m
		kgf
Story1	MX1	40613.95
Story1	MX2	18533.74
Story1	MX3	15421.15
Story1	MX4	24725.08
Story1	MX5	19276.69
Story1	MX6	10132.19
Story1	MX7	12328.25
Story1	MX8	10441.19
Story1	MX9	8626.10
Story1	MX10	10429.14

Story1	MX11	9433.99
Story1	MX12	10147.56
Story1	MX13	17918.18
Story1	MX14	17842.90
Story1	MX15	15463.48
Story1	MX16	18300.17
Story1	MX17	9326.77
Story1	MX18	17873.02
Story1	MX19	18002.92
Story1	MX20	18853.35
Story1	MX21	17518.87
Story1	MX22	18878.55
Story1	MX23	10336.42
Story1	MX24	9074.28
Story1	MX25	10246.75
Story1	MX26	8981.19
Story1	MX27	10512.42
Story1	MX28	10386.53
Story1	MX29	18392.43
Story1	MX30	9436.20
Story1	MX31	24872.21
Story1	MX32	18506.41
Story1	MX33	15401.37
Story1	MX34	24711.41
Story1	MX35	19225.93
		550170.79

$$\sum V_{mi} = 550170.79$$

$$V_{Ei} = 380155.83$$

El valor V_{Ei} se obtiene de Etabs, de la opción Table: Story forces aquí filtramos los resultados dirigiéndonos solo al primer story (primeros pisos) aplicamos sismo en la dirección X tomamos el valor máximo y obtenemos en valor de la fuerza cortante producida por el sismo severo. Se realiza la comparativa:

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$$

$$550170.79 \geq 380155.83$$

Sumatoria de fuerzas resistentes al corte de la estructura en la dirección Y-Y:

Tabla XLI: Fuerzas resistentes al corte en dirección Y-Y

Story	Muro de Albañilería	Vm
		kgf
Story1	MY1	29975.86
Story1	MY2	29170.47
Story1	MY3	14649.23
Story1	MY4	9465.78
Story1	MY5	9153.37
Story1	MY6	9128.91
Story1	MY7	8484.90
Story1	MY8	26966.27
Story1	MY9	12002.00
Story1	MY10	10831.71
Story1	MY11	11656.58
Story1	MY12	19078.53
Story1	MY13	29970.56
Story1	MY14	9052.52
Story1	MY15	9086.28
Story1	MY16	18656.46
Story1	MY17	9260.92
Story1	MY18	8534.53
Story1	MY19	17185.08
Story1	MY20	19085.54
Story1	MY21	28423.36
Story1	MY22	9111.51
Story1	MY23	8301.16
Story1	MY24	9410.44
Story1	MY25	9217.50
Story1	MY26	8989.20
Story1	MY27	8475.30
Story1	MY28	17841.95
Story1	MY29	18010.11
Story1	MY30	10824.26
Story1	MY31	11282.68
Story1	MY32	18595.36
Story1	MY33	18078.62
Story1	MY34	17489.68
Story1	MY35	24247.66
Story1	MY36	11532.25
		541226.54

$$\sum V_{mi} = 541226.54$$

$$V_{Ei} = 514856.10$$

El valor V_{Ei} se obtiene de Etabs, de la opción Table:Story forces, filtramos los resultados dirigiéndonos solo al primer story (primer piso) aplicamos sismo en la dirección Y tomamos el valor máximo y obtenemos en valor de la fuerza cortante producida por el sismo severo. Se realiza la comparativa:

$$\sum V_{mi} \geq V_{Ei}$$

$$541226.54 \geq 514856.10$$

3.7.5 Diseño de los refuerzos horizontales

La norma E.070 indica que para todas las edificaciones mayor a tres pisos los muros portantes del primer piso deben reforzarse por lo que se procederá con el diseño para la dirección X-X y la dirección Y-Y.

La altura de los muros para este proyecto es de 2.6m y la resistencia característica de la albañilería son las siguientes:

- Clase de unidad de albañilería: King Kong Industrial
- $f'b$ (De la unidad de albañilería): 145kg/cm^2
- $f'm$ (Pilas de albañilería): 65kg/cm^2
- $V'm$ (Muretes): 8.1kg/cm^2

Ejemplificando individualmente:

Análisis del muro MX4

Espesor del muro: 0.13m

Longitud: 3.775m

Dimensiones de la unidad de albañilería: 0.09mx0.23mx0.13m

Tabla XLII: Fuerzas internas por sismo moderado y severo para el muro MX4

Story	Muro de Albañilería	Pm = D + L kgf	Pg = D + 0.25L kgf	SIS SEVERO (R=3)		SIS MOD. (R=6)	
				Ve	Me	Ve	Me
				kgf	kgf-m	kgf	kgf-m
Story1	MX4	24030.4	21085.68	21024.35	32993.79	10512.18	16496.90

Verificación de cargas verticales

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.15 f'_m$$
$$4.90 \text{ kgf/cm}^2 \leq 9.75 \text{ kgf/cm}^2$$

CUMPLE

Verificación de agrietamiento del muro

Verificamos la siguiente condición en este caso solo para el muro MX4

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_e \cdot L}{M_e} \leq 1 \quad \alpha = 1$$

Donde:

$$V_m = 0.5 v' m \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0.23 P_g, \quad V' m = 8.1 \text{ kgf/cm}^2$$

$$V_m = 24725.08 \text{ kgf}$$

La fuerza cortante admisible en el muro debe ser mayor al 55% de la resistencia cortante actuante en el entre piso:

$$V_e \leq 0.55 V_m = \text{Fuerza Cortante Admisible}$$
$$10512.18 \leq 13568.79 \text{ El muro MX4 no se fisura}$$

Cortante y momento por sismo severo

$$2 \leq \frac{V_{m1}}{V_{e1}} \leq 3,$$

En el ítem 3.7.3. obtuvimos el valor de V_{m1}/V_{e1} de la tabla de Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros, en este caso tomaremos el valor correspondiente al muro MX4:

$$\frac{V_{m1}}{V_{e1}} = 2.54$$

$$V_{ui} = V_{ei} \frac{V_{m1}}{V_{e1}}, \quad V_{ui} = 24725.08 \text{ kgf}$$

$$M_{ui} = M_{ei} \frac{V_{m1}}{V_{e1}}, \quad M_{ui} = 38801.40 \text{ Kgf-m}$$

Verificación de la necesidad de refuerzo horizontal

- $V_u \geq V_m,$

$$24725.08 \text{ kgf} = 24725.08 \text{ kgf} \dots (\text{El muro no necesita refuerzo})$$

- $\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \geq 0.05 f'_m$

$$\sigma_m = 4.90 \text{ gf/cm}^2 > 0.05 f'_m = 3.25 \text{ kgf/cm}^2 \dots (\text{El muro no necesita refuerzo})$$

- Cuantía mínima: $\rho = \frac{A_s}{s.t} \geq 0.001$

Para cumplir con la cuantía mínima se usarán dos varillas de 6mm Ø cada 4 hiladas

$$\rho_h = 0.00120$$

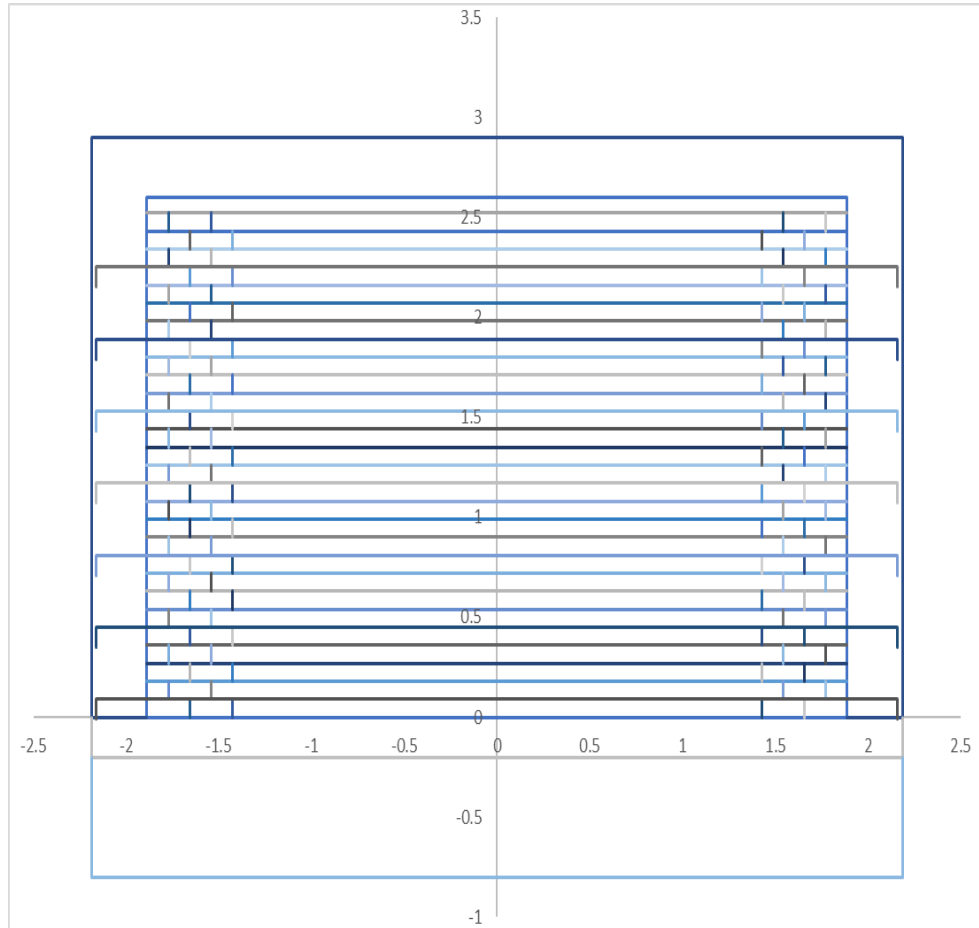


Fig. 26 Refuerzo horizontal de muro

3.8 Diseño de elementos de confinamiento

3.8.1 Columnas de confinamiento

Diseño se columnas de confinamiento muro MX4:

Carga por servicio:

$$P_g = 21085.68$$

Corte por fisuramiento:

$$V_m = 24725.08$$

$$M: \text{Mu sis. Sev.} - (0.5 \times V_m \times h) = 6658.79 \text{ kgf-m}$$

$$h: 2.6 \text{ m}$$

Momento ultimo:

$$\text{Mu sis. Sev.}: 38801.40$$

Confinamiento:

Nc: 2 columnas

F: Mu sis. Sev./L = 1763.92 kgf

Pc: Pg/h = 10542.84 kgf

TABLA 11 FUERZAS INTERNAS EN COLUMNAS DE CONFINAMIENTO			
COLUMNA	V_c (fuerza cortante)	T (tracción)	C (compresión)
Interior	$\frac{V_{m1} \cdot L_m}{L(N_c + 1)}$	$V_{m1} \frac{h}{L} - P_c$	$P_c \frac{V_{m1} \cdot h}{2L}$
Extrema	$1,5 \frac{V_{m1} \cdot L_m}{L(N_c + 1)}$	$F - P_c$	$P_c + F$

Fig. 27 Tabla de fuerzas internas en columnas de confinamiento [9]

Tabla XLIII: Fuerzas internas para columnas de confinamiento en el muro MX4

Descripción	Vc (cortante)	T (tracción)		C (compresión)	
Columna Der. (Kgf)	8241.69	6486.36		2028.24	
Columna Izq. (Kgf)	12362.54	8778.92	8778.92	12306.76	12306.76

Diseño por corte fricción y tracción combinada

Obtendremos el área de acero que requiere cada columna de confinamiento según igualdades dadas por la norma E.070:

Concreto: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$$A_{cf} = \frac{V_c}{0.2 f_c \Phi} \geq A_c \geq 15t(\text{cm}^2) \quad , \text{ donde : } \Phi = 0.85$$

Punto de fluencia del acero: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

$$A_{sf} = \frac{V_c}{f_y \cdot \mu \Phi}$$

$$A_{st} = \frac{T}{f_y \cdot \Phi}$$

$$A_s = A_{sf} + A_{st} \geq \frac{0.1 f'c A_c}{f_y} \dots (\text{mínimo: } 4\text{Ø}8\text{mm})$$

Tabla XLIV: Área de acero para columnas de confinamiento en el muro MX4

Descripción	A_{cf} (cm ²)	A_{sf} (cm ²)	A_{st} (cm ²)	A_s (cm ²)	A_s mín	Comparación	A_s (cm ²)
Col. Der.	230.86	2.31	1.82	4.13	1.16	Usar A_s	4.13
Col. Izq.	346.29	3.46	2.46	5.92	1.74	Usar A_s	5.92

Entonces necesitamos un área de acero (A_s) mayor a 4.13cm^2 para la columna de la derecha:

$$4 \text{ } \varnothing \text{ } \frac{1}{2}'' = 5.16\text{cm}^2 \dots \text{ cumple}$$

Y necesitamos un área de acero A_s mayor a 5.92cm^2 para la columna de la izquierda:

$$6 \text{ } \varnothing \text{ } \frac{1}{2}'' = 7.74\text{cm}^2 \dots \text{ Cumple}$$

Diseño por compresión y corte - fricción

Determinación de la sección de columna por confinamiento

Para el diseño de la sección de las columnas de confinamiento se ejemplificará el cálculo para el muro en dirección X-X tomando como elemento a diseñar el muro MX4

Cálculo de área para columnas de confinamiento para muro MX4

Diseño por compresión:

$$A_n = A_s + \frac{\frac{C}{\Phi} - A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot \delta \cdot f_c} \quad [9]$$

$\Phi = 0.7$ para estribos cerrados

$\delta = 0.8$ o 1 , para columnas sin muros transversales y con muros transversales respectivamente

Diseño por corte - fricción

$$A_{cf} = \frac{V_c}{0.2 f_c \Phi} \geq A_c \geq 15t(\text{cm}^2) \quad , \text{ donde : } \Phi = 0.85 \quad [9]$$

Donde: A_n = Área del núcleo

Tabla XLV: Verificación para el área de sección transversal requerida

Descripción	Φ_n	δ	$C/\varnothing - A_s f_y$	$0.85 \cdot \delta \cdot f_c$	A_n	A_{cf}	$15 \times t$
Col. Der.	0.7	0.8	-18774.51	142.8	-126.31	230.86	195
Col. Izq.	0.7	0.8	-14926.92	142.8	-96.79	346.29	195

Descripción	t x d(cm)	A_c t x d (cm ²)		Max (An;Acf;15t)	Verificación
Col. Exterior	13x20	260	>	230.86	Cumple
Col. Interior	13x30	390	>	346.29	Cumple

Donde: A_c = Área bruta de la sección transversal de una columna

Fuerzas internas para todos los muros en la Dirección X-X

Se obtendrán las fuerzas internas de los muros con el fin de obtener los valores de la cortante, tracción y compresión para proceder posteriormente con el diseño por fricción y tracción combinada en la dirección X-X:

Tabla XLVI: Fuerzas internas para columnas de confinamiento de los muros del primer piso en
dirección X-X

Muro de Albañilería	Longitud L (m)	Pc	M	F	Columna IN/EXT	Vc (cortante)	T (tracción)	C (compresión)
MX1	3.88	9721.21	18442.94	4753.33	EXT	20306.98	17494.33	14474.54
MX2	2.85	7670.64	16591.45	5821.56	EXT	9266.87	9237.34	13492.20
MX3	2.35	6626.96	14354.06	6108.11	EXT	7710.57	10434.74	12735.07
MX4	3.775	10542.84	6658.79	1763.92	EXT	12362.54	6486.36	12306.76
MX5	3	7568.90	8188.01	2729.34	IN	6425.56	9137.57	784.33
MX6	1.5	4858.02	7774.14	5182.76	IN	3377.40	12704.44	3923.21
MX7	1.85	5626.09	7164.18	3872.53	IN	4109.42	11700.10	3037.01
MX8	1.55	4957.47	6357.90	4101.87	IN	3480.40	12556.78	3799.65
MX9	1.5	6248.55	5030.31	3353.54	IN	2875.37	8703.36	1227.41
MX10	1.85	7203.19	3222.19	1741.72	IN	3476.38	7453.98	125.39
MX11	1.55	5082.98	5219.90	3367.68	IN	3144.66	10741.78	2829.40
MX12	1.55	4673.90	6490.40	4187.35	IN	3382.52	12347.82	3836.96
MX13	2.6	9193.86	2642.02	1016.16	IN	5972.73	8724.32	234.77
MX14	2.48	10403.70	967.55	390.14	IN	5947.63	8302.57	1050.56
MX15	2.23	8092.46	7909.42	3546.82	IN	5154.49	9936.71	922.13
MX16	2.7	11638.68	5412.25	2004.54	IN	6100.06	5983.70	2827.49
MX17	1.55	4683.61	5164.81	3332.14	IN	3108.92	10961.29	3138.84
MX18	2.7	7951.14	3216.27	1191.21	IN	5957.67	9259.92	654.39
MX19	2.6	9378.09	4250.96	1634.98	IN	6000.97	8624.83	376.63
MX20	2.48	12600.32	101.32	40.86	IN	6284.45	7165.29	2717.52
MX21	2.48	9699.29	10484.09	4227.46	IN	5839.62	8667.27	516.01
MX22	2.75	11801.71	3457.56	1257.30	IN	6292.85	6047.10	2877.30
MX23	1.55	4729.72	7230.25	4664.68	IN	3445.47	12608.79	3939.54
MX24	1.55	6389.50	6383.06	4118.10	IN	3024.76	8831.87	1221.18
MX25	1.85	6673.77	4245.14	2294.67	IN	3415.58	7727.07	526.65
MX26	1.55	4654.71	5664.94	3654.80	IN	2993.73	10410.51	2877.90
MX27	1.55	5112.34	7856.43	5068.66	IN	3504.14	12521.41	3704.54
MX28	1.55	4838.65	9125.35	5887.32	IN	3462.18	12583.92	3872.64
MX29	1.7	5558.54	16677.20	9810.12	IN	6130.81	22571.06	8506.26
MX30	1.55	4909.08	6390.24	4122.73	IN	3145.40	10919.38	3005.15
MX31	3.88	9660.90	7662.31	1974.82	EXT	12436.11	7006.05	11635.72
MX32	2.85	7611.22	16764.49	5882.28	EXT	9253.21	9271.82	13493.50
MX33	2.35	6583.96	14403.49	6129.15	EXT	7700.69	10455.86	12713.11
MX34	3.78	10455.89	4375.81	1157.62	EXT	12355.70	6541.38	11613.51
MX35	3.00	7458.55	886.61	295.54	EXT	9612.97	9203.93	7754.09

Diseño por corte fricción y tracción combinada dirección X-X:

Hallamos el área de acero vertical por corte fricción de la columna de confinamiento (Asf) y el área del acero vertical por tracción en una columna de confinamiento (Ast), la suma de Asf y Ast será As (área del acero vertical) este resultado lo comparamos con el área de acero mínimo:

As min: $\frac{0.1 f'cAc}{fy}$, y tomamos el mayor de estos resultados siendo As total a usar el resultado,

desglosando este valor en diámetros de varillas comercialmente conocidos tendremos las varillas que necesita cada columna, a continuación, cálculo de sección de acero requerida en la dirección X-X:

Tabla XLVII: Solicitud de acero para columnas de confinamiento en dirección X-X

Muro de Albañilería	Acf	Asf	Ast	As(cm2)	As min	As Total USAR	#Varillas y Ø
MX1	568.82	5.69	4.9	10.59	2.85	10.8	4Ø5/8" + 2Ø1/2"
MX2	259.58	2.6	2.59	5.19	1.3	6.58	4Ø1/2"+2Ø3/8'
MX3	225	2.16	2.92	5.08	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX4	346.29	3.46	1.82	5.28	1.74	6.58	4Ø1/2"+2Ø3/8"
MX5	225	1.8	2.56	4.36	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX6	225	0.95	3.56	4.51	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX7	225	1.15	3.28	4.43	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX8	225	0.97	3.52	4.49	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX9	225	0.81	2.44	3.25	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX10	225	0.97	2.09	3.06	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX11	225	0.88	3.01	3.89	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX12	225	0.95	3.46	4.41	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX13	225	1.67	2.44	4.11	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX14	225	1.67	2.33	4.00	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX15	225	1.44	2.78	4.22	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX16	225	1.71	1.68	3.39	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX17	225	0.87	3.07	3.94	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX18	225	1.67	2.59	4.26	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX19	225	1.68	2.42	4.10	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX20	225	1.76	2.01	3.77	1.13	5.16	6Ø1/2"
MX21	225	1.64	2.43	4.07	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX22	225	1.76	1.69	3.45	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX23	225	0.97	3.53	4.5	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX24	225	0.85	2.47	3.32	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX25	225	0.96	2.16	3.12	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX26	225	0.84	2.92	3.76	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX27	225	0.98	3.51	4.49	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX28	225	0.97	3.52	4.49	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX29	345	1.72	6.32	8.04	1.73	9.38	4Ø5/8" + 2Ø3/8"

MX30	225	0.88	3.06	3.94	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX31	348.35	3.48	1.96	5.44	1.75	6.58	4Ø1/2" + 2Ø3/8"
MX32	259.19	2.59	2.6	5.19	1.3	6.58	4Ø1/2" + 2Ø3/8"
MX33	225	2.16	2.93	5.09	1.13	5.16	4Ø1/2"
MX34	346.1	3.46	1.83	5.29	1.74	6.58	4Ø1/2" + 2Ø3/8"
MX35	269.27	2.69	2.58	5.27	1.35	6.58	4Ø1/2" + 2Ø3/8"

Diseño por compresión y corte – fricción dirección X-X

Para el diseño por compresión y corte fricción hallaremos el área del núcleo (A_n) que es área de concreto confinada, posteriormente hallamos área bruta de la sección transversal de una columna de confinamiento (A_c), tomamos el mayor valor entre A_n , A_{cf} y $15x_t$ y comparamos con A_c el valor de A_c debe ser mayor a cualquiera de estos valores: A_n , A_{cf} o $15x_t$ para que cumpla la verificación.

Cuadro de verificación para la dirección X-X:

Tabla XLVIII: Área de sección transversal de las columnas de confinamiento en dirección X-X

Muro de Albañ.	C/Ø - Asfy	$0.85 \cdot \delta \cdot f_c$	A_n	A_{cf}	$15t$	Txd (cm2)	A_c (tdcm2)	Max.(A_n , A_{cf} , $15t$)	Verif.
MX1	-24682.09	142.8	-162.04	568.82	345	23X25	575	568.82	cumple
MX2	-8361.43	142.8	-51.97	259.58	225	15X25	375	259.58	cumple
MX3	-3479.05	178.5	-14.33	225	225	15X25	375	225	cumple
MX4	-10054.92	142.8	-63.83	346.29	225	15X25	375	346.29	cumple
MX5	-20551.52	142.8	-138.76	225	225	15X25	375	225	cumple
MX6	-16067.41	142.8	-107.36	225	225	15X25	375	225	cumple
MX7	-17333.42	142.8	-116.22	225	225	15X25	375	225	cumple
MX8	-16243.92	142.8	-108.59	225	225	15X25	375	225	cumple
MX9	-19918.56	142.8	-134.33	225	225	15X25	375	225	cumple
MX10	-21492.87	142.8	-145.35	225	225	15X25	375	225	cumple
MX11	-17629.99	142.8	-118.30	225	225	15X25	375	225	cumple
MX12	-16190.63	142.8	-108.22	225	225	15X25	375	225	cumple
MX13	-21336.61	142.8	-144.26	225	225	15X25	375	225	cumple
MX14	-20171.20	142.8	-136.09	225	225	15X25	375	225	cumple
MX15	-20354.68	142.8	-137.38	225	225	15X25	375	225	cumple
MX16	-17632.73	142.8	-118.32	225	225	15X25	375	225	cumple
MX17	-17187.94	142.8	-115.20	225	225	15X25	375	225	cumple
MX18	-20737.16	142.8	-140.06	225	225	15X25	375	225	cumple
MX19	-21133.96	142.8	-142.84	225	225	15X25	375	225	cumple
MX20	-17789.83	142.8	-119.42	225	225	15X25	375	225	cumple
MX21	-20934.84	142.8	-141.44	225	225	15X25	375	225	cumple
MX22	-17561.57	142.8	-117.82	225	225	15X25	375	225	cumple
MX23	-16044.09	142.8	-107.19	225	225	15X25	375	225	cumple

MX24	-19927.45	142.8	-134.39	225	225	15X25	375	225	cumple
MX25	-20919.64	142.8	-141.34	225	225	15X25	375	225	cumple
MX26	-17560.71	142.8	-117.81	225	225	15X25	375	225	cumple
MX27	-16379.80	142.8	-109.54	225	225	15X25	375	225	cumple
MX28	-16139.66	142.8	-107.86	225	225	15X25	375	225	cumple
MX29	-27244.20	142.8	-181.41	345	345	23X25	575	345	cumple
MX30	-17378.93	178.5	-92.20	225	225	15X25	375	225	cumple
MX31	-11013.55	142.8	-70.55	348.35	225	15X25	375	348.35	cumple
MX32	-8359.57	178.5	-40.25	259.19	225	15X25	375	259.19	cumple
MX33	-3510.42	142.8	-19.42	225	225	15X25	375	225	cumple
MX34	-11045.27	142.8	-70.77	346.1	225	15X25	375	346.1	cumple
MX35	-16558.73	142.8	-109.38	269.27	225	15X25	375	269.27	cumple

Fuerzas internas para todos los muros en la Dirección Y-Y

Hallaremos las fuerzas internas de los muros con el fin de obtener los valores de la cortante, tracción y compresión para proceder posteriormente con el diseño por fricción y tracción combinada en la dirección Y-Y:

Tabla XLIX: Fuerzas internas para columnas de confinamiento de los muros del primer piso en dirección Y-Y

Muro de Albañilería	Longitud L (m)	Pc	M	F	Columna IN/EXT	Vc (cortante)	T (tracción)	C (compresión)
MY1	2.85	7452.42	928.50	325.79	EXT	14987.93	19893.98	7778.20
MY2	2.7	8739.06	20254.93	7569.11	IN	9723.49	19351.02	5305.98
MY3	2.22	6436.80	4418.34	1754.26	EXT	7324.61	10719.96	8191.05
MY4	1.4	5350.49	3885.81	2873.23	EXT	4732.89	12228.82	8223.72
MY5	1.4	5196.16	2597.51	2310.98	IN	3051.12	11802.97	3303.41
MY6	1.4	4872.17	3771.57	2635.76	IN	3042.97	12081.52	3604.68
MY7	1.4	4809.73	2572.41	2137.35	IN	2828.30	10947.93	3069.10
MY8	2.5	7997.33	25485.54	10201.42	IN	8988.76	20047.59	6025.13
MY9	1.85	9184.12	4317.14	2222.77	IN	4000.67	7683.56	750.28
MY10	1.55	5806.43	5399.63	3256.78	IN	3610.57	12362.89	3278.23
MY11	1.78	4967.14	6429.25	3244.73	EXT	5828.29	12059.33	8211.86
MY12	2.75	9999.53	13609.15	3860.01	EXT	9539.27	8038.36	13859.54
MY13	2.75	9465.90	20150.25	7281.06	IN	9990.19	18869.91	4702.00
MY14	1.5	6624.90	5083.79	3279.65	IN	3017.51	9066.15	1220.63
MY15	1.35	4301.16	6389.73	4570.03	IN	3028.76	13198.35	4448.59
MY16	2.83	8166.33	182.69	577.37	EXT	9328.23	8973.88	8743.70
MY17	1.43	3765.16	6708.70	4486.82	IN	3086.97	13072.88	4653.86
MY18	1.33	3330.60	7007.82	5095.48	IN	2844.84	13353.44	5011.42

MY19	2.6	7600.17	1025.49	233.14	EXT	8592.54	9584.91	7833.31
MY20	2.75	10014.76	13564.26	3821.05	EXT	9542.77	8029.75	13835.81
MY21	2.53	10557.41	18242.06	7140.21	IN	9474.45	18652.37	4047.48
MY22	1.5	6770.87	5160.88	3334.39	IN	3037.17	9022.41	1125.77
MY23	1.2	4311.22	5376.98	4290.95	IN	2767.05	13674.63	4681.71
MY24	1.4	5385.88	3814.49	2817.61	EXT	4705.22	12090.65	8203.49
MY25	1.4	5224.74	2668.60	2381.21	IN	3072.50	11893.48	3334.37
MY26	1.4	4861.44	3617.77	2513.97	IN	2996.40	11832.79	3485.68
MY27	1.4	4805.75	2590.89	2164.57	IN	2825.10	10934.09	3064.17
MY28	2.65	8455.86	16522.88	6214.95	IN	5947.32	9049.45	296.79
MY29	1.85	9230.65	12088.40	6443.98	IN	6003.37	16080.85	3425.10
MY30	1.55	5790.23	5393.28	3252.29	IN	3608.09	12366.59	3288.18
MY31	1.7	5069.97	5946.90	3101.36	EXT	5641.34	12185.90	8171.33
MY32	2.85	7804.59	15263.27	5443.25	EXT	9297.68	9159.60	13247.84
MY33	1.6	6901.36	3824.84	3814.84	IN	6026.21	22476.41	7787.53
MY34	2.68	7346.70	13539.45	5080.09	IN	5829.89	9620.90	1137.10
MY35	2.28	6542.30	16288.02	6816.06	EXT	12123.83	21108.54	13358.36
MY36	1.75	5040.23	1167.92	145.36	IN	3844.08	12093.41	3526.59

Diseño por corte fricción y tracción combinada:

Hallamos el área de acero vertical por corte fricción de la columna de confinamiento (Asf) y el área del acero vertical por tracción en una columna de confinamiento (Ast), la suma de Asf y Ast será As (área del acero vertical) este resultado lo comparamos con el area de acero mínimo:

As min: $\frac{0.1 f'cAc}{fy}$, y tomamos el mayor de estos resultados siendo As total a usar el resultado,

desglosando este valor en diámetros de varillas comercialmente conocidos tendremos las varillas que necesita cada columna, a continuación, cálculo de sección de acero requerida en la dirección Y-Y:

Tabla L: Solicitud de acero para columnas de confinamiento en dirección Y-Y

Muro de Albañ.	Acf	Asf	Ast	As (cm2)	As min	As Total USAR	#Varillas y Ø
MY1	419.83	4.2	5.57	9.77	2.1	10.8	4Ø5/8" + 4Ø3/8"
MY2	345	2.72	5.42	8.14	1.73	9.38	4Ø5/8" + 2Ø3/8"
MY3	225	2.05	3	5.05	1.13	5.16	4Ø1/2"
MY4	225	1.33	3.43	4.76	1.13	5.16	4Ø1/2"
MY5	225	0.85	3.31	4.16	1.13	5.16	4Ø1/2"
MY6	225	0.85	3.38	4.23	1.13	5.16	4Ø1/2"
MY7	225	0.79	3.07	3.86	1.13	5.16	4Ø1/2"

MY8	345	2.52	5.62	8.14	1.73	9.38	4Ø5/8" + 2Ø3/8"
MY9	225	1.12	2.15	3.27	1.13	5.16	4Ø1/2"
MY10	225	1.01	3.46	4.47	1.13	5.16	4Ø1/2"
MY11	225	1.63	3.38	5.01	1.13	5.16	4Ø1/2"
MY12	267.21	2.67	2.25	4.92	1.34	5.16	4Ø1/2"
MY13	345	2.8	5.29	8.09	1.73	9.38	4Ø5/8" + 2Ø3/8"
MY14	225	0.85	2.54	3.39	1.13	5.16	4Ø1/2"
MY15	225	0.85	3.7	4.55	1.13	5.16	4Ø1/2"
MY16	261.29	2.61	2.51	5.12	1.31	5.16	4Ø1/2"
MY17	225	0.86	3.66	4.52	1.13	5.16	4Ø1/2"
MY18	225	0.8	3.74	4.54	1.13	5.16	4Ø1/2"
MY19	240.69	2.41	2.68	5.09	1.21	5.16	4Ø1/2"
MY20	267.3	2.67	2.25	4.92	1.34	5.16	4Ø1/2"
MY21	345	2.65	5.22	7.87	1.73	8.00	4Ø1/2" + 4Ø3/8"
MY22	225	0.85	2.53	3.38	1.13	5.16	4Ø1/2"
MY23	225	0.78	3.83	4.61	1.13	5.16	4Ø1/2"
MY24	225	1.32	3.39	4.71	1.13	5.16	4Ø1/2"
MY25	225	0.86	3.33	4.19	1.13	5.16	4Ø1/2"
MY26	225	0.84	3.31	4.15	1.13	5.16	4Ø1/2"
MY27	225	0.79	3.06	3.85	1.13	5.16	4Ø1/2"
MY28	225	1.67	2.53	4.2	1.13	5.16	4Ø1/2"
MY29	345	1.68	4.5	6.18	1.73	6.58	4Ø1/2"+2Ø3/8"
MY30	225	1.01	3.46	4.47	1.13	5.16	4Ø1/2"
MY31	225	1.58	3.41	4.99	1.13	5.16	4Ø1/2"
MY32	260.44	2.6	2.57	5.17	1.31	6.58	4Ø1/2"+2Ø3/8"
MY33	345	1.69	6.3	7.99	1.73	8.00	4Ø1/2" + 4Ø3/8"
MY34	225	1.63	2.69	4.32	1.13	5.16	4Ø1/2"
MY35	345	3.4	5.91	9.31	1.73	9.38	4Ø5/8" + 2Ø3/8"
MY36	225	1.08	3.39	4.47	1.13	5.16	4Ø1/2"

Diseño por compresión y corte – fricción

Para el diseño por compresión y corte fricción hallaremos el área del núcleo (A_n) que es área de concreto confinada, posteriormente hallamos área bruta de la sección transversal de una columna de confinamiento (A_c), tomamos el mayor valor entre A_n , A_{cf} y $15x_t$ y comparamos con A_c el valor de A_c debe ser mayor a cualquiera de estos valores: A_n , A_{cf} o $15x_t$ para que cumpla la verificación.

Cuadro de verificación para la dirección Y-Y:

Tabla LI: Área de sección transversal de las columnas de confinamiento en dirección Y-Y

Muro de Albañ.	C/Ø - Asfy	0.85*δ*fc	An	Acf	15t	Txd (cm2)	Ac (tdcm2)	Max.(An, Acf, 15t)	Verif.
MY1	-34248.28	142.8	-229.03	419.83	345	23x25	575	419.83	cumple
MY2	-37780.02	142.8	-253.77	345	345	23x15	345	345	cumple
MY3	-9970.50	142.8	-64.66	225	225	15x25	375	225	cumple
MY4	-9923.83	142.8	-64.33	225	225	15x25	375	225	cumple
MY5	-16952.85	142.8	-113.56	225	225	15x25	375	225	cumple
MY6	-16522.46	142.8	-110.54	225	225	15x25	375	225	cumple
MY7	-17287.57	142.8	-115.90	225	225	15x25	375	225	cumple
MY8	-36752.67	142.8	-246.57	345	345	23x25	575	345	cumple
MY9	-20600.17	142.8	-139.10	225	225	15x25	375	225	cumple
MY10	-16988.81	142.8	-113.81	225	225	15x25	375	225	cumple
MY11	-9940.77	142.8	-64.45	225	225	15x25	375	225	cumple
MY12	-1872.65	142.8	-7.95	267.21	225	15x25	375	267.21	cumple
MY13	-38642.85	142.8	-259.81	345	345	23x25	575	345	cumple
MY14	-19928.25	142.8	-134.39	225	225	15x25	375	225	cumple
MY15	-15316.86	142.8	-102.10	225	225	15x25	375	225	cumple
MY16	-9181.00	142.8	-59.13	261.29	225	15x25	375	261.29	cumple
MY17	-15023.62	178.5	-79.01	225	225	15x25	375	225	cumple
MY18	-14512.83	142.8	-96.47	225	225	15x25	375	225	cumple
MY19	-10481.55	142.8	-68.24	240.69	225	15x25	375	240.69	cumple
MY20	-1906.56	142.8	-8.19	267.3	225	15x25	375	267.3	cumple
MY21	-27817.89	142.8	-186.80	345	345	23x25	575	345	cumple
MY22	-20063.76	142.8	-135.34	225	225	15x25	375	225	cumple
MY23	-14983.85	142.8	-99.77	225	225	15x25	375	225	cumple
MY24	-9952.73	142.8	-64.54	225	225	15x25	375	225	cumple
MY25	-16908.61	142.8	-113.25	225	225	15x25	375	225	cumple
MY26	-16692.46	142.8	-111.73	225	225	15x25	375	225	cumple
MY27	-17294.61	142.8	-115.95	225	225	15x25	375	225	cumple
MY28	-21248.01	142.8	-143.64	225	225	15x25	375	225	cumple
MY29	-28707.00	142.8	-193.03	345	345	23x25	575	345	cumple
MY30	-16974.60	142.8	-113.71	225	225	15x25	375	225	cumple
MY31	-9998.68	142.8	-64.86	225	225	15x25	375	225	cumple
MY32	-14674.52	142.8	-94.76	260.44	225	15x25	375	260.44	cumple
MY33	-22474.96	142.8	-149.39	345	345	23x25	575	345	cumple
MY34	-20047.56	142.8	-135.23	225	225	15x25	375	225	cumple
MY35	-20312.62	142.8	-132.87	345	345	23x25	575	345	cumple
MY36	-16634.01	142.8	-111.32	225	225	15x25	375	225	cumple

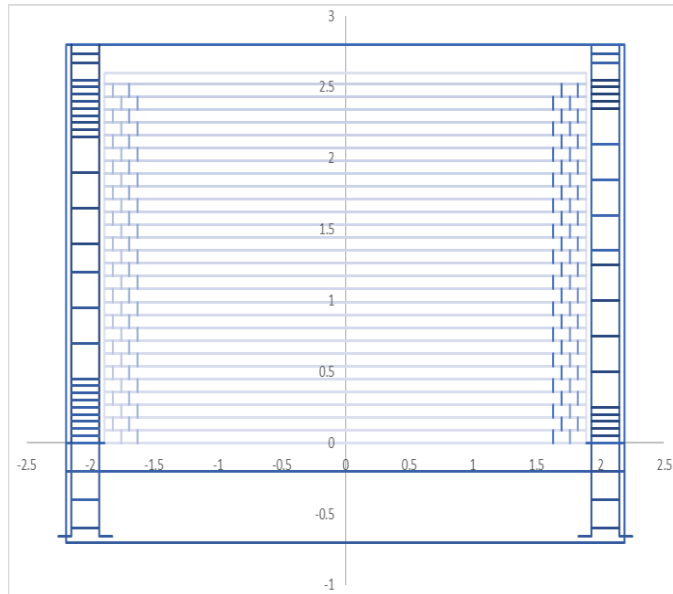


Fig. 28 Imagen referencial de columnas de confinamiento

3.8.2 Diseño de vigas de confinamiento

Se diseñarán vigas soleras a tracción, con la siguiente expresión dada por la norma E.070

Viga solera sobre el muro MX4:

$$T_s = V_{m1} \frac{L_m}{2L} \quad [9]$$

$$A_s = \frac{T_s}{\phi f_y} \geq \frac{0.1 f'_c \cdot A_{cs}}{f_y} \quad (\text{mínimo } 4 \text{ } \phi 8\text{mm}) \quad [9]$$

Donde:

$\phi = 0.9$ (Para vigas soleras)

A_{cs} = Área de la sección transversal de la viga solera

$T_s = V_m \cdot L / 2 \cdot L_m = 12335.09 \text{ kgf}$

$A_s = T_s / (\phi \cdot f_y) = 3.26 \text{ cm}^2$

$F_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$

Peralte de la viga solera: 0.2m

Según el área de acero requerida podemos usar 4 varillas de $\frac{1}{2} \phi = 5.16 \text{ cm}^2$

Distribución de estribos: 6mm 2@5cm 4@10cm, rto@25cm [9]

Dirección X-X

Las vigas soleras se diseñan a tracción pura soportar fuerzas como T_s , hallamos el área de acero requerido y asignamos un área de acero igual o mayor, resultados para vigas en dirección X-X

Tabla LII: Área de acero para las vigas de confinamiento en dirección X-X

Muro de Albañilería	T _s = Vm.L/ (2.Lm)	As Requerido	As Asignado	#Varillas y
MX1	20306.98	5.09	5.16	4Ø1/2"
MX2	9266.87	2.45	2.84	4Ø3/8"
MX3	7710.57	2.04	2.84	4Ø3/8"
MX4	12362.54	3.27	5.16	4Ø1/2"
MX5	9638.35	2.55	2.84	4Ø3/8"
MX6	5066.09	1.34	2.84	4Ø3/8"
MX7	6164.12	1.63	2.84	4Ø3/8"
MX8	5220.59	1.38	2.84	4Ø3/8"
MX9	4313.05	1.14	2.84	4Ø3/8"
MX10	5214.57	1.38	2.84	4Ø3/8"
MX11	4717.00	1.25	2.84	4Ø3/8"
MX12	5073.78	1.34	2.84	4Ø3/8"
MX13	8959.09	2.37	2.84	4Ø3/8"
MX14	8921.45	2.36	2.84	4Ø3/8"
MX15	7731.74	2.05	2.84	4Ø3/8"
MX16	9150.08	2.42	2.84	4Ø3/8"
MX17	4663.38	1.23	2.84	4Ø3/8"
MX18	8936.51	2.36	2.84	4Ø3/8"
MX19	9001.46	2.38	2.84	4Ø3/8"
MX20	9426.67	2.49	2.84	4Ø3/8"
MX21	8759.44	2.32	2.84	4Ø3/8"
MX22	9439.27	2.50	2.84	4Ø3/8"
MX23	5168.21	1.37	2.84	4Ø3/8"
MX24	4537.14	1.20	2.84	4Ø3/8"
MX25	5123.37	1.36	2.84	4Ø3/8"
MX26	4490.60	1.19	2.84	4Ø3/8"
MX27	5256.21	1.39	2.84	4Ø3/8"
MX28	5193.26	1.37	2.84	4Ø3/8"
MX29	9196.21	2.43	2.84	4Ø3/8"
MX30	4718.10	1.25	2.84	4Ø3/8"
MX31	12436.11	3.29	5.16	4Ø1/2"
MX32	9253.21	2.45	2.84	4Ø3/8"
MX33	7700.69	2.04	2.84	4Ø3/8"
MX34	12355.70	3.27	5.16	4Ø1/2"
MX35	9612.97	2.54	2.84	4Ø3/8"

Dirección Y-Y

Las vigas soleras se diseñan a tracción pura soportar fuerzas como T_s , hallamos el área de acero requerido y asignamos un área de acero igual o mayor, resultados para vigas en dirección Y-Y

Tabla LIII: Área de acero para las vigas de confinamiento en dirección Y-Y

Muro de Albañilería	$T_s = Vm.L / (2.Lm)$	As Requerido	As Asignado	#Varillas y
MY1	14987.93	3.97	5.16	4Ø1/2"
MY2	14585.23	3.86	5.16	4Ø1/2"
MY3	7324.61	1.94	2.84	4Ø3/8"
MY4	4732.89	1.25	2.84	4Ø3/8"
MY5	4576.69	1.21	2.84	4Ø3/8"
MY6	4564.46	1.21	2.84	4Ø3/8"
MY7	4242.45	1.12	2.84	4Ø3/8"
MY8	13483.14	3.57	5.16	4Ø1/2"
MY9	6001.00	1.59	2.84	4Ø3/8"
MY10	5415.85	1.43	2.84	4Ø3/8"
MY11	5828.29	1.54	2.84	4Ø3/8"
MY12	9539.27	2.52	2.84	4Ø3/8"
MY13	14985.28	3.96	5.16	4Ø1/2"
MY14	4526.26	1.20	2.84	4Ø3/8"
MY15	4543.14	1.20	2.84	4Ø3/8"
MY16	9328.23	2.47	2.84	4Ø3/8"
MY17	4630.46	1.22	2.84	4Ø3/8"
MY18	4267.26	1.13	2.84	4Ø3/8"
MY19	8592.54	2.27	2.84	4Ø3/8"
MY20	9542.77	2.52	2.84	4Ø3/8"
MY21	14211.68	3.76	5.16	4Ø1/2"
MY22	4555.75	1.21	2.84	4Ø3/8"
MY23	4150.58	1.10	2.84	4Ø3/8"
MY24	4705.22	1.24	2.84	4Ø3/8"
MY25	4608.75	1.22	2.84	4Ø3/8"
MY26	4494.60	1.19	2.84	4Ø3/8"
MY27	4237.65	1.12	2.84	4Ø3/8"
MY28	8920.97	2.36	2.84	4Ø3/8"
MY29	9005.05	2.38	2.84	4Ø3/8"
MY30	5412.13	1.43	2.84	4Ø3/8"
MY31	5641.34	1.49	2.84	4Ø3/8"
MY32	9297.68	2.46	2.84	4Ø3/8"
MY33	9039.31	2.39	2.84	4Ø3/8"

- Capacidad portante del terreno : 1.25 kg/cm² [10]
- Profundidad de cimentación : 1.00m [10]
- Coeficiente de balastro zapatas : 2.65/kg/cm³ [11]
- Peso específico de suelo (relleno) : 1900 kg/m³

Propiedad del terreno:

Para trabajar con el software Safe debemos tener conocimiento sobre el coeficiente de balastro que es el valor resultante entre el incremento de presión de contacto (q) y el desplazamiento (δ)
Tomaremos el coeficiente de balastro o winkler para una capacidad de terreno igual a 1.25kg/cm² de la siguiente tabla:

MODULO DE REACCION DEL SUELO					
Esf. Adm. (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)	Esf. Adm. (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)	Esf. Adm. (Kg/Cm ²)	Winkler (Kg/Cm ³)
0.25	0.65	1.55	3.19	2.85	5.70
0.30	0.78	1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91	1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04	1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17	1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30	1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39	1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.48	1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57	1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66	2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75	2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84	2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93	2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02	2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38	2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

Fig. 31 Coeficiente de Winkler en relación al esfuerzo admisible del terreno [11]

3.9.2 Análisis de carga

Para el predimensionamiento, la verificación de asentamientos y distribución adecuada de las presiones se utilizan las cargas de servicio que es el resultado de la suma de las cargas muertas, sobrecargas (carga viva) y cargas de sismos aplicadas

$$\text{Servicio 1} = PD + PL$$

Combinaciones de carga por sismo [12]

$$\text{Servicio 2-X} = PD + PL + 0.8EQ_{X-X}$$

$$\text{Servicio 3-X} = PD + PL - 0.8EQ_{X-X}$$

$$\text{Servicio 4-Y} = \text{PD} + \text{PL} + 0.8\text{EQ}_{\text{Y-Y}}$$

$$\text{Servicio 5-Y} = \text{PD} + \text{PL} - 0.8\text{EQ}_{\text{Y-Y}}$$

Dónde:

PD : Carga muerta por peso propio.

PL : Sobrecarga o carga viva.

EQ_{XX} : Carga de sismo en la dirección X-X

EQ_{YY} : Carga de sismo en la dirección Y-Y

3.9.3 Análisis estructural

Realizado el análisis estructural se obtiene los resultados de las reacciones en los muros determinados de la infraestructura proyectada utilizando el software Safe

Los resultados de las reacciones se obtendrán por las cargas generadas por carga muerta, carga viva, sismo X-X y sismo Y-Y

3.9.4 Diseño del sistema de cimentación

Para el diseño de la cimentación use zapatas corridas en lugar de cimiento corrido de concreto ciclópeo debido a que en análisis, empleando cimiento corrido este debería tener una profundidad de 1.2m para que su longitud en volado sea como mínimo la mitad de su peralte es decir 0.60m y realizar verificación por flexión y corte, ya que el cimiento corrido es una estructura sin acero de refuerzo no resiste flexión además que por solicitudes sísmicas la estructura necesita cimentación de hasta 1.50m de ancho por lo que resulta eficiente usar zapata corrida.

El nivel de fondo de cimentación $D_f = 1.00\text{m}$ según estudio de microzonificación [11]

a) Zapata corrida

Las zapatas corridas son elementos estructurales que forman parte de la cimentación de estructuras que transmiten carga distribuida linealmente, su función es transferir cargas al terreno, estas cargas pueden provenir de columnas y muros.

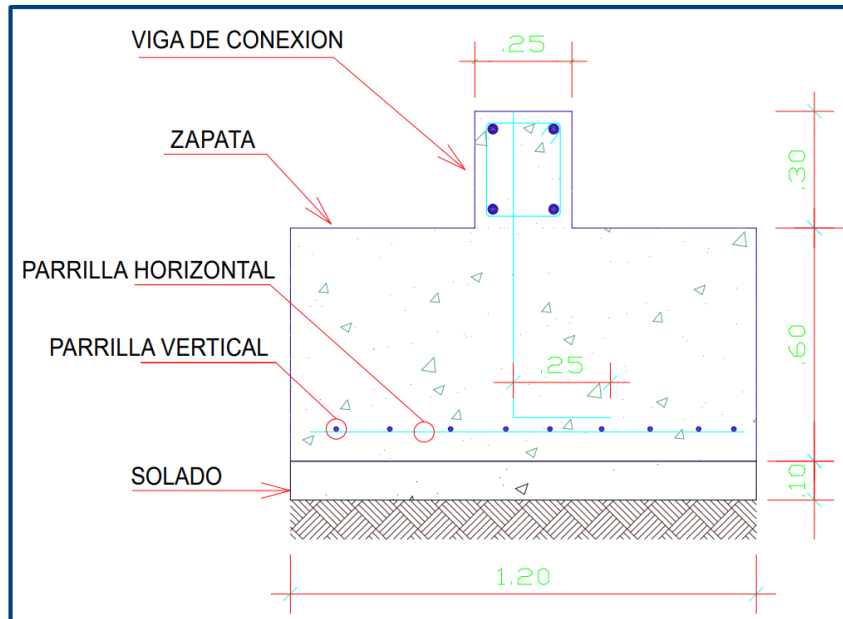


Fig. 32 Sección de zapata corrida

b) Viga de cimentación

Las vigas de cimentación son elementos estructurales de hormigón armado esenciales que proporcionan soporte de manera uniforme, evitan asentamientos diferenciales, aportan estabilidad a las zapatas y rigidez a la subestructura

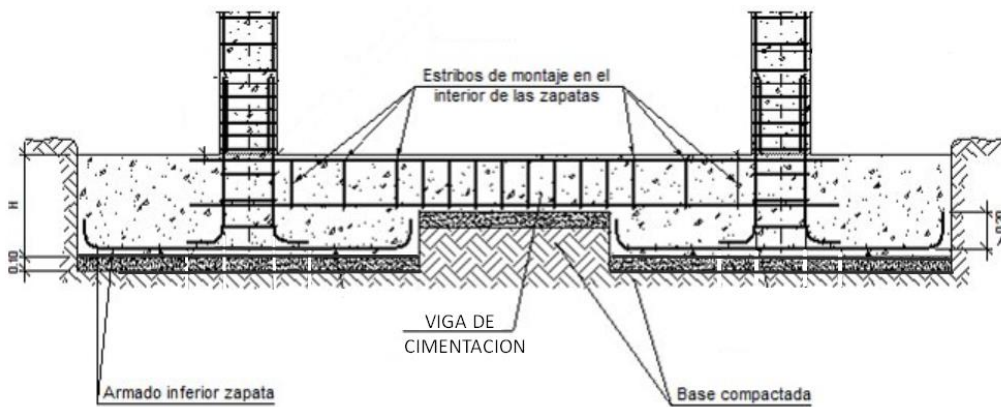


Fig. 33 Viga de cimentación

3.9.5 Verificación de presiones del suelo

Se verificará que estas presiones sean menores a la capacidad del terreno indicada por la microzonificación de suelo existente para el distrito de Alto Laran para las cargas de servicios.

Servicio 1

Se analiza la estructura de cimentación sometida a carga viva y carga muerta sin participación de cargas por sismo

Servicio 1 = PD + PL

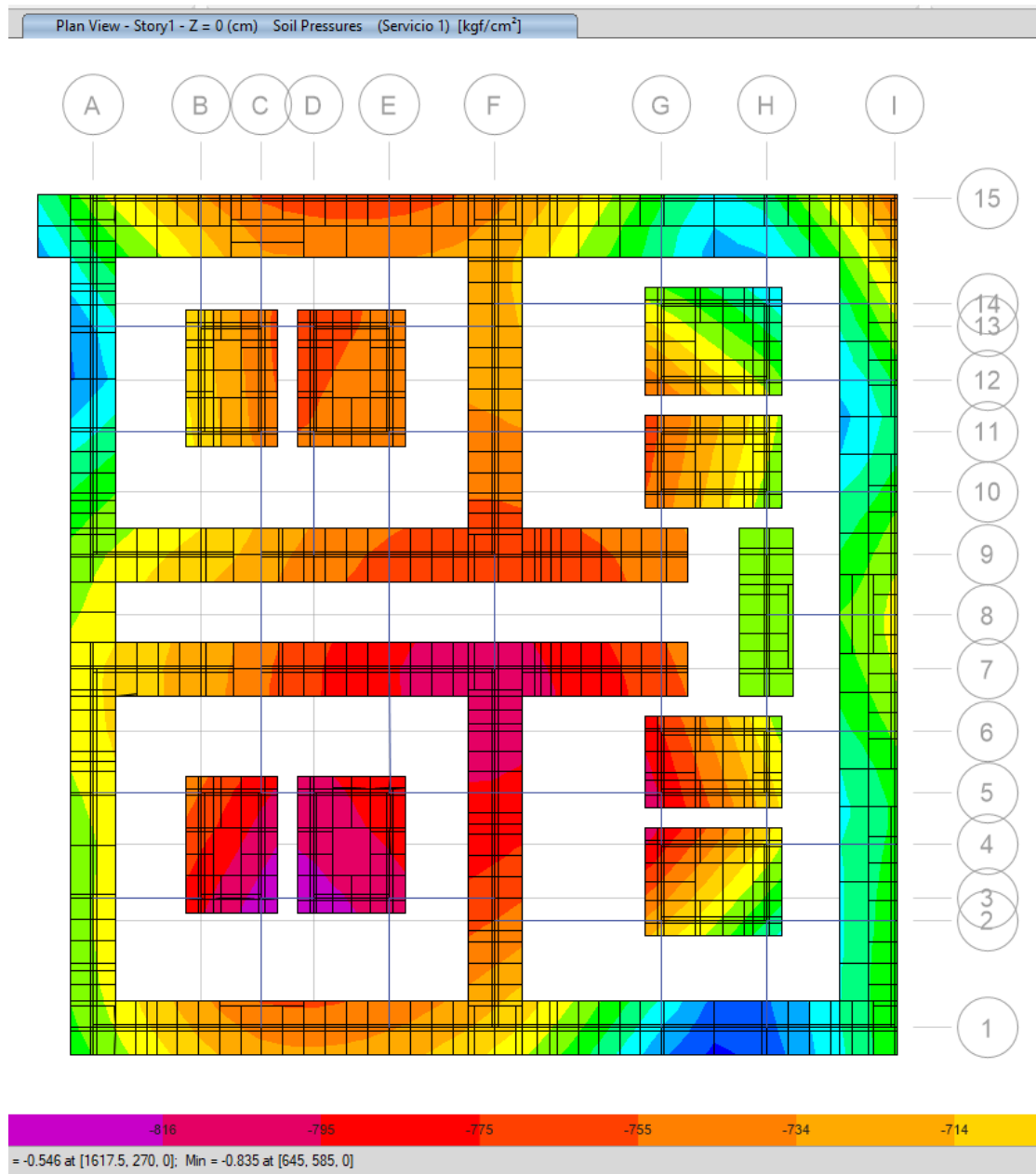


Fig. 34 Verificación de presiones del suelo aplicando cargas en servicio

Servicio 2

Se analiza la estructura de cimentación sometida a carga viva, carga muerta y carga por sismo en la dirección X-X con el factor de reducción 80% como indica la norma E.060:

$$\text{Servicio 2-X} = \text{PD} + \text{PL} + 0.8\text{EQ}_{\text{X-X}}$$

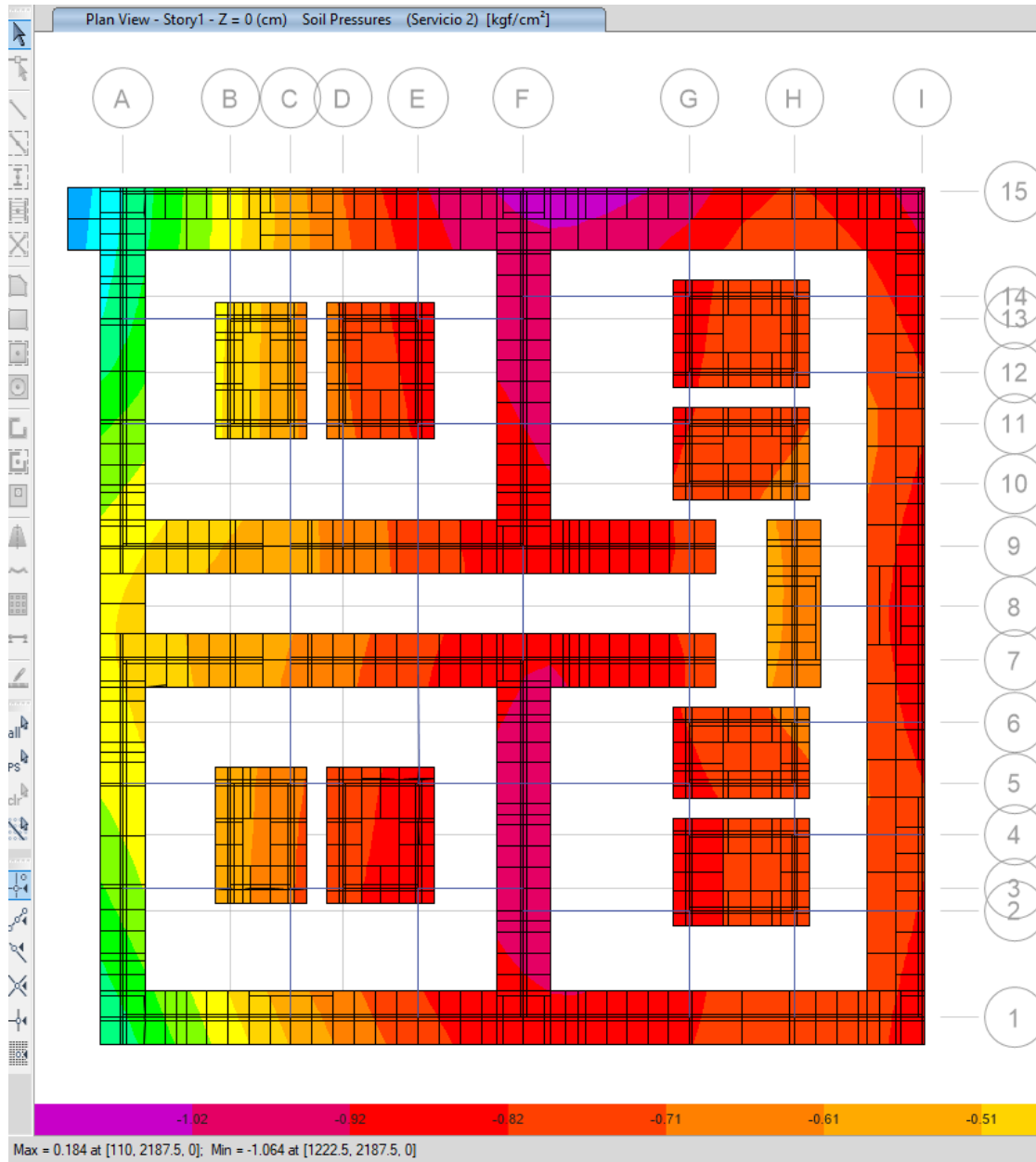


Fig. 35 Verificación de presiones del suelo aplicando cargas afectadas por sismo en X-X

Servicio 3

Se analiza la estructura de cimentación sometida a carga viva, carga muerta y carga por sismo en la dirección X-X con el factor de reducción -80% porque se analiza simulando que todas las cargas se aplican en dirección -(X-X):

$$\text{Servicio 3-X} = \text{PD} + \text{PL} - 0.8\text{EQ}_{\text{X-X}}$$

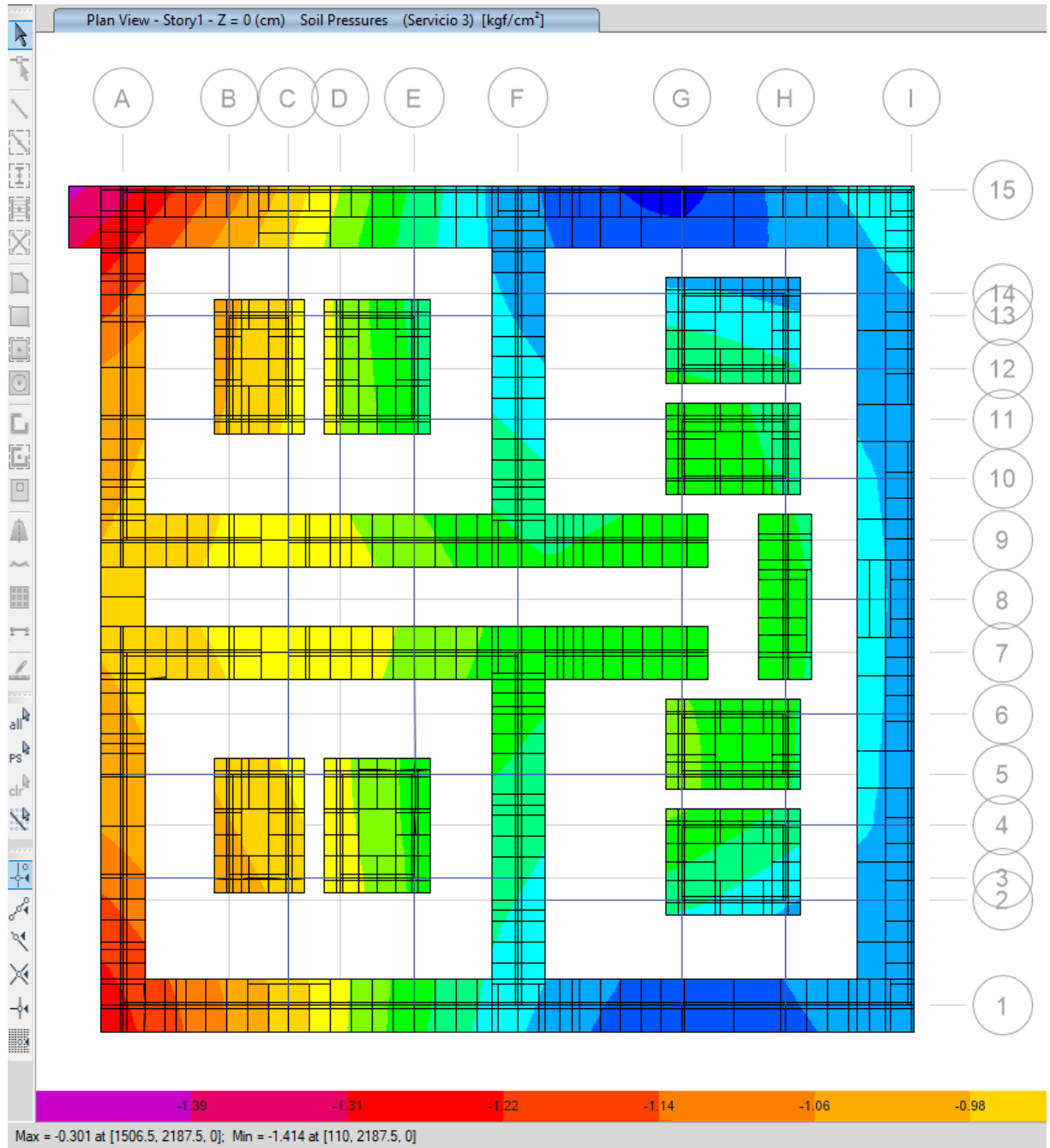


Fig. 36 Verificación de presiones del suelo aplicando cargas afectadas por sismo en X-X

Servicio 4

Se analiza la estructura de cimentación sometida a carga viva, carga muerta y carga por sismo en la dirección Y-Y con el factor de reducción 80% como indica la norma E.060:

$$\text{Servicio 4-Y} = \text{PD} + \text{PL} + 0.8\text{EQ}_{\text{Y-Y}}$$

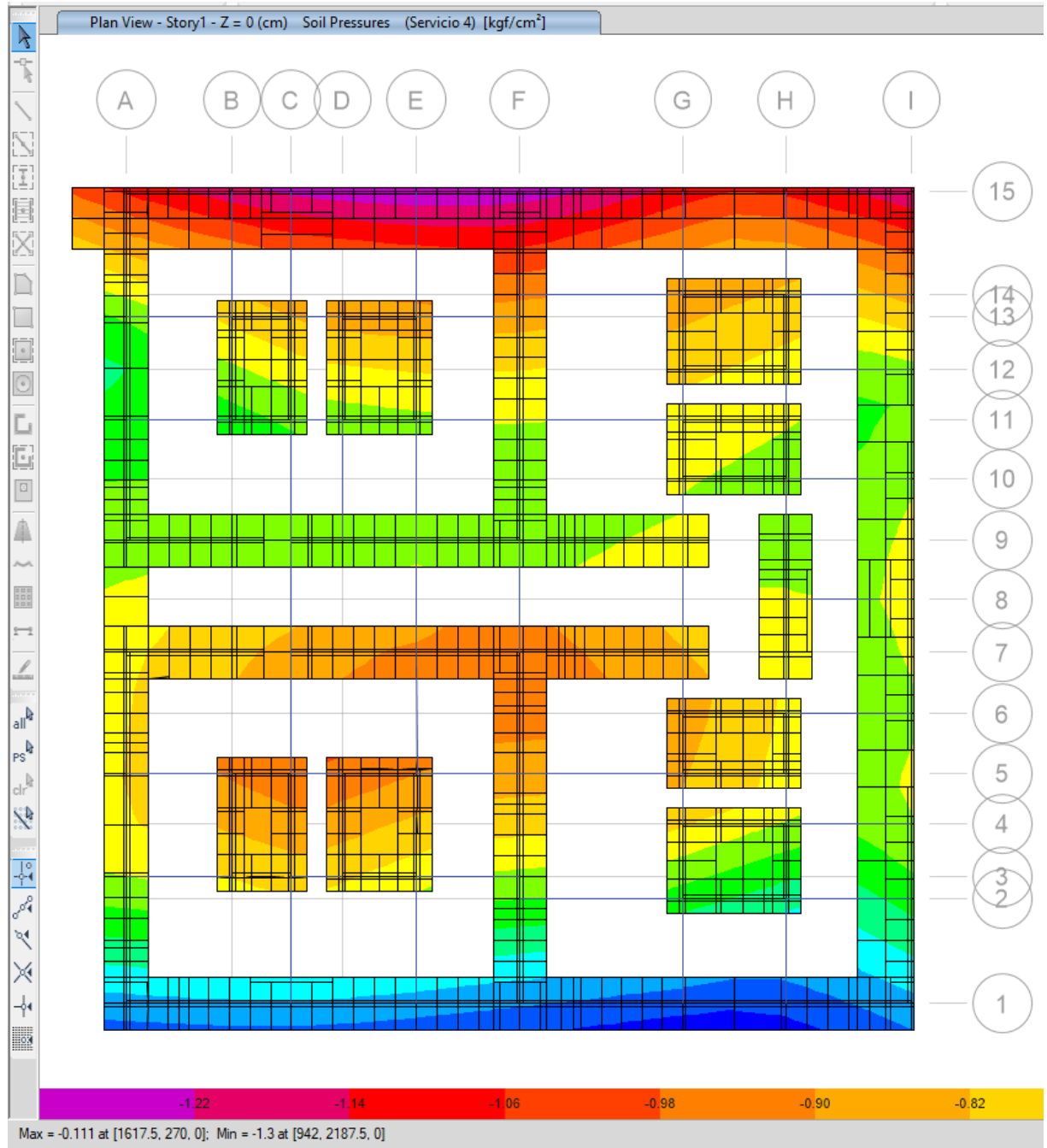


Fig. 37 Verificación de presiones del suelo aplicando cargas afectadas por sismo en Y-Y

Servicio 5

Se analiza la estructura de cimentación sometida a carga viva, carga muerta y carga por sismo en la dirección X-X con el factor de reducción -80% porque se analiza simulando que todas las cargas se aplican en dirección -(Y-Y):

$$\text{Servicio 5-Y} = \text{PD} + \text{PL} - 0.8\text{EQ}_{\text{Y-Y}}$$

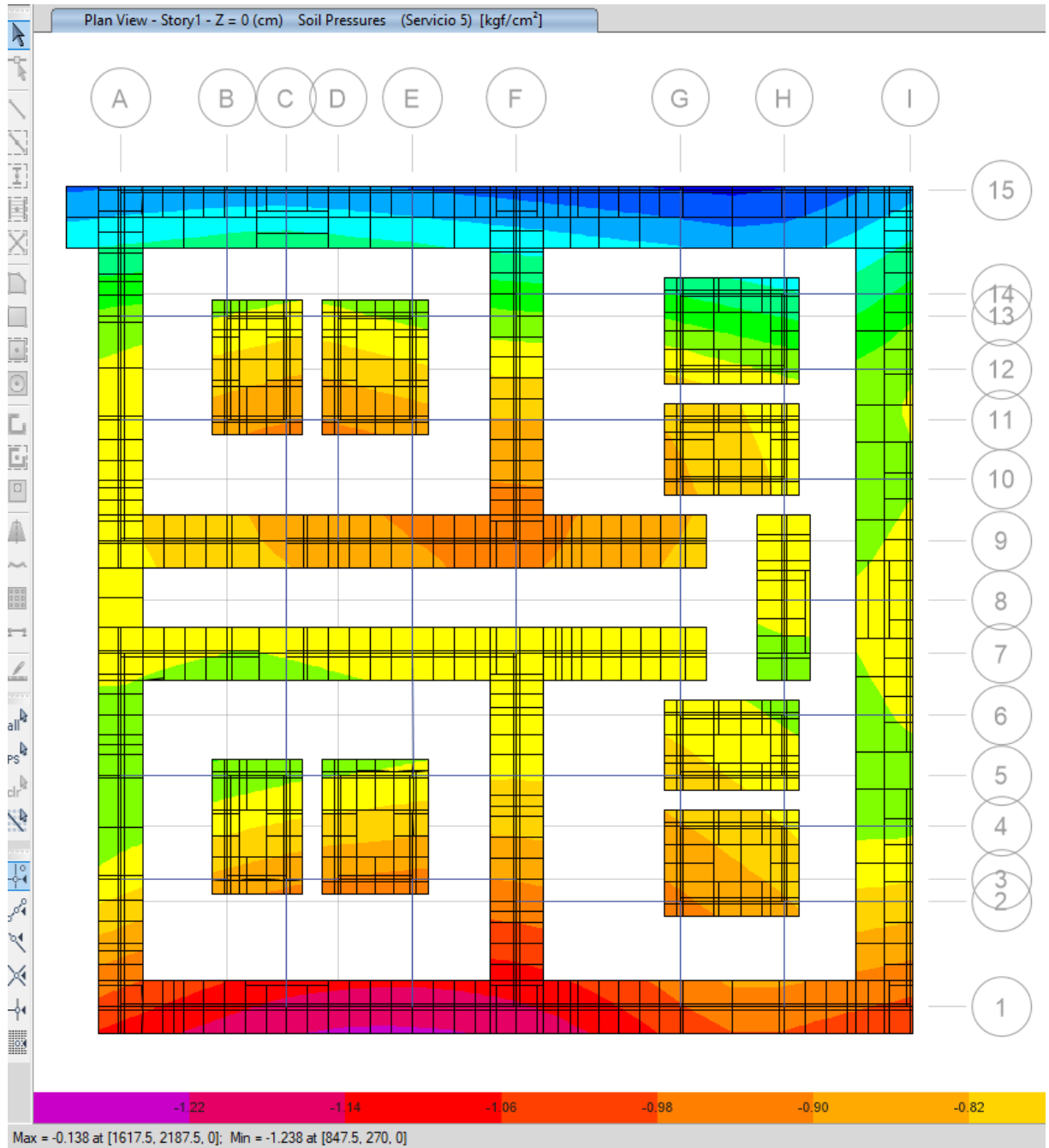


Fig. 38 Verificación de presiones del suelo aplicando cargas afectadas por sismo en Y-Y

3.9.6 Verificación de asentamiento del suelo

La verificación de asentamiento se realiza teniendo en cuenta que las presiones originadas por cargas en servicio de la estructura no produzcan un asentamiento mayor permisible igual a 2.5cm [12].

En este caso el mayor asentamiento producido es de 0.31cm por lo tanto cumple la solicitud

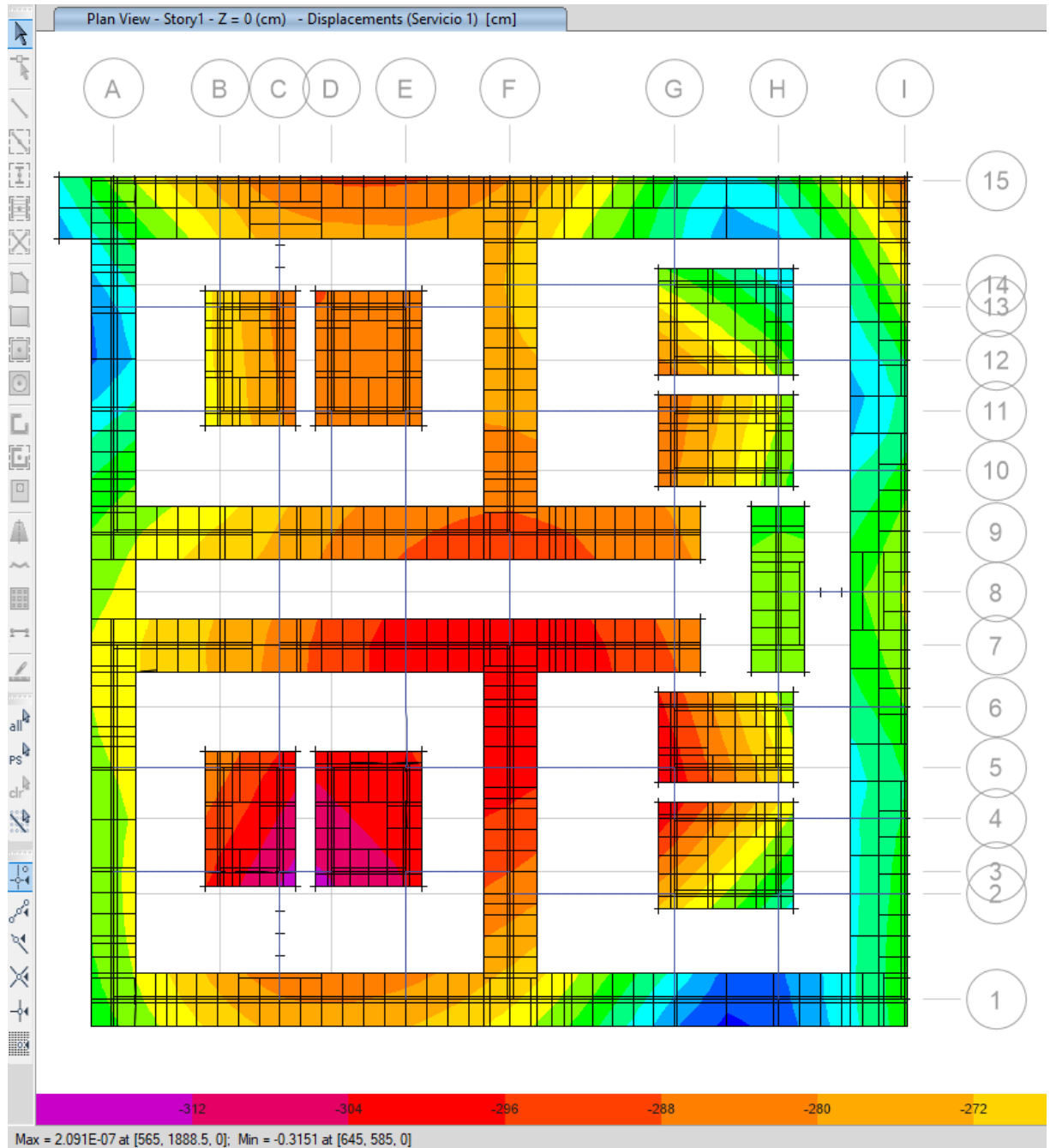


Fig. 39 Verificación de presiones del suelo aplicando cargas afectadas por sismo en X-X

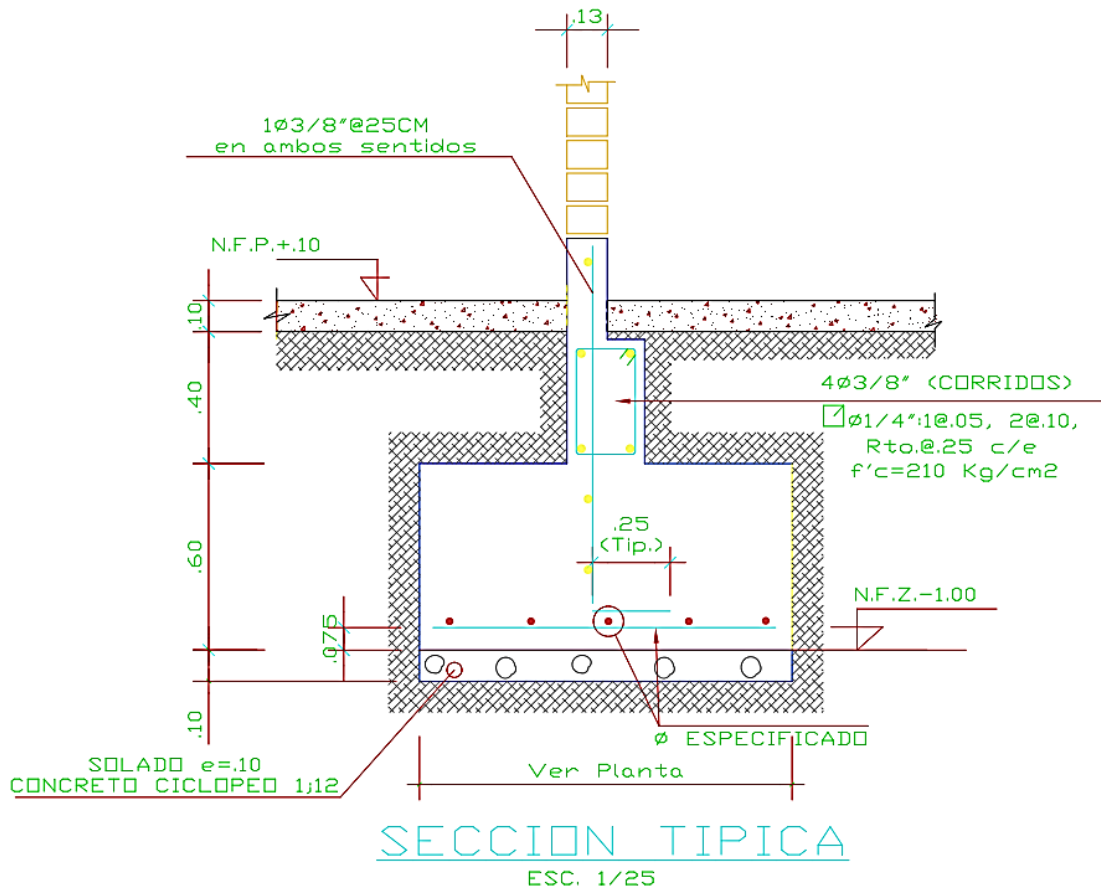


Fig. 40 Sección típica

3.10 Presentación de los Resultados

El análisis de densidad de muros se desarrolla debido a que en el sistema de albañilería confinada los muros aportan rigidez a la estructura, haciendo un predimensionamiento se designa muros de cabeza y soga, en el presente análisis se obtuvo que la densidad de muros satisface la verificación de densidad mínima de muros reforzados para las direcciones X-X y Y-Y. Los resultados obtenidos fueron: fórmula $\Sigma I.T > ZUSN/56$ donde la densidad de muros para la dirección X-X es 0.034, y la densidad de muros para la dirección Y-Y es 0.036.

Para la estimación del peso de la estructura se empleó el software Etabs como herramienta de apoyo, asignando propiedades y resistencias características de los materiales tanto para la unidad de albañilería, el concreto y acero, además se asignó patrones de cargas según NTP E.020 que según el uso corresponde para viviendas, las cargas asignadas fueron $CV = 200\text{kgf/m}^2$ y $CM = 300\text{kgf/m}^2$, posteriormente se procede con la asignación de diafragmas rígidos a las losas aligeradas. El reglamento indica que para tener el peso de la estructura se debe hacer la combinación de cargas considerando la carga muerta (CM) más 25% de la carga viva (CV) Por lo que tenemos el peso de la estructura igual a 1108760.70Kg.

Aplicando el análisis estático se halla la fuerza cortante en la base $(V) = 415785.26$ Kgf con el peso total de estructura, se define los patrones de carga asignando análisis estático sísmico en ambas direcciones con la distribución de fuerza por piso obtenida de la estimación de peso, además se define masa por carga sísmica con la combinación de carga $CV=25\% + CM=100\%$.

En el análisis dinámico aseguramos tener 12 casos modales ya que por piso se deben tener 3 modos: 2 traslacionales y un modo rotacional. Se asigna espectros de pseudo aceleraciones para ambas direcciones “X” y “Y” el factor de escala es el valor de la gravedad $= 9.81 \text{ m/s}^2$, el análisis dinámico permite conocer los desplazamientos laterales, debemos tener en cuenta que el factor de reducción sísmica es 3 para albañilería confinada, al ser regular la estructura el desplazamiento real se calcula multiplicando $0.75R$ cuyo factor es 2.25 este factor se usa para hallar los drift en el software etabs por lo que obtenemos que el mayor desplazamiento en la dirección X es 0.00236 y en la dirección Y es 0.00126, teniendo en cuenta que el límite de distorsión entre piso es 0.005 como lo indica la norma E.030 la estructura cumple la verificación de desplazamientos laterales.

La estructura presenta 92.2% de participación de masa en la dirección “X” y 92.6% de participación de masa en la dirección “Y”

El factor de escala para la fuerza cortante en la base se halla para ambas direcciones en estructuras regulares mediante la expresión: $80\%Ve/Vd$, en la dirección X-X la fuerza cortante estática (Ve) es 415785.43kgf y la fuerza cortante dinámica (Vd) es 321822.59kgf, por lo que el

factor de escala (F_e) es 1.03. La fuerza cortante estática en Y-Y es (V_e) es 415785.24kgf y la fuerza cortante dinámica (V_d) es 318852.8kgf, por lo que el factor de escala (F_e) es 1.04.

Analizando las irregularidades de altura, se realizó la verificación de piso blando, las rigideces de los pisos presentan incremento de rigidez desde el último piso hasta el primero, las rigideces por piso no presentan un incremento del 70% del piso anterior, y la rigidez en relación al promedio aritmético de las rigideces de todos los pisos no excede al 80% por lo que se concluye que la estructura no presenta irregularidad por piso blando.

El peso de la estructura es igual en todos los pisos dado que la estructura presenta la misma configuración de arquitectura en cada nivel, por lo tanto, no presenta irregularidad de masa o peso.

En la evaluación de irregularidades de planta se analizó la irregularidad torsional, el desplazamiento relativo entre piso en ambas direcciones es menor al 50% del desplazamiento permisible indicado para albañilería.

No presenta irregularidad torsional extrema porque el desplazamiento relativo es menor al 50% del desplazamiento admisible, no presenta irregularidad por esquinas entrantes ya que la configuración en arquitectura dispone que las esquinas entrantes no superan al 20% de la dimensión total existente en planta, no presenta irregularidad por discontinuidad de diafragma porque no existe discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, no presenta irregularidad por sistemas no paralelos porque los muros que conforman la estructura son continuos desde el primer piso al último.

El diseño sísmico de muro de albañilería la norma solicita que todos los muros se someten a sismo severo y sismo moderado en ambas direcciones para obtener los valores de las fuerzas cortantes y momentos actuantes de cada muro, tomando como factor de reducción sísmica $R=3$ para sismo moderado y $R=6$ para sismo moderado.

Verificación de esfuerzo axial máximo, se desarrolla aplicando la carga de gravedad máxima de servicio (P_m) además del 100% de sobrecarga a los muros esta verificación se realizó en relación a esfuerzo axial máximo y la resistencia característica a la compresión axial de la albañilería esto debido a que el diseño requiere que existan muros de cabeza y la expresión dada por la compresión está afectada de manera directamente proporcional por el espesor del muro por tanto esta solo cumplirá para muros de soga eximiendo del cumplimiento de la norma a los muros de cabeza por lo que se verifico que el esfuerzo axial máximo en un muro (σ_m) debe ser menor al 15% de la resistencia característica a compresión axial de la albañilería (f'_m), la relación cumple para todos los muros.

Control de fisuración y resistencia al corte diagonal, la fuerza cortante en un muro, obtenida del análisis elástico ante sismo moderado (V_e) debe ser menor al 55% de la resistencia al corte en el

entre pisos de uno de los muros (V_m) para comprobar que los muros no se fisuraran, el diseño de la estructura cumple con este requerimiento.

Verificación de la necesidad de colocar refuerzo horizontal en los muros, la norma E.070 indica que para edificaciones de albañilería confinada mayores a tres pisos todos los muros del primer piso sean reforzados, teniendo en cuenta que la relación entre la fuerza cortante que causa agrietamiento diagonal (V_{m1}) y la fuerza cortante producida por un sismo moderado (V_e) estos valores tomados de los muros portantes del primer piso debe estar en un intervalo de 2 y 3, desarrollando un ejemplo se tomó el diseño de refuerzo horizontal del muro MX4 para el cual la cuantía mínima para refuerzo de muros deber ser ≥ 0.001 , por lo que al usar dos alambre de 6mm \emptyset cada 4 hiladas el muro estaría reforzado cumpliendo con la cuantía mínima de acero indicado por la norma E.070.

Verificación de la resistencia al corte se realiza con el fin de obtener una adecuada resistencia y rigidez en el edificio, se comprobó que la sumatoria de fuerzas resistentes al corte en ambas direcciones es mayor a la fuerza cortante producido por sismo severo $\sum V_{mi\ x-x} = 550170.79 \geq V_{Ei} = 380155.83$, $\sum V_{mi\ y-y} = 541226.54 \geq V_{Ei} = 514856.1$.

El diseño de columnas de confinamiento se desarrolló por corte fricción y tracción combinada, con el fin de tener los valores de fuerza cortante, tracción y compresión en ambas direcciones, con este resultado podemos obtener los valores para A_{cf} y A_{sf} implicados en el diseño por corte fricción y tracción combinada donde la sumatoria de A_{cf} y A_{sf} es la cantidad de acero que necesita cada columna de confinamiento por lo que desglosando estos valores a áreas de acero comercialmente conocidas podemos indicar el número de varillas y diámetro de estas que se necesita cada columna.

El diseño por compresión y corte fricción muestra la sección transversal necesaria para resistir la acción de corte fricción nos da la sección de columna el diseño se aplica para ambas direcciones.

Diseño de viga de confinamiento, las vigas se diseñaron a tracción pura, designando un peralte de 0.20 m para las vigas, el diseño nos permite obtener el área de acero requerido por lo que podemos transformar esta sección a diámetros de varillas comerciales y conocer la cantidad de varillas que exige cada viga.

El diseño de cimentación realizado mediante la herramienta Safe, se exportaron las reacciones de la base del programa Etabs, con lo que se procede a definir secciones, materiales, coeficiente de Winkler según de la capacidad portante del suelo, combinaciones de cargas por servicio y combinaciones de carga con el 80% de solicitudes sísmicas en cada dirección según la norma E.060, por ultimo realice la verificación de asentamiento teniendo como referencia el estudio de microzonificación el cual indica no se debe superar un asentamiento de 2.5cm.

IV. DISCUSIÓN

4.1 Interpretación y Discusión de Resultados

La estructuración forma parte importante del comportamiento estructural en todos los tipos de estructuras sin embargo debemos considerar que el sistema de construcción basado en albañilería confinada es un sistema delicado que debe ser estudiado y analizado del punto estructural tomando la arquitectura como forma de compatibilizar el importante rol de las unidades de alabeo, la arquitectura debe armonizar con los requerimientos de la norma E.070 y E.030 para no caer en edificaciones con presencia de irregularidades extremas, este proyecto se basó en preservar la regularidad en todos los pisos que la componen para obtener un óptimo comportamiento estructural ante eventos sísmicos moderados y severos.

Realizando un recuento de actividades para lograr el óptimo diseño estructural es esencial recordar que desde la verificación de densidad de muros podemos tener un panorama de la respuesta estructural de la edificación, la distribución de muros de soga y cabeza forman parte importante del diseño además que el resultado de densidad de muros de una dirección no debe diferir o alejarse del valor de densidad de muros de la dirección contraria porque esto se verá reflejado en la participación de masa el cual exige la norma sea mayor al 90% los resultados que se obtuvieron a partir de la formula $\Sigma I.T > ZUSN/56$ donde la densidad de muros para la dirección X-X es 0.034, y la densidad de muros para la dirección Y-Y es 0.036 por lo que satisface la solicitud de la norma, además que al presentar una estructura simétrica y regular en el plano y elevación nos asegura que el despeamiento lateral sea menor a 0.005 valor estipulado por la norma E.030 para este trabajo los desplazamientos máximos fueron dirección X-X = 0.00236 y dirección Y-Y = 0.00126.

El diseño sísmico de muros de albañilería, algunos casos los muros del primer piso no necesitan ser reforzados sin embargo presentan refuerzo horizontal esto debido a exigencia de la norma E.070 ya que estamos frente a una edificación mayor a tres pisos, todos los elementos de confinamiento tales como columnas y vigas fueron diseñados para resistir movimientos sísmicos en los cuales se determinó la sección transversal correspondiente en conjunto con el área de acero requerido.

El diseño sismorresistente en albañilería confinada mostro que a pesar que las unidades trabadas no poseen características tales como ductilidad y resistencia a la compresión en comparación a la resistencia que tienen las columnas de concreto diseñados para estructuras basadas en pórticos, este sistema de construcción satisface los requerimientos de la norma logrando un diseño económico con eficiente comportamiento estructural.

4.2 Contrastación de resultados

La aplicación de la norma E.070 influye haciendo en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chíncha estructuras eficientes y resistentes a sismos moderados y severos, en efecto todo lo estipulado por la norma es un requerimiento mínimo que promete hacer que cualquier estructura tenga un comportamiento estructural óptimo en el sentido que la intención del diseño es salvaguardar vidas.

El trabajo desarrollado siguió todas las solicitudes de diseño estipuladas por la norma E.070 y E.030 verificando que la influencia sobre una estructura cuyo diseño se basó en las normas garantiza integridad en las estructuras.

La densidad de muros influye en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chíncha, en definitiva, la densidad de muros es un factor muy importante desde el inicio del diseño, la distribución de muros de soga y cabeza deben ser analizados de manera que ambas direcciones X y Y tengan aproximadamente la misma densidad o que los valores de las densidades obtenidas no se alejen abruptamente garantizando una distribución de muros homogénea para mantener estructuras regulares.

La configuración de la estructura con diafragma rígido influye en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chíncha, los diafragmas rígidos asignados a cada nivel de piso hacen referencia a las losas aligeradas, en el diseño se une todos los nodos de cada losa y se asigna como un solo elemento extremadamente rígido para que en el análisis estructural el diafragma asuma los mismo grados de libertad que toda la estructura, la configuración y asignación de diafragmas rígidos permite que las losas se integren a los muros portantes para compatibilizar desplazamientos laterales.

Los muros portantes influyen en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chíncha, los muros portantes en el diseño en base a albañilería confinada forman parte fundamental del diseño sismorresistente ya que aportan rigidez lateral y torsional reduciendo los desplazamiento y deformaciones producidas por sismos, en este sistema de construcción los muros son los encargados de absorber y disipar energía por ello es fundamental el cumplimiento de las normas.

El análisis estático influye en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro Poblado Hijaya distrito de Alto Laran – Chíncha. Influye de manera que es necesario

conocer los parámetros de sitio, ubicación, zona sísmica, perfil del suelo, factor de uso, definir el sistema estructural para aplicar el factor de reducción de fuerzas sísmica estos valores en conjunto conforman el ZUCS con lo que podremos definir la cortante en la base de la estructura.

La aplicación del análisis dinámico permite evaluar de una manera más real el comportamiento estructural de la edificación ante las fuerzas sísmicas, evaluando sus características como periodo de vibración, distorsiones de entre piso y espectros de diseño, determinando esfuerzos admisibles, fuerzas de corte, compresión y tracción, el análisis dinámico también permite identificar posibles fallas como falla por corte, por compresión diagonal esto puede ayudar a optimizar el diseño de la estructura para mejorar su rendimiento bajo cargas sísmicas.

El análisis dinámico es esencial para garantizar que las estructuras puedan resistir las fuerzas generadas por sismos sin colapsar.

V. CONCLUSIONES

Se concluye que la influencia de la densidad de muros en la estructuración es un factor fundamental ya que una correcta distribución aportara ductilidad mientras que el sobredimensionamiento reduce este factor, la densidad de muros influye directamente en el comportamiento estructural debido que aporta rigidez lateral que a su vez influye en la absorción de la fuerza cortante ante la presencia de movimientos sísmicos.

Se concluye que al analizarse individualmente cada una de las losas que componen el aligerado tienen desplazamientos individuales que afecta los desplazamientos laterales de la estructura general por lo que la configuración de la estructura con diafragma rígido en el diseño sismorresistente aporta integridad estructural debido que conecta los elementos como vigas, acero y losas en una sola estructura asignando un alto grado de rigidez garantizando que ante un evento sísmico los elementos que componen la estructura tengan la misma dirección de desplazamiento, el diafragma rígido también ayuda en la distribución uniforme de fuerzas.

Se concluye que la influencia de los muros portantes en el diseño sismorresistente, es crucial debido a que se encargan de dirigir las cargas verticales de los diafragmas rígidos hacia la base, además de absorber fuerzas de corte por lo que los muros portantes deben estar presentes en ambas direcciones, El refuerzo horizontal de muros del primer piso, aunque en el procedimiento del cálculo este refuerzo sea irrelevante, debemos recordar que la norma indica reforzar todos los muros del primer piso considerando que estos muros son los que enfrentaran la mayor fuerza cortante ante un eventual sismo severo o moderado.

De la influencia de la aplicación del análisis estático en el diseño sismorresistente se concluye que este análisis aporta un valor significativo para la evaluación estructural, ya que obtenemos el valor equivalente a la cortante basal que permite determinar la fuerza lateral total y con ello la distribución de fuerzas por pisos, a su vez las cargas por análisis estático participan en el análisis dinámico, es decir el análisis estático esta concatenado al posterior análisis dinámico.

Se concluye que la influencia de la aplicación del análisis dinámico en el diseño sismorresistente, se relaciona con el comportamiento estructural sometido a cargas dinámicas y espectros de aceleración simulando fuerzas inducidas por sismos, mediante el análisis dinámico podemos determinar los desplazamientos laterales y verificar si estos desplazamientos están dentro de lo permitido por la norma planteando la posibilidad de reformular la estructura de manera que obtengamos edificaciones eficientes.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda iniciar la estructuración de cualquier estructura basada en albañilería confinada distribuyendo los muros de manera equivalente en ambas direcciones o en dado caso compensar colocando estratégicamente muros de cabeza para la dirección con menor densidad, esto para que al verificar los desplazamientos laterales la estructura cumpla eficientemente la verificación solicitada por la norma.
- La configuración de la estructura con diafragma rígido en el diseño sismorresistente se aplica con la finalidad de conectar todos los componentes de planta asegurando que todas las parte del edificio se muevan juntas durante un sismo por lo que es recomendable aplicar la asignación de diafragmas rígidos, estos elementos son interpretados como estructuras altamente rígidas y al realizar modelados en el programa Etabs debemos asegurar la unión de todos los nodos que componen las losas aligeradas mediante la verificación para errores de dibujo con el que cuenta el programa.
- Se recomienda que los muros portantes estén distribuidos en las direcciones “X” y “Y” para resistir la fuerza sísmica, además de seguir las normativas peruanas es importante usar los materiales adecuados teniendo en cuenta la zona sísmica donde se ubique el proyecto, los ladrillos para muros portantes deben ser ladrillos industriales con resistencia a la compresión de 130kg/cm², también debemos tener en cuenta que el proceso constructivo tiene participación fundamental por lo que se debe contar con personal capacitado que sigan las indicaciones de los planos.
- Se recomienda iniciar el análisis estático con los valores del ZUCS correspondiente a la ubicación del proyecto, las resistencias características de la albañilería y del concreto que se usara en el diseño para realizar el predimensionamiento de los elementos estructurales, el diseño en Etabs necesita las combinaciones de carga que usaremos según el tipo y uso de edificación de esta manera se obtendrá el peso sísmico de la estructura para hallar la cortante basal y posteriormente comparar este resultado con la cortante dinámica estableciendo si se necesita un factor de escalamiento.
- Se recomienda la aplicación del análisis dinámico para obtener respuestas estructurales más reales frente a solicitudes sísmicas este análisis nos aporta un diseño con adecuada resistencia no aplicarlo y basarse en la resistencia de los materiales usados conlleva a un diseño encarecido o deficiente

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Sánchez, “Comparación del análisis y diseño de un edificio de mampostería confinada, empleando el análisis sísmico estático y dinámico”, Tesina para obtener el grado de especialista en estructuras, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2018.
- [2] J. Mejía, “Estudio estructural de mampostería confinada en ladrillo para viviendas emergentes en la zona de pedernales”, Trabajo previo a la obtención del título de: Ingeniero Civil, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador, 2018
- [3] J. Talín, “Análisis y diseño de un edificio de mampostería en la ciudad de México”, Tesis para la obtención del grado de ingeniero civil, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2017
- [4] K. Farje, H. Yabuta “Propuesta de reforzamiento en viviendas de albañilería confinada en el distrito de villa maría del triunfo”, Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú, 2020.
- [5] E. Campos “Estimación de la vulnerabilidad sísmica de viviendas autoconstruidas de albañilería mediante modelos analíticos representativos, en San Juan de Lurigancho”, Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, 2020.
- [6] S. Velayarce “Análisis y diseño estructural de un edificio de vivienda multifamiliar de cuatro pisos más azotea de albañilería confinada ubicado en el Jr. Santa Rosa S/N, distrito de la Banda de Shilcayo, provincia y departamento de San Martín”, Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de San Martín, Perú, 2019.
- [7] Y. Guillen, “Vulnerabilidad Sísmica y Diseño Sismo Resistente en un Edificio de Albañilería Confinada en la Provincia de Chincha, Ica 2021”, Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Cesar Vallejo, Perú 2021.
- [8] Norma E.030 Reglamento Nacional de Edificaciones
- [9] Norma E.070 Reglamento Nacional de Edificaciones

- [10] Programa ciudades sostenibles “Actualización del mapa de peligros, plan de usos del suelo ante desastres y medidas de mitigación de Chincha Alta, Pueblo Nuevo, Grocio Prado, Sunampe y Alto Larán” Informe final 2008
- [11] N Morrison “Interacción Suelo-Estructuras: Semi-espacio de Winkler” Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona- España. 1993
- [12] Norma E.050 Reglamento Nacional de Edificaciones
- [13] Norma E.060 Reglamento Nacional de Edificaciones

VIII. ANEXOS

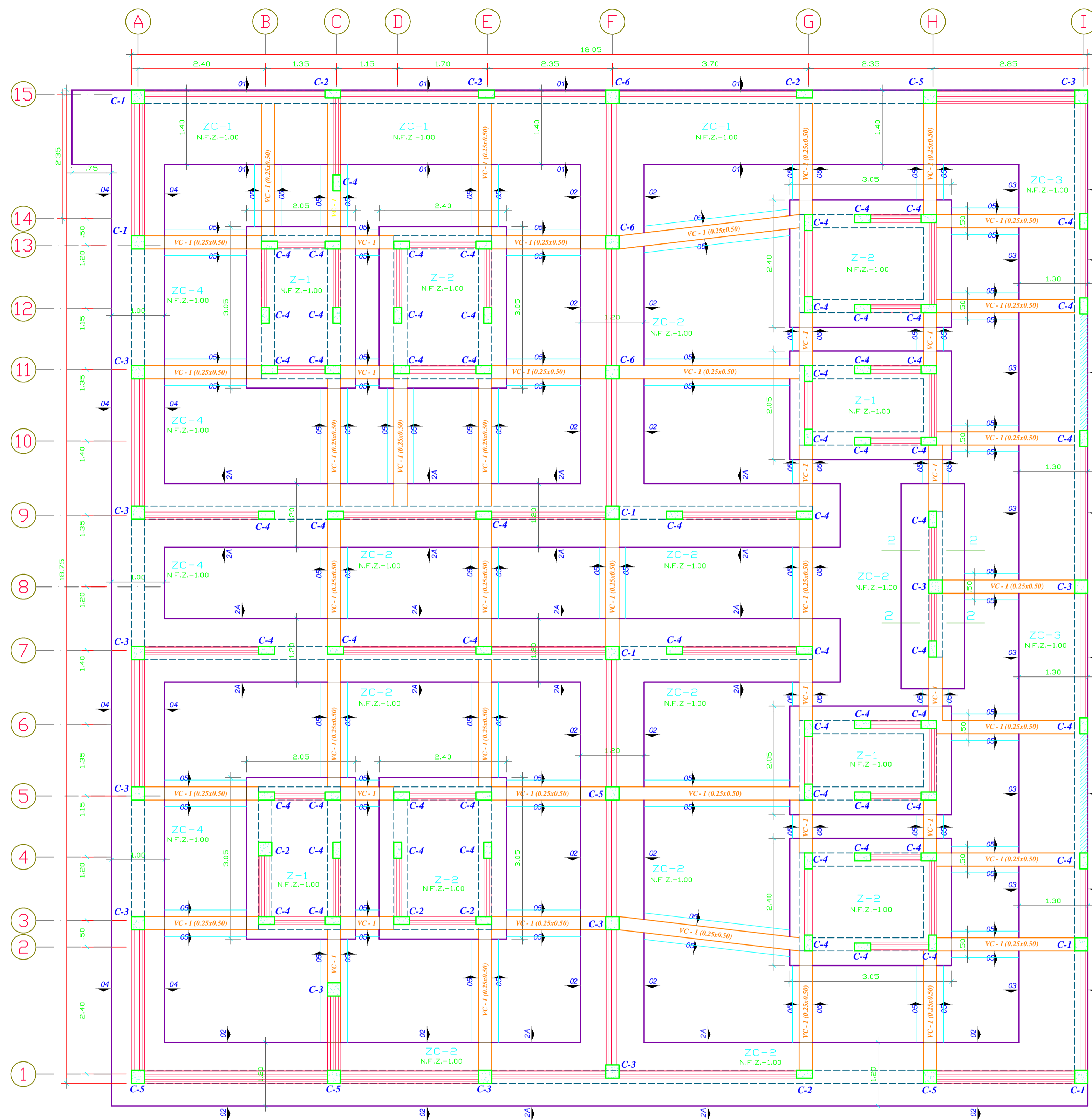
8.1 Panel fotográfico

Terreno

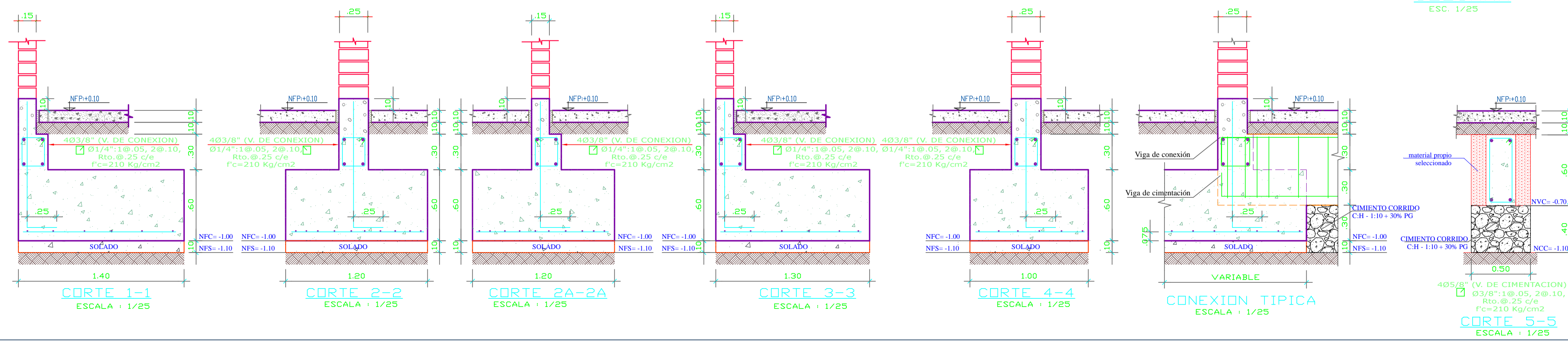


Tipos de viviendas en la zona





PLANTA DE CIMENTACION
ESCALA: 1/50

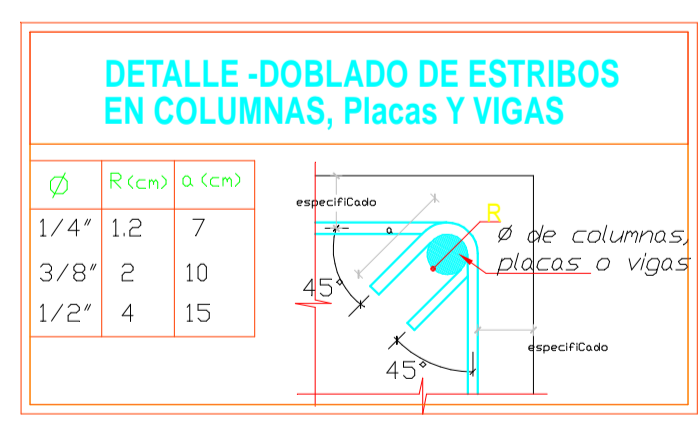
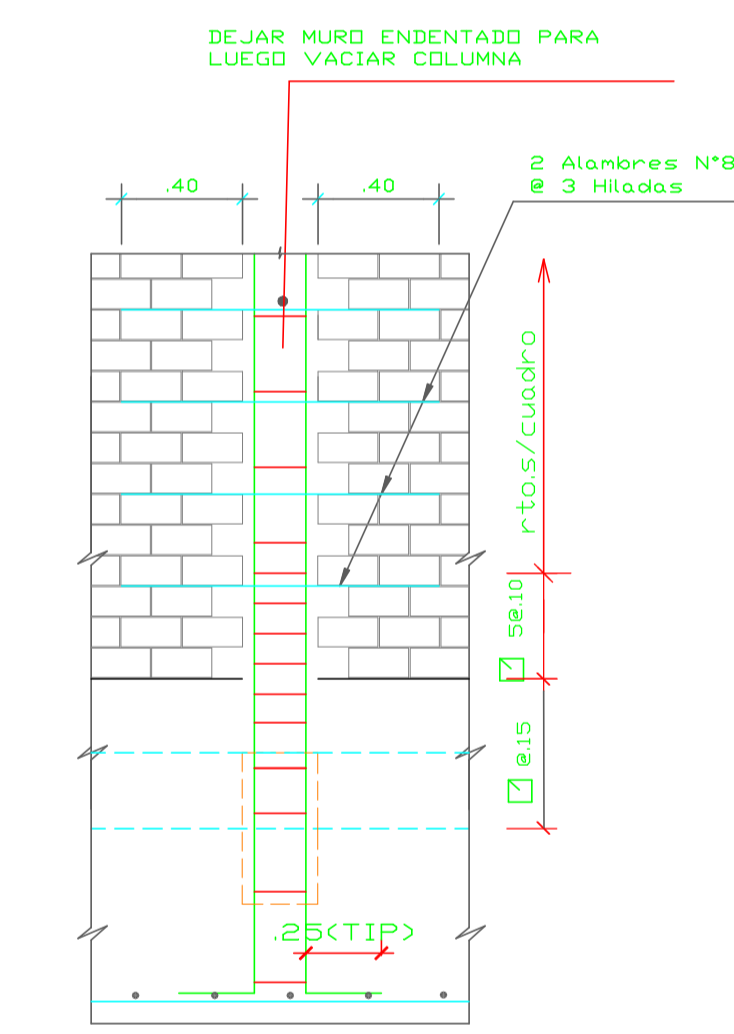
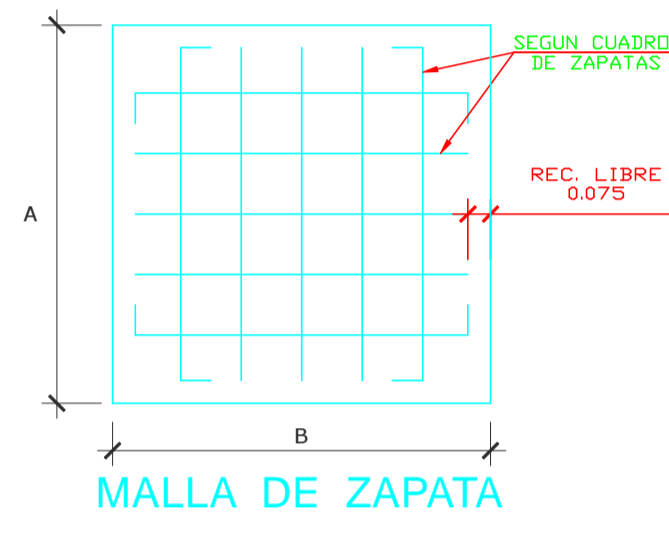
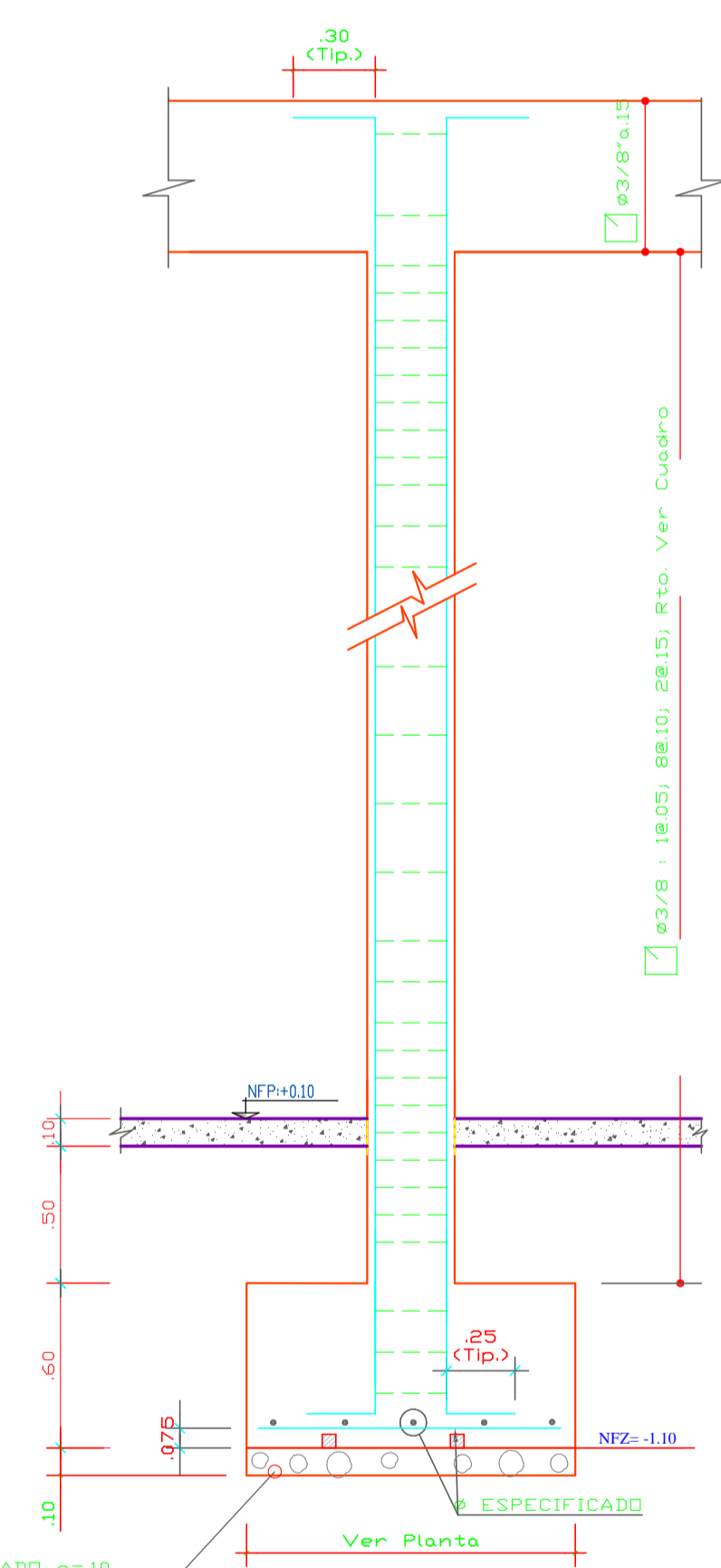


CUADRO DE COLUMNAS
ESCALA: 1/25

4ø5/8" + 2ø1/2" ø3/8" x 18.05, 8ø10, 2ø15, Rto ø25 c/e	4ø1/2" + 2ø3/8" 6mm ø0.05, 4ø10, Rto ø20 c/e	4ø1/2" ø3/8" x 18.05, 8ø10, 2ø15, Rto ø25 c/e
4ø1/2" ø3/8" x 18.05, 8ø10, 2ø15, Rto ø25 c/e	6ø1/2" ø3/8" x 18.05, 8ø10, 2ø15, Rto ø25 c/e	4ø5/8" + 2ø3/8" ø3/8" x 18.05, 8ø10, 2ø15, Rto ø25 c/e

CUADRO DE ZAPATAS CORRIDAS

TIPO	DIMENSION (Ø)	H	CANTIDAD	PARRILLA
ZC-1	1.40	0.60	---	ø 5/8" ø 0.18
ZC-2	1.20	0.60	---	ø 5/8" ø 0.18
ZC-3	1.30	0.60	---	ø 5/8" ø 0.18
ZC-4	1.00	0.60	---	ø 5/8" ø 0.18



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

A- MATERIALES:
CONCRETO SIMPLE: falsa zopata: C/H=1/12 (de requerirse)
cimentos: C/H=1/10+30%P.M.3T.M.
sobrecimientos: CH=1/B+25%P.M.3T.M.
CONCRETO ARMADO F'c= 210 Kg/cm2 (Columnas y Vigas),
F'c= 210 Kg/cm2 (ZAPATAS, Aligerados, Escaleras, resto, salvo espec.)

B- ALBANILERIA
UNIDAD : LADRILLO ARCILLA KK TIPO IV
TIPO DE UNIDAD : SÓLIDA (MAX. 30% VACIOS)
F'm = 65 Kg/cm2 ; F'b = 145 Kg/cm2 (sobre área bruta)
MORTERO TIPO P1 : CEMENTO: ARENA = 1 : 4
ESPAESOR DE JUNTA : MIN=1 cm ; MAX=1.5 cm

C- RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS:
-Cimentos, ZAPATAS : 7.50 cm
-Columnas, Vigas : 4.00 cm
-Aligerados, Vigas chatas y de borde : 3.00 cm
-Escaleras : 2.50 cm

D- CIMENTACIÓN Y SUELOS:
-CAPACIDAD PORTANTE: 1.25KG/CM2
-PRDFUNDIDAD DE CIMENTACION: 1.00M

E- NORMAS Y REGLAMENTOS:
-NORMAS E.020, E.030, E.050, E.060 y E.070 DEL RNE
-ACI 318-2019

NOTAS:
SI EXISTIERA VARIACION EN OBRA DE DIMENSIONES, MATERIALES U OTRO COMUNICAR AL CONSULTOR.

EMPALMES TRASLAPADOS PARA COLUMNAS

Ø	Le (m)
1/2"	0.45
5/8"	0.70
3/4"	0.80
1"	1.20

NOTAS:
A. Empalmar en diferentes partes tratando de hacer los empalmes fuera de la zona de confinamiento con vigas.
B. no empalmar mas del 50% del área total de acero en una misma sección.
C. En caso de no emplomarse en las zonas indicadas, aumentar la longitud del empalme en 70% a consultar al proyectista.
D. En las uniones viga-columna, en intersecciones de los refuerzos longitudinales con las varillas de las vigas, estas deberán ser grifadas ligeramente, para mantener la posición vertical del acero de las columnas.

PARÁMETROS SISMO-RESISTENTES
Fuerza sísmica y espectro de diseño

Z	0.45	factor de zona	Zona 4 CCPP. Hijaña Alto Laran - Chincha
U	1.00	factor de uso e importancia	Categoría C Edif. Comunes
S	1.00	factor de suelo	
Tp	0.4	Período que define la plataforma del factor C.	
TL	2.5	Período que define el inicio de la zona del factor C.	
Rx	3.00	coeficientes de reducción	
Ry	3.00	coeficientes de reducción	Sist. Albar.Confin.Ct=60
Cx	2.5	coeficientes de amplificación sísmica	
Cy	2.5	coeficientes de amplificación sísmica	

CUADRO DE GANCHOS STANDARD VARILLAS DE FIERRO CORRUGADO

Ø	G (cm)
1/4"	10
3/8"	15
1/2"	20
5/8"	25
3/4"	30

NOTA:
EL ACERO DE REFUERZO UTILIZADO EN FORMA LONGITUDINAL, EN VIGAS Y VIGAS DE CIMENTACION, EN GANCHOS ESTANDAR, LUIS CUALES SE ALJARAN EN EL CONCRETO CON LAS DIMENSIONES ESPECIFICADAS EN EL CUADRO MOSTRADO.

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:
"Aplicación de la norma E.070 en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro poblado Hijaña distrito de Alto Laran - Chincha"

PLANO:
PLANO DE CIMENTACION

BACHILLER:
Piscote Saravia, Fiorella Melchorita

ASESOR:
Ing. Santos Chacaltana Vasquez

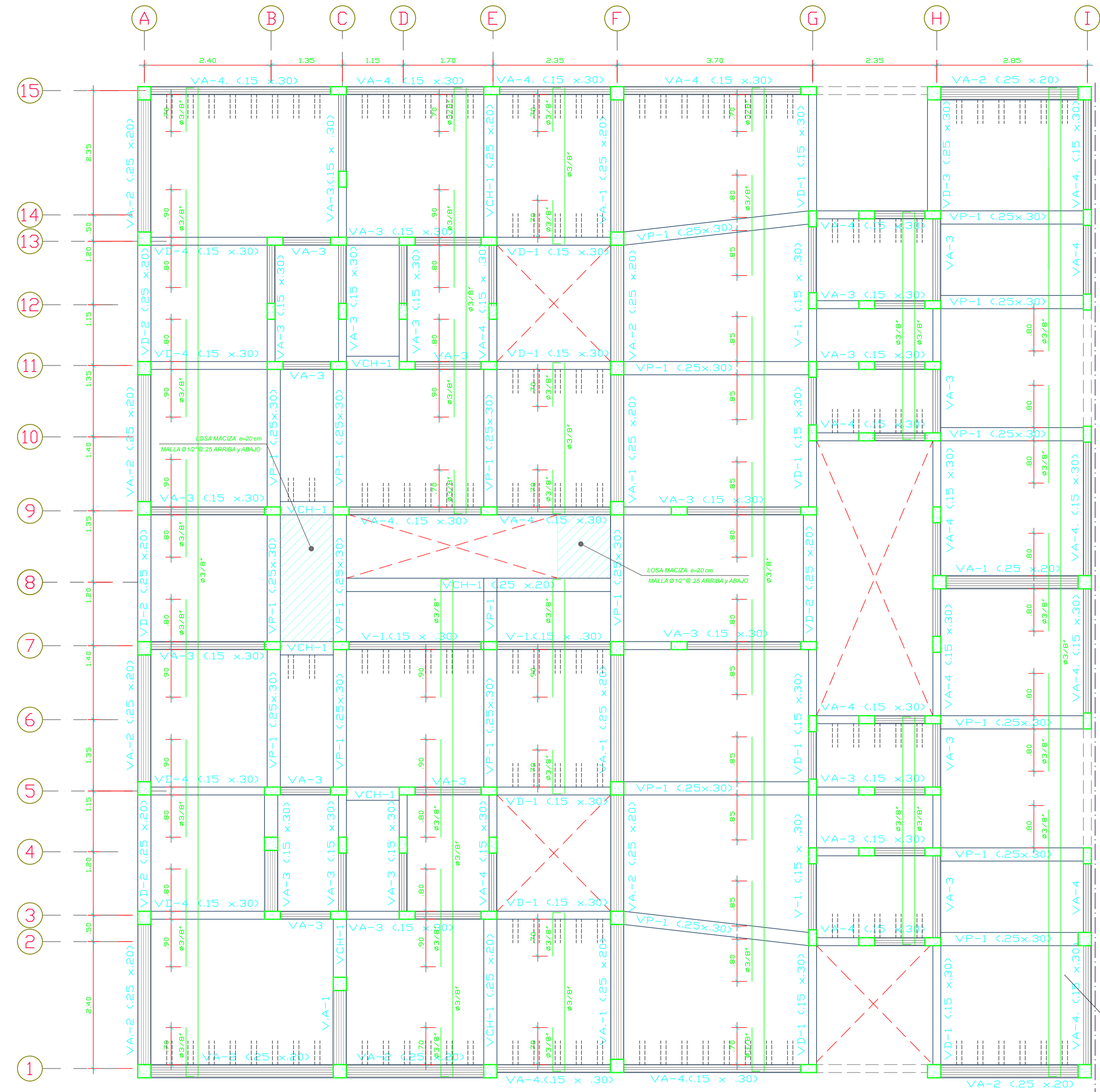
FECHA:
Abril 2024

LAMINA:
E-01

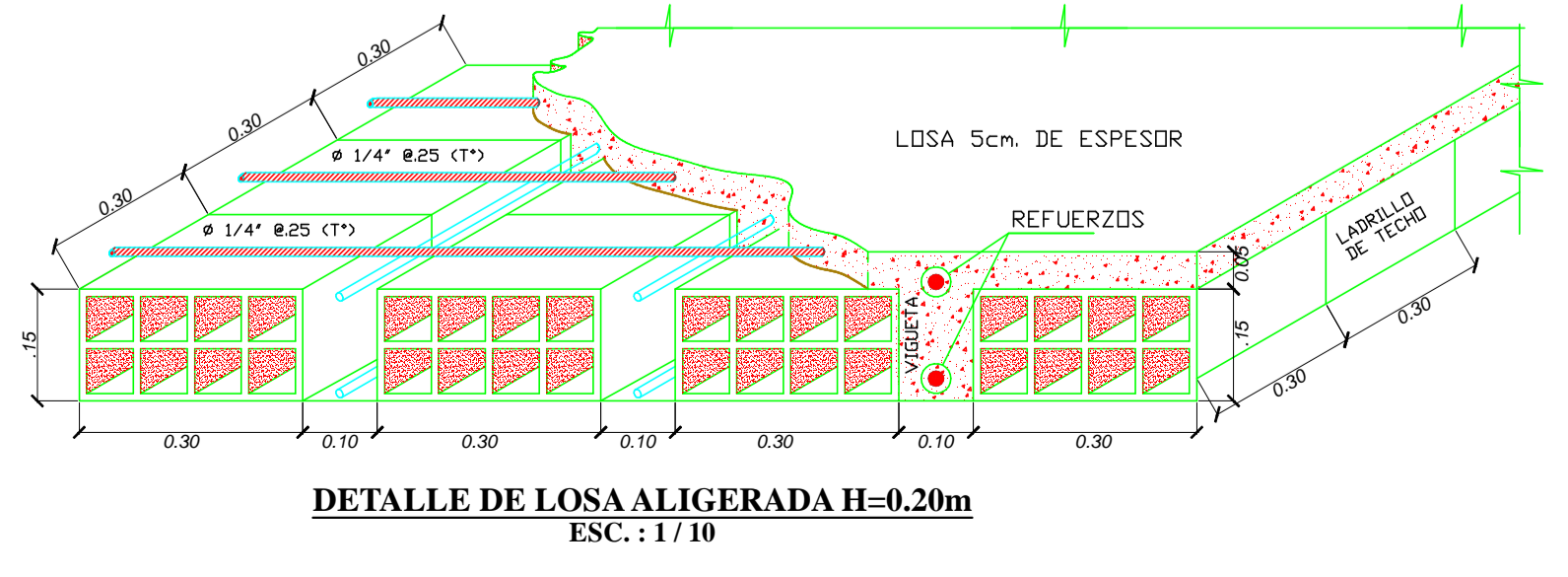
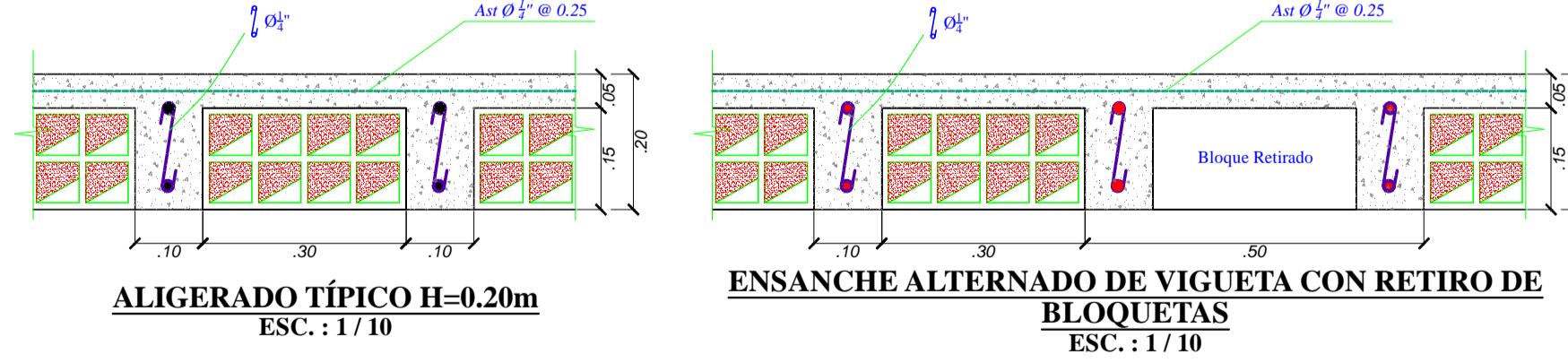
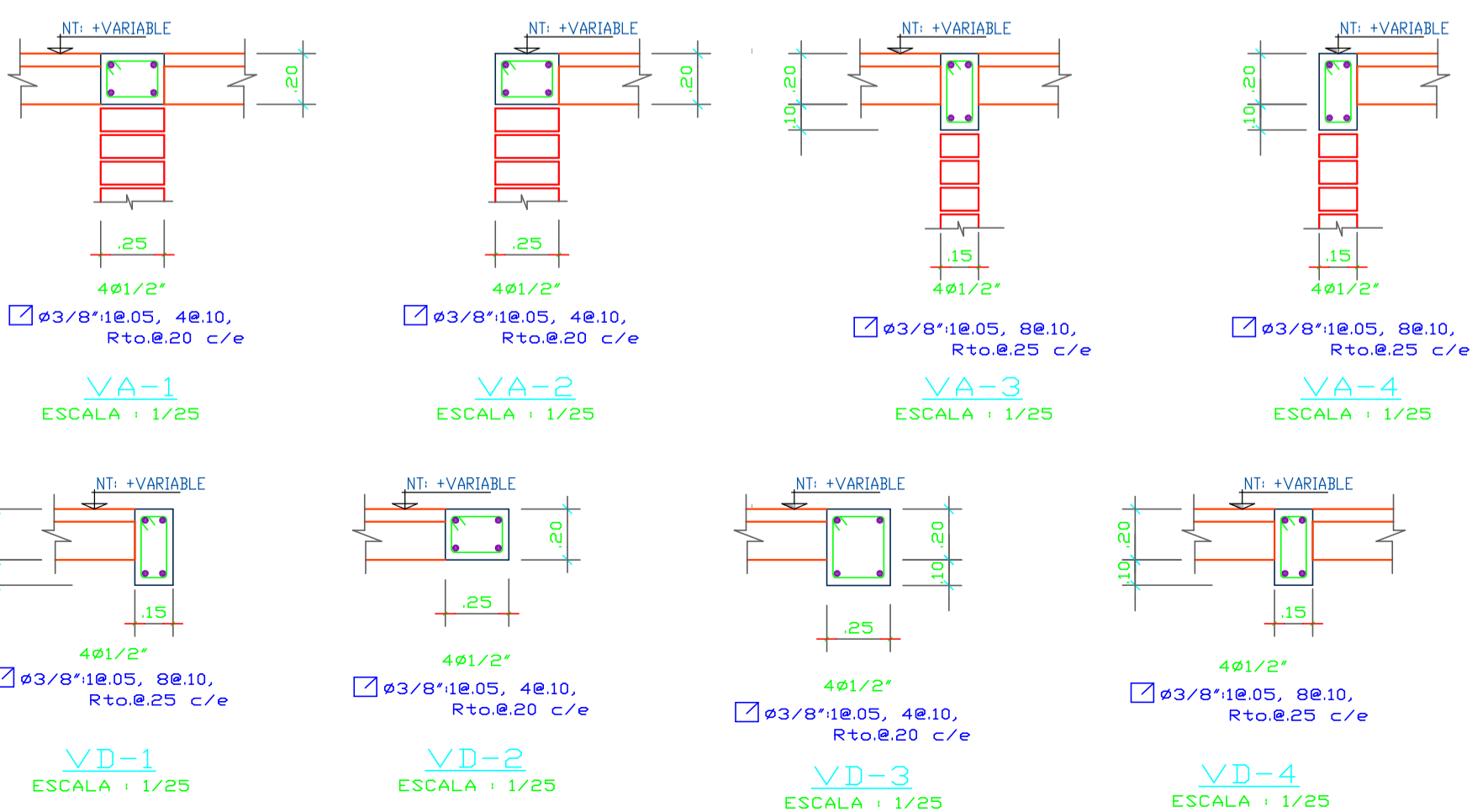
UBICACION:
Dpto. : Ica
Prov. : Chincha
Dist. : Alto Laran

REVISION:
-

ESCALA:
1/50



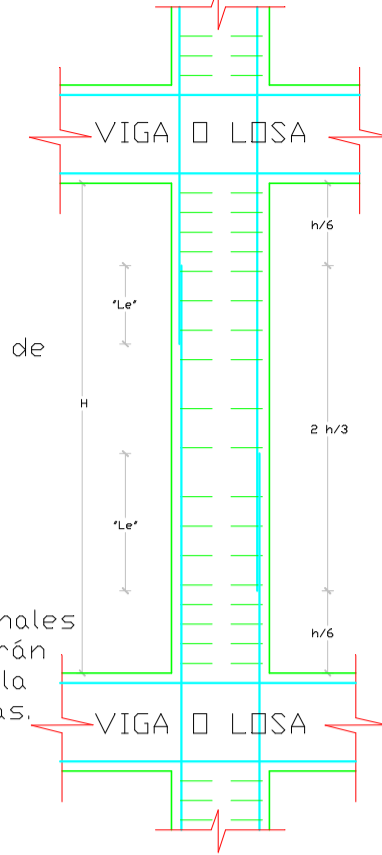
PLANTA DE ALIGERADO e=20cm
2do, 3er, 4to y AZOTEA
ESCALA : 1/50



EMPALMES TRASLAPADOS PARA COLUMNAS

Ø	Le (m)
1/2"	0.45
5/8"	0.70
3/4"	0.80
1"	1.20

NOTAS
 A. Empalmar en diferentes partes tratando de hacer los empalmes fuera de la zona de confinamiento con vigas.
 B. no empalmar mas del 50% del área total de confinamiento en una misma sección.
 C. En Caso de no emplamarse en las zonas indicadas, aumentar la longitud del empalme en 70% o consultar al proyectista.
 D. En las uniones viga-columna, en intersecciones de los refuerzos longitudinales con las varillas de las vigas, estas deberán ser grifados ligeramente, para mantener la posición vertical del acero de las columnas.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

A- MATERIALES:
 CONCRETO SIMPLE: Falsa zapata: C/H=1/12 (de requerirse)
 cimientos: C/H=1/10+30xPM.6" T.M.
 sobrecimientos: C/H=1/8+25xPM.3" T.M.
 CONCRETO ARMADO: f'c= 210 Kg/cm2 (Columnas y Vigas)
 f'c= 210 Kg/cm2 (ZAPATAS, Aligerados, Escaleras, resto, salvo espec.)

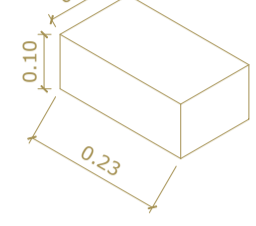
B- ALBANILERIA
 UNIDAD : LADRILLO ARCILLA KK TIPO IV
 TIPO DE UNIDAD : SÓLIDA (MAX. 30% VACÍOS)
 F'm = 65 Kg/cm2 : F'bo = 145 Kg/cm2 (sobre área bruta) al proyectista
 MORTERO TIPO P1 : CEMENTO: ARENA = 1 : 4
 ESPESOR DE JUNTA : MIN=1 cm ; MAX=1.5 cm

C- RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS:
 -Cimientos, ZAPATAS : 7.50 cm
 -Columnas, Vigas : 4.00 cm
 -Aligerados, Vigas' chatas : 3.00 cm
 -Escaleras : 2.50 cm

D- CIMENTACIÓN Y SUELOS:
 -CAPACIDAD PORTANTE: 125KG/CM2
 -PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: 1.00M

E- NORMAS Y REGLAMENTOS:
 -NORMAS E.020, E.030, E.050, E.060 y E.070 DEL RNE
 -ACI 318-2019

NOTAS:
 SI EXISTIERA VARIACIÓN EN OBRA DE DIMENSIONES, MATERIALES U OTRO COMUNICAR AL CONSULTOR.

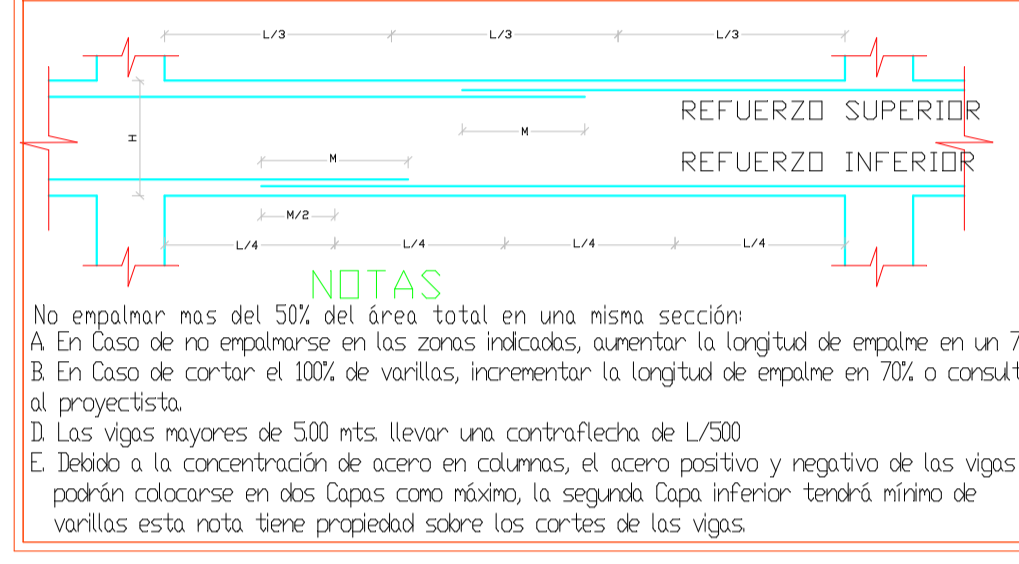


PARÁMETROS SISMO-RESISTENTES

Fuerza sísmica y espectro de diseño

Z	0.45	Factor de zona	Zona 4: CCPP, Hijaña Alto Laran - Chincha
U	1.00	Factor de uso e importancia	Categoría C: Edif. Comunes
S	1.00	Factor de suelo	
Tp	0.4	Periodo que define la plataforma del factor C.	
TL	2.5	Periodo que define el inicio de la zona del factor C.	
Rx	3.00	coeficientes de reducción	Sist. Albañ.Confin.(Ct=60)
Ry	3.00		
Cx	2.5	coeficientes de amplificación sísmica	
Cy	2.5		

EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS

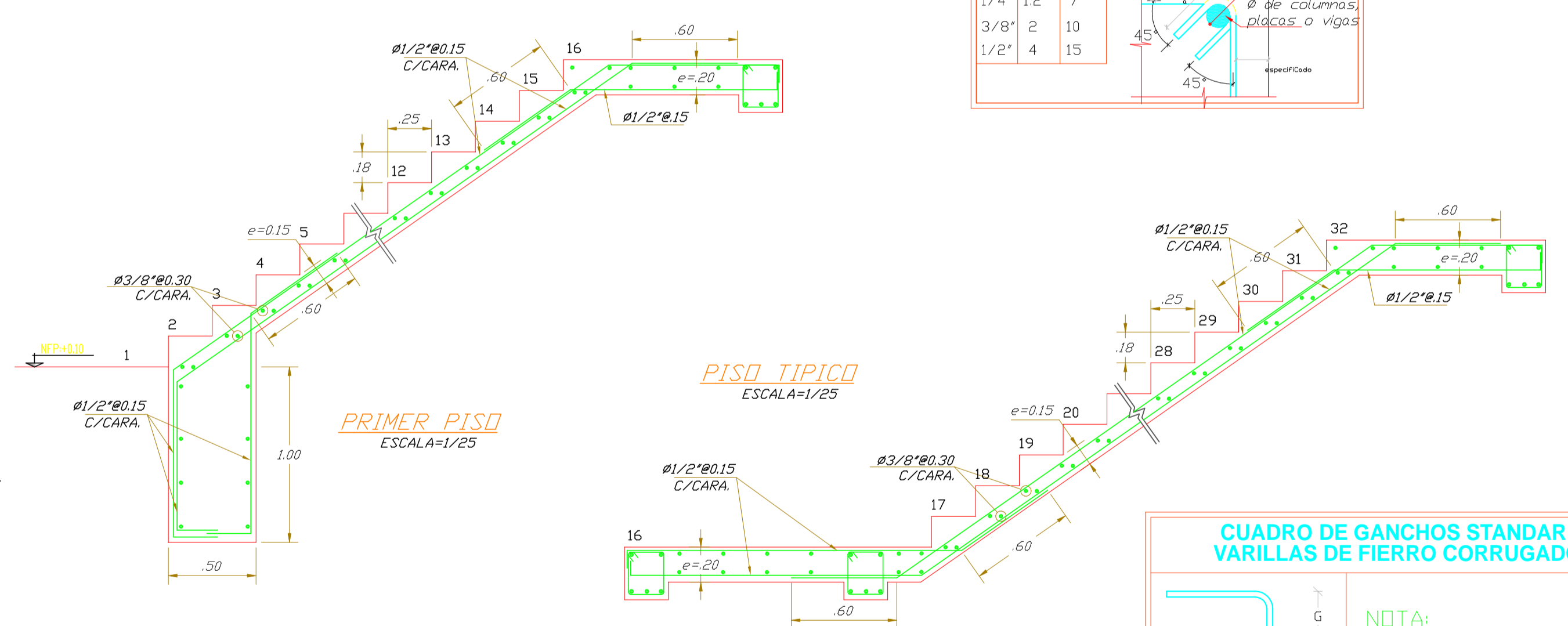


VALORES DE 'M'

Ref. Inferior	Refuerzo superior	Ø	H. Cualquiera	H0.30	H>0.30
		3/8"	0.40	0.40	0.45
		1/2"	0.40	0.40	0.50
		5/8"	0.50	0.45	0.60
		3/4"	0.60	0.55	0.75
		1"	1.15	1.00	1.30

NOTAS
 No empalmar mas del 50% del área total en una misma sección.
 A. En Caso de no emplamarse en las zonas indicadas, aumentar la longitud de empalme en un 70% al proyectista.
 B. En Caso de cortar el 100% de varillas, incrementar la longitud de empalme en 70% o consultar al proyectista.
 C. Las vigas mayores de 500 mts. llevar una contraflecha de L/300.
 D. Debido a la concentración de acero en columnas, el acero positivo y negativo de las vigas podrán colocarse en dos Capas como máximo, la segunda capa inferior tendrá mínimo de varillas esta nota tiene prioridad sobre los cortes de las vigas.

DETALLE DE ESCALERA



CUADRO DE GANCHOS STANDARD VARILLAS DE FIERRO CORRUGADO

Ø	G (cm)
1/4"	10
3/8"	15
1/2"	20
5/8"	25
3/4"	30

NOTA:
 EL ACERO DE REFUERZO UTILIZADO EN FORMA LONGITUDINAL, EN VIGAS Y LOSA DE CIMENTACIÓN, COLUMNA Y VIGAS, DEBERAN TERMINAR EN GANCHOS ESTÁNDAR, LOS CUALES SE ALOJARAN EN EL CONCRETO CON LAS DIMENSIONES ESPECIFICADAS EN EL CUADRO MOSTRADO.

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:
 "Aplicación de la norma E.070 en el diseño sismorresistente de una estructura de cuatro niveles en el centro poblado Hijaña distrito de Alto Laran - Chincha"

PLANO: PLANO DE ALIGERADO 1º, 2º, 3º Y 4º PISO

BACHILLER: Piscote Saravia, Fiorella Melchorita
ASESOR: Ing. Santos Chacaltana Vasquez
FECHA: Abril 2024

LAMINA: E-02
UBICACION: Dpto. : Ica, Prov. : Chincha, Dist. : Alto Laran
REVISION: -
ESCALA: 1/50