



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Diseño estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería
confinada en el distrito El Porvenir, Provincia Trujillo, 2019”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Cueva Quispe, Wilson Jhoel (ORCID: 0000-0002-0157-8141)

ASESORES:

Mg. Meza Rivas, Jorge Luis (ORCID: 0000-0002-4258-4097)

Mg. Farfán Córdova, Marlon Gastón (ORCID: 0000-0001-9295-5557)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

TRUJILLO - PERÚ

2020

DEDICATORIA

A Dios por darme salud y permitir cumplir una de mis metas.

A mis padres Walter Cueva y Letty Quispe que día a día me apoyaron en el desarrollo de mi carrera profesional.

A mis hermanos Javier, Alex, Rut y Luis que siempre estuvieron cuando más los necesite, compartiendo adversidades juntos.

A mi abuela Lucia que me acompañó y apoyo durante estos años de formación académica.

AGRADECIMIENTO

A los docentes que me inculcaron valores y conocimientos a lo largo de la carrera profesional, compartiendo enseñanzas y experiencias vividas.

A mis tíos que me apoyaron de manera desinteresada a afianzar mi formación profesional, y así poder cumplir.

A mis compañeros por brindarme su apoyo desinteresado y compartir experiencias de aprendizaje.

¡Gracias a ustedes!

ÍNDICE

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	2
III. MÉTODO	16
3.1. Tipo y Diseño de investigación	16
3.1.1. Tipo de investigación	16
3.1.2. Diseño de Investigación	16
3.2. Variables y operacionalización	17
3.2.1. Variable	17
3.2.2. Operacionalización	17
3.3. Población, muestra	17
3.3.1. Población	17
3.3.2. Muestra	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	17
3.4.1. Técnica	17
3.4.2. Instrumento	18
3.4.3. Validez y confiabilidad	18
3.5. Procedimiento	18
3.6. Métodos de análisis de datos	19
3.7. Aspectos éticos	19
IV. RESULTADOS	20
4.1. Estudio topográfico	20
4.1.1. Generalidades	20
4.1.2. Trabajos realizados	20

4.1.2.1.	Trabajo de campo	20
4.1.2.2.	Trabajo de gabinete	20
4.2.	Estudio de mecánica de suelos	21
4.2.1.	Generalidades	21
4.2.2.	Trabajo de campo	21
4.2.3.	Ensayos	22
4.2.3.1.	Descripción del perfil estratigráfico	22
4.2.3.2.	Clasificación de suelos	22
4.2.4.	Cálculo de la capacidad portante	22
4.2.5.	Resultados	23
4.3.	Diseño arquitectónico	24
4.3.1.	Concepción general	24
4.3.2.	Entorno Urbano	24
4.3.3.	Descripción arquitectónica	25
4.3.4.	Criterios arquitectónicos para el diseño	26
4.4.	Análisis sismorresistente	26
4.4.1.	Generalidades	26
4.4.2.	Predimensionamiento	27
4.4.2.1.	Predimensionamiento de losa aligerada	27
4.4.2.2.	Predimensionamiento de muros	27
4.4.2.3.	Predimensionamiento de vigas soleras	31
4.4.2.4.	Predimensionamiento de columnas de confinamiento	32
4.4.3.	Metrados de cargas	32
4.4.4.	Análisis sísmico	33
4.4.4.1.	Modelamiento de la estructura	33
4.4.4.2.	Análisis estático	34
4.4.4.3.	Análisis dinámico modal espectral	38
4.4.4.4.	Verificación de Irregularidades	41
4.4.4.5.	Separación entre edificios	45
4.5.	Diseño Estructural	46
4.5.1.	Diseño de losa aligerada	46

4.5.1.1.	Metrado de cargas	47
4.5.1.2.	Diseño por flexión	47
4.5.1.3.	Diseño por corte	48
4.5.2.	Diseño de muros de albañilería	49
4.5.2.1.	Resistencia al agrietamiento diagonal	51
4.5.2.2.	Control de fisuración	53
4.5.2.3.	Verificación de la resistencia al corte del edificio	54
4.5.2.4.	Fuerzas internas de diseño	54
4.5.3.	Diseño de columnas de confinamiento	55
4.5.3.1.	Determinación del refuerzo vertical	57
4.5.3.2.	Determinación de la sección de concreto	58
4.5.3.3.	Determinación de los estribos de confinamiento	58
4.5.4.	Diseño de vigas soleras	59
4.5.5.	Diseño de cimentación	60
4.5.6.	Diseño de escalera	63
4.5.6.1.	Predimensionamiento	64
4.5.6.2.	Metrado de escalera	64
4.5.6.3.	Diseño de escalera	65
V.	DISCUSIÓN	68
VI.	CONCLUSIONES	70
VII.	RECOMENDACIONES	72
	REFERENCIAS	73
	ANEXO	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Factor de zona.....	9
Tabla 2: Factor de suelo.	10
Tabla 3: Periodos T_p y T_I	10
Tabla 4: Coordenadas del terreno.	20
Tabla 5: Clasificación del suelo.	22
Tabla 6: Datos del cálculo de la capacidad portante del suelo.....	23
Tabla 7: Propiedades físicas del suelo.....	23
Tabla 8: Propiedades mecánicas del suelo.....	23
Tabla 9: Densidad de muros en XX.....	29
Tabla 10: Densidad de muros en YY.....	29
Tabla 11: Esfuerzo en los muros XX.....	31
Tabla 12: Esfuerzo en los muros YY.....	31
Tabla 13: Peso total de la estructura.	32
Tabla 14: Fuerzas sísmicas ante sismo moderado.	36
Tabla 15: Coordenadas del centro de masa.....	37
Tabla 16: Coordenadas del centro de rigidez.	37
Tabla 17: Modos y periodos de vibración.	38
Tabla 18: Aceleración espectral.....	39
Tabla 19: Control de las derivas en XX	40
Tabla 20: Control de las derivas en YY	40
Tabla 21: Comparación de cortantes de diseño.....	41
Tabla 22: Calculo de rigidez lateral en XX.....	42
Tabla 23: Verificación de irregularidad piso blando en XX.....	42
Tabla 24: Calculo de rigidez lateral en YY.....	42
Tabla 25: Verificación de irregularidad piso blando en YY.....	42
Tabla 26: Verificación de irregularidad masa o peso.....	43
Tabla 27: Verificación de Irregularidad Geometría Vertical.....	43
Tabla 28: Condición de 50% desplazamiento permisible.	44
Tabla 29: Verificación de irregularidad torsional en XX	44

Tabla 30: Condición de 50% desplazamiento permisible.	45
Tabla 31: Verificación de Esquinas Entrantes.	45
Tabla 32: Cortantes y momentos en XX 	49
Tabla 33: Cortantes y momentos en YY 	49
Tabla 34: Resistencia al agrietamiento diagonal XX 	51
Tabla 35: Resistencia al agrietamiento diagonal YY 	52
Tabla 36: Control de fisuración en XX 	53
Tabla 37: Control de fisuración en YY 	53
Tabla 38: Fuerzas internas de muros XX..... 	54
Tabla 39: Fuerzas internas de muros en YY 	55
Tabla 40: Expresiones de fuerzas internas en columnas.	55
Tabla 41: Fuerzas internas del muro MX1..... 	56
Tabla 42: Fuerzas internas del muro MY1..... 	56
Tabla 43: Refuerzo vertical del muro MX1..... 	57
Tabla 44: Refuerzo vertical del muro MY1..... 	57
Tabla 45: Determinación de sección de concreto MX1..... 	58
Tabla 46: Determinación de sección de concreto MY1..... 	58
Tabla 47: Espaciamiento de estribos del muro MX1..... 	59
Tabla 48: Espaciamiento de estribos del muro MY1..... 	59
Tabla 49: Viga solera en el muro MX1 	60
Tabla 50: Viga solera en el muro MY1 	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Zonificación sísmica.....	9
Figura 2: Plano topográfico.....	21
Figura 3: Ubicación de terreno.....	24
Figura 4: Plano de distribución de 1° Nivel.....	25
Figura 5: Plano de distribución de 2° a 4° Nivel	26
Figura 6: Esquema de muros de albañilería.	28
Figura 7: Modelamiento de la estructura	33
Figura 8: Aceleración espectral	40
Figura 9: Sentido de viguetas	46
Figura 10: Diagrama de momento flector.....	47
Figura 11: Diagrama de cortante.....	48
Figura 12: Diseño de escalera.....	67

RESUMEN

El presente proyecto tuvo como finalidad realizar el diseño estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada en el Distrito El Porvenir, Provincia Trujillo, el tipo de investigación del proyecto es cuantitativa no experimental; por lo cual la población y muestra es el área (220 m²) que compete al proyecto. Este mismo está compuesto por 02 viviendas por piso, siendo un total de 08 viviendas, y está conformada por 01 sala, 01 cocina-comedor, 02 SS. HH, 01 dormitorio principal y 02 dormitorios y estacionamientos; siendo un área techada 78 m² c/vivienda.

En la primera etapa del proyecto se realizó los estudios básicos y necesarios, como son la topografía y estudio de mecánica de suelos, el primer estudio mencionado se realizó con GPS, que los datos recogidos del campo fueron procesados en Civil 3D, y se observó que el terreno es "Plano" con pendiente menor al 1%; el segundo estudio se realizó en el laboratorio de mecánica de suelos de la UCV, obteniendo resultados de la clasificación del suelo según (SUCS) , arena mal graduada con limo (SP-SM) , y para el sistema AASHTO (A3-0) una arena fina/excelente a bueno, asimismo una capacidad portante de 1.19 kg/cm².

En la segunda etapa se realizó los trabajos de gabinete, como el diseño arquitectónico de la vivienda multifamiliar, que este cumplió con los requisitos que establece la NTP A.010, siendo las áreas mínimas y las características, la cual se detalla en el primer párrafo. Se distribuyó los muros de albañilería, buscando que garantice rigidez a la estructura en ambos sentidos de análisis. Asimismo, se efectuó el análisis sísmico en el software ETABS, este arrojó los desplazamientos relativos de entrepiso, siendo 0.004 y 0.003 en los sentidos X-X y Y-Y respectivamente, se comparó con el desplazamiento permisible que estipula la NTP E.030. Posterior se realizó el diseño estructural de los elementos de confinamiento y muros portantes, siendo este último el que más soporta las cargas y aporta más rigidez a la estructura. Se obtuvo resultados de cuantías de acero, aplicando las normas técnicas peruanas; se consideró zapata corrida con viga de amarre con medidas de (0.70 x 0.25m) y (0.40 x 0.60m), columnas de 0.25 x 0.13m, vigas de 0.13x0.20m y 0.23x0.20m, losa aligerada de e=0.20m.

Palabras claves: Albañilería confinada, análisis sísmico, diseño estructural

ABSTRACT

The purpose of this project was to carry out the structural design of a confined masonry multifamily house in the El Porvenir District, Trujillo Province, the type of research of the project is quantitative and not experimental; Therefore, the population and sample is the area (220 m²) that corresponds to the project. It is made up of 02 homes per floor, with a total of 08 homes, and is made up of 01 living room, 01 kitchen-dining room, 02 SS. HH, 01 master bedroom and 02 bedrooms and parking spaces; being a covered area 78 m² c / housing.

In the first stage of the project, the basic and necessary studies were carried out, such as the topography and soil mechanics study, the first study mentioned was carried out with GPS, that the data collected from the field was processed in Civil 3D, and it was observed that the land is "Flat" with a slope of less than 1%; The second study was carried out in the soil mechanics laboratory of the UCV, obtaining results of the soil classification according to (SUCS), poorly graded sand with silt (SP-SM), and for the AASHTO system (A3-0) a fine sand / excellent to good, also a load-bearing capacity of 1.19 kg / cm².

In the second stage, the cabinet work was carried out, such as the architectural design of the multi-family house, which met the requirements established by NTP A.010, being the minimum areas and characteristics, which are detailed in the first paragraph. The masonry walls were distributed, seeking to guarantee rigidity to the structure in both directions of analysis. Likewise, the seismic analysis was carried out in the ETABS software, this yielded the relative displacements of the floor, being 0.004 and 0.003 in the directions X-X and Y-Y respectively, it was compared with the permissible displacement stipulated by the NTP E.030. Subsequently, the structural design of the confinement elements and bearing walls was carried out, the latter being the one that most supports the loads and provides more rigidity to the structure. Results of steel quantities were obtained, applying the Peruvian technical standards; Running footing was considered with tie beam with measurements of (0.70 x 0.25m) and (0.40 x 0.60m), columns of 0.25 x 0.13m, beams 0.13x0.20m and 0.23x0.20m, lightened slab e=0.20

keywords: Confined masonry, seismic analysis, structural design

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen varios sistemas constructivos en las edificaciones, siendo una de esas la albañilería confinada, puesto que es muy trabajada en nuestro país para las construcciones de viviendas, ya que son de bajo costo y tiene una respuesta favorable ante un evento sísmico. El problema que se encuentra en nuestro país es que este sistema es muy “abusado” en las construcciones, por causa de los encargados de estas, ya que cuentan con poco conocimiento acerca del tema, y no realizan un adecuado diseño sísmico y estructural para las edificaciones.

La gran cantidad de muerte son ocasionadas por la mala construcción de edificaciones, y no por los eventos sísmicos; tales como en el sismo que ocurrió en Pisco en el 2007, tuvo como resultados un aproximado de 597 fallecidos y 1 289 heridos, los inmuebles destruidos llegaron a 91 240. Según Radio Programa del Perú (2016).

Las viviendas que se encuentran en el distrito El Porvenir, la mayoría de estas no son ejecutadas ni controladas por un ingeniero especialista; por lo cual estas construcciones generan peligro para los habitantes de la zona. Si bien sabemos que un sismo de gran intensidad dañaría en su totalidad las edificaciones del distrito, hasta lograr que colapsen.

En los últimos años la construcción de viviendas en el distrito ha aumentado de forma horizontal, llegando a extender el territorio poblacional, y ¿Por qué no crecer de forma vertical? Esto no produciría en crecimiento saturado de viviendas, evitando este fenómeno, con las construcciones de edificios de viviendas multifamiliares en un determinado espacio, dando las comodidades y seguridad a los habitantes del distrito.

Por todo lo expuesto se realizó el “**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN EL DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA DE TRUJILLO**”, cumpliendo y aplicando las normas técnicas peruanas, siendo la E.070 y E.030 que corresponden a “Albañilería” y “Diseño Sismorresistente” respectivamente, para prevenir daños, colapsos y que la edificación siga funcionando sin inconvenientes ante los eventos sísmicos.

II. MARCO TEÓRICO

Para realizar el proyecto se tuvo como referencias trabajos vinculados al tema, que se presentan a continuación:

Para Hernández (2012) en su tesis titulada “Diseño estructural de un edificio de vivienda de albañilería confinada”, tuvo como finalidad analizar y diseñar un edificio de 5 pisos con tanque elevado para el uso de viviendas, en Lima. El edificio del proyecto tiene un área aproximada a 260 m², de los cuales 235 m² de área techada; de tal forma se distribuirá 04 departamentos por piso de 50 m². Además, el terreno del proyecto es una grava arenosa típica de Lima, con capacidad admisible de 4 kg/cm² a una profundidad de 1.50 m.

Se finalizó, que los muros se ajustaron a la geometría de la planta para prevenir el efecto de torsión, además se usó un $R=6$ en el análisis sísmico, este factor se comprobó cotejando las resistencias de corte que absorben las placas ante la cortante en la base, asimismo la construcción informal se tiende a construir tabiques y alfeizares sin elementos de arriostre, que fueron comprobados en la presente tesis la importancia que requieren. La losa de cimentación se distribuye dos mallas del mismo diámetro y espaciamiento en toda el área. La estructura tiene un costo de S/. 372 624.75.

Escamildo (2017), cuya tesis titulada “Diseño estructural de una edificación de albañilería confinada de 8 pisos en la ciudad de Trujillo, La Libertad”, su finalidad fue analizar el diseño sísmico de una edificación, adaptando los criterios de resistencia y diseño de la norma E 0.70. Se propuso modificar el modo de falla de los muros, de resistencia de corte a flexión. Incrementado la relación de esbeltez ($\text{Altura} / \text{Largo} > 2$); con esto se aumenta la deriva de entrepiso de 0.005 a 0.007, para determinar su desempeño frente a distorsiones de entrepiso y comprobar la capacidad de resistencia ante las fuerzas sísmicas.

Se concluyó que el diseño arquitectónico debe ser simétrico, funcional y sencillo, la densidad de muros deberá ser al menos 30% mayor que la mínima estipulada en la norma E 0.70. Se aumentó la rigidez torsional ubicando el mayor número de los muros en el perímetro, con la finalidad de impedir excentricidades ocasionadas por la

desigualdad de rigideces. Además, los desplazamientos inelásticos máximos fueron 0.00468 y 0.00585 en las direcciones XX y YY respectivamente. Se comprobó la cortante actuante es menor que el 55% del ($V'm$), así se asegura que el edificio actué elásticamente bajo un sismo moderado.

Jiménez y Julca (2018), realizaron el diseño estructural de un edificio de 5 niveles de albañilería confinada en la ciudad de Trujillo. El área para este es de 416 m², donde en la primera etapa se realizaron los estudios de topografía y mecánica de suelos, en la segunda etapa se realizó el diseño arquitectónico del edificio cumpliendo los requisitos de la norma A.010 y A.020, posteriormente se realizó el análisis sísmico en el software ETABS semejando el comportamiento de la estructura. Para el diseño de los elementos de confinamiento se usó los programas ETABS, SAFE y SAP; los cuales arrojaron las cuantías de acero.

Los estudio topográfico y mecánica de suelos, arrojaron un terreno plano con pendiente menor al 1% y una arena mal graduada, con capacidad portante de 1.28 kg/cm² a una profundidad de cimentación de 1.50 m respectivamente. Además, se cumplió con los requisitos de las dimensiones mínimas, estipuladas en la norma A.010. También se utilizó el software ETABS para acercarse al comportamiento real, obteniendo los mayores desplazamientos en los sentidos $XX= 0.0048$ y $Y=0.0038$, estos valores son mínimos al establecido por la norma E.030

Salinas (2013), en su tesis “Análisis y diseño estructural de una vivienda multifamiliar de mampostería”, la finalidad de la tesis es realizar una vivienda de 3 niveles estructurada a base de muros de mampostería confinada y reforzada interiormente. Se diseñó 3 departamentos de 55 m², la distribución arquitectónica contará con 2 recamaras, 2 baños, 1 cocina, 1 comedor y una sala principal y lugar de estacionamiento; el espesor de muros de mampostería de 11.5 cm de espesor, que estos muros se apoyan sobre losa de cimentación de 13 cm, la losa maciza de 12cm de espesor entrepiso y de 18cm en la planta de azotea.

Es primordial que la geometría y posición de los muros se diseñen adecuadamente para determinar un mejor comportamiento estructural; la comprensión diagonal es

$V_m^*=3.5$ kg/cm², siendo necesario el uso de mampostería de calidad y factores de diseño conocidos. Además, las distorsiones de entrepiso en la dirección X y Y; son 0.0030 y 0.0021 respectivamente. También se consideró la interacción del suelo – estructura para configurar de una manera adecuada a través de resortes equivalentes la cimentación, se debe valorar las deformaciones del suelo indicados por el encargado del estudio de suelo.

Merodio y Vásquez (2018), realizaron el análisis del comportamiento estructural de una edificación de cinco pisos diseñada con los sistemas de albañilería confinada y muros de ductilidad limitada en suelo flexible en la ciudad de Piura. Según el EMS realizado en el 2002 por INDECI y UNP, determino al suelo de la ciudad como suelo blando o Tipo S3.

Concluyendo que el sistema de MDL su resistencia al corte es hasta 3.73 veces más del corte actuante, por lo tanto, el sistema mencionado tiene un mejor comportamiento que el otro sistema analizado. El factor de amplificación del suelo intervino en el comportamiento de la estructura, donde los resultados fueron mayores que lo establecido en la norma, por lo tanto, se sustituyó muro de albañilería por muros de corte; las distorsiones mayores obtenidos fueron 0.003 y 0.0016 en los sentidos X y Y respectivamente. Así mismo la fuerza sísmica aumento debido al tipo de suelo blando que se tiene en el lugar, se puede evidenciar en los muros agrietados de la estructura, además la irregularidad torsional fue fundamental para definir los espesores de los muros en ambos sistemas. Por último, el mayor costo de reparación es el sistema de albañilería confinada ante el otro sistema analizado, así también se estimó que el sistema de Muros de Ductilidad Limitada es 30% más barato que el otro sistema.

Lingán (2018), su tesis “Análisis y diseño estructural comparativo entre los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada para una vivienda multifamiliar”, la finalidad es analizar el comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de los sistemas mencionados ante un movimiento sísmico. Se estructuro en ambas direcciones con espesores de muros 0.12 m y 0.10 m y 0.13 m y 0.25 m, respectivamente a sistemas de MDL y AC, se realizó el análisis sísmico estático y

dinámico con combinación espectral, para obtener los desplazamientos máximos entrepisos; para los sistemas de MDL y AC se logró tener las distorsiones en los sentidos X y Y, siendo 0.00031 y 0.00047; ambos sistemas cumplen con la deriva máxima que indica en la norma 0.005.

La conclusión es que la simetría de la estructura es muy primordial para la reducción de irregularidades, Además el sistema de Albañilería confinada tiende a deformarse más que el otro sistema analizado pero el sistema de Muros de ductilidad limitada es más rígido.

Quiroz (2016), en su tesis titulada “Comparación del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar proyectada mediante los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca”, tuvo como objetivo comparar el comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar con los sistemas de MDL y AC, el primero es un sistema nuevo en su uso en la ciudad y representan elementos estructurales más confiables, el sistema de AC es muy usada en la zona, y su conocimiento de este. Por lo que en su mayoría lo elaboran de manera informal sin asesoramiento técnico.

Se concluye que ambos sistemas coinciden o cumplen con los requisitos de las normas técnicas peruanas, además los comportamientos estructurales para ambos sistemas cumplen con la norma, siendo que el sistema de MDL tiene una distorsión de 0.0016 y es más rígida, por lo tanto, el AC su distorsión es de 0.0035 y es más dúctil, y no ocasiona de una falla explosiva a cambio del otro sistema que si provoca una falla muy explosiva.

Pineda (2017), en su tesis “Diseño estructural de viviendas sismo resistente en la ribera del rio Rímac y en las laderas del cerro en El Agustino, Lima”, la finalidad fue usar las normas técnicas de Estructuras para diseñar viviendas sismo resistente. En la etapa inicial se presenta información acerca del estudio suelo, elaborado por la empresa “GEOCONSUL S.A”, luego se diseñó los planos arquitectónicos para distribuir los elementos estructurales, y se finalizó con el análisis sísmico que se efectuó en el software ETABS, realizando la modelación estructural, con el análisis

sísmico estático y dinámico para que posterior se obtenga las distorsiones menores según la norma E.030.

Los estudios de suelo realizados por la empresa mencionada arrojaron resultados del tipo GM - GP y SP – SM, en los lugares analizados respectivamente, así mismo se estructuro según las propiedades del suelo, las condiciones sísmicas y finalmente la geometría del área del proyecto, se alcanzó un comportamiento eficaz cumpliendo los requisitos de la norma E.070 de Albañilería. Se finalizó con el análisis sísmico pudiendo observar que las masas participativas de los 3 primeros modos estuvieron sobre el 90 %, además de las derivas de entrepiso estuvieron por debajo de lo estipulado en la norma E.030, siendo las mayores 0.0018 y 0.0006 en ambos sentidos de análisis, además se cumplió el 80 % de cortante estática para estructuras regulares.

La teoría es muy importante para entender términos asociados al proyecto, por tal se definió términos principales del proyecto.

Para todas las edificaciones a proyectarse es necesario conocer la orografía del terreno, que se logra con el estudio topográfico, para Mendoza (2012) el levantamiento topográfico es, “Determinar la posición relativa medio de la recopilación y procesamiento de la información de la superficie terrestre, considerando una superficie plano horizontal”.

Asimismo, las características del suelo, ya que es un factor importante para determinar el tipo de cimentación que se empleará en la edificación.

Para Botía (2015), define que el estudio de suelos es, “La ciencia que estudia y determina las propiedades de una masa de suelo, con herramientas y cálculos que se puede conocer y adelantar el comportamiento del suelo”. Esto se puede interpretar como el análisis que determina las características del suelo, a través de cálculos o procedimientos para obtener las propiedades físicas, como son la resistencia del suelo, la permeabilidad, asentamientos.

Albañilería confinada, sistema constructivo de viviendas no muy esbeltas, Vásquez y Merodio (2018), indican que es un “Sistema estructural de muros portantes de albañilería confinada mediante elementos de confinamiento; es muy usado para edificaciones de viviendas unifamiliares y multifamiliares”.

Existen dos tipos de muros de albañilería confinada, que para San Bartolomé (1994), los muros portantes se emplean como elementos estructurales de una edificación, y están sometidos a un tipo de acción externo. Y los muros no portantes son los que no reciben cargas verticales, y están conformados por cerco, parapetos y tabiques. Están diseñados para soportar cargas perpendiculares a su plano.

Los muros de albañilería presentan fallas importantes, las cuales se presentan a continuación:

La falla por corte para Damián (2013), “Se caracteriza por un agrietamiento diagonal del paño de albañilería y es consecuencia de las tensiones de tracción diagonal que se produce en el paño”.

Según Damián (2013), la falla por flexión “Se presenta en muros esbeltos, en muchos casos cuando en las columnas se generan tracciones enormes; produciéndose la fluencia de los aceros longitudinales”.

Para Damián (2013), “La falla por deslizamiento se produce a lo largo de junta horizontal del mortero, causado por un problema en la adherencia por corte en la junta”.

Además, los elementos de confinamiento para Abanto (2017), “Están conformadas por las columnas de amarre y vigas soleras, y están hechas de concreto armado”. Las columnas de amarre contribuyen a la resistencia de cargas verticales y las vigas soleras reparten las cargas horizontales.

Las viviendas multifamiliares son un conjunto de viviendas que acogen a una cantidad determinada de familias, donde la convivencia o relación no es obligatoria.

Las normas técnicas peruanas que contribuyen al desarrollo del diseño de una edificación son la E.020 que corresponde a “Cargas”. Esta NTP nos da valores mínimos que están establecidos, por tal motivo no se usará valores menores.

Las cargas estipuladas en esta norma son: La carga muerta y carga viva, el primero es considerado el propio peso de sus materiales, y la segunda carga se considera el tipo de uso del área.

La norma técnica peruana para efectuar el análisis sísmico de una edificación es la E.030 “Diseño Sismorresistente”, donde los criterios estipulados en esta norma se deben cumplir para brindar un buen diseño estructural y dar protección a los habitantes.

La filosofía de la NTP E.030, se basa en evitar pérdida de vidas humanas, minimizar los daños de las edificaciones, y también los servicios básicos sigan funcionando después de un evento sísmico.

El objetivo del peligro sísmico es estimar el movimiento del terreno de un lugar determinado, esto quiere decir que se debe evaluar el tamaño del sismo en la zona de estudio.

Por lo tanto, la NTP E.030 nos proporciona factores sísmicos; que se presentan a continuación:

Zonificación. - Actualmente nuestro país está dividido en cuatro zonas. Representan la sismicidad de cada región del Perú, basándose en las propiedades de las oscilaciones sísmicas.



Figura 1: Zonificación sísmica
Fuente: Norma E.030

Este factor Z se interpreta como la aceleración máxima en la geografía de los lugares, con la probabilidad del 10% de ser excedida en un tiempo de 50 años, este factor se puede apreciar en la tabla 01.

Tabla 1: Factor de zona.

FACTOR DE ZONA	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Fuente: Norma técnica E.030

Microzonificación sísmica. - Está relacionado al factor de zona y el perfil del suelo, donde este último es el tipo de suelo que se recoge del estudio de mecánica de suelos. También los periodos T_p y T_I corresponden a cada tipo de suelo, se muestran en las tablas 2 y 3.

Tabla 2: Factor de suelo.

FACTOR DE SUELO				
	S0	S1	S2	S3
Z1	0.80	1.00	1.05	1.10
Z2	0.80	1.00	1.15	1.20
Z3	0.80	1.00	1.20	1.40
Z4	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Norma técnica E.030

Tabla 3: Periodos Tp y Tl.

PERIODOS Tp y Tl				
	PERFIL DE SUELO			
	S0	S1	S2	S3
Tp	0.30	0.40	0.60	1.00
Tl	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: Norma técnica E.030

Factor de amplificación sísmica. - Este factor C es la que amplifica la aceleración de la estructura con respecto de la aceleración del suelo. Donde interactúa el periodo de vibración y los parámetros de sitio Tp y Tl. Se determina con 3 siguientes casos:

$$T < T_p \quad C = 2.5$$

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

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

Así también el periodo fundamental de vibración "T", se calcula con la expresión siguiente para cada sentido analizado:

$$T = \frac{h_n}{C_t}$$

Dónde:

Hn: altura total de la edificación.

Ct: 35 para pórticos de concreto armado

Ct: 45 para ascensores, escaleras y pórticos de acero de arriostre.

Ct: 60 para edificios de albañilería y concreto armado duales.

Factor de importancia o uso. - Todas las estructuras están calificadas por esta norma dependiendo su categoría, y son las siguientes: Esenciales, importantes, comunes y temporales. El factor de uso se empleará según la jerarquía que tenga el proyecto.

Sistemas estructurales y coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas. - Se clasifican según los materiales empleados. En las direcciones de análisis se podrá tomar el menor valor de R_o , si hubiese más de un sistema estructural.

Irregularidades. - Las edificaciones deben analizarse para conocer si son estructuras regulares e irregulares según la NTP E.030.

Por lo tanto, el coeficiente de reducción sísmica, se deduce en:

$$R = R_o * I_p * I_a$$

Dónde:

R_o : Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas.

I_p : Irregularidad en planta.

I_a : Irregularidad en altura.

Separación entre edificios. - Las estructuras deben estar distanciadas con las edificaciones colindantes para evitar el choque cuando se produzca una oscilación. La distancia no será menor que los 2/3 de la suma del desplazamiento máximo ni menor que:

$$S = 0.006 * h > 0.03m$$

La norma técnica peruana E.050 que corresponde a "Suelos y Cimentaciones", la finalidad de esta es brindar requisitos para elaborar los EMS, además obtener resultados que contribuyan a la estabilidad y duración de las edificaciones. Así también

esta norma nos indica en que edificaciones se obliga realizar el EMS, y son los siguientes:

Edificaciones que albergan una cantidad de personas, de 4 o más pisos cual sea su área, industriales, fabricada, similares o requiera uso de pilares y pilotes.

La elaboración del diseño estructural se empleó la norma técnica peruana E.070 “Albañilería”, poniendo en práctica los requisitos que estipula la norma mencionada.

Espesor Efectivo. - La norma nos indica que “El espesor mínimo se calculará con las siguientes expresiones, según corresponde a su zona de proyecto”.

- Zona sísmica 1

$$t > h/25$$

- Zonas sísmicas 2 y 3

$$t > h/20$$

Donde:

h : Altura libre entre los elementos de arriostre horizontales

t : Espesor efectivo de muro

Esfuerzo axial máximo. - Se produce por la carga de gravedad máxima de servicio (Pm), incluyendo el 100 % de Sobrecarga, deberá ser inferior a la siguiente:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L*t} \leq 0.2 * f'_m * \left[1 - \left(\frac{h}{35*t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f'_m$$

Dónde:

L: longitud de muro.

f'm: Resistencia a compresión axial de albañilería (kg/m²)

Pm: Carga de gravedad máxima.

t: Espesor efectivo de muro.

Densidad de muros. - Con la siguiente expresión se obtendrá el cálculo correspondiente.

$$\frac{\text{Area de corte de los muros reforzados}}{\text{Area de la planta típica}} = \frac{\sum Lt}{Ap} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Dónde:

Z, U, S: Parámetros sísmicos.

N: Número de pisos.

L, t: Dimensiones de muros.

La verificación de los muros de albañilería debe cumplir con los requerimientos de la NTP E.070, y se determina con las siguientes expresiones:

El control de fisuración. - Tiene como propósito eludir las fisuraciones de los muros ante sismos moderados, para cada entrepiso se controla la ocurrencia de las fisuras por el corte producido. Se resolverá con el siguiente enunciado:

$$\text{Fuerza cortante admisible} = V_e < 0.55 V'_m$$

Dónde:

V'm: Fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal.

V_e: Fuerza cortante que se produce por un sismo moderado.

Resistencia al agrietamiento diagonal. - Se realiza el cálculo para cada nivel, siguiendo la expresión que se muestra a continuación:

$$V_m = 0.5 * V'_m * a * t * L + 0.23 * P_g$$

Dónde:

V'm: Resistencia al corte.

P_g: Carga gravitacional de servicio.

L: Longitud de muro.

t : Espesor de muro.

a: Factor de reducción de resistencia por corte.

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

Dónde:

Ve: Fuerza cortante del muro.

Me: Momento flector del muro.

Para elaborar el proyecto, se planteó la siguiente interrogante:

¿Cuál es el diseño estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada en el Distrito El Porvenir – Provincia Trujillo?, que cumplan con lo establecido en las normas técnicas peruanas.

Las justificaciones del proyecto son:

La justificación teórica del proyecto es que al realizar el diseño de la vivienda multifamiliar debe cumplir con los criterios de las NTP A.010, A.020, E.030, E0.60 y E.070 para cada finalidad establecida.

La justificación técnica del proyecto es que el diseño cumpla con los requisitos y parámetros, brindando una mejor respuesta a los eventos sísmicos, y evitar que las edificaciones colapsen o dañen.

La justificación metodológica del proyecto es que el diseño contribuirá con información a construcciones de viviendas, utilizando el sistema constructivo de albañilería confinada, donde se aplicaran las normas técnicas peruanas.

La justificación práctica del proyecto nos permite poner en desarrollo los conocimientos adquiridos para mejorar el desempeño de las viviendas ante eventos sísmicos, y proteger las vidas de los habitantes.

La hipótesis del proyecto es que: el diseño estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada en el Distrito El Porvenir – Provincia Trujillo, cumple con lo establecido en las normas técnicas peruanas.

Como objetivo general se planteó realizar el diseño estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada en el distrito El Porvenir, Provincia Trujillo, que cumplan con los requisitos estipulados en las normas técnicas peruanas.

Para lograr el objetivo general, se propuso los siguientes objetivos específicos:

- ✓ Realizar el levantamiento topográfico del área del terreno.
- ✓ Realizar el estudio de mecánica de suelos.
- ✓ Diseñar la distribución arquitectónica de la vivienda multifamiliar.
- ✓ Efectuar el análisis sísmico de la vivienda multifamiliar con el programa ETABS.
- ✓ Realizar el diseño estructural de la vivienda multifamiliar.

III. MÉTODO

3.1. Tipo y Diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Según su enfoque : Cuantitativo

Según Borja (2012), es cuantitativo cuando se “Conoce la realidad a través de la recolección y análisis de datos”; por lo consiguiente el proyecto requirió de mediciones numéricas, que ayudaron a tener datos reales o exactos del terreno.

Según la temporalidad : Transversal

Según Hernández (2014), es transversal porque se “Realizan observaciones en un momento o tiempo único”. Este proyecto se determinó en un determinado tiempo.

Según el nivel : Descriptivo

Para Hernández (2014) es descriptivo, ya que “Busca determinar las propiedades y características principales de cualquier fenómeno que se analice”. El proyecto detalló la solución a la problemática planteada sin alterar la variable.

Según la finalidad : Aplicada

Borja (2012), nos dice que es aplicada porque “Busca conocer, actuar, construir y modificar una realidad problemática”. Tal manera el proyecto se elaboró para resolver un problema no ajeno a nuestra realidad.

3.1.2. Diseño de Investigación

Proyecto de investigación es de diseño no experimental descriptivo, ya que su propósito es detallar características de un problema.

M ----- O

Dónde:

M: Diseño estructural de albañilería confinada.

O: Recolección de datos de los estudios topográfico y mecánica de suelo.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variable

La variable del presente proyecto es: Diseño Estructural de una Vivienda Multifamiliar de Albañilería Confinada.

3.2.2. Operacionalización

La matriz de operacionalización (Ver Anexo 01), se planteó las siguientes dimensiones para el presente proyecto:

- Estudio topográfico.
- Estudio de mecánica de suelos.
- Diseño arquitectónico.
- Análisis sísmico
- Diseño estructural.

3.3. Población, muestra

3.3.1. Población

Compete el área del terreno que se usó para realizar el diseño de la vivienda multifamiliar.

3.3.2. Muestra

Compete el área del terreno que se usó para realizar el diseño de la vivienda multifamiliar.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

3.4.1. Técnica

Este proyecto utilizó la observación directa. Para conocer las características físicas del proyecto, como son: el estudio de topografía y mecánica de suelos, además los planos correspondientes a cada especialidad.

3.4.2. Instrumento

El proyecto tuvo como instrumento la ficha de observación para la recolección de información, esta misma se elaboró por el investigador según el objetivo planteado.

3.4.3. Validez y confiabilidad

Los instrumentos empleados en este proyecto fueron validados por profesionales especializados.

3.5. Procedimiento

Con el aplicativo de GPS se realizó el levantamiento topográfico del terreno, se obtuvo las coordenadas de los vértices del área del proyecto. Luego esos datos fueron procesados y representados en un plano que indicara las curvas de nivel, el perímetro y área del proyecto.

Se realizó una calicata dentro del área del terreno, que luego se llevó las muestras al laboratorio de mecánicas de suelos de la UCV; para realizar el estudio de suelos y así poder conocer las características del suelo.

Se diseñó el plano arquitectónico en el software AutoCAD, considerando y cumpliendo los criterios de la norma técnica peruana correspondiente a "Arquitectura".

Se usó el programa ETABS, donde se modeló la estructura y se sometió a un análisis sísmico, para obtener los desplazamientos y verificar que cumplan con la Norma Técnica Peruana E.030.

Se realizó el diseño estructural cumpliendo los criterios de las siguientes normas: E.020, E.050, E.060 y E.070. Teniendo en cuenta que cada norma tiene un fin específico en el diseño.

3.6. Métodos de análisis de datos

▪ Estudio topográfico

Se utilizó un GPS para obtener las coordenadas UTM de los vértices del área de terreno.

▪ Estudio de mecánica de suelos

Se empleó las herramientas del laboratorio de mecánica de suelos de la UCV para obtener las características del suelo del terreno, como son la capacidad portante, granulometría, tipo de suelo, etc.

▪ Diseño de distribución arquitectónica

Se usó el software de AUTOCAD 2018 para la distribución arquitectónica de la vivienda, cumpliendo con los criterios de la Norma Técnica Peruana A.020.

▪ Análisis sísmico

Se usó el software ETABS para simular el movimiento de la estructura, y se verificó que los desplazamientos obtenidos del software ETABS, cumplan con el desplazamiento máximo de la norma E.030.

▪ Diseño estructural

Se utilizó las siguientes normas técnicas peruanas: E.20; E.050; E.060 y E.070 correspondientes a cada fin.

3.7. Aspectos éticos

El proyecto se hizo con responsabilidad del autor; brindando resultados veraces, así mismo los datos adquiridos fueron avalados por el asesor especializado y encargados del laboratorio de mecánica de suelos de la UCV.

IV. RESULTADOS

4.1. Estudio topográfico

4.1.1. Generalidades

El estudio se realizó con la finalidad de conocer las medidas exactas del terreno, además de eso se puede notar las curvas de nivel.

4.1.2. Trabajos realizados

4.1.2.1. Trabajo de campo

Se visitó el terreno a realizar el levantamiento topográfico con un GPS, y posicionándose en los vértices del terreno se obtuvo las coordenadas en sistema UTM WGS84, además se tomó un punto en el centro del terreno para obtener las curvas de nivel.

4.1.2.2. Trabajo de gabinete

Se exportó los datos obtenidos del levantamiento topográfico (Ver tabla 4), al software AutoCAD Civil 3D, para que posteriormente se delimite el área y perímetro del terreno, además observar las curvas de nivel a una equidistancia de 1m.

Tabla 4: Coordenadas del terreno.

Puntos del terreno (WGS84)				
Punto	Norte	Este	Descripcion	Distancia (m)
1	9107269.7	721530.32	P1-P2	21.76
2	9107277.2	721509.88	P2-P3	10.05
3	9107268.6	721504.73	P3-P4	21.81
4	9107261.1	721525.2	P4-P1	10.07

Fuente: GPS.

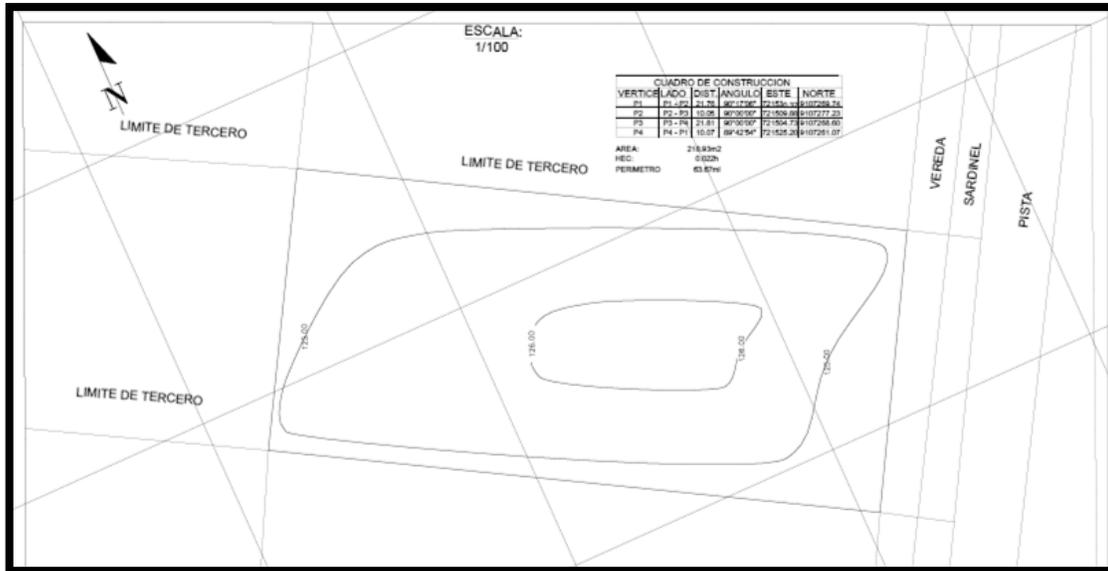


Figura 2: Plano topográfico.
 Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2 se observa el área del terreno del proyecto siendo un aproximado de 220 m² y el perímetro es de 63.69 m, además se muestra las curvas de nivel a una equidistancia de 1 m, por lo que se puede decir que el terreno del proyecto es “PLANO”, no presenta relieve importante y la pendiente es menor a 1%.

4.2. Estudio de mecánica de suelos

4.2.1. Generalidades

La finalidad del estudio de mecánica de suelos es conocer las características del suelo donde se elaboró el proyecto, tales como: el tipo de suelo, la resistencia del suelo y otras características físicas y mecánicas que presenta el suelo. Una vez sabiendo todo esto se procedió a calcular la cimentación del proyecto.

4.2.2. Trabajo de campo

Se realizó una calicata de 3m de profundidad en el terreno del proyecto, ubicado en la Calle Liberación, sector Miguel Grau III Fase – El Porvenir; se extrajo una muestra de 4kg de cada estrato existente, que posteriormente fueron llevadas al laboratorio de mecánicas de suelos de la UCV, con el fin de ser estudiadas para conocer sus características físicas y mecánicas. (Ver anexo 02).

4.2.3. Ensayos

4.2.3.1. Descripción del perfil estratigráfico

Se describió el perfil estratigráfico del suelo que se encontró en el terreno:

CALICATA N°1

0.00– 0.30 m. se encontró material contaminado u orgánico.

0.30 – 1.50 m, se encontró una composición del estrato siendo “arena mal graduada con limo” (SP-SM) y “arena fina / excelente a bueno” (A-3) (0), según los sistemas SUCS y AASHTO respectivamente. Con un porcentaje del 5.87 de finos.

1.50 – 3.00 m, se encontró una composición del estrato siendo “arena mal graduada” (SP) y “arena fina / excelente a bueno” (A-3) (0), según los sistemas SUCS y AASHTO respectivamente. Con un porcentaje del 4.63 de finos.

4.2.3.2. Clasificación de suelos

Los estudios realizados en el laboratorio, se clasificó según los Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y ASSHTO, esta se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 5: Clasificación del suelo.

Estudio	Clasificación	Descripción
SUCS	SP-SM	Arena mal graduada con limo
AASHTO	A-3 (0)	Arena fina/Excelente a bueno

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la UCV.

4.2.4. Cálculo de la capacidad portante

Los resultados obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo, arrojó a una profundidad de 1.00 m, ángulo de fricción de 26°.

Tabla 6: Datos del cálculo de la capacidad portante del suelo.

CONSIDERANDO FALLA LOCAL POR CORTE						
Angulo de Friccion ϕ	Nc	Nq	Ny (Versic)	Nq/Nc	Tang ϕ	qadm (Kg/cm ²)
26.00	22.254	11.854	12.539	0.563	0.488	1.19

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la UCV.

En la tabla mostrada se aprecia la resistencia del suelo o la carga admisible de diseño, este tiene un valor de 1.19 kg/cm² o 11.90 tn/m².

4.2.5. Resultados

Se realizó los ensayos en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo, para determinar las propiedades mecánicas y físicas del suelo donde se elaborará el proyecto de la vivienda multifamiliar.

Tabla 7: Propiedades físicas del suelo.

CALICATA				PROPIEDADES FISICAS						
N°	Estrato	Ubicación	Prof. Estrato	% CH	%Finos	% Arenas	% Gravas	% LL	% LP	% IP
C-1	E-1	Muestra 1	1.50	2.97	5.87	94	0.13	NP	NP	NP
	E-2	Muestra 2	3.00	3.19	4.63	95.29	0.08	NP	NP	NP

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la UCV.

Tabla 8: Propiedades mecánicas del suelo.

CALICATA				PROPIEDADES MECÁNICAS					
N°	Estrato	Ubicación	Prof. Estrato	MDS (g/cm ³)	OCH %	CBR 100%	CBR 95%	PU (g/cm ³)	Qadm. (kg/cm ²)
C-1	E-1	Muestra 1	1.50						
	E-2	Muestra 2	3.00					1.145	1.19

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la UCV.

Los ensayos de límites de consistencia, contenido de humedad, análisis granulométrico de suelos y peso unitario se realizaron en el laboratorio de mecánica de suelos (Ver anexos).

4.3. Diseño arquitectónico

4.3.1. Concepción general

La finalidad es poder satisfacer la necesidad de la población, brindando un compartimiento de los ambientes adecuado para cada uso. Cumpliendo los requisitos que estipula la norma de “Arquitectura”.

4.3.2. Entorno Urbano

El terreno del proyecto se encuentra ubicado en la Calle Liberación del Distrito El Porvenir, a espaldas de la Av. Revolución y en frente está el Colegio José María Arguedas. Cerca al lugar se encuentra la Posta de Salud Gran Chimú. (Ver figura 3).

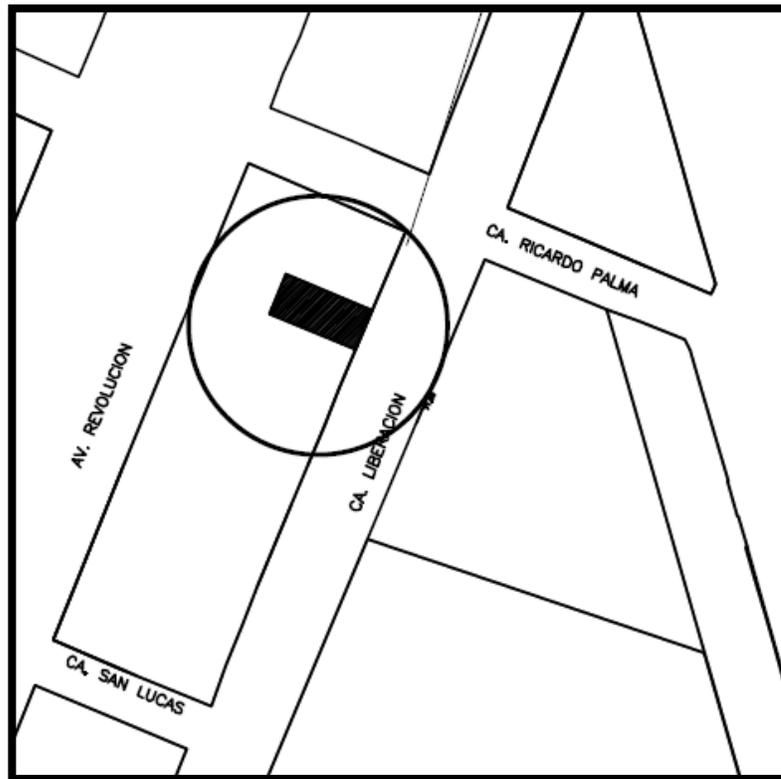


Figura 3: Ubicación de terreno
Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Descripción arquitectónica

La distribución arquitectónica de la vivienda multifamiliar presenta planos de distribución y corte, donde se detalló los ambientes de cada departamento, el área del proyecto es aproximada 220 m². La vivienda multifamiliar se distribuirá con dos departamentos de 85 m² aproximado por piso, siendo un total de 8 departamentos; que tendrán la siguiente descripción:

Sala, cocina-comedor, 3 dormitorios, SS. HH de visita y SS.HH. Como se muestra en las figuras:

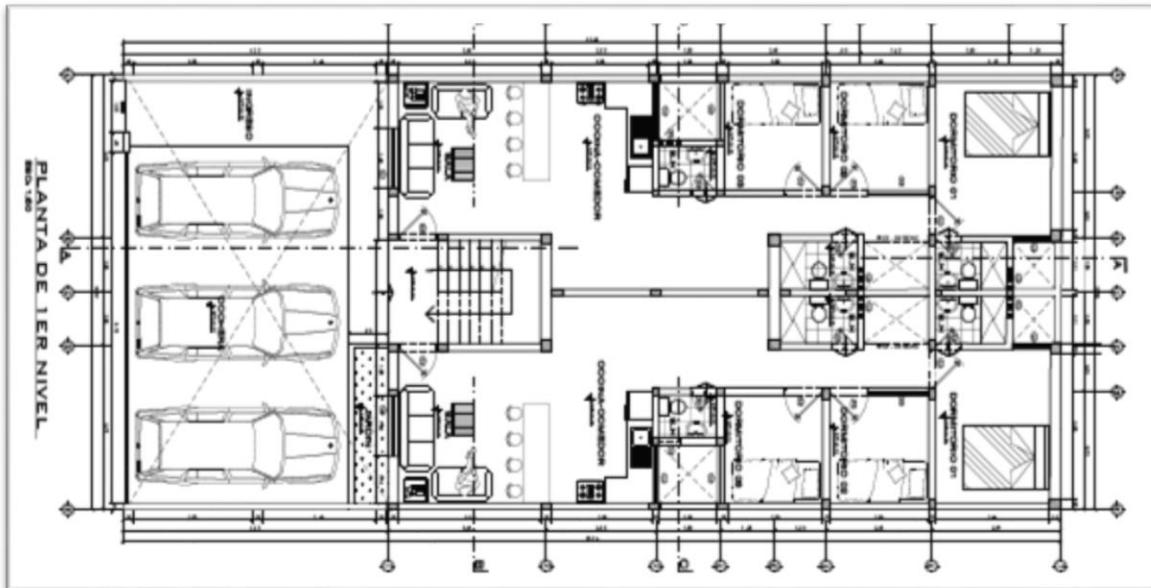


Figura 4: Plano de distribución de 1° Nivel

Fuente: Elaboración propia.

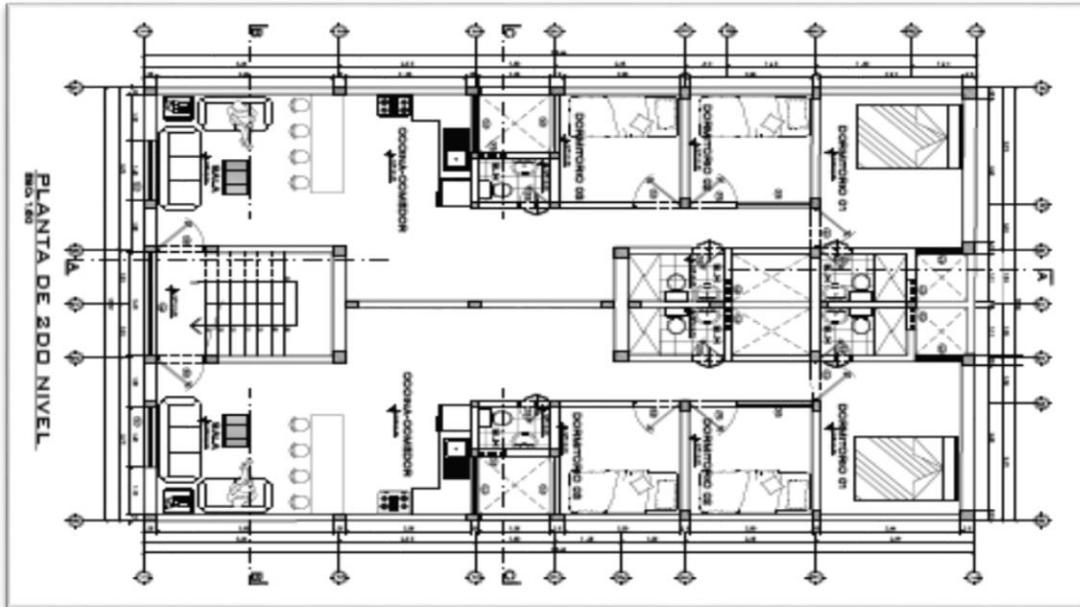


Figura 5: Plano de distribución de 2° a 4° Nivel

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4. Criterios arquitectónicos para el diseño

Se consideró los criterios establecidos por la norma de Arquitectura, siendo la mínima área de los ambientes, dimensiones, área libre. El presente proyecto cumple los criterios de la norma asignada para esta especialidad.

4.4. Análisis sismorresistente

4.4.1. Generalidades

Se consideró las NTP E.020 y E.030, para realizar un análisis adecuado y que permita que la edificación no sufra daño o colapse. Con el software ETABS se modeló la estructura para verificar si la distorsión es menor que lo que estipula la NTP E.030 en la tabla N° 11.

Además, se realizó el predimensionamiento de los elementos estructurales, luego el metrado de cargas, para conocer el peso de la estructura.

4.4.2. Predimensionamiento

4.4.2.1. Predimensionamiento de losa aligerada

Se estimó realizar una losa aligerada en una dirección, en la tabla 9.1 de la NTP E.060 señala la expresión para calcular el espesor de losa, es la siguiente:

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

Donde L_n es la luz libre mayor de eje a eje.

En este proyecto la luz mayor es de 3.70 m ubicado en la sala de la vivienda multifamiliar, y realizando el cálculo se obtuvo lo siguiente:

$$h = \frac{3.70}{25} = 0.148 \text{ m}$$

Se estimó un peralte de 20 cm de losa aligerada.

4.4.2.2. Predimensionamiento de muros

4.4.2.2.1. Espesor de muro

Se usó el ladrillo Lark tipo V, de alta resistencia a la compresión para muros portantes, tipo King Kong 50% de vacíos. (Ver anexo 12).

La NTP E.070, indica la expresión para calcular el espesor de los muros, este depende de la zona sísmica del proyecto y es la siguiente:

$$t > h/20$$

Donde h es la altura libre de muro.

En el proyecto se utilizó una altura de muro de 2.50 m, realizando el cálculo tendremos el espesor efectivo del muro.

$$t > 2.50 \text{ m}/20$$

$$t = 0.125 \text{ m}$$

Por lo tanto, el espesor efectivo de muros de 0.13 m.

El proyecto presenta espesores efectivos de muro 0.13 (con tarrajeo 0.15m) y 0.23 m (con tarrajeo 0.25) para los siguientes sentidos.

En los muros del sentido X-X se consideró usar el espesor efectivo de 0.23 m para los siguientes muros: MX1, MX5, MX8, MX9.

En el sentido Y-Y se consideró espesor efectivo de 0.13m. Tal como se muestra en la figura adjunta a continuación:

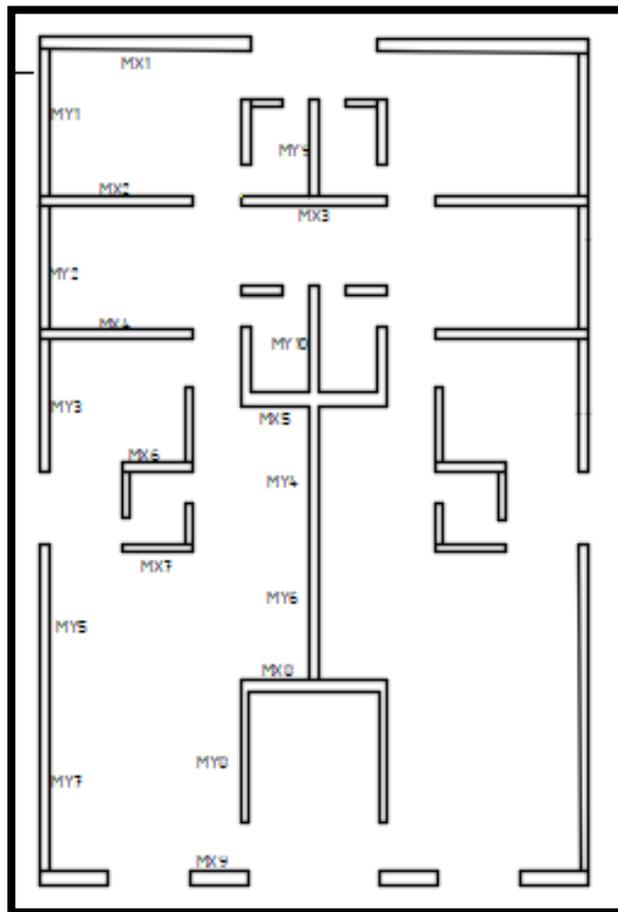


Figura 6: Esquema de muros de albañilería.
Fuente: Elaboración propia.

4.4.2.2.2. Densidad de muros

La NTP E.070 de albañilería, indica la siguiente expresión para calcular la densidad de muros portante.

$$\frac{\text{Area de corte de los muros reforzados}}{\text{Area de la planta típica}} = \frac{\sum Lt}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

$$\frac{ZUSN}{56} = \frac{0.45 * 1.0 * 1.10 * 4}{56} = 0.351$$

Tabla 9: Densidad de muros en XX

DIRECCION X-X				
MURO	Cantidad	Long. (m)	Espesor (m)	Area (m2)
MX1	2	3.85	0.23	1.77
MX2	2	2.80	0.13	0.73
MX3	1	2.60	0.13	0.34
MX4	2	2.80	0.13	0.73
MX5	1	2.60	0.23	0.60
MX6	2	1.30	0.13	0.34
MX7	2	1.30	0.13	0.34
MX8	1	2.60	0.23	0.60
MX9	2	1.20	0.23	0.55
TOTAL				5.99
AREA TECHADA				157.60
DENSIDAD DE MUROS				0.038

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10: Densidad de muros en YY

DIRECCION Y-Y				
MURO	Cantidad	Long. (m)	Espesor (m)	Area (m2)
MY1	2	2.80	0.13	0.73
MY2	2	2.30	0.13	0.60
MY3	1	2.45	0.13	0.32
MY4	2	2.75	0.13	0.72
MY5	2	2.60	0.13	0.68
MY6	1	2.60	0.13	0.34
MY7	2	3.70	0.13	0.96
MY8	2	2.65	0.13	0.69
MY9	1	1.80	0.13	0.23
MY10	1	1.95	0.13	0.25
TOTAL				5.51
AREA TECHADA				157.60
DENSIDAD DE MUROS				0.035

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas 9 y 10 se observa la densidad de muros es mayor que la densidad mínima en ambos sentidos analizados, por consiguiente, se cumple con la siguiente expresión:

$$D_{muro} \geq D_{min}$$

4.4.2.2.3. Esfuerzo axial máximo

La NTP E.070, el esfuerzo axial máximo deberá ser menor a la expresión que se presenta a continuación:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L * t} \leq 0.2 * f'_m * \left[1 - \left(\frac{h}{35 * t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f'_m$$

Datos a usar son los siguientes:

Resistencia de albañilería (f'_m) = 650 ton/m²,

Altura efectiva de muro (h) = 2.50 m.

Realizando el cálculo obtendremos lo siguiente:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L * t} \leq 0.2 * 650 * \left[1 - \left(\frac{2.50}{35 * 0.13} \right)^2 \right] \leq 0.15 * 650$$

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L * t} \leq 87.55 \text{ tn/m}^2 \leq 97.50 \text{ tn/m}^2$$

El cálculo del esfuerzo σ_m se presenta en las tablas 11 y 12, en ambos sentidos de muros efectuado el análisis.

Tabla 11: Esfuerzo en los muros XX

DIRECCION X-X							
Descripción	Long. (m)	Espesor (m)	Area (m2)	Cargas		Resistencia Axial	Esfuerzo (Tn/m2)
				MUERTA	VIVA		
MX1	3.85	0.23	0.89	5.17	0.59	3.06	3.46
MX2	2.80	0.13	0.36	2.75	0.56	1.53	4.20
MX3	2.60	0.13	0.34	1.95	0.21	0.42	1.23
MX4	2.80	0.13	0.36	3.44	0.96	3.30	9.08
MX5	2.60	0.23	0.60	2.14	0.25	0.53	0.89
MX6	1.30	0.13	0.17	3.82	0.57	2.16	12.80
MX7	1.30	0.13	0.17	2.31	0.48	1.11	6.59
MX8	2.60	0.23	0.60	3.02	1.13	3.41	5.71
MX9	1.20	0.23	0.28	3.86	0.58	2.24	8.13

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12: Esfuerzo en los muros YY

DIRECCION Y-Y							
Descripción	Long. (m)	Espesor (m)	Area (m2)	Cargas		Resistencia Axial	Esfuerzo (Tn/m2)
				MUERTA	VIVA		
MY1	2.80	0.13	0.36	2.43	0.40	0.96	2.64
MY2	2.30	0.13	0.30	1.87	0.26	0.49	1.65
MY3	2.45	0.13	0.32	2.05	0.31	0.64	2.00
MY4	2.75	0.13	0.36	2.85	0.62	1.77	4.94
MY5	2.60	0.13	0.34	2.89	0.69	1.98	5.87
MY6	2.60	0.13	0.34	2.72	0.60	1.63	4.83
MY7	3.70	0.13	0.48	2.89	0.36	1.05	2.19
MY8	2.65	0.13	0.34	2.92	0.69	2.00	5.82
MY9	1.80	0.13	0.23	2.01	0.48	0.97	4.13
MY10	1.95	0.13	0.25	1.79	0.33	0.58	2.31

Fuente: Elaboración propia.

Se puede constatar el cumplimiento del esfuerzo en ambas direcciones, siendo el esfuerzo en los muros es menor que la expresión calculada anteriormente.

4.4.2.3. Predimensionamiento de vigas soleras

La NTP de Albañilería E.070, indica que el peralte mínimo de las vigas podrá ser igual que al peralte de la losa aligerada, así también el espesor mínimo será igual al espesor de los muros.

4.4.2.4. Predimensionamiento de columnas de confinamiento

La norma técnica de Albañilería E.070, indica que el espesor mínimo de las columnas será igual al espesor efectivo de los muros y el peralte mínimo será de 15 cm.

4.4.3. Metrados de cargas

Luego de predimensionar los elementos estructurales, se calculó el peso de la estructura, realizando un metrado de cargas, que consiste en calcular la carga muerta y carga viva, a este último se le multiplicará el 25% como indica la NTP E.030, el porcentaje corresponde a la “Categoría C” (Vivienda).

Se usó los pesos propios de la tabla N° 3 de la NTP E.020 “Cargas”.

CARGA MUERTA:

Peso específico de concreto: 2.40 ton/m³

Peso específico de albañilería: 1.80 ton/m³

Peso específico de acabados: 0.10 ton/m²

CARGA VIV A:

S/C Vivienda: 0.20 ton/m²

S/C azotea: 0.10 ton/m²

Tabla 13: Peso total de la estructura.

NIVEL	PESO
Nivel 04	181.88
Nivel 03	363.77
Nivel 02	545.65
Nivel 01	727.54

Fuente: Etabs.

En la tabla 13 se observa el peso por nivel de la vivienda multifamiliar. El peso total de la estructura de la vivienda multifamiliar es de 727.54 ton.

4.4.4. Análisis sísmico

4.4.4.1. Modelamiento de la estructura

Para efectuar el análisis sísmico se usó el software ETABS, donde se obtendrá la fuerza cortante que actúa en la base, los modos y periodos de vibración, las derivas de entrepiso. Y se tuvo las siguientes consideraciones:

- Se asignó 3 grados de libertad y un diafragma rígido para cada piso.
- Se restringió el movimiento lateral en la base del primer piso.
- Se colocó los muros.

En la siguiente figura se presenta el modelamiento de la estructura de la vivienda multifamiliar.

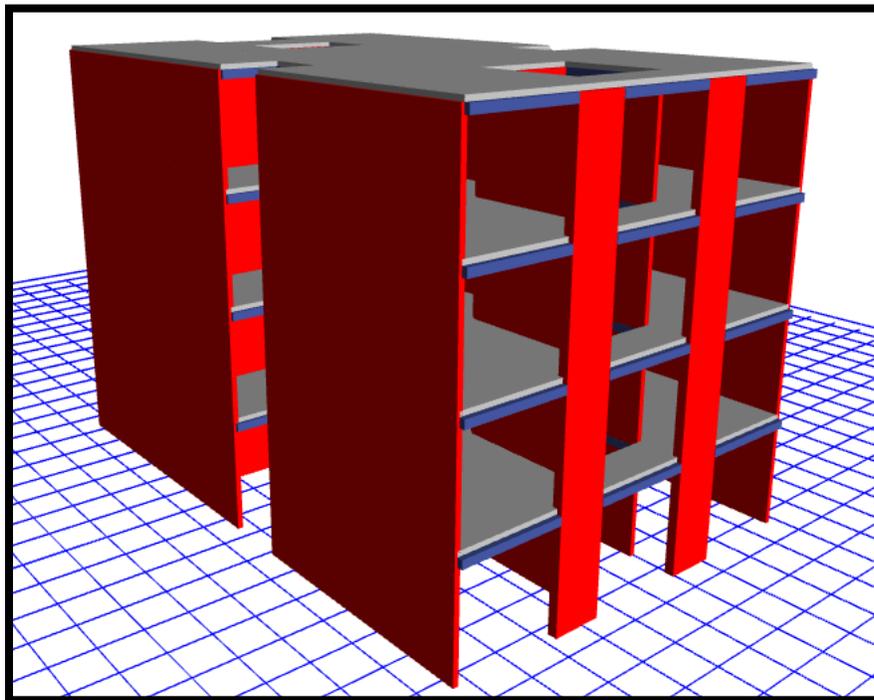


Figura 7: Modelamiento de la estructura

Fuente: Etabs.

4.4.4.2. Análisis estático

Se efectuó el análisis empleando los parámetros sísmicos de la norma técnica peruana E.030, con datos que corresponde al proyecto:

4.4.4.2.1. Parámetros sísmicos

Según los datos del proyecto elaborado se consideró los siguientes parámetros, además sirvió para calcular la cortante basal que actúa en la base de la edificación.

Factor de zona

La vivienda multifamiliar se encuentra ubicado en el distrito El Porvenir, Provincia de Trujillo, por lo tanto, corresponde a la ZONA 4 y la tabla N°1 de la NTP. E.030 indica un factor de:

$$Z = 0.45$$

Factor de uso

Según la NTP E.030 en la tabla N°5, califica a la vivienda como “Categoría C”, siendo una edificación común. Siendo el factor:

$$U = 1.0$$

Coefficiente de amplificación sísmica

En el numeral 4.5.4 de la NTP E.030, se calculará el periodo fundamental con la siguiente expresión:

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

Dónde:

hn: 10.80 m

CT: 60, sistema de albañilería.

$$T = \frac{10.80}{60} = 0.18$$

Según la tabla N°4 de la NTP E.030, los periodos del suelo son: $T_p = 1.00$ y $T_I = 1.6$

El valor del coeficiente es de $C=2.5$, ya que este coeficiente depende del periodo fundamental, este es menor que el T_p .

Factor de suelo:

Según los estudios de mecánica de suelos realizados en el laboratorio de la UCV, se obtuvo como resultado un suelo arena mal graduada (Ver tabla 5), corresponde a un tipo de suelo S3. Por lo tanto, el factor a utilizar en el análisis es:

$$S_3 = 1.10$$

Coefficiente de reducción sísmica

La NTP E.030 en la tabla N°7 indica usar un coeficiente $R_o = 3$ para sismos severos, que corresponde a Albañilería para los sentidos analizados.

$$R = 3$$

Para este análisis inicial se consideró como una estructura regular tanto en planta y altura. Y los valores de las irregularidades son de 1

$$R_{xy} = R_o * I_p * I_a$$

$$R_{xy} = 3.0 * 1.0 * 1.0 = 3.0$$

4.4.4.2.2. Fuerza cortante en la base

El peso de la estructura se puede observar en el Tabla 13 del presente proyecto.

$$V_{xy} = \frac{ZUCS}{R} * P$$

Los parámetros sísmicos para realizar el cálculo son los mencionados anteriormente. Por lo cual la cortante en la base de la estructura es la siguiente:

$$V_{xy} = \frac{0.45 * 1.0 * 1.10 * 2.5}{3} * 727.54tn$$

$$V_{xy} = 298.46 \text{ ton}$$

La cortante basal que actúa en la base de la estructura tiene un valor de 298.46 ton.

4.4.4.2.3. Fuerza sísmica entrepiso ante sismo severo

Para efectuar el cálculo de la fuerza sísmica entrepiso se utilizó la expresión que se presenta:

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

Estas fuerzas son aplicadas en cada piso, se empleó los pesos y alturas acumuladas de cada nivel. En la tabla 14 se presenta las fuerzas en ambos sentidos de análisis.

Tabla 14: Fuerzas sísmicas ante sismo moderado.

NIVEL	Altura (m)	Peso (ton)	PxA (ton/m)	Fxy (ton)	Vxy (ton)
4	10.80	181.88	1964.35	59.69	59.69
3	8.10	363.77	2946.52	89.54	149.23
2	5.40	545.65	2946.52	89.54	238.77
1	2.70	727.54	1964.35	59.69	298.46
TOTAL			9821.73	298.46	

Fuente: Elaboración propia

4.4.4.2.4. Centro de masa

Se usó las longitudes de cada muro en ambos sentidos de análisis, estas se encuentran en las tablas 11 y 12, con los siguientes enunciados se calculó las coordenadas del centro de masa.

$$X, Y_{cm} = \sum \frac{P_{x,y}}{P}$$

Realizando el enunciado se obtuvo las siguientes coordenadas del centro de masa por cada nivel. Tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 15: Coordenadas del centro de masa.

NIVEL	Xcm	Ycm
Nivel 04	5.02	8.382
Nivel 03	5.02	8.378
Nivel 02	5.02	8.378
Nivel 01	5.02	8.378

Fuente: Elaboración propia en ETABS.

4.4.4.2.5. Centro de rigidez

Consiste en calcular el punto centro de los elementos verticales del sistema que soporta fuerzas laterales. Se calculará con los siguientes enunciados:

$$K = \frac{Emt}{4 * \left(\frac{h}{I}\right)^3 + 3 * \left(\frac{h}{I}\right)^3}$$

$$Xr = \frac{\sum Kxi * Yi}{Kxi}$$

$$Yr = \frac{\sum Kyi * Xi}{Kyi}$$

Realizando el enunciado se obtuvo las siguientes coordenadas del centro de rigidez por cada nivel. Tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 16: Coordenadas del centro de rigidez.

NIVEL	Xcr	Ycr
Nivel 04	5.02	8.382
Nivel 03	5.02	8.378
Nivel 02	5.02	8.378
Nivel 01	5.02	8.378

Fuente: Elaboración propia en ETABS.

4.4.4.3. Análisis dinámico modal espectral

4.4.4.3.1. Análisis modal

Modos y periodos de vibración

Se consideró la rigidez y la masa de la estructura, mediante el análisis modal espectral se obtuvo los modos de vibración.

Se muestran los periodos fundamentales de los modos de vibración en ambos sentidos de análisis. Se consideró 03 grados de libertad, en X, Y, Z; por consiguiente, se obtuvieron 12 modos de vibración.

Tabla 17: Modos y periodos de vibración.

MODOS	PERIODOS (seg)	MASA PARTICIPATIVA	
		XX %	YY %
1	0.296	68.90	0.00
2	0.201	0.00	77.91
3	0.183	7.72	0.00
4	0.092	12.63	0.00
5	0.072	0.00	0.32
6	0.067	0.00	12.78
7	0.065	0.00	0.00
8	0.062	0.00	2.45
9	0.059	2.00	0.00
10	0.055	0.53	0.00
11	0.053	0.00	0.00
12	0.051	2.97	0.00

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la tabla 17 que el modo 1 en el sentido X-X tiene un periodo de 0.296 segundos, y un 68.90% de participación de masa, y en el sentido Y-Y el modo 2 su periodo es de 0.201 segundos y el porcentaje de masa participativa es de 77.91%. Por consiguiente, los modos 1 y 2 son fundamentales en la estructura, y que aportan más masa participativa.

4.4.4.3.2. Análisis espectral

Aceleración espectral

La NTP E.030 en el numeral 4.6.2. Indica utilizar un espectro inelástico de pseudoaceleraciones, que es estimado por el siguiente enunciado:

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

Dónde:

ZUCS/R: Son los parámetros sísmicos que se emplearon en el análisis estático. Teniendo un valor de 0.413.

Tabla 18: Aceleración espectral.

PERIODO (seg)	C	Sa (g)
0.296	2.50	0.413
0.201	2.50	0.413
0.183	2.50	0.413
0.092	2.50	0.413
0.072	2.50	0.413
0.067	2.50	0.413
0.065	2.50	0.413
0.062	2.50	0.413
0.059	2.50	0.413
0.055	2.50	0.413
0.053	2.50	0.413
0.051	2.50	0.413
1.000	2.50	0.413
1.200	2.08	0.343
1.400	1.79	0.295
1.600	1.56	0.257
2.000	1.00	0.165
2.400	0.69	0.114
2.800	0.51	0.084
3.000	0.44	0.073
3.200	0.39	0.064
3.500	0.33	0.054

Fuente: Elaboración propia.

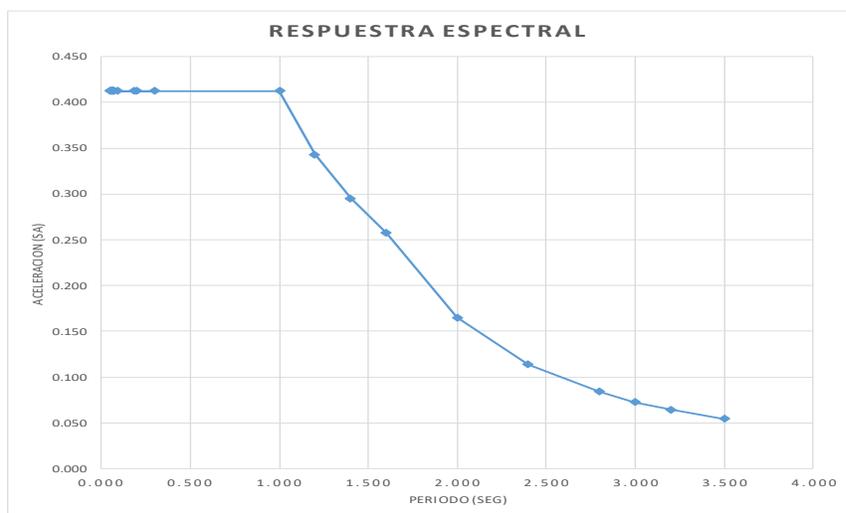


Figura 8: Aceleración espectral

Fuente: Elaboración propia.

4.4.4.3.3. Control de la deriva

De este análisis se encontró los desplazamientos elásticos, la NTP E.030 indica que para estructuras regulares se multiplicará por 0.75R, y cuando sea irregular se multiplicará por 0.85R para obtener los desplazamientos laterales.

Para las edificaciones de Albañilería, en la tabla N° 11 de la NTP E.030 dispone el desplazamiento inelástico máximo, este no debe ser mayor a 0.005.

Tabla 19: Control de las derivas en XX

NIVEL	Altura (m)	Dabs (m)	Drel (m)	Drel-Inelast	γ_{rel}	γ E030
4	2.70	0.0164	0.0034	0.0076	0.003	0.005
3	2.70	0.0130	0.0045	0.0102	0.004	0.005
2	2.70	0.0084	0.0049	0.0110	0.004	0.005
1	2.70	0.0036	0.0036	0.0080	0.003	0.005

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20: Control de las derivas en YY

NIVEL	Altura (m)	Dabs m	Drel (m)	Drel-Inelast	γ_{rel}	γ E030
4	2.7	0.0086	0.0018	0.0041	0.002	0.005
3	2.7	0.0068	0.0020	0.0045	0.002	0.005
2	2.7	0.0048	0.0031	0.0069	0.003	0.005
1	2.7	0.0017	0.0017	0.0039	0.001	0.005

Fuente: Elaboración propia.

Las derivas de entrepiso que se muestra en las tablas 19 y 20 de ambos sentidos de análisis, son menores a la deriva inelástico máximo que se estima en la tabla N° 11 de la NTP E.030.

4.4.4.3.4. Cortante de diseño

En el numeral 4.6.4 de la NTP E.030, indica que para estructuras regulares la cortante en el entrepiso no deberá ser menor al 80 %, y para estructuras irregulares no será menor al 90 % del cortante estático.

Tabla 21: Comparación de cortantes de diseño.

Analisis	Vx	Vy
Sismo Estatico	298.46	298.46
Sismo Dinamico	211.95	236.63
%	71%	79%
E030	80%	80%
Estatico minimo	238.77	238.77
Factor de escala	1.13	1.01

Fuente: Elaboración propia.

Se requiere amplificar un factor a la cortante dinámica en ambos sentidos (X, Y) de análisis, como se muestra en la tabla 21.

4.4.4.4. Verificación de Irregularidades

Las edificaciones se deben verificar si existen irregularidades tanto en planta y altura, según el numeral 3.6 de la NTP E.030. Se calculó el coeficiente “R” reducción de fuerzas sísmicas.

4.4.4.4.1. Irregularidad en altura

Se aplicó los criterios de la tabla N° 8 de la Norma Técnica Peruana E.030.

Irregularidad de Rigidez – Piso Blando

Cuando la rigidez lateral es menor que el 70% de la rigidez lateral del entrepiso superior; o es menor que 80%de la rigidez lateral promedio de los 03 niveles superiores. Se entiende como rigidez lateral a la razón entre la fuerza cortante y el desplazamiento relativo en el centro de masa.

Tabla 22: Cálculo de rigidez lateral en XX

NIVEL	DESP. ENTREP. CENTRO MASA (cm)	DESP. RELATIVO EN CENTRO MASA (cm)	FUERZA LATERAL ENTREPISO (ton)	RIGIDEZ LATERAL (ton/cm)
PISO 04	1.3439	0.2981	117.442	393.968
PISO 03	1.0458	0.3782	207.950	549.841
PISO 02	0.6676	0.3940	268.289	680.936
PISO 01	0.2736	0.2736	298.458	1090.855

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23: Verificación de irregularidad piso blando en XX.

70% DE K ENTREPISO SUPER.	80% DE RIGIDEZ DE 3 PISOS SUPER.	CONDICIÓN	
		Regular	
275.78		Regular	
384.89		Regular	
476.65	433.27	Regular	Regular

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 23 se observa que las rigideces laterales de los pisos superiores son mayores que el 70% y 80%, por ende, no existe esta irregularidad.

Tabla 24: Calculo de rigidez lateral en YY

NIVEL	DESP. ENTREP. CENTRO MASA (m)	DESP. RELATIVO EN CENTRO MASA (m)	FUERZA LATERAL ENTREPISO (ton)	RIGIDEZ LATERAL (ton/m)
PISO 04	0.6666	0.1443	117.442	813.87
PISO 03	0.5223	0.1814	207.950	1146.36
PISO 02	0.3409	0.1900	268.289	1412.05
PISO 01	0.1509	0.1509	298.458	1977.85

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25: Verificación de irregularidad piso blando en YY.

70% DE K ENTREPISO SUPER.	80% DE RIGIDEZ DE 3 PISOS SUPER.	CONDICIÓN	
		Regular	
569.71		Regular	
802.45		Regular	
988.43	899.27	Regular	Regular

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 25 se observa que las rigideces laterales de los pisos superiores son mayores que el 70% y 80%, por ende, no existe esta irregularidad.

Irregularidad de masa o peso

Cuando el peso de un piso es mayor que 1.5 veces el piso superior o inferior.

Tabla 26: Verificación de irregularidad masa o peso.

NIVEL	PESO TOTAL (ton)	PESO C/PISO (ton)	1.5 PISO SUPERIOR (ton)	1.5 PISO INFERIOR (ton)	CONDICIÓN	
PISO 04	181.88	181.88		272.83		Regular
PISO 03	363.77	181.88	272.83	272.83	Regular	Regular
PISO 02	545.65	181.88	272.83	272.83	Regular	Regular
PISO 01	727.54	181.88	272.83		Regular	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 26 se observa que los pesos de cada nivel son menores que 1.5 veces del nivel superior e inferior, por ende, no existe esta irregularidad.

Irregularidad Geometría Vertical

En cualquier dirección analizada, la dimensión en planta de la estructura resistente ante cargas es mayor que 1.3 veces a la dimensión del piso adyacente.

Tabla 27: Verificación de Irregularidad Geometría Vertical

SENTIDO	DIMENSIÓN PLANTA (m)	DIMENSIÓN PLANTA DEL PISO SUP. (m)	1.3 DIM. PLANTA PISO SUPERIOR	CONDICIÓN
XX	10.05	10.05	13.065	Regular
YY	15.66	15.66	20.358	Regular

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 27 se observa que las dimensiones en ambos sentidos son menores que 1.3 veces dimensión superior, por ende, no existe esta irregularidad.

4.4.4.4.2. Irregularidad en planta

Se aplicó los criterios de la tabla N° 9 de la Norma Técnica Peruana E.030.

Irregularidad Torsional

Cuando el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en extremo de la estructura es mayor que 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso. Solo aplica a diafragmas rígidos, si solo sí el desplazamiento máximo relativo de entrepiso es mayor que el 50% del desplazamiento permisible de la NTP E.030.

Tabla 28: Condición de 50% desplazamiento permisible.

NIVEL	ALTURA (cm)	DESP. RELATIVO MAX (cm)	DESP. RELATIVO INLESTICO (cm)	DESP. RELATIVO PERMISIBLE	CONDICION DRINE>0.5DRPER
4	270	0.340	0.765	1.350	Si
3	270	0.459	1.033	1.350	Si
2	270	0.501	1.126	1.350	Si
1	270	0.361	0.812	1.350	Si

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29: Verificación de irregularidad torsional en XX

NIVEL	ALTURA (cm)	DESP. RELATIVO MAX (cm)	DESP. REL. PROMEDIO (cm)	1.3xDR PROMEDIO(cm)	CONDICION DRmax>1.3DRprom
4	270	0.340	0.301	0.391	Regular
3	270	0.459	0.383	0.498	Regular
2	270	0.501	0.401	0.521	Regular
1	270	0.361	0.279	0.363	Regular

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la tabla 29 no cumple con la condición que el desplazamiento relativo máximo sea mayor que 1.3 veces desplazamiento promedio. Además, los desplazamientos de entrepiso sobrepasan el 50% de la máxima establecida en la NTP E.030, entonces si es necesario verificar esta irregularidad.

Tabla 30: Condición de 50% desplazamiento permisible.

NIVEL	ALTURA (cm)	DESP. RELATIVO MAX (cm)	DESP. RELATIVO INLESTICO (cm)	DESP. RELATIVO PERMISIBLE	CONDICION DRINE>0.5DRPER
4	270	0.1536	0.3456	1.35	No
3	270	0.1926	0.43335	1.35	No
2	270	0.2017	0.453825	1.35	No
1	270	0.1595	0.358875	1.35	No

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la tabla 30 que los desplazamientos relativos no sobrepasan el 50% del desplazamiento relativo permisible establecida en la NTP E.030.

Esquinas Entrantes

Cuando las dimensiones en las direcciones analizadas son mayores que el 20% de la dimensión total en planta.

Tabla 31: Verificación de Esquinas Entrantes.

DIRECCIÓN	DIMENSIÓN PLANTA	DIMENSIÓN DE ENTRADAS	20% DIMENSIONES PLANTA	CONDICIÓN
XX	10.05	0.00	2.01	Regular
YY	15.66	0.00	3.13	Regular

Fuente: Elaboración propia.

No existe esta irregularidad por la edificación no presenta variaciones en su geometría en planta.

4.4.4.5. Separación entre edificios

Según el numeral 5.3 de la NTP E.030, indica que toda edificación debe estar separada con las edificaciones vecinas. Entonces se calculó con la siguiente expresión:

$$S = 0.006 * h > 0.03 \text{ m}$$

$$S = 0.006 * 10.80 = 0.065 \text{ m}$$

$$S = 0.065 \text{ m} > 0.03 \text{ m}$$

La separación del edificio con las edificaciones vecinas tendrá que 6.5 cm.

4.5. Diseño Estructural

Para realizar el diseño de los elementos estructurales se consideró las siguientes propiedades de los materiales a emplear en los cálculos:

Peso específico del concreto: 2400 Kg/m³

Resistencia a la compresión: 210 Kg/cm²

Peso específico de albañilería: 1800 Kg/m³

Resistencia a la compresión: 65 Kg/m²

4.5.1. Diseño de losa aligerada

El diseño se realizó por metro lineal de vigueta, en este proyecto se consideró la vigueta más crítica, asimismo el cálculo aplica para las demás. Se predimensiono el peralte de la losa aligerada en este proyecto, siendo $h = 0.20$ m y $dt = 0.17$ m.

En la figura que se muestra a continuación representa el sentido de las viguetas:

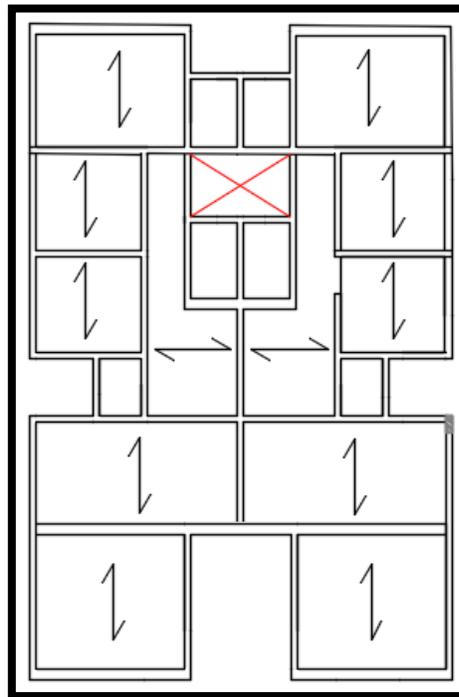


Figura 9: Sentido de viguetas

Fuente: Elaboración propia.

4.5.1.1. Metrado de cargas

Se tuvo en cuenta los pesos propios de la tabla N° 1 y el anexo N° 1 de la NTP E.020. Además, se realizó la combinación de cargas $C_u = 1.4 (C_m) + 1.7 (C_v)$ como estipula la NTP E.060.

CARGAS:

Peso propio losa = 0.30 ton/m²

Peso de acabados= 0.1 ton/m²

S/C (vivienda)= 0.20 ton/m²

CARGA ULTIMA (Cu): 0.40 m de vigueta

$C_u = 0.36 \text{ ton/m.}$

4.5.1.2. Diseño por flexión

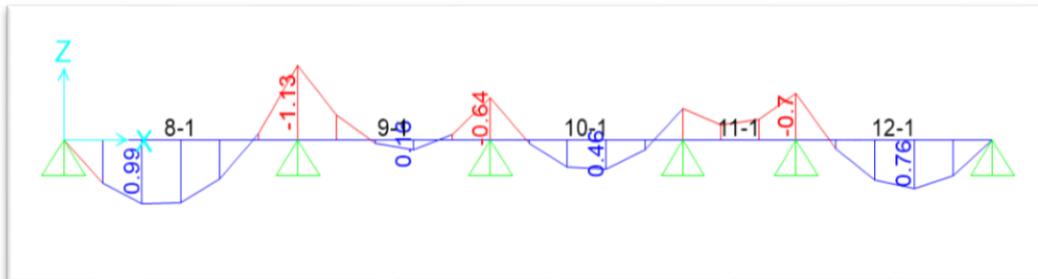


Figura 10: Diagrama de momento flector

Fuente: Elaboración propia.

Se tuvo el criterio de analizar el momento más crítico, que sirvió para tener el mismo diámetro de acero tanto en momentos negativo y positivo.

Cálculo de acero negativo y positivo mínimo

$$A_{smin} = b_w \times d_t \text{ (mm)}/414$$

Mom (-)	0.00	1.13
Mom (+)	1.00	
As (-)	0.00	19.94
As (+)	17.65	
As min	41.06	41.06
	164.25	
Ascolac.	3/8"	3/8"
	5/8"	

Se usó 1 de 3/8", para el acero negativo.

Se usó 1 de 5/8", para el acero positivo.

4.5.1.3. Diseño por corte

Se realizó el diseño verificando que el corte (V_c), deberá ser absorbido por el concreto, ya que la losa aligerada no tiene estribos. La NTP E.060 acepta incrementar el 10% de la resistencia de aligerados.

$$\phi V_c = \phi 0.17 * \sqrt{f'c} * b * dt * 1.10$$

Dónde: $b = 100 \text{ cm}$, $dt = 17 \text{ cm}$, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

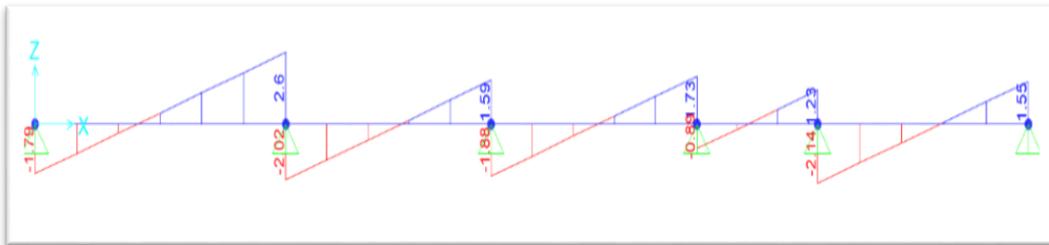


Figura 11: Diagrama de cortante

Fuente: Elaboración propia

Se realizó el cálculo de la cortante (V_c), obteniendo un valor de 3.92 ton. > 2.60 ton del corte actuante (V_u), por lo tanto, no es necesario ensanchar las viguetas.

4.5.2. Diseño de muros de albañilería

Se consideró los criterios de las NTP E.070, en el artículo 22 indica que al realizar el diseño de muros de albañilería se considera el “SISMO MODERADO”. Consiste en proporcionar las fuerzas de inercia equivalentes a la mitad de los valores producidos por el sismo severo.

Tabla 32: Cortantes y momentos en XX

MURO	S. SEVERO		S. MODERADO		Pg (ton)
	Ve	Me	Ve	Me	
MX1	18.22	80.72	9.11	40.36	41.32
MX2	13.46	23.92	6.73	11.96	23.19
MX3	11.52	23.47	5.76	11.74	23.90
MX4	18.60	28.43	9.30	14.21	23.96
MX5	24.33	56.24	12.16	28.12	42.45
MX6	4.79	8.12	2.40	4.06	15.75
MX7	4.56	8.48	2.28	4.24	18.07
MX8	36.47	65.49	18.23	32.74	40.00
MX9	8.01	16.22	4.00	8.11	16.41

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33: Cortantes y momentos en YY

MURO	SISMO SEVERO		SISMO MODERADO		Pg (ton)
	Ve	Me	Ve	Me	
MY1	19.10	12.76	9.55	6.38	21.18
MY2	15.55	6.22	7.78	3.11	19.27
MY3	12.13	13.42	6.06	6.71	19.56
MY4	19.10	6.72	9.55	3.36	27.19
MY5	11.37	14.45	5.68	7.23	18.23
MY6	18.03	6.62	9.01	3.31	24.34
MY7	17.06	32.76	8.53	16.38	25.49
MY8	11.39	16.80	5.69	8.40	23.95
MY9	5.67	7.41	2.83	3.71	16.95
MY10	9.80	8.87	4.90	4.44	19.36

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas 32 y 33 se observa las cortantes y momentos máximos de los muros del primer nivel, en el sentido X-X el cortante máximo está en el MX8 y en el sentido Y-Y en el MY1.

Para el desarrollo de las verificaciones de los muros se consideró los siguientes términos extraídos de la NTP E.070 en el numeral 26.3:

L: Longitud de muro (m)

t: Espesor efectivo de muro (m)

V_m: Resistencia al cortante.

a: Factor de reducción de esbeltez

P_g: Carga axial de gravedad (CM+25%CV).

V_e: Cortante por sismo moderado.

M_e: Momento por sismo moderado.

V'_m: 81 ton/m² (Tabla 21 NTP E0.70)

4.5.2.1. Resistencia al agrietamiento diagonal

En la NTP E.070 indica calcular la resistencia al corte (V_m) de cada muro de albañilería con el enunciado que se muestra a continuación:

$$V_m = 0.5 * V'm * a * t * L + 0.23 * P_g$$

Tabla 34: Resistencia al agrietamiento diagonal XX

MURO	Ve (Ton/m)	Me (Ton.m)	L (m)	t (m)	Pg (Ton)	α	Vm (ton)
MX1	9.11	40.36	3.85	0.23	41.32	0.87	40.66
MX2	6.73	11.96	2.80	0.13	23.19	1.00	20.07
MX3	5.76	11.74	2.60	0.13	23.90	1.00	19.19
MX4	9.30	14.21	2.80	0.13	23.96	1.00	20.25
MX5	12.16	28.12	2.60	0.23	42.45	1.00	33.98
MX6	2.40	4.06	1.30	0.13	15.75	0.77	8.87
MX7	2.28	4.24	1.30	0.13	18.07	0.70	8.95
MX8	18.23	32.74	2.60	0.23	40.00	1.00	33.42
MX9	4.00	8.11	1.20	0.23	16.41	0.59	10.40

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35: Resistencia al agrietamiento diagonal YY

MURO	Ve (Ton/m)	Me (Ton.m)	L (m)	t (m)	Pg (Ton)	α	Vm (ton)
MY1	9.55	6.38	2.80	0.13	21.18	1.00	19.61
MY2	7.78	3.11	2.30	0.13	19.27	1.00	16.54
MY3	6.06	6.71	2.45	0.13	19.56	1.00	17.40
MY4	9.55	3.36	2.75	0.13	27.19	1.00	20.73
MY5	5.68	7.23	2.60	0.13	18.23	1.00	17.88
MY6	9.01	3.31	2.60	0.13	24.34	1.00	19.29
MY7	8.53	16.38	3.70	0.13	25.49	1.00	25.34
MY8	5.69	8.40	2.65	0.13	23.95	1.00	19.46
MY9	2.83	3.71	1.80	0.13	16.95	1.00	13.38
MY10	4.90	4.44	1.95	0.13	19.36	1.00	14.72

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas 34 y 35 se observa que la resistencia al corte (Vm), los muros que absorben más cortante son MX1 y MY7 para ambos sentidos, le corresponde un valor de 40.66 ton y 25.34 ton respectivamente.

4.5.2.2. Control de fisuración

La finalidad de este control es prevenir que los muros se fisuren y se considere las cortantes ante el sismo moderado. Estos muros deben cumplir la siguiente expresión:

$$V_e < 0.55 V'm$$

Tabla 36: Control de fisuración en XX

MURO	V_e (Ton/m)	$0.55V'm$	¿Cumple?
MX1	9.11	22.36	Si
MX2	6.73	11.04	Si
MX3	5.76	10.55	Si
MX4	9.30	11.14	Si
MX5	12.16	18.69	Si
MX6	2.40	4.88	Si
MX7	2.28	4.92	Si
MX8	18.23	18.38	Si
MX9	4.00	5.72	Si

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37: Control de fisuración en YY

MURO	V_e (Ton/m)	$0.55V'm$	¿Cumple?
MY1	9.55	10.79	Si
MY2	7.78	9.10	Si
MY3	6.06	9.57	Si
MY4	9.55	11.40	Si
MY5	5.68	9.83	Si
MY6	9.01	10.61	Si
MY7	8.53	13.94	Si
MY8	5.69	10.70	Si
MY9	2.83	7.36	Si
MY10	4.90	8.10	Si

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas 36 y 37 se puede constatar que los muros no sufren fisuraciones, ya que el cortante actuante es menor a la expresión indica anteriormente, ($V_e < 0.55V'm$).

4.5.2.3. Verificación de la resistencia al corte del edificio

En el numeral 26.4 de la NTP E.070, la finalidad de esta verificación es distribuir una resistencia y rigidez apropiada para la edificación, es decir que la resistencia al corte sea mayor al cortante producido por el sismo severo. Por lo tanto, se debe cumplir la siguiente expresión:

$$\sum V_m \geq V_{ss}$$

V_{ss}: Cortante efectuada por el sismo severo. (Ton) 391.59 368.71 298.46

Para el sentido XX

$$391.59 \text{ ton} \geq 298.46 \text{ ton}$$

Para el sentido YY

$$368.71 \text{ ton} \geq 298.46 \text{ ton}$$

4.5.2.4. Fuerzas internas de diseño

Tabla 38: Fuerzas internas de muros XX

MURO	Ve (tn)	Me (tn.m)	Vm (tn)	Vm/Ve	Vu (tn)	Mu (tn.m)
MX1	9.11	40.36	40.66	3.00	27.33	121.08
MX2	6.73	11.96	20.07	2.98	20.07	35.68
MX3	5.76	11.74	19.19	3.00	17.28	35.21
MX4	9.30	14.21	20.25	2.18	20.25	30.96
MX5	12.16	28.12	33.98	2.79	33.98	78.55
MX6	2.40	4.06	8.87	3.00	7.19	12.18
MX7	2.28	4.24	8.95	3.00	6.85	12.72
MX8	18.23	32.74	33.42	2.00	36.47	65.49
MX9	4.00	8.11	10.40	2.60	10.40	21.06

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39: Fuerzas internas de muros en YY

MURO	Ve (tn)	Me (tn.m)	Vm (tn)	Vm/Ve	Vu (tn)	Mu (tn.m)
MY1	9.55	6.38	19.61	2.05	19.61	13.10
MY2	7.78	3.11	16.54	2.13	16.54	6.61
MY3	6.06	6.71	17.40	2.87	17.40	19.25
MY4	9.55	3.36	20.73	2.17	20.73	7.29
MY5	5.68	7.23	17.88	3.00	17.05	21.68
MY6	9.01	3.31	19.29	2.14	19.29	7.09
MY7	8.53	16.38	25.34	2.97	25.34	48.66
MY8	5.69	8.40	19.46	3.00	17.08	25.20
MY9	2.83	3.71	13.38	3.00	8.50	11.12
MY10	4.90	4.44	14.72	3.00	14.70	13.31

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas 38 y 39 se puede observar las fuerzas internas aplicadas en cada muro para ambos sentidos, como son Vu y Mu.

4.5.3. Diseño de columnas de confinamiento

El diseño de columnas se empleó las expresiones del numeral 27.3 de la NTP E.070, señala que para calcular las fuerzas internas se aplica las expresiones que se muestran en las tablas 38 y 39 del presente proyecto.

Tabla 40: Expresiones de fuerzas internas en columnas.

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	$1,5 \frac{V_{m1} \cdot L_m}{L(N_c + 1)}$	$F - P_c$	$P_c + F$

Fuente: NTP E.070

Dónde:

$M = Mu - 0.5 \times Vm \times h$ ("h" es la altura del primer piso).

$F = M / L$ (Fuerza axial en las columnas extremas).

$Nc =$ Número de columnas de confinamiento (2 por muro de un paño).

Lm= Longitud del paño mayor.

Pc = Sumatoria de las cargas gravitacionales.

Se demostró el procedimiento del cálculo de los muros MX1 y MY1 para ambos sentidos del primer piso.

Tabla 41: Fuerzas internas del muro MX1.

Muro		MX1	
Columnas		C-1	C-2
Ubicación		Extrema	Extrema
Carga gravitacional	Pg (ton)	41.32	
Cortante agriet. Diago	Vm (ton)	40.66	
Cortante ultimo	Vu (ton)	27.33	
Momento ultimo (Mu)	Mu (ton-m)	121.08	
Longitud de muro	L (m)	3.85	
Longitud de paño	Lm (m)	3.85	
Número de columnas	Nc	2.00	
	M (ton-m)	66.19	
	F(ton)	17.19	
	Pc (ton)	20.66	
Fuerza cortante	Vc (ton)	20.33	
Tracción	T (ton)	-3.47	
Comprensión	C (ton)	37.85	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42: Fuerzas internas del muro MY1.

Muro		MY1	
Columnas		C-1	C-3
Ubicación		Extrema	Extrema
Carga gravitacional	Pg (ton)	21.18	
Cortante agriet. Diago	Vm (ton)	19.61	
Cortante ultimo	Vu (ton)	19.61	
Momento ultimo (Mu)	Mu (ton-m)	13.10	
Longitud de muro	L (m)	2.80	
Longitud de paño	Lm (m)	2.80	
Numero de columnas	Nc	2.00	
	M (ton-m)	-13.38	
	F(ton)	-4.78	
	Pc (ton)	10.59	
Fuerza cortante	Vc (ton)	9.81	
Tracción	T (ton)	-15.37	
Comprensión	C (ton)	5.81	

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas 41 y 42 se muestra las fuerzas internas en las columnas de confinamiento, tales como son la fuerza cortante (V_c), Tracción (T) y Compresión (C), en los muros la tracción es negativa, no se considera para el cálculo del refuerzo vertical.

4.5.3.1. Determinación del refuerzo vertical

La NTP E.070, señala que la columna de confinamiento tendrá la capacidad de retener la combinación de corte-fricción y tracción, como mínimo se colocará 4 varillas para formar un núcleo confinado. Se determinó con la siguiente expresión:

$$Asf = \frac{Vc}{fy * \mu * \phi} \qquad Ast = \frac{T}{fy * \phi}$$

Tabla 43: Refuerzo vertical del muro MX1.

Refuerzo compresión	Asf (cm2)	5.70
Refuerzo por tracción	Ast (cm2)	0.00
Refuerzo vertical	As (cm2)	5.70
Refuerzo minimo	Asmin (cm2)	2.88
Usar refuerzo	As (cm2)	5.70
Numero de varillas	#	4
Usar	ϕ	1/2"
Acero colocado	Asc (cm2)	7.74

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44: Refuerzo vertical del muro MY1.

Refuerzo compresión	Asf (cm2)	2.75
Refuerzo por tracción	Ast (cm2)	0.00
Refuerzo vertical	As (cm2)	2.75
Refuerzo minimo	Asmin (cm2)	1.63
Usar refuerzo	As (cm2)	2.75
Numero de varillas	#	4
Usar	ϕ	3/8"
Acero colocado	Asc (cm2)	2.84

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas 43 y 44 se observa el acero longitudinal necesario que se usará en las columnas de confinamiento de los muros MX1 (4 ϕ 1/2") y en el muro MY1 (4 ϕ 3/8").

4.5.3.2. Determinación de la sección de concreto

En el artículo 27 de la NTP E.070, indica que el área sea la mayor del diseño por comprensión o diseño por corte fricción, pero no será menor a 15 veces el espesor de la columna. A continuación, se presenta las expresiones que calculan los diseños por comprensión y corte fricción respectivamente.

$$A_n = A_s + \frac{C/\phi - A_s * f_y}{0.85 * \delta * f'_c}$$

$$A_{cf} = \frac{V_c}{0.2 * f'_c * \phi}$$

Tabla 45: Determinación de sección de concreto MX1.

Compresión	An (cm2)	128.54
Corte fricción	Acf (cm2)	569.50
Dimensiones de columnas	Largo (cm)	25.00
	Ancho (cm)	23.00
Seccion de col.	Ac (cm2)	575.00
	An' (cm2)	399.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46: Determinación de sección de concreto MY1.

Compresión	An (cm2)	-17.45
Corte fricción	Acf (cm2)	274.70
Dimensiones de columnas	Largo (cm)	25.00
	Ancho (cm)	13.00
Seccion de columna	Ac (cm2)	325.00
	An (cm2)	189.00

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas 45 y 46 se observa que el área del núcleo en el muro MY1 es negativo, pero eso no excluye que se compare con el área del núcleo confinado ($A_c > A_{cf}$), en ambos sentidos los muros MX1 y MY1 son correctas, ya que cumplen con la comparación.

4.5.3.3. Determinación de los estribos de confinamiento

Los estribos de confinamientos son cerrados con un gancho de 135°, así también podrían ser reemplazado por zunchos con ganchos de 180°. Los estribos deberán

estar a una altura menor a 45 cm o 15d, el espaciamiento a usar será el menor valor que se determine con las siguientes expresiones de la NTP E.070:

$$S1 = \frac{Av * fy}{0.3 * tn * f'c * \left(\frac{Ac}{An} - 1\right)} \qquad S2 = \frac{Av * fy}{0.12 * tn * f'c}$$

$$S3 = \frac{d}{4} \geq 5cm \qquad S4 = 10 cm$$

Tabla 47: Espaciamiento de estribos del muro MX1.

Aestribo (cm ²)	0.32
tn (cm)	21.00
d (cm)	25.00
S1 (cm)	3.91
S2 (cm)	6.10
S3 (cm)	6.25
S4 (cm)	10.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48: Espaciamiento de estribos del muro MY1.

Aestribo (cm ²)	0.32
tn (cm)	21.00
d (cm)	25.00
S1 (cm)	3.91
S2 (cm)	6.10
S3 (cm)	6.25
S4 (cm)	10.00

Fuente: Elaboración propia.

Los estribos de confinamiento se usó el mismo que estipula la NTP E.070, que corresponde a estribos de 6 mm 1 @ 0.05 m, 4 @ 0.10 m, resto @ 0.25 m.

4.5.4. Diseño de vigas soleras

La NTP E.070 indica que las vigas soleras se diseña a tracción pura y soporte la siguiente fuerza:

$$Ts = Vu \times \frac{Lm}{2L}$$

Tabla 49: Viga solera en el muro MX1

Dimensiones de vigas soleras	Base (cm)	23.00
	Peralte (cm)	20.00
	Ts (ton)	20.33
Área de acero	As (cm ²)	5.38
Área de acero mínimo	Asmin (cm ²)	2.30
Usar	As	5.38
Número de varillas	#	4
Usar refuerzo	φ	1/2"
Acero colocado	Asc (cm ²)	5.16

Fuente: Elaboración propia.

La viga solera de (0.23x.20 m) se diseñó con 4 Ø 1/2". Los estribos de confinamiento se usó la que estipula la NTP E.070, que corresponde a estribos de 6 mm 1 @ 0.05 m, 4 @ 0.10 m, resto @ 0.25 m.

Tabla 50: Viga solera en el muro MY1

Dimensiones de vigas soleras	Base (cm)	13.00
	Peralte (cm)	20.00
	Ts (ton)	9.81
Area de acero	As (cm ²)	2.59
Area de acero mínimo	Asmin (cm ²)	1.30
Usar	As	2.59
Numero de varillas	#	4
Usar refuerzo	φ	3/8"
Acero colocado	Asc (cm ²)	2.84

Fuente: Elaboración propia.

La vigas solera de (0.13x.20 m) se diseñó con 4 Ø 3/8". Los estribos de confinamiento se usó la que estipula la NTP E.070, que corresponde a estribos de 6 mm 1 @ 0.05 m, 4 @ 0.10 m, resto @ 0.25 m.

4.5.5. Diseño de cimentación

Se diseñó zapatas corridas considerando los criterios del libro de Arthur H. Nilson "Diseño de estructuras de concreto", siguiendo los criterios que se estipula en esta. Para el diseño se consideró el muro que soporta más carga para uniformizar las dimensiones de la zapata corrida. El estudio de suelos que se realizó, arrojó la capacidad portante de 11.88 ton/m² y profundidad de 1.0 m.

Datos de los materiales:

Peso de concreto: 2.40 ton/m³

Peso de relleno: 1.80 ton/m³

Resistencia de concreto: 210 Kg/cm²

Resistencia de acero: 420 Kg/cm²

Cargas aplicadas en el muro:

Carga muerta: 5.91 ton/m

Carga viva: 1.84 ton/m

Carga de servicio: 7.75 ton/m

Carga ultima: 11.40 ton/m

Cálculos para obtener el ancho y peralte de la zapata corrida.

La capacidad portante del suelo se determinó con la siguiente expresión:

$$q_e = q_a - t\gamma_c$$

$$q_e = 11.88 - (0.15 \times 1.80) \text{ ton/m}^2$$

$$q_e = 11.61 \text{ ton/m}^2$$

El ancho requerido por la zapata es:

$$A = \frac{P_D + P_L}{q_e}$$

$$A = \frac{7.75 \text{ ton/m}}{11.61 \text{ ton/m}^2} = 0.66 \text{ m}$$

Se estimó como base de zapata corrida a 70 cm.

La presión de contacto producida por las cargas, para el diseño es:

$$q_u = \frac{P_u}{A}$$

$$q_u = \frac{11.4 \text{ ton/m}}{0.70 \text{ m}} = 16.28 \text{ ton/m}^2$$

Se calculó el momento requerido para el diseño:

$$M_u = \frac{1}{8} q_u (b - a)^2$$

$$M_u = \frac{16.28 \times (0.70 - 0.15)^2}{8} = 0.61 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

Al inicio se propuso un peralte $d = 0.25 \text{ m}$, se efectuó el cortante:

$$V_u = q_u \left(\frac{b_w}{2} - \frac{E_m}{2} - d \right)$$

$$V_u = 16.28 \times \left(\frac{0.70}{2} - \frac{0.15}{2} - 0.25 \right) = 1.22 \text{ ton/m}$$

Además, se calculará el cortante resistente (V_c), con la siguiente expresión:

$$\phi V_c = \phi (2 \sqrt{f'_c} b d)$$

$$V_c = 0.85 \times 2 \times \sqrt{210} \times 70 \text{ cm} \times d = 17.24 d \text{ ton/m}$$

Haciendo la comparación se obtendrá el verdadero valor del peralte "d", y es la siguiente:

$$V_u \geq V_c$$

$$d = \frac{1.22}{17.24} = 0.07 \text{ m}$$

Se verifica que el peralte calculado es menor que el propuesto, por lo tanto, el peralte para el diseño es de 0.25 m . Asimismo se utilizó la cuantía mínima de acero para zapatas (0.0018).

Refuerzo de acero longitudinal

$$A_s = 0.0018 \times 70 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$$

$$A_s = 3.15 \text{ cm}^2$$

Usar acero longitudinal 4 \varnothing 1/2" @ 0.15 m

Refuerzo de temperatura o contracción

$$A_s = 0.0018 \times 25 \times 100 \text{ cm/m}$$

$$A_s = 4.5 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usar acero de temperatura \varnothing 3/8" @ 0.30 m entre centros.

Refuerzo de la viga de amarre

$$A_s = 0.0018 \times 60 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$$

$$A_s = 4.32 \text{ cm}^2$$

Se usó acero longitudinal 6 \varnothing 3/8", con estribos de \varnothing 3/8" 1 @ 0.05, 5 @ 0.10, resto @ 0.25 m.

4.5.6. Diseño de escalera

Las escaleras son estructuras que se diseñan y analizan de manera independientemente de la estructura principal. Por eso no se necesita incluir a la escalera en el modelo para obtener los esfuerzos de la edificación.

Datos de escalera:

- Paso (p): 0.25 m
- Contrapaso (cp): 0.18 m
- Espesor descanso: 0.20 m
- Ancho de tramo (B): 1.20 m
- Concreto: 2.40 ton/m³
- Acabados: 0.10 ton/m²

- Sobrecarga: 0.20 ton/m²
- Luz (Ln): 2.75 m
- Luz descanso: 0.90 m
- Recubrimiento: 0.02 m

4.5.6.1. Predimensionamiento

Espesor de losa (e):

$$L/25 \leq e \leq L/20$$

$$L/25 = 0.110 \text{ m}$$

$$L/20 = 0.138 \text{ m}$$

Se utilizó un espesor de 0.12 m.

La escalera está bien proporcionada cuando cumpla las siguientes expresiones:

$0.61 \leq 2C_p + P \leq 0.64 \text{ m}$	0.61	Ok
$0.43 \leq C_p + P \leq 0.45 \text{ m}$	0.43	Ok

$$h_v = \frac{c_p}{2} + \frac{e}{\cos \alpha}$$

$$h_v = 0.24 \text{ m}$$

$$\cos \alpha = \frac{P}{\sqrt{P^2 + C^2}}$$

$$\cos = 0.81$$

4.5.6.2. Metrado de escalera

Tramos inclinados:

▪ Carga muerta (Cm):

Peso propio de losa: $2.40 \times 0.24 \times 1.20 = 0.691 \text{ ton/m}$

Peso propio de acabados: $0.10 \times 1.20 = \underline{0.12 \text{ ton/m}}$

$$0.81 \text{ ton/m}$$

▪ Carga viva (Cv):

S/C viviendas: $0.20 \times 1.20 = 0.24 \text{ ton/m}$

- Carga Ultima (Cu):

$$Cu = 1.4 (Cm) + 1.7 (Cv) = 1.4 \times (0.81) + 1.7 (0.24) = 1.540 \text{ ton/m}$$

Tramo descanso:

- Carga muerta:

Peso propio de descanso: $2.40 \times 0.20 \times 1.20 = 0.576 \text{ ton/m}$

Peso propio acabados: $0.10 \times 1.20 = \underline{0.120 \text{ ton/m}}$

0.696 ton/m

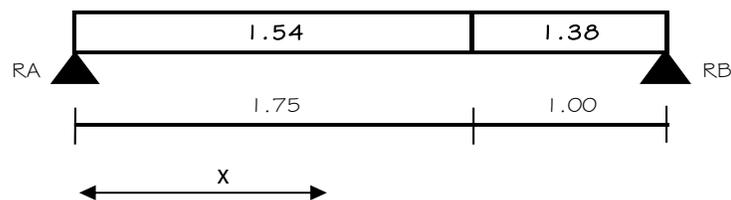
- Carga viva:

S/C viviendas: $0.20 \times 1.20 = 0.24 \text{ ton/m}$

- Carga Ultima (Cu):

$$CU = 1.4 (Cm) + 1.7 (Cv) = 1.40 \times (0.696) + 1.7 (0.24) = 1.382 \text{ ton/m}$$

4.5.6.3. Diseño de escalera



Donde:

$$RB = 1.99 \text{ ton}$$

$$RA = 2.08 \text{ ton}$$

$$x = 1.36 \text{ m}$$

4.5.6.3.1. Diseño por flexión

Realizando los cálculos se obtuvo el momento máximo positivo y negativo en los apoyos de la escalera, estos son:

$$Mu (+) = 1.44 \text{ ton}\cdot\text{m}$$

$$Mu (-) = 0.50 \text{ ton}\cdot\text{m}$$

4.5.6.3.2. Distribución de acero

- **Acero mínimo:**

$$As_{min} = 0.0018 \times B \times e$$

$$As_{min} = 0.0018 \times 1.2 \times 0.12 \times 10^6 = 216 \text{ mm}^2$$

✚ Se usa acero de $\varnothing 3/8 @ 0.30 \text{ m}$

- **Acero positivo:**

$$As (+) = (30.1 \times Mu) / d$$

$$As (+) = (30.1 \times 1.44) / 0.10 = 434.57 \text{ mm}^2$$

✚ Se usa acero de $\varnothing 1/2 @ 0.30 \text{ m}$

- **Acero negativo:**

$$As (-) = (30.1 \times Mu) / d$$

$$As (-) = (30.1 \times 0.50) / 0.10 = 150.5 \text{ mm}^2$$

Se usó el acero mínimo para la distribución de acero negativo.

- **Acero temperatura o contracción:**

$$As(t) = 0.0018 \times 1000 \text{ mm} \times e$$

$$As(t) = 0.0018 \times 1000 \times 0.12 \times 10^3 = 216 \text{ mm}^2$$

✚ Se usa acero de $\varnothing 3/8 @ 0.25 \text{ m}$

Comprobación: **Mn > Mu**

El momento máximo nominal se calculó con las siguientes expresiones:

$$\frac{a}{2} = \frac{A_{sc} \times F_y}{1.7 \times f'_c \times B} \quad M_n = \frac{0.90 \times A_{sc} \times f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}{10^6}$$

$$a/2 = 4.98 \text{ mm}$$

$$M_n = 1.82 \text{ ton}\cdot\text{m}$$

Por lo tanto, se comprobó la expresión: **$M_n > M_u$** .

4.5.6.3.3. Diseño por corte

Realizando los cálculos se obtuvo el cortante máximo, y son los siguientes:

$$V_c = 7.38 \text{ ton}$$

$$V'_{ud} = 1.96 \text{ ton}$$

Comprobación: **$V_c > V'_{ud}$**

Por lo tanto, se comprobó la expresión: **$V_c > V'_{du}$**

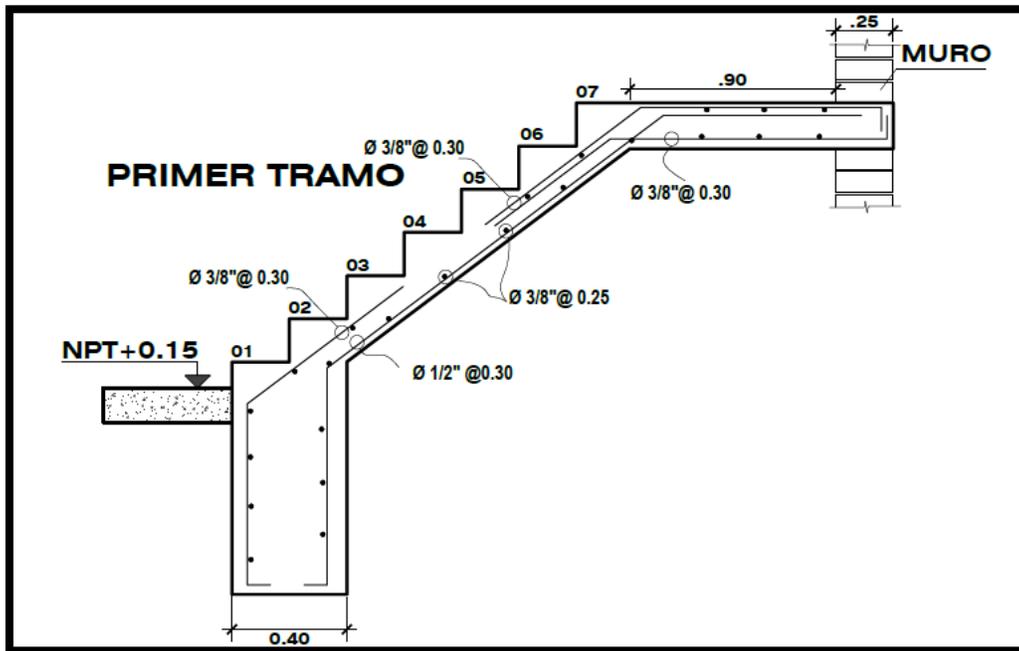


Figura 12: Diseño de escalera

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

- ✚ El diseño estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada en el Distrito El Porvenir – Provincia Trujillo; realizado en el presente proyecto; cumple con lo establecido en las normas técnicas peruanas, lo que permitirá un adecuado diseño sísmico y estructural para las edificaciones posteriores de este tipo, dando las pautas básicas y necesarias para tal fin ; Asimismo Merodio y Vásquez en su investigación “Análisis del comportamiento estructural de una edificación de cinco pisos diseñada con los sistemas de albañilería confinada y muros de ductilidad limitada”, este proyecto también cumplió con lo establecido en las normas técnicas peruanas, estoy de acuerdo con el cumplimiento, ya que se debe respetar los criterios de diseño para dar seguridad y una buena infraestructura a los habitantes.
- ✚ En la figura 2 (Pág. 32) del presente proyecto se puede observar que el terreno es “PLANO” y con pendiente menor al 1%, en la investigación de Jiménez y Julca (2018) “Diseño estructural de un edificio de 5 niveles de albañilería confinada en la ciudad de Trujillo”, quienes al realizar el estudio topográfico encontraron resultados de terreno plano y pendiente menor a 1%, se puede constatar que ellos obtuvieron resultados semejantes al presente proyecto, ya que su proyecto realizado se encuentra en la misma ciudad.
- ✚ El estudio de mecánica de suelos realizado, se encontró (Tabla 5, pág. 33) el tipo de suelo según SUCS el suelo del proyecto es una arena mal graduada con limo (SP-SM) y ASSHTO lo clasifica como una arena fina /excelente a bueno (A3-0), y la capacidad portante del suelo es de 1.19 kg/cm², en cambio Pineda (2017) en su tesis “Diseño estructural de viviendas sismo resistente en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en El Agustino, Lima”; el tipo de suelo que tiene el suelo de su proyecto es relleno y material (GM-GP) siendo muy diferente al tipo de suelo que presenta este proyecto, por lo que el suelo de la ciudad de Lima contempla otras características físicas y mecánicas al suelo de Trujillo; pero Jiménez y Julca (2018) “Diseño estructural de un edificio de 5 niveles de albañilería confinada en la ciudad

de Trujillo”, ellos obtuvieron resultados de arena mal graduada (SP-SM) según SUCS, con capacidad portante de 1.28 kg/cm²., lo que se puede decir que los resultados son iguales a los estudios realizados en este proyecto.

- ✚ El diseño arquitectónico que se presenta cumple con los requisitos de la NTP A.010, asimismo la configuración de la estructura es simétrica y simple, Escamildo (2018) en su tesis, “Diseño estructural de una edificación de albañilería confinada de 8 pisos en la ciudad de Trujillo, La Libertad”, indica que el diseño arquitectónico debe ser distribuido de forma simétrica y sencilla para obtener una mejor respuesta estructural. Por lo que se menciona estoy de acuerdo ya que los muros son los que soportan el peso, y por ende ayudarán a tener una mejor respuesta ante un evento sísmico en los dos ejes de estudio.
- ✚ En la investigación de Salinas (2018) “Análisis y diseño estructural de una vivienda multifamiliar de mampostería”, se obtuvieron resultados de las distorsiones de entrepiso en ambos sentidos, estas son 0.0030 y 0.0021, y son menores al que estipula la NTP E.030, en este proyecto se obtuvo resultados semejantes como se muestra en las tablas 19 y 20. A este le podemos añadir que las distorsiones dependen de la configuración de la estructura y la posición de los muros. 391.59
298.46
- ✚ En la presente investigación se realizó la verificación de resistencia al corte, cumpliendo lo que establece la NTP E.070, el cortante generado por el sismo severo sea menor al cortante resistente por lo muros, y se obtuvo los siguientes resultados: (391.59ton ≥ 298.46ton) para sentido X-X Pineda (2017) en su tesis “Diseño estructural de viviendas sismo resistente en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en El Agustino, Lima, el resultado obtenido para esta verificación fue (126.56 ≥ 56.02ton). cumpliendo la verificación, coinciden, pero el valor varía por la envergadura del proyecto, ya sea el área es mayor al otro y la cantidad de muros en ambos sentidos es mayor.

VI. CONCLUSIONES

- ✚ El diseño estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada en el Distrito El Porvenir – Provincia Trujillo; realizado en el presente proyecto; cumplió con lo establecido en las normas técnicas peruanas, lo que permitirá un adecuado diseño sísmico y estructural para las edificaciones posteriores de este tipo, dando las pautas básicas y necesarias para tal fin, fomentando el crecimiento vertical y evitando el fenómeno de crecimiento horizontal, con las construcciones de edificios de viviendas multifamiliares en un determinado espacio, dando las comodidades y seguridad a los habitantes del distrito.
- ✚ Se realizó el levantamiento topográfico con GPS, se constató las medidas reales del terreno, formando un área 220 m² para el proyecto, además se presentó las curvas de nivel y se pudo clasificar al terreno como “PLANO”, y una pendiente menor al 1%, por motivo que el terreno no muestra mucho relieve.
- ✚ Se realizó el estudio de mecánica de suelos en el laboratorio de la UCV, se extrajo 2 muestras que corresponde a los estratos que se encontró en la calicata realizada a una profundidad de 3.0 m, el estudio dio resultados del tipo de suelo y la capacidad portante que requiere el proyecto; siendo estos, arena mal graduada con limo (SP-SM) según el SUCS y para el sistema AASHTO (A3-0) una arena fina/Excelente a bueno, asimismo la capacidad portante se realizó los cálculos necesarios y se obtuvo como resultado 1.19 kg/cm².
- ✚ Se diseñó la distribución arquitectónica de la vivienda multifamiliar con los requisitos estipulados en la NTP A.010, este mismo está compuesto por 02 viviendas por piso, siendo un total de 08 viviendas, las cuales está conformada por 01 sala, 01 cocina-comedor, 01 SS. HH de visita, 01 SS. HH común, 01 dormitorio principal y 02 dormitorios y estacionamiento; siendo un área techada 78 m² c/vivienda. Además, la configuración del proyecto es simétrica y simple como estipula la NTP E.070.

✚ Se efectuó el análisis sísmico de la vivienda multifamiliar en el software ETABS para elaborar el modelamiento estructural, se obtuvo la fuerza aplicada en la base de la estructura y los desplazamientos absolutos siguiendo con los criterios de la NTP E.030. Los resultados de la fuerza cortante que actúa en el edificio fue de 298.46 ton y los desplazamientos en los sentidos X-X y Y-Y son 0.004 y 0.003 respectivamente; asimismo se verificó que la estructura no presenta irregularidades en planta y altura; y se comprobó que la fuerza dinámica necesita amplificar en los sentidos X-X y Y-Y.

✚ Se realizó el diseño estructural de los elementos que conforman el sistema estudiado, se cumplió con los requisitos de las NTP E.020, E.060, E.070; mediante el uso del programa ETABS, se obtuvo las fuerzas internas de los muros de la estructura, que posterior se realizó las verificaciones de muros como establece la NTP E.070 cumpliendo, y aplicando el diseño por sismo moderado, estos son mayores al cortante generado por la fuerza sísmica severo, los resultados fueron en el sentido X-X ($391.59\text{ton} \geq 298.46\text{ton}$) y en el sentido Y-Y ($368.71 \geq 298.46$). Asimismo, se diseñó los elementos de confinamiento verificando la resistencia al corte fricción, y tracción. Se consideró el espaciamiento mínimo de la NTP E.070 en el numeral 27.2 para los elementos de confinamiento. Se diseñaron la cimentación de la vivienda multifamiliar donde se consideró zapata corrida con viga de amarre con medidas de (0.70 x 0.25m) y (0.40 x 0.60m) respectivamente, columnas de 0.23x0.25m y 0.13x0.25m, vigas soleras de 0.23x0.20m y 0.13x0.20m, losa aligerada de $e=0.20\text{m}$

VII. RECOMENDACIONES

- ✚ Al realizar el diseño estructural de una vivienda multifamiliar de albañilería confinada, deben cumplir con los requisitos estipulados en las normas técnicas peruanas, para lo cual apporto con la presente investigación, siendo el deseo del autor que les pueda servir de referencia y utilidad.
- ✚ Se debe utilizar materiales de buena calidad y adecuados para la construcción de edificaciones, asimismo deberá ser supervisado por un profesional autorizado, que cumpla de manera eficaz el control y seguimiento del procedimiento en obra.
- ✚ Considerar una distancia adecuada entre los elementos de confinamiento verticales, sino fuese el caso se pierde el efecto de confinamiento en el muro, como la estabilidad del muro.
- ✚ También es recomendable comprobar las irregularidades que existen, ya sea en planta o altura, buscando en todo momento la regularidad de la estructura.
- ✚ Se debe evitar que las instalaciones sanitarias o eléctricas afecten a los muros portantes, ya que estos muros aportan rigidez a la estructura.

REFERENCIAS

- ✚ ABANTO, Tomás. Análisis y diseño de edificaciones de albañilería confinada. [En línea] Perú. 2° Edición por editorial San Marcos. Abril 2017. 375 pp. [Fecha consultada: 16 de mayo del 2019].
Disponible en: <https://es.scribd.com/document/380756799/Analisis-y-Diseño-de-Edificaciones-de-Albanileria-Flavio-Abanto-Castillo-Edicion-Actualizada>
- ✚ BOTIA, Wilmar. Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo. Tesis (Título de ingeniero civil). Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, 2015. 164 pp.
Disponible: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6239/MANUAL%20DE%20PROCEDIMIENTOS%20DE%20ENSAYOS%20DE%20SUELOS.pdf;jsessionid=F205C0500872285195F3D0B6C7D668E8?sequence=1%20>.
- ✚ BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. [En línea] Perú. 1° Edición. Mayo 2012. 38 pp. [Fecha consultada: 20 de junio del 2019].
Disponible en: <https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil>
- ✚ CLAUX, Inés. La arquitectura y el proceso de diseño. Lima: Editorial CAUCES, 2016. 7 pp.
ISBN: 978-276-592-775-4
- ✚ COLINA, Jaime y RAMIRES, Horacio. La ingeniería estructural. México: Editorial Ciencia Ergo, 2000. 8 pp.
ISSN: 1405-0269
- ✚ DAMIÁN, Melquiades. Predicción de la respuesta sísmica de muros de albañilería confinada empleando redes neuronales artificiales. Tesis (Maestría Ingeniería Estructural). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2013. 87 pp.
Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1132/1/damian_jm.pdf

ISBN: 978-612-315-410-3

- ✚ ESCAMILDO, James. Diseño estructural de una edificación de albañilería confinada para 8 pisos en la ciudad de Trujillo – La Libertad. Tesis (Título de ingeniero civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2017. 205 pp.

Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/3587>

- ✚ HERNANDEZ, Miguel. Diseño estructural de un edificio de vivienda de albañilería confinada. Tesis (Título de ingeniero civil). Lima: Universidad Pontificia Católica del Perú. 2013, 101 pp.

Disponible: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1450/HERNANDEZ_PINEDO_LUIS_ALBA%C3%91ILERIA_CONFINADA.pdf

- ✚ HERNANDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. [En línea] México. 6° Edición por editorial McGraw-Hill/Interamericana editores S.A. 2014. 634 pp. [Fecha consultada: 20 de junio del 2019].

Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

ISBN: 978-4562-2396-0

- ✚ H. NILSON, Arthur. Diseño de estructuras de concreto. [En línea] Colombia. 12° Edición por editorial McGraw-Hill/Interamericana editores S.A. 2001. 738 pp. [Fecha consultada: 13 de noviembre del 2019].

Disponible en: [https://www.ucursos.cl/usuario/7c1c0bd54f14c0722cefc0fa25ea186d/mi_blog/r/32988036-Nilson-Diseno-De-Estructuras-De-Concreto_\(1\).pdf](https://www.ucursos.cl/usuario/7c1c0bd54f14c0722cefc0fa25ea186d/mi_blog/r/32988036-Nilson-Diseno-De-Estructuras-De-Concreto_(1).pdf)

- ✚ Instituto de la Construcción y Gerencia (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica Peruana E.030 Diseño Sismo resistente. Lima: 2016. 30 pp.

Disponible en: <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>

- ✚ Instituto de la Construcción y Gerencia (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica Peruana E.020 Cargas. Lima: 2006. 8 pp.
Disponible en: <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- ✚ Instituto de la Construcción y Gerencia (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica Peruana A.010 Arquitectura. Lima: 2014. 19 pp.
Disponible en: <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- ✚ Instituto de la Construcción y Gerencia (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica Peruana E.060 Concreto Armado. Lima: 2009. 182 pp.
Disponible en: <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- ✚ Instituto de la Construcción y Gerencia (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica Peruana E.070 Albañilería. Lima: 2006. 15 pp.
Disponible en: <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- ✚ Instituto de la Construcción y Gerencia (Perú). Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones. Lima: 2006. 18 pp.
Disponible en: <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- ✚ LINGAN, Sara. Análisis y diseño estructural comparativo entre los sistemas de muros de ductilidad y albañilería confinada para una vivienda multifamiliar. Tesis (Título de ingeniera civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 133 pp.
Disponible: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/26133/lingan_gs.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- ✚ MENDOZA, Jorge. TOPOGRAFIA: Técnica Moderna. 1° edición. Lima: SEGRIN E.I.R.L, 2012. 543 pp.
ISBN: 978-612-00-0577-4

- ✚ SAN BARTOLOME, Ángel. Construcciones de Albañilería: Comportamiento sísmico y estructural. [En línea] Perú. 1° edición por fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Octubre. 1994. 231 pp. [fecha de consulta: 16 de mayo del 2019].
Disponible en: <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/72>
- ✚ RAMOS, Jesús. Costos y presupuestos de edificación. [En línea] Lima, octubre. 2003. 145 pp. [fecha de consulta: 10 de junio del 2019].
Disponible en: https://civilyedaro.files.wordpress.com/2014/08/costos_y_presupuestos_en_edificacion_-_capeco_r.pdf
- ✚ PINEDA, Edgar. “Diseño estructural de viviendas sismo resistente en ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en el agustino, Lima 2017”. Tesis (Título de ingeniero Civil). Perú. Universidad César Vallejo. 2017. 119 pp.
Disponible: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/11893/Pineda_MER.pdf?sequence=1
- ✚ QUIROZ, Cesar. Comparación del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar proyectada mediante los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca. Tesis (Título de ingeniero civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2016. 208 pp.
Disponible en: <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10254>
- ✚ SALINAS, Pedro. Análisis y diseño estructural de una vivienda multifamiliar de mampostería. Tesis (Título de ingeniero civil). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2013. 94 pp.
Disponible: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/3148/tesis.pdf?sequence=1>
- ✚ SAN BARTOLOME, Ángel. Construcciones de Albañilería: Comportamiento sísmico y estructural. [En línea] Perú. 1° edición por fondo editorial de la Pontificia

Universidad Católica del Perú. Octubre. 1994. 231 pp. [fecha de consulta: 16 de mayo del 2019].

Disponible en: <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/72>

- ✚ SAN BARTOLOME, Ángel. Análisis de edificios. [En línea] Perú. 1° edición por fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Marzo. 1998. 334 pp. [fecha de consulta: 16 de mayo del 2019].

Disponible: <https://es.slideshare.net/GuillermoFernandoZubieta/analisis-edificios>

ISBN: 9972-42-112-0

- ✚ SAN BARTOLOME, Ángel y QUIUN, Daniel. Propuesta normativa para el diseño sísmico de edificaciones de albañilería confinada. Revista Internacional Construlink. [En línea]. Vol. 2, N° 5. Febrero. 2004. [fecha de consulta: 27 de mayo del 2019].

Disponible: [http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-](http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2007/08/Propuesta-en-Alba-Con-Construlink.pdf)

[content/uploads/sites/82/2007/08/Propuesta-en-Alba-Con-Construlink.pdf](http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2007/08/Propuesta-en-Alba-Con-Construlink.pdf)

ISSN: 1645-5576

- ✚ Terremoto de 7.9 grados devastó Pisco hace nueve años. RPP. 15 de agosto del 2016.

Disponible en: <https://rpp.pe/peru/historia/video-un-terremoto-de-79-grados-devasto-pisco-hace-nueve-anos-noticia-987220>

- ✚ VASQUEZ, Walter y MERODIO, Julio. Estudio comparativo del comportamiento y diseño estructural de un edificio multifamiliar de 5 pisos diseñado con los sistemas de albañilería confinada y muros de ductilidad limitada en suelo flexible en la ciudad de Piura. Tesis (Título de ingeniero civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2018. 166 pp.

Disponible: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/62489>

[7/VASQUEZ_OW.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/62489)

ANEXO

ANEXO 01: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE ALBAÑILERIA CONFINADA	ESTUDIO TOPOGRÁFICO	"Determinar la posición realtiva de los puntos, por medio de la recopilación y procesamiento de la información de las partes fisicas de la superficie terrestre." Para Mendoza (2012)	Se realizó el levantamieto topografico con el GPS, y se obtuvo las medidas reales del terreno, asi mismo las curvas de nivel y la area del terreno.	Area	Razón
				Curvas de nivel	Razón
	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	"Es la ciencia que estudia y define las propiedades mecanicas y fisicas de una determinada masa." Según Botia (2015)	Se realizó una calicata de 3.00m de profundidad, donde se tomo muestras de los estratos existentes, que luego fueron analizados en el laboratorio de la UCV.	Clasificacion de suelos	Nominal
				Capacidad Portante	Razón
	DISEÑO ARQUITECTÓNICO	"Su alcance es diseñar los ambientes que logren proteger, albergar y dar comodidad de los ocupantes." Claux (2016).	Se diseño con el fin de tener espacios adecuados para satisfacer las necesidades de los habitantes, cumpliendo con los criterios de la NTP A.020.	Distribución de ambientes	Razón
				Area	Razón
	ANÁLISIS SÍSMICO	Según San Bartolome y Quiun (2004). "Se realiza el analisis sismico utilizando cualquier metodo conocido."	Se efectuó el predimensionamiento y metrado de cargas de los elementos estructurales que posterior se evaluó los desplazamientos maximos con el programa ETABS.	Predimensionamiento	Razón
				Metrado de cargas	
				Metodo de analisis	Razón
	DISEÑO ESTRUCTURAL	"Todas las actividades que sirven para definir las características de la estructura, brindando rigidez y resistencia de forma economica." Colina y Ramirez (2000)	Se utilizó las Normas Tecnicas Peruanas vigentes para el desarrollo del diseño de los elementos de confinamiento, que cumplan con los requisitos que estipulan las normas.	Diseño de Muros	Razón
				Diseño de columnas y vigas	Razón
				Diseño de cimentación	Razón

ANEXO 02: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



Fuente Elaboración propia.

ANEXO 03: RESUMEN DE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN EL DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA TRUJILLO 2019

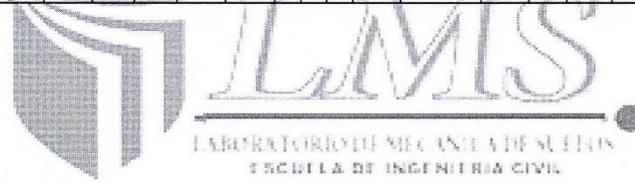
SOLICITANTE : CUEVA QUISPE, WILSON JHOEL

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL PORVENIR - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019

Calicata	Ubicación	Prof. Estrato	PROPIEDADES FÍSICAS						CLASIFICACIÓN		PROPIEDADES MECÁNICAS						
			% CH	% Finos	% Arenas	% Gravas	% LL	% LP	% IP	SUCS	AASHTO	MDS (g/cm3)	OCH %	CBR 100%	CBR 95%	Pu (g/cm3)	Qadm. (Kg/cm2)
C-1	E-1	MUESTRA 1 1.50 m	2.97	5.87	94.00	0.13	NP	NP	NP	NP	SP-SM	A-3 (0)	-	-	-	-	-
C-1	E-2	MUESTRA 2 3.00 m	3.19	4.63	95.29	0.08	NP	NP	NP	NP	SP	A-3 (0)	-	-	-	1.145	1.19



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la UCV.

ANEXO 04: RESULTADO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA (E1)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D - 4318**

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN EL DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA TRUJILLO 2019

SOLICITANTE : CUEVA QUISPE, WILSON JHOEL

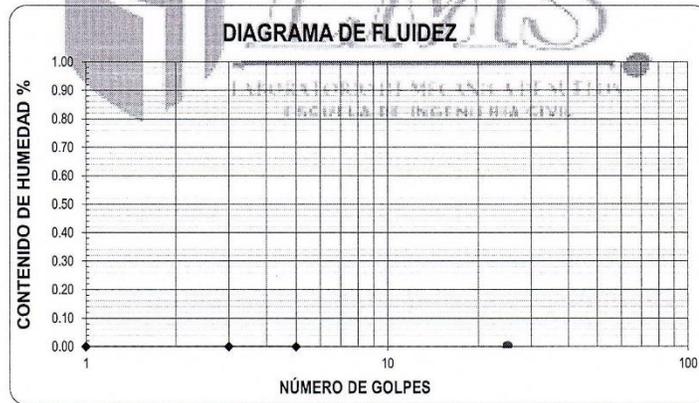
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL PORVENIR - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (ZONA 17 L / E 721515.331 / N 9107255.121)

MUESTRA : C-1 / E-1 / MUESTRA 1 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	NP	NP	NP	NP	NP
N° de golpes					
Peso de tara (g)					
Peso de tara + suelo húmedo (g)					
Peso tara + suelo seco (g)					
Contenido de Humedad %	NP	NP	NP	NP	NP
Límites %		NP		NP	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la UCV.

ANEXO 05: RESULTADO DE CONTENIDO DE HUMEDAD (E1)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN EL DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA TRUJILLO 2019

SOLICITANTE : CUEVA QUISPE, WILSON JHOEL

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL PORVENIR - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (ZONA 17 L / E 721615.331 / N 9107255.121)

MUESTRA : C-1 / E-1 / MUESTRA 1 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	52.51	50.50	48.84
Peso del tarro + suelo humedo (g)	120.68	132.74	170.15
Peso del tarro + suelo seco (g)	118.74	130.34	166.66
Peso del suelo seco (g)	66.23	79.84	117.82
Peso del agua (g)	1.94	2.40	3.49
% de humedad (%)	2.93	3.01	2.96
% de humedad promedio (%)	2.97		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#sairadelante
ucv.edu.pe

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la UCV

ANEXO 06: RESULTADO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (E1)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D - 422**

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN EL DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA TRUJILLO 2019

SOLICITANTE : CUEVA QUISPE, WILSON JHOEL

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL PORVENIR - TRUJILLO - LA LIBERTAD

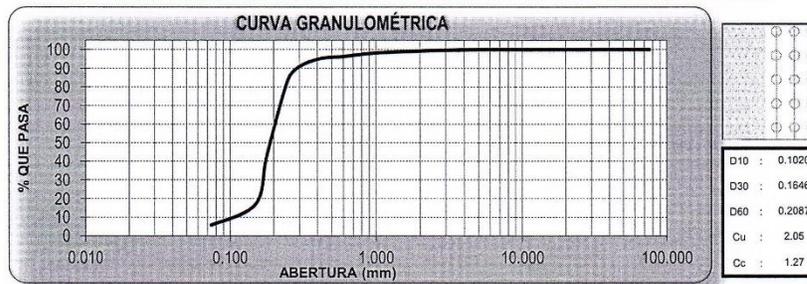
FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (ZONA 17 L / E.721515.331 / N.9107255.121)

MUESTRA : C-1 / E-1 / MUESTRA 1 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00
 Peso de muestra seca luego de lavado : 1882.56
 Peso perdido por lavado : 117.44

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	2.97%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : NP
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : NP
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plasticidad : NP
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	
No4	4.75	2.51	0.13	0.13	99.87	Clas. SUCS : SP-SM
No8	2.360	7.09	0.35	0.48	99.52	Clas. AASHTO : A-3 (0)
No10	2.000	6.54	0.28	0.76	99.24	Descripción de la Muestra
No16	1.180	13.71	0.69	1.44	98.56	
No20	0.850	16.43	0.82	2.26	97.74	SUCS: Arena mal graduada con limo
No30	0.600	28.21	1.41	3.67	96.33	
No40	0.420	22.72	1.14	4.81	95.19	AASHTO: Arena fina / Excelente a bueno
No50	0.300	88.00	4.30	9.11	90.89	
No60	0.250	146.20	7.31	16.42	83.58	Tiene un % de finos de = 5.87%
No80	0.180	799.39	39.97	56.39	43.61	
No100	0.150	530.93	26.55	82.94	17.06	Descripción de la Calicata
No200	0.074	223.83	11.19	94.13	5.87	
< No200		117.44	5.87	100.00	0.00	C-1 : E-1
Total		2000.00	100.00			Profundidad : 0.30 m - 1.50 m



CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la UCV.

ANEXO 07: RESULTADO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA (E2)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN EL DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA TRUJILLO 2019

SOLICITANTE : CUEVA QUISPE, WILSON JHOEL

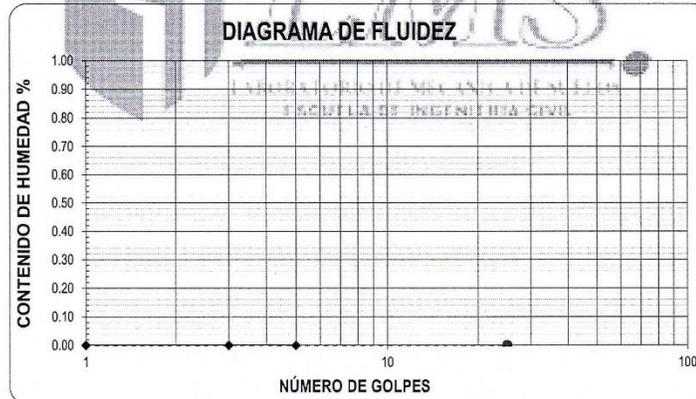
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL PORVENIR - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (ZONA 17 L / E 721515.331 / N 9107255.121)

MUESTRA : C-1 / E-2 / MUESTRA 2 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	NP	NP	NP	NP	NP
N° de golpes	NP	NP	NP	NP	NP
Peso de tara (g)					
Peso de tara + suelo húmedo (g)					
Peso tara + suelo seco (g)					
Contenido de Humedad %	NP	NP	NP	NP	NP
Limites %	NP			NP	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la UCV

ANEXO 08: RESULTADO DE CONTENIDO DE HUMEDAD (E2)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D - 2216

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN EL DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA TRUJILLO 2019

SOLICITANTE : CUEVA QUISPE, WILSON JHOEL

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL PORVENIR - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (ZONA 17 L / E 721515.331 / N 9107255.121)

MUESTRA : C-1 / E-2 / MUESTRA 2 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	51.52	50.05	48.44
Peso del tarro + suelo humedo (g)	118.96	126.09	141.70
Peso del tarro + suelo seco (g)	116.97	123.72	138.70
Peso del suelo seco (g)	65.45	73.67	90.26
Peso del agua (g)	1.99	2.37	3.00
% de humedad (%)	3.04	3.22	3.32
% de humedad promedio (%)	3.19		

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la UCV

ANEXO 09: RESULTADO DE ANALISIS GRANULOMÉTRICO (E2)



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D - 422**

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN EL DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA TRUJILLO 2019

SOLICITANTE : CUEVA QUISPE, WILSON JHOEL

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL PORVENIR - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (ZONA 17 L / E 721515.331 / N 9107255.121)

MUESTRA : C-1 / E-2 / MUESTRA 2 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

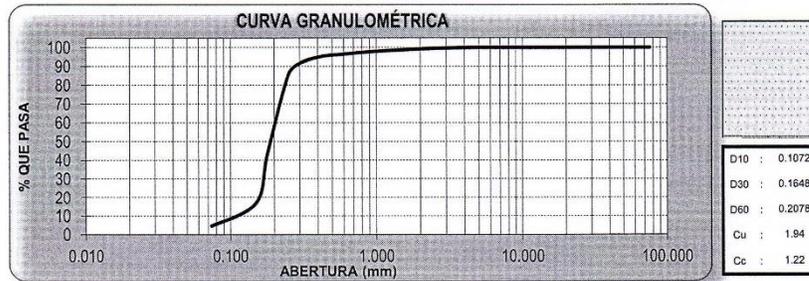
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1900.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1812.06

Peso perdido por lavado : 87.94

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	3.19%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	L Líquido : NP
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	L Plástico : NP
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plasticidad : NP
No4	4.75	1.52	0.08	0.08	99.92	Clas. SUCS : SP
No8	2.360	9.07	0.48	0.56	99.44	
No10	2.000	4.45	0.23	0.79	99.21	Clas. AASHTO : A-3 (0)
No16	1.180	17.30	0.91	1.70	98.30	
No20	0.850	14.36	0.76	2.46	97.54	Descripción de la Muestra
No30	0.600	21.28	1.12	3.58	96.42	
No40	0.420	24.72	1.30	4.88	95.12	SUCS: Arena fina/grapada
No50	0.300	68.00	3.58	8.46	91.54	
No60	0.250	120.46	6.34	14.80	85.20	AASHTO: Arena fina / Excelente a bueno
No80	0.180	793.39	41.76	56.56	43.44	
No100	0.150	503.69	26.51	83.07	16.93	Tiene un % de finos de = 4.63%
No200	0.074	233.82	12.31	95.37	4.63	
< No200		87.94	4.63	100.00	0.00	Descripción de la Calicata
Total		1900.00	100.00			



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la UCV

ANEXO 10: RESULTADO DE ANÁLISIS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

C-1 / E-2

PROYECTO	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN EL DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA TRUJILLO 2019
SOLICITANTE	: CUEVA QUISPE, WILSON JHOEL
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: EL PORVENIR - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: OCTUBRE DEL 2019 (ZONA 17 L / E 721515.331 / N 9107255.121)
MUESTRA	: C-1 / E-2 / MUESTRA 2 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CAPACIDAD DE CARGA

(Terzaghi 1943 y modificado por Vesic 1975)

$$q_u = c N_c S_c + q N_q S_q + \frac{\gamma B}{2} N_\gamma S_\gamma$$

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(\frac{1}{4} \pi + \frac{1}{2} \phi \right)$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

Peso Unitario del Suelo encima del NNF

$\gamma = 0.864$ ton/m³

Peso Unitario del Suelo debajo del NNF

$\gamma' = 1.145$ ton/m³

Profundidad de cimentación (ZAPATA)

= 2.00 m

Factor de seguridad

= 3

Profundidad de cimentación corrido

= 1.00 m

Sobrecarga en la base de la cimentación

$q = \gamma D = 1.73$ ton/m²

Sobrecarga en la base del cimiento corrido

$q = \gamma D = 0.86$ ton/m²

ASENTAMIENTO INICIAL

Teoría Elástica

$$s = C_q q B \left(\frac{1 - \nu^2}{E_s} \right)$$

FACTORES DE FORMA (Vesic)

$$S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

$\nu = 0.30$

$E_s = 560.00$ Kg/cm²

$C_s = 79.00$ cm/m

$C_s = 82.00$ cm/m

$C_s = 112.00$ cm/m

CONSIDERANDO FALLA LOCAL POR CORTE

Ángulo de fricción ϕ	C (kg/cm ²)	N_c	N_q	N_γ (Vesic)	N_q/N_c	$\tan \phi$
26.00	0.000	22.254	11.854	12.539	0.563	0.488

CIMENTACIÓN CORRIDA

B (m)	L (m)	S_c	S_q	S_γ	q_u (kg/cm ²)	q_{ad} (kg/cm ²)	S (cm)
0.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.31	0.44	0.02
0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.38	0.46	0.03
0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.45	0.48	0.04
0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.60	0.53	0.05
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.74	0.58	0.07

Se puede considerar como valor único de diseño:

$q_{admisible} = 1.19$ Kg/cm²

$q_{admisible} = 11.88$ tn/m²

Q = 17.11 tn

S = 0.19 cm

CIMENTACIÓN CUADRADA

B (m)	L (m)	S_c	S_q	S_γ	q_u (kg/cm ²)	q_{ad} (kg/cm ²)	S (cm)
1.20	1.20	1.56	1.49	0.60	3.56	1.19	0.19
1.30	1.30	1.56	1.49	0.60	3.61	1.20	0.21
1.50	1.50	1.56	1.49	0.60	3.69	1.23	0.25
1.80	1.80	1.56	1.49	0.60	3.82	1.27	0.31
2.00	2.00	1.56	1.49	0.60	3.91	1.30	0.35

CARGA ADMISIBLE BRUTA

17.11 tn

CIMENTACIÓN RECTANGULAR

B (m)	L (m)	S_c	S_q	S_γ	q_u (kg/cm ²)	q_{ad} (kg/cm ²)	S (cm)
1.00	1.20	1.47	1.41	0.67	3.36	1.12	0.20
1.20	1.50	1.46	1.39	0.68	3.43	1.14	0.25
1.50	1.80	1.47	1.41	0.67	3.60	1.20	0.33
1.80	2.00	1.51	1.44	0.64	3.77	1.26	0.41

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO

SUCS	: SP
AASHTO	: A-3 (0)
ϕ^*	C (Kg/cm ²)
26.00	0.000
	P. u. (Tn/m ³)
	1.145

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.

Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.

Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la UCV

ANEXO 11: RESULTADO DE PESO UNITARIO DEL SUELO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

PESO UNITARIO DEL SUELO ASTM C-29

PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE ALBAÑILERÍA CONFINADA EN EL DISTRITO EL PORVENIR, PROVINCIA TRUJILLO 2019

SOLICITANTE : CUEVA QUISPE, WILSON JHOEL

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL PORVENIR - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DEL 2019 (ZONA 17 L / E 721515.331 / N 9107255.121)

MUESTRA : C-1 / E-2 / MUESTRA 2 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO DEL SUELO

Frasco Graduado

Muestra N°	1	2
Peso del frasco (gr)	122.30	122.30
Volumen del frasco (cm ³)	1080.70	1080.70
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	1348.70	1371.60
Peso del Suelo Húmedo (gr)	1226.40	1249.30
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.135	1.156
Contenido de Humedad (%)	3.19%	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.134	1.156
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)	1.145	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos de la UCV

ANEXO 12: TIPO DE LADRILLO PARA MUROS PORTANTES



MODOS DE USO Se utiliza en paredes, muros, encofrados, columnas, ventanas, jardines, cercas, etc.

CARACTERÍSTICAS GENERALES



Denominación del Bien	KING KONG 18 HUECOS
Denominación Técnica	KING KONG 50% VACIO
Dimensiones	9 x 12.5 x 23 cm.
Peso	2.70 kg.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

De los tipos de ladrillos
Según la norma NTP 399.613 - 331.040 - 331.041 este ladrillo corresponde:

TIPO: Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.

OTRAS ESPECIFICACIONES

- Procesos de fabricación altamente controlado
- Control de calidad riguroso en todos los procesos
- Peso exacto
- Secado Artificial automatizado

EL CONTENIDO DE LA FICHA PUEDE VARIAR POR CAMBIOS EN LOS PROCEDIMIENTOS O EN LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.



www.ladriilloslark.com.pe

Fuente: Ficha técnica de ladrillo LARK.