



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño Estructural de viviendas Sismo Resistente en la ribera del río
Rímac y en las laderas del cerro en El Agustino, Lima 2017

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Edgar Raul Pineda Magino

ASESOR:

Mg. Raul Heredia Benavides

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2017

PÀGINA DEL JURADO



PRESIDENTE
Mg. Cesar Teodoro Arriola Prieto



SECRETARIO
Mg, Luis Humberto Díaz Huisa



VOCAL
Mg. Raul Heredia Benavides

Dedicatoria

A mis padres por lo valores enseñados, que Dios lo tenga en su gloria. A mis tíos ser el pilar fundamental en todo lo que soy, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

AGRADECIMIENTO

Agradecer en primer lugar a Dios por permitirme llegar a este momento, un agradecimiento especial a mi Tío Ever Vilca por el apoyo brindado a recolectar información para el desarrollo de la presente tesis.

Al Mg. Raúl Heredia Benavides, quien reviso y me brindó recomendaciones para las mejoras continuas en la elaboración de la investigación.

A ellos, Gracias por todo.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Edgar Raúl Pineda Magino con DNI N° 73871600, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 19 de Julio del 2017



Edgar Raul Pineda Magino

DNI 73871600

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado

En el cumplimiento del reglamento de la escuela profesional de ingeniería civil, presento el proyecto de investigación titulado: “**Diseño estructural de viviendas Sismo resistente en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en El Agustino, Lima 2017**”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

La presente tesis se ha estructurado en cuatro capítulos. En el capítulo I, se encuentra la realidad problemática, trabajos previos, teoría relacionados al tema, alcances, planteamiento del problema, justificación, hipótesis y objetivos. En el capítulo II, se estableció el diseño de la investigación, Operacionalización de variables, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, método de análisis de datos. En el capítulo III, se ubicó el desarrollo de los resultados. En el capítulo IV se presenta la discusión de los resultados. En el capítulo V se llega a las conclusiones de la investigación. En el capítulo VI se plasmaron las recomendaciones y por último en el capítulo VII se citaron las referencias bibliográficas.

EL AUTOR

ÍNDICE

Página del jurado	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de autenticidad.....	iv
Presentación	v
índice de figuras	viii
índice de tablas	ix
Resumen	xi
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad problemática.....	1
1.2 Trabajos previos.....	2
1.3. Teorías Relacionadas al tema.....	5
1.4. Formulación del Problema	23
1.5. Justificación del estudio	23
1.6. Hipótesis	24
1.7. Objetivos	24
II. MÉTODO	26
2.1. Diseño de Investigación	26
2.2. Variables, Operacionalización de Variables	26
2.3. Población y muestra.....	29
2.4. Técnicas de recolección de datos, validez y confiabilidad	29
2.5. Métodos de análisis de datos.....	30
2.6. Aspectos éticos	30
III. RESULTADOS	31
Diseño estructural de la vivienda de la ribera del río Rímac	
3.1. Características geotécnicas del suelo de Fundación	31
3.2. Descripción del Proyecto.....	33
3.3. Configuración Estructural	33
3.4. Predimensionamiento.....	37
3.5. Requisitos estructurales mínimos.....	38
3.6. Metrado de cargas	39

3.7.	Análisis Sísmico	41
3.8.	Modelo Estructural	45
3.9.	Diseño Estructural	46
Diseño Estructural de la Vivienda en la Ladera del Cerro en El Agustino		
4.1.	Características geotécnicas del suelo de Fundación	61
4.2.	Descripción del Proyecto.....	63
4.3.	Configuración Estructural	63
4.4.	Predimensionamiento.....	67
4.5.	Requisitos Estructurales Mínimos	68
4.6.	Metrado de cargas	70
4.7.	Análisis Sísmico	72
4.8.	Modelo Estructural	77
4.9.	Diseño Estructural	78
IV.	DISCUSIÓN.....	96
V.	CONCLUSIONES.....	98
VI.	RECOMENDACIONES.....	99
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100
ANEXOS		
	Informe de laboratorio	103
	Matriz de consistencia	106
	Plano de Ubicación	107
	Plano de Arquitectura	109
	Plano de Estructuras	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Deformaciones y esfuerzos en una viga rectangular.....	7
Figura 2. Diagrama de Interacción.....	9
Figura 3. Espectro de Diseño X e Y.....	42
Figura 4. Derivas inelásticas en X.....	44
Figura 5. Derivas inelásticas en Y.....	45
Figura 6. Modelo Estructural.....	45
Figura 7. Diagrama de Momento Flector.....	46
Figura 8. Diagrama de Fuerzas Cortantes.....	48
Figura 9. Trazo de Envolvente Diagrama de Momento Flector.....	49
Figura 10. Trazo de Envolvente Fuerzas cortantes.....	51
Figura 11. Fuente: propia.....	73
Figura 12. Derivas inelásticas en X.....	75
Figura 13. Derivas inelásticas en Y.....	76
Figura 14. Modelo estructural.....	77
Figura 15. Diagrama de Momento Flector aligerado.....	78
Figura 16. Diagrama de fuerzas cortantes aligerado.....	80
Figura 17. Trazo de Envolvente Diagrama de Momento Flector vigas.....	81
Figura 18. Trazo de Envolvente Diagrama de fuerzas cortantes vigas.....	83
Figura 19. Diagrama de Interacción M 3-3.....	86
Figura 20. Diagrama de Interacción M 2-2.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipología de suelos SUCS	5
Tabla 2. Irregularidades estructurales en altura.	12
Tabla 3. Irregularidades estructurales en planta.	13
Tabla 4. Matriz de consistencia / V1: Caracterización del suelo.....	27
Tabla 5. Matriz de consistencia / V2: Diseño estructural	28
Tabla 6. Clasificación de suelos.	31
Tabla 7. Características físicas según el tipo de suelo.....	32
Tabla 8. Valores de los factores de capacidad de carga.	32
Tabla 9. Valores de capacidad de carga a diferentes profundidades	32
Tabla 10. Irregularidad de rigidez X-X.....	33
Tabla 11. Irregularidad de rigidez Y-Y.....	34
Tabla 12. Irregularidad de Resistencia X-X.....	34
Tabla 13. Irregularidad de Resistencia Y-Y.....	34
Tabla 14. Irregularidad de Masa.....	35
Tabla 15. Irregularidad Torsional.....	36
Tabla 16. Irregularidad Torsional Y-Y.....	36
Tabla 17. Esfuerzo Axial Máximo	38
Tabla 18. Densidad de muros X-X	39
Tabla 19. Densidad de muros Y-Y	39
Tabla 20. Modos de Vibración.....	43
Tabla 21. Reacciones en las Bases.	43
Tabla 22. Factor de Escala.....	43
Tabla 23. Derivas en X.....	44
Tabla 24. Derivas en Y.....	44
Tabla 25. Fuerzas internas ante sismo Moderado X-X	52
Tabla 26. Fuerzas internas ante sismo Moderado Y-Y	53
Tabla 27. Verificaciones para Sismo X-X	54
Tabla 28. Verificaciones para Sismo Y-Y	55
Tabla 29. Diseño de los muros X-X (MX1, MX2 y MX3).....	56
Tabla 30. Diseño de los muros X-X (MX4, MX5 y MX6).....	57
Tabla 31. Diseño de los muros Y-Y (MY1, MY2, MY3 y MY4).	58
Tabla 32. Diseño de los muros Y-Y (MY5, MY6 y MY7).....	59

Tabla 33. Diseño de la cimentación corrida.....	60
Tabla 34. Clasificación de suelos.....	61
Tabla 35. Características físicas según el tipo de suelo.....	62
Tabla 36. Valores de los factores de capacidad de carga.	62
Tabla 37. Valores de Capacidad de Carga a diferentes anchos de cimentación para suelos granulares.	62
Tabla 38. Irregularidad de rigidez X-X.....	64
Tabla 39. Irregularidad de rigidez Y-Y.....	64
Tabla 40. Irregularidad de Resistencia X-X.....	64
Tabla 41. Irregularidad de Resistencia Y-Y.....	65
Tabla 42. Irregularidad de Masa o Peso.....	65
Tabla 43. Irregularidad Torsional X-X.....	66
Tabla 44. Irregularidad Torsional Y-Y.....	66
Tabla 45. Esfuerzo axial máximo.	69
Tabla 46. Densidad de muros X-X.	69
Tabla 47. Densidad de muros Y-Y.	70
Tabla 48. Peso de tabiques.....	71
Tabla 49. Modos de Vibración.....	74
Tabla 50. Reacciones en las bases.....	74
Tabla 51. Factor de Escala.....	75
Tabla 52. Derivas en "X".....	75
Tabla 53. Derivas en Y.....	76
Tabla 54. Fuerzas en columnas.....	85
Tabla 55. Fuerza Internas X-X.....	87
Tabla 56. Fuerza Internas Y-Y.....	88
Tabla 57. Verificaciones para Sismo X-X.....	89
Tabla 58. Verificaciones para Sismo Y-Y.....	90
Tabla 59. Diseño de los muros X-X (MX1, MX2 y MX3).....	91
Tabla 60. Diseño de los muros X-X (MX4, MX5 y MX6).....	92
Tabla 61. Diseño de los muros Y-Y (MY1, MY2, MY3 Y MY4).....	93
Tabla 62. Diseño de los muros Y-Y (MY8, MY9 y MY10).....	94
Tabla 63. Diseño de la cimentación corrida.....	95

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad diseñar viviendas seguras en zonas vulnerables del Distrito de El Agustino. Según el enfoque la investigación es de tipo cuantitativo, descriptivo, la población en estudio son las viviendas del Asentamiento Humano Ovalo Vicentelo bajo y Asentamiento Humano 7 de Octubre; asimismo esta investigación está dividida en 5 etapas.

En la primera etapa se presenta la información del estudio de geotecnia que realizó la empresa "GEOCONSULT S.A CONSULTORES GENERALES Y WRC INGEO S.A.C (ensayo de análisis granulométrico por tamizado y ensayo de resistencia de corte directo) se clasificaron los suelos según SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de los suelos) y la capacidad admisible del terreno en ambas zonas de estudio.

La segunda etapa consistió en la elaboración de los planos arquitectónicos, se dio inicio con la configuración estructural para definir la ubicación de los elementos estructurales, se procedió a hacer el predimensionamiento y metrado de cargas correspondientes.

En la tercera etapa se realizó la modelación con el software Etabs una modelación tanto por cargas estáticas y el análisis sísmico dinámico por el método espectral obteniendo los parámetros de control de acuerdo a la E.030 del Diseño Sismo resistente. Para posteriormente trazar la envolvente de las combinaciones de carga; y diseñar los elementos estructurales; cabe resaltar para el diseño de los muros portantes se analizara para un sismo moderado según lo estipulado en la E.070 de albañilería.

En la cuarta etapa se comparan los resultados con los antecedentes presentados en la investigación.

En la última parte se llega a las conclusiones según los objetivos planteados, y se da las recomendaciones tanto para la construcción de viviendas en ambas zonas de estudio y futuras investigaciones en estas 2 zonas vulnerables.

Palabras claves:

Modelación estructural, capacidad admisible, diseño sísmico.

ABSTRACT

The purpose of this research is to design safe houses in vulnerable areas of the El Agustino District. According to the research approach is quantitative, descriptive, the study population are the housing of the Human Settlement Ovalo Vicentelo low and Human Settlement October 7; Likewise this research is divided into 5 stages.

In the first stage the information of the geotechnical study carried out by the company "GEOCONSULT SA CONSULTORES GENERALES Y WRC INGEO SAC (test of granulometric analysis by sieving and test of resistance of direct cutting) is classified the soils according to SUCS (Sistema Unificado de Classification of soils) and the permissible terrain capacity in both study areas.

The second stage consisted of the elaboration of the architectural plans, began with the structural configuration to define the location of the structural elements, proceeded to do the sizing and metering of corresponding loads.

In the third stage, the modeling was performed with the software Etabs a modeling by both static loads and the dynamic seismic analysis by the spectral method obtaining the control parameters according to the E.030 of the Seismic Resistant Design. To later draw the envelope of the load combinations; And design the structural elements; It is worth highlighting for the design of the supporting walls to be analyzed for a moderate earthquake as stipulated in E.070 of masonry.

In the fourth stage we compare the results with the background presented in the research.

In the last part, the conclusions are reached according to the objectives set, and the recommendations are given both for housing construction in both study areas and future research in these 2 vulnerable areas

Keywords:

Structural modeling, admissible capacity, seismic design.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

Habitualmente la población ha construido su vivienda de un material inadecuado ladrillo, adobe, piedras o la combinación de estos materiales y han ocupado áreas de alto riesgo ante la ocurrencia de sismos y tsunamis.

En el ámbito nacional el 60% de las viviendas en Lima son producto de la autoconstrucción, sin seguir ningún criterio de ordenamiento territorial y mucho menos respetando la norma de construcción vigente; por consiguiente son vulnerables ante cualquier movimiento sísmico de gran magnitud que ocurra.

Según Rodrigo Calderón (2014) publicado en El Diario De Economía y Negocios De Perú señala que las Viviendas más vulnerables son las que han sido construidas en suelos de mala calidad, y las que se ubican en laderas de los cerros.

En el Distrito de El Agustino en la ribera del río Rímac en el Asentamiento Humano Ovalo Vicentelo Bajo las viviendas están edificadas sobre terrazas fluviales provenientes del transporte y sedimentación del río Rímac; por ende son los sectores más críticos debido a la heterogeneidad de las formaciones superficiales y el socavado de las riberas, ambos aspectos se conjugan haciendo que estos terrenos sean muy inestables.

En las laderas del cerro El Agustino en el Asentamiento Humano 7 de octubre existen viviendas de material noble y de situación precaria, la gran mayoría de estas construcciones ocupan fuertes pendientes y están expuestas a movimientos gravitatorios, como caídas de bloques o derrumbes.

En la presente investigación se propone el Diseño estructural de Viviendas Sismo resistente en 2 zonas vulnerables del Distrito de El Agustino, para reducir el riesgo sísmico en los sectores críticos, garantizando que la estructura se sostenga firmemente al suelo y se cumpla la vida útil de está.

1.2 Trabajos previos

Para llevar a cabo la investigación se tuvo en cuenta otras investigaciones tales como:

Antecedentes Internacionales:

La tesis de Juan Sebastián Lemus Sánchez, Yaider Stevens Romero Ruiz, con el título de “Diseño de un prototipo de viviendas sostenibles en madera para la región de la Mojana” Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniería Civil, de la Universidad Católica de Colombia Bogotá, publicado en el año 2014 en la ciudad de Bogotá – Colombia. Tuvo como objetivo principal diseñar un prototipo de vivienda en madera de interés social y sustentable ambientalmente, con el propósito de mitigar los efectos de las inundaciones sobre la población asentada en la zona de Mojana. Llego a la conclusión que en esta región cuenta con una alta riqueza de especies maderables. Dentro de estas se caracterizan varias por sus propiedades mecánicas al resistir diversos esfuerzos y obtener excelentes resultados en los ensayos de laboratorio por lo cual se les dieron varios usos en la construcción como elementos estructurales.

Asimismo la tesis de Juan Carlos Ochoa Acosta “Memoria de cálculo de una casa habitación de dos pisos en la ciudad de Xalapa, Veracruz “, para Optar el Título de Ingeniería Civil, Publicado en la Universidad Veracruzana en el año 2011 en la ciudad de Xalapa - México, Cuya investigación tuvo como objetivo la presentación memoria de cálculo, describir los conceptos estructurales que se adoptaron para el análisis y diseño de los elementos estructurales de la construcción. Se establece que la información propuesta es eficaz para conocer los conceptos básicos y criterios de diseño que rigieron la bajada de cargas y dimensionamiento estructurales.

En relación con lo establecido anteriormente en dicha memoria, se cumplió con los requerimientos del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal del año 2008 (un año posterior a la obra) y sus respectivas Normas Complementarias, con respecto a las condiciones de carga permanente de servicio así como el diseño por carga ultima.

Cristian Pinzón Chivatá con el título de “Diseño estructural para el proyecto de vivienda nueva para el barrio bella vista del Municipio de Soacha (Cundinamarca)”. Para Optar el Título de Ingeniería Civil, Publicado en la Universidad Católica de

Colombia en el año 2013 en la ciudad de Bogotá – Colombia, uno de los objetivos es realizar el diseño estructural que dentro del alcance sea necesario para el desarrollo del proyecto “Nacido en la casa de uno”, proyecto que busca brindar a familiar de bajos recursos o familias que han llegado al lugar por situaciones de orden público en el país. Una oportunidad de vivienda nueva que permita la mejora en la calidad de vida de los habitantes del municipio, calidad que se verá aumenta por factores determinantes como la recuperación de zonas urbanas, la mejora de espacios habitacionales, y buscando ante todo que los parámetro de diseño cumplan con las verdades necesidades de la población.

Antecedentes Nacionales:

En primer lugar se consideró a Luis Miguel Alexis Hernández Pinedo, en sus tesis titulada “Diseño Estructural de un edificio de Vivienda de Albañilería Confinada” con motivo para optar el Título de Ingeniería Civil publicado en la Pontificia Universidad Católica del Perú (2012) en la ciudad de Lima – Perú, donde tuvo como objetivo el análisis y diseño estructural de un edificio de 5 pisos con tanque elevado destinado al uso de viviendas, ubicado en Lima. Este proyecto se ha desarrollado empleando sistemas de construcción en el Perú: Muros de albañilería Confinada y Elementos de concreto Armado.

Para Obtener la distribución final de muros de albañilería y placas de concreto armado, se tuvo que iterar sus ubicaciones hasta que las fuerzas producidas por el análisis sísmico sean soportadas. Se concluyó que el mejor comportamiento sísmico se encontró al ubicar las placas de concreto armado en el centro de la estructura como un núcleo rígido.

La presente investigación tomo en consideración a Ricardo Augusto Bautista Cepeda, en sus tesis titulada “Diseño Estructural para viviendas unifamiliares usando Perfiles de acero galvanizado” con motivo para optar el Título de Ingeniería Civil publicado en la Universidad de Piura en el año (2003) en la ciudad de Piura – Perú, donde se plantea métodos y sistemas constructivos además de añadir nuevas técnicas y tecnologías con el objetivo principal de disminuir costos y mejorar la calidad.

La tesis de Jorge Alessandro Gonzales Ordoñez, Moisés Abraham Alvarado Pérez con el título de “Análisis y Diseño estructural de una vivienda de dos plantas” tesis para obtener el título de Ingeniero Civil, publicado en la Universidad Nacional de

Ingeniería en el año 2009, en la ciudad de Lima – Perú. Donde planteo realizar el análisis y diseño estructural de una casa de dos niveles mediante la aplicación de normas modernas para el diseño y construcción de estructuras de acero (Viguetas de entrepiso, Estructuras de Techo), y estructuras de concreto ACI 318-05. Concluyo que mediante la aplicación de las normas nacional RCN-07 y las normas internacionales como ACI-318-05 y AISC además de la ayuda del software SAP 2000 se puede garantizar el buen funcionamiento de una estructura que permita una buena actuación ante eventos sísmicos.

La presente investigación de Ing. Civil Hugo O´ Connor Salmon, en su proyecto de nombre “Medidas de mitigación de riesgo de desastre en Villa María del Triunfo (Construyendo en ladera)” con motivo para la Preparación ante desastre sísmico y/o tsunami y recuperación temprana en Lima y Callao, publicado en la Municipalidad de Villa María del Triunfo en el año 2011, tiene como objetivo diseñar y ejecutar una obra piloto demostrativa, con el propósito de difundir en VMT los procedimientos adecuados para la construcción de viviendas seguras en ladera y promover en los asentamientos periféricos, la técnica de confección de pircas en pendiente y la implementación de sistemas constructivos alternativos al ladrillo y concreto, como la quincha mejorada.

El proyecto plantea, mejorar el emplazamiento de un mínimo de 5 viviendas no consolidadas, ubicadas en la misma línea de la pendiente, mediante el diseño y ejecución de tratamiento de estabilización de plataforma, muros de contención de taludes con pircado, cimentaciones, drenaje, retiros y vías peatonales de concreto entre lotes, así como la construcción de viviendas sismo resistentes, con sistemas alternativos al ladrillo- concreto.

1.3. Teorías Relacionadas al tema

El suelo

Brajam (2010), en sentido general de la ingeniería, suelo se define como el agregado no cementado de granos minerales y materia orgánica descompuesta junto con el líquido y gas que ocupan los espacios vacíos entre las partículas sólidas. El suelo se usa como material de construcción en diversos de proyectos de ingeniería civil, y sirve para soportar las cimentaciones superficiales. (p.1).

Clasificación de suelo

Salinas (2005), la clasificación de los suelos permite obtener una descripción apropiada entre uno y otro, además una idea clara de sus características del suelo. Los métodos de clasificación de suelos consisten en agruparlos de acuerdo a sus propiedades físicas. Sistema de Clasificación de Suelos Unificado SUCS se trata de un sistema más completo de clasificación que nos permite conocer las características de plasticidad, gradación y otros (ver Tabla N°01) de las muestras que analiza, este método más usual para la ingeniería geotécnica clasifica las muestras mediante abreviaciones del método y le asigna un nombre con respecto a sus otras características. (p.90).

Tabla 1. Tipología de suelos SUCS

SÍMBOLO	Características generales		
GW	GRAVAS (>50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos<5%)	Bien graduadas
GP			Pobremente graduadas
GM		Limpias (Finos>12%)	Componente limoso
GC			Componente arcilloso
SW	ARENAS (<50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos<5%)	Bien graduadas
SP			Pobremente graduadas
SM		Limpias (Finos>12%)	Componente limoso
SC			Componente arcilloso
ML	LIMOS	Baja plasticidad (LL<50)	
MH		Alta plasticidad (LL>50)	
CL	ARCILLAS	Baja plasticidad (LL<50)	
CH		Alta plasticidad (LL>50)	
OL	SUELOS ORGÁNICOS	Baja plasticidad (LL<50)	
OH		Alta plasticidad (LL>50)	
Pt	TURBA	Suelos altamente orgánicos	

Fuente: Luis B. (2010). Suelos.

Estudio de suelo

Salinas (2005), proporciona un diagnóstico detallado de las condiciones del lugar de la construcción. Además debe incluir recomendación sobre el tipo de cimentación, asentamientos y capacidad portante. Se espera que éste sea completo y prevea todos los posibles accidentes o fallas del futuro, y ofrezca todas las soluciones a los problemas de ingeniería. (p.91).

Cimentaciones Superficiales

Brajam (2010), La parte inferior de una estructura se denomina generalmente cimentación y se apoyan sobre las capas superficiales debido a que tienen suficiente capacidad portante, y su función es transferir la carga de la estructura al suelo en que este descansa. (p. 389).

Teoría de la capacidad de carga última

Brajam (2010), Terzaghi sugirió que para una cimentación continua o de franja (es decir, la razón de ancho a lo largo de la cimentación tiende a 0).

Usando el análisis del equilibrio, Terzaghi expresó la capacidad última de carga en la forma:

$$q_u = C N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \quad (\text{cimentación en franja})$$

Dónde:

C= cohesión del suelo

γ = peso específico del suelo

$q = \gamma D_f$

B = ancho de la cimentación

N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad de carga adimensionales que son únicamente funciones del ángulo de fricción del Suelo. (p. 394).

Cimentación Corrida

San Bartolomé, Quiun y Silva (2011), la cimentación que comúnmente se emplea en las edificaciones de albañilería confinada ubicadas en suelos de calidad intermedia o de buena calidad, es de concreto ciclópeo compuesto por una mezcla de concreto $f'c = 100\text{kg/cm}^2$ (o cemento-hormigón 1:10) y un 30% de piedra de 10 pulgadas. Previa limpieza y nivelación del terreno, se excavan zanjas con ancho mínimo de 40cm, de modo que un albañil pueda trabajar sin dificultad. (p. 98).

Zapatas

NTE E.060 RNE (2016), las zapatas deben diseñarse para resistir las cargas amplificadas (diseño por Resistencia) y las reacciones inducidas.

El área de la zapata debe determinarse a partir de la resistencia admisible del suelo. En el calculo de las presiones de contacto entre las zapatas y el suelo no se deberán considerar las tracciones. (p.427).

Cargas

Carga:

NTE E.020 RNE (2016), fuerza u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construccion, ocupantes y sus pertenencias, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos.

Carga Muerta:

Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que sean permanentes o con una variacion en su magnitud, pequeña en el tiempo.

Carga viva:

Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos moviles soportados por la edificación. (p. 292).

Concreto armado

Ortega (2000), debido a que el concreto es un elemento resistente a esfuerzos de compresión, teniendo en cambio tan solo un 10% de resistencia a esfuerzos de tracción y flexión, es que se introduce el acero como parte complementaria para tomar estos esfuerzos en los cuales el concreto no actúa óptimamente. (p.11).

Diseño por Flexión

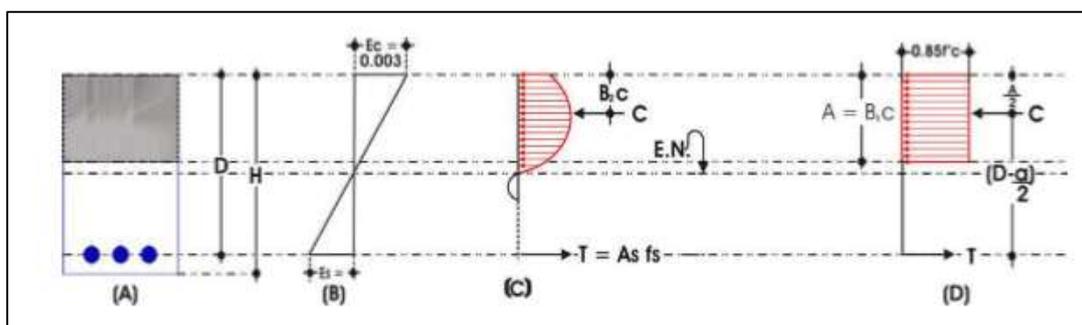


Figura 1. Deformaciones y esfuerzos en una viga rectangular.

Análisis de secciones de viga con falla dúctil

$$C = T$$

$$0.85f'c b a = A_s f_y$$

Tomando momentos respecto a un eje que pasa por el centroide del acero tenemos:

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_u = \phi M_n = \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

Donde:

M_n : resistencia nominal a flexión en la sección (tn.m)

M_u : Momento amplificado en la sección (tn.m)

A_s : área de refuerzo longitudinal (cm²)

a : profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos (m)

d : distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción (m)

b : ancho de la cara en compresión del elemento (m)

F_y : resistencia especificada a la fluencia del refuerzo (kg/cm²)

F'_c : resistencia especificada a la compresión del concreto (kg/cm²)

Para el diseño por flexión debemos saber que el tipo de falla deseable es la falla dúctil con la cual la sección ha desarrollado grandes deformaciones.

El código ACI da los límites de cuantía para el diseño:

Cuantía balanceada:

Se conoce como falla balanceada si simultáneamente se inicia la fluencia del acero y el aplastamiento de concreto.

$$\rho_b = \frac{0.85f'c b_1}{f_y} \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

(Morales.2012 pág.13).

Refuerzo máximo en tracción:

Blanco (2011), Para asegurar que los diseños sean subreforzados, la Norma Peruana especifica que la cuantía máxima sea menor o igual al 75% de la cuantía Balanceada (ρ_b).

$$\rho_{\text{máx}} \leq 0.75\rho_b$$

Refuerzo mínimo en tracción

Para el caso de secciones rectangulares se indica que el área mínima de refuerzo podrá calcularse con:

$$A_{smín} = \frac{0.7bd\sqrt{f'c}}{f_y} \dots (\text{cm}^2)$$

(p. 147).

Diseño por Flexo compresión:

Blanco (2011), el diseño de un elemento sometido a flexo compresión se hace en base a las mismas hipótesis del diseño en flexión, considerando adicionalmente el problema de la esbeltez. (p. 207).

Diagrama de interacción:

Blanco (2011), si se analiza una sección transversal sometida a flexo compresión, para una determinada sección de área de acero, se puede obtener diferentes valores de carga y momento resistentes. (p. 208).

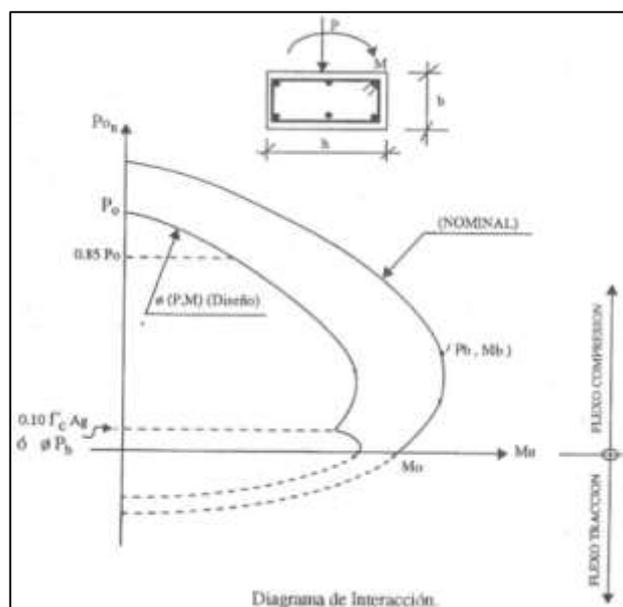


Figura 2. Diagrama de Interacción.

Resistencia al cortante:

NTE E.060 RNE (2016), el diseño de secciones transversales sometidas a fuerza cortante debe estar basado en la ecuación:

$$\phi V_n \geq V_u$$

Donde V_u (tn) es la fuerza cortante amplificada en la sección considerara V_n (tn) es la resistencia nominal a la cortante calculada mediante:

$$V_n = V_c + V_s$$

Donde V_c (tn) es la resistencia nominal al cortante proporcionada por el concreto, V_s es la resistencia nominal al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante. (p. 378).

Resistencia al cortante proporcionada por el concreto en elementos no preesforzados:

NTE E.060 RNE (2016), la resistencia nominal proporcionada por el concreto, V_c , debe calcularse:

Para elementos sometidos únicamente a cortante y flexión:

$$V_c = 0.17bd\sqrt{f'_c}$$

(p. 379).

NTE E.060 RNE (2016), donde la fuerza cortante V_u exceda de ϕV_c , el refuerzo para cortante debe proporcionarse de acuerdo con las ecuaciones mostradas anteriormente, y V_s (tn) debe calcularse de acuerdo a la siguiente expresión:

$$V_s = \frac{A_v f_y t d}{s}$$

A_v es el área de refuerzo para cortante dentro del espaciamiento s , proporcionada por la suma de las áreas de las ramas de los estribos ubicados en el alma. (p. 380).

Concepción Estructural Sismo resistente

NTE E.030 RNE (2016), debe tomarse en cuenta la importancia de los siguientes aspectos:

- Simetría, tanto en la distribución de masas como de rigideces.
- Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.
- Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
- Resistencia adecuada frente a las cargas laterales.
- Continuidad estructural, tanto en planta como en elevación.
- Ductilidad, entendida como la capacidad de deformación de la estructura más allá del rango elástico.
- Deformación lateral limitada.
- Inclusión de líneas sucesivas de resistencia (redundancia estructural).
- Consideración de las condiciones locales.
- Buena práctica constructiva y supervisión estructural rigurosa. (p. 299).

Análisis Dinámico Modal Espectral

NTE E.030 RNE (2016), cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral según lo especificado en este numeral.

Modos de Vibración

Los modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.

En cada dirección se consideraran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis. (p. 306).

Aceleración Espectral

NTE E.030 RNE (2016), Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R}g$$

Dónde:

S_a: Espectro de pseudo aceleraciones (m/s²)

Z: Factor de zona

U: Factor de uso o importancia

C: Factor de amplificación sísmica

S: Factor de amplificación de suelo

R: Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

g: Aceleración de la gravedad (m/s²)

(p. 306).

Factores de Irregularidad (I_a, I_p)

El factor I_a se determinará como el menor de los valores de la Tabla N° 02 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en altura en las dos direcciones de análisis. El factor I_p se determinará como el menor de los valores de la Tabla N° 03 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en planta en las dos direcciones de análisis. Si al aplicar las Tablas N° 02 y 03 se obtuvieran valores distintos de los factores I_a o I_p para las dos direcciones de

análisis, se deberá tomar para cada factor el menor valor entre los obtenidos para las dos direcciones.

Tabla 2. *Irregularidades estructurales en altura.*

<p align="center">IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA</p>	<p align="center">Factor de Irregularidad I_a</p>
<p>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando</p> <p>Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1.4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1.25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes.</p> <p>La distorsión de entre piso se calculara como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p> <p>Irregularidad de Resistencia – Piso Débil</p> <p>Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	<p align="center">0.75</p>
<p>Irregularidad Extrema de Rigidez</p> <p>Se considera que existe irregularidad extrema en la rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1.6 veces el correspondiente valor del entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1.4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes.</p> <p>La distorsión de entrepiso se calculara como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.</p> <p>Irregularidad Extrema de Resistencia</p> <p>Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un</p>	<p align="center">0.50</p>

entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.	
Irregularidad de Masa o Peso Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, es mayor que 1.5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni sótanos.	0.90
Irregularidad Geométrica Vertical La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1.3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni sótanos.	0.90
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento.	0.80
Discontinuidad extrema en los Sistemas Resistentes Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25% de la fuerza cortante total.	0.60

Fuente: RNE (2016). NTE. E. 030 Diseño sismo resistente.

Tabla 3. Irregularidades estructurales en planta.

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_p
Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo la	0.75

<p>excentricidad accidental ($\Delta_{\text{máx}}$), es mayor que 1.2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{cm}).</p> <p>Este criterio solo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible.</p>	
<p>Irregularidad Torsional Extrema</p> <p>Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo la excentricidad accidental ($\Delta_{\text{máx}}$), es mayor que 1.5 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{cm}).</p> <p>Este criterio solo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible.</p>	0.60
<p>Esquinas entrantes</p> <p>La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta.</p>	0.90
<p>Discontinuidad del Diafragma</p> <p>La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma.</p> <p>También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25% del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.</p>	0.85

<p>Sistemas no Paralelos</p> <p>Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menores que 10% de la fuerza cortante del piso.</p>	<p>0.90</p>
--	-------------

Fuente: RNE (2016), NTE. E. 030 Diseño sismo resistente.

Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R

NTE E.030 RNE (2016), el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determinará como el producto del coeficiente R_o y de los factores I_a , I_p obtenidos de las Tablas 2 y 3.

$$R = R_o \cdot I_a \cdot I_p$$

(p. 305)

Fuerza Cortante Mínima

NTE E.030 RNE (2016), para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80% del valor calculado, para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructural irregulares.

Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos excepto los desplazamientos. (p. 307).

Requisitos de resistencia y de servicio

NTE E.060 RNE (2016), Las estructuras y los elementos estructurales deberán diseñarse para obtener en todas sus secciones resistencias de diseño (ϕR_n) por lo menos iguales a las resistencias requeridas (R_u), calculadas para las cargas y fuerzas amplificadas en las combinaciones que se estipulan en esta Norma. En todas las secciones de los elementos estructurales deberá cumplirse:

$$\phi R_n \geq R_u$$

Resistencia requerida

La resistencia requerida por cargas muertas (CM) y cargas vivas (CV) será como mínimo:

$$U = 1.4CM + 1.7CV$$

Si en el diseño se tuvieran que considerar cargas de sismo (CS), la resistencia requerida como mínimo:

$$U = 1.25(CM + CV) \pm CS$$

$$U = 0.9CM \pm CS$$

(p. 370).

Resistencia de diseño

NTE E.060 RNE (2016), las resistencias de diseño ϕR_n proporcionada por un elemento, sus conexiones con otros elementos, así como sus secciones transversales, en términos de flexión, carga axial, cortante y torsión, deben tomarse como la resistencia nominal calculada de acuerdo con los requisitos y suposiciones de la norma técnica E.060, multiplicada por los factores ϕ de reducción especificados a continuación.

Flexión sin carga axial:	0.90
Carga axial y carga axial con flexión:	
a) Carga axial de tracción con o sin flexión:	0.90
b) Carga axial de compresión con o sin flexión:	0.90
Otros elementos	0.70

Para elementos en flexo compresión ϕ puede incrementarse linealmente hasta 0.90 en la medida que ϕP_n disminuye desde $0.1f'_c A_g$ ó ϕP_b , el que sea menor, hasta cero.

Cortante y torsión:	0.85
Aplastamiento en el concreto	0.70

(p. 370).

Albañilería Estructural

San Bartolomé, Quiun y Silva (2011), son las construcciones de albañilería sobre la base del empleo de ladrillo de cerámica, que han sido diseñadas racionalmente, de manera que las cargas actuantes durante su vida útil se transmitan adecuadamente a través de los elementos de albañilería debidamente confinada, hasta el suelo de cimentación. (p.19).

Requisitos estructurales mínimos

NTE E.070 RNE, (2016).

Muro portante

a) Espesor Efectivo “t” (m)

$t \geq \frac{h}{20}$ Para las Zonas Sísmicas 2 y 3

$t \geq \frac{h}{25}$ Para la Zona Sísmica 1

Donde “h” (m) es la altura libre entre los elementos de arriostre horizontales o la altura efectiva de pandeo.

b) Esfuerzo axial máximo (tn/m²)

El esfuerzo axial máxima (σ_m) producido por la carga de gravedad máxima de servicio (P_m), incluyendo el 100% de sobrecarga, será inferior.

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

L: longitud total del muro (incluyendo el peralte de las columnas para el caso de los muros confinados) (m)

f'c: resistencia característica a compresión axial de la albañilería (kg/m²)

t: espesor efectivo del muro (m)

P_m: carga de gravedad máxima incluyendo 100% de sobrecargas (Tn)

Estructuración en planta

Densidad mínima de muros reforzados

La densidad mínima de muros portantes a reforzar en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Área de corte de los muros reforzados}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{\sum l \cdot t}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Dónde:

“Z,” “U” y “S” corresponden a los factores de zona sísmica, importancia y de suelo, respectivamente, especificados en la NTE E.030 Diseño Sismo resistente.

N: número de pisos del edificio

L: longitud total del muro (incluyendo columnas, si existiesen) (m)

t: espesor efectivo del muro (m) (p.438).

Verificaciones para el Diseño

Se presenta las expresiones, así como las fórmulas para determinar la resistencia al corte global, fuerzas internas ante sismo severo y verificación del agrietamiento de los pisos según la NTE 0.70 de Albañilería.

1. L: Longitud del muro (m).
2. Pg: Carga axial de gravedad (tn),

$$Pg = PD + 0.25PL$$

3. Ve, Me: Fuerza cortante y momento flector por sismo moderado en unidades (tn y tn.m) respetivamente.
4. α : Factor de reducción de la resistencia al corte por esbeltez.

$$\alpha = \frac{Ve.L}{Me}, \quad \alpha = [0.333, 1]$$

5. Vm: Resistencia a la fuerza cortante,

$$Vm = 0.5.v'm.\alpha.t.L + 0.23.Pg$$

Donde: $v'm = 81Tn/m^2$

Para muros de concreto:

$$Vm = Vc = 0.53.t.D.\sqrt{f'c}$$

Donde: $D = 0.80.L$

6. t: Espesor efectivo de los muros, $t=0.13$ m.
7. v'm: Resistencia a corte puro de los muretes de albañilería.
8. $\frac{Vm1}{Ve1}$: Factor de amplificación para pasar a condición de sismo severo, solo

se calcula para el primer piso de cada muro, $\frac{Vm1}{Ve1} = [2,3]$. En el caso del concreto armado, el factor de amplificación es 1.25.

9. Vu: Fuerza cortante ultima ante sismo severo (tn),

$$Vu = Ve.\left(\frac{Vm1}{Ve1}\right)$$

10. Mu: Momento flector ultimo ante sismo severo (tn.m),

$$Mu = Me.\left(\frac{Vm1}{Ve1}\right)$$

11. VE: Cortante de entrepiso ante sismo severo (tn).

Control de Fisuración

NTE E.070 RNE (2016), esta disposición tiene por propósito evitar que los muros se fisuren ante, los sismos moderados, que son los más frecuentes. Para el efecto se consideraran las fuerzas cortantes producidas por el sismo moderado.

Para todos los muros de albañilería se deberá verificarse que en cada entrepiso se satisfaga la siguiente expresión que controla la ocurrencia de fisuras por corte:

$$V_e \leq 0.55V_m$$

Donde “ V_e ” es la fuerza asda cortante producida por el sismo moderado en el muro de análisis y “ V_m ” es la fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería.

Verificación de la resistencia al corte del edificio

Con el objetivo de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrepiso “ i ” y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, es decir que:

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

La sumatoria de resistencia al corte ($\sum V_{mi}$) incluirá solo el aporte de los muros reforzados (confinados o armados) y el aporte de los muros de concreto armado, sin considerar en este caso la contribución del refuerzo horizontal.

El Valor V_{Ei} corresponde a la fuerza actuante en el entrepiso “ i ” del edificio, producida por el sismo severo.

Cuando $\sum V_{mi}$ en cada entrepiso sea mayor o igual a $3 V_{Ei}$, se considerara que el edificio se comporta elásticamente.

Bajo esa condición, se empleara refuerzo mínimo, capaz de funcionar como arriostres y de soportar las acciones perpendiculares al plano de la albañilería, en este paso culminara el diseño de estos edificios ante cargas sísmicas coplanares.

(p. 440).

Diseño de los muros

Los muros deben ser diseñados por capacidad de tal modo que puedan soportar la carga asociada a su incursión inelástica, y que proporcionen al edificio una resistencia a corte mayor o igual que la carga producida por el “sismo severo” en ese sentido se sigue la formulas y secuencias del diseño de los muros portantes según la NTE 0.70 de Albañilería.

- 1) P_g : Carga axial de gravedad (tn)
- 2) V_m : Resistencia a la fuerza cortante (tn)
- 3) M_u : Momento flector ante sismo severo (ton.m)
- 4) L : Longitud del muro incluyendo columnas de confinamiento (m)
- 5) L_m : Longitud de paño mayor o $\frac{1}{2}L$, el mayor. En muros de un paño $L_m=L$
- 6) N_c : Numero de columnas de confinamiento en el muro de análisis.
- 7) M : momento residual (ton.m)

$$M = M_u - \frac{1}{2} \cdot V_m \cdot h$$

- 8) F : Fuerza axial producida por "M" en una columna extrema (tn)

$$F = \frac{M}{L}$$

- 9) P_c : Carga axial producida por P_g en una columna (tn)

$$P_c = \frac{P_g}{N_c}$$

- 10) P_t : Carga tributaria proveniente del muro transversal a la columna en análisis, puede emplearse: $P_t = 0.25 \cdot P_g$ del muro transversal (tn)

- 11) T : Tracción en columna (tn):

$$\text{Extrema: } T = F - P_c - P_t$$

$$\text{Interna: } T = V_m \cdot \frac{h}{L} - P_c - P_t$$

- 12) C : Compresión en columna (tn):

$$\text{Extrema: } C = P_c + F$$

$$\text{Interna: } C = P_c - \frac{V_m \cdot h}{2L}$$

- 13) V_c : Cortante en columna (tn):

$$\text{Extrema: } V_c = 1.5 \cdot V_m \cdot \frac{L_m}{(L \cdot (N_c + 1))}$$

$$\text{Interna: } V_c = V_m \cdot \frac{L_m}{(L \cdot (N_c + 1))}$$

14) A_s : Área de acero (cm^2).

15) A_s a usar: Área de acero vertical requerida (cm^2 , $\text{min} 4\emptyset 8\text{mm}$),

$$A_s = \frac{\left(T + \frac{V_c}{\mu} \right)}{(f_y \cdot \phi)}$$

Donde:

ϕ : El factor de reducción de resistencia = 0.85

μ : El coeficiente de fricción

$\mu = 0.8$ para juntas sin tratamiento

$\mu = 1.0$ para juntas en la que se haya eliminado la lechada

16) δ : Factor de confinamiento:

$\delta = 0.8$ para columnas sin muros transversales

$\delta = 1.0$ para columnas confinadas por muros transversales

17) A_n : Área del núcleo de concreto (cm^2),

$$A_n = A_s + \left(\frac{\frac{C}{\phi} - A_s f_y}{0.85 \delta f'_c} \right)$$

Donde:

ϕ : 0.7 o 0.75, según se utilice estribos cerrados o zunchos, respectivamente.

18) A_{cf} : Área de columna por corte-fricción (cm^2),

$$A_{cf} = \frac{V_c}{0.2 f'_c \phi} \geq 15t \geq A_c$$

Dónde: $\phi = 0.85$

19) Usar: Dimensiones de la columna a emplear ($\text{cm} \times \text{cm}$)

20) A_c : Área de concreto de la columna definitiva (cm^2)

21) A_n : Área del núcleo de la columna definitiva (cm^2), usar $\phi = 0.70$

22) $A_s \text{ min}$: Área de acero vertical mínima (cm^2), o $4\emptyset 8\text{mm}$

23) S_1 : Espaciamiento 1 de estribos por compresión (cm),

$$S_1 = \frac{A_v f_y}{0.3 t n f'_c \left(\frac{A_c}{A_n} - 1 \right)}$$

24) S2: Espaciamiento 2 de estribos por compresión (cm),

$$S2 = \frac{Avfy}{0.12tn.f'c}$$

25) S3: Espaciamiento 3 de estribos por compresión (cm),

$$S3 = \frac{d}{4} \geq 5\text{cm}$$

Donde:

Av: es la suma de las ramas paralelas al estribo

d: es el peralte de la columna

tn: es el espesor del núcleo confinado

26) S4: Espaciamiento máximo de estribos por compresión (cm),

$$S4 = 10\text{cm}$$

27) Zona c: Zona a confinar en los extremos de la columna.

$$\text{Zona } c = 45\text{cm o } 1.5.d$$

28) S $\left[\frac{1}{4}\right]$: Espaciamiento a utilizar en la zona de confinamiento

DISEÑO DE VIGAS SOLERAS

29) Ts: Tracción en la solera (Tn),

$$Ts = \frac{1}{2} Vm$$

30) As: Área de acero longitudinal requerida (cm²),

$$As = \frac{Ts}{fy \cdot \phi} \geq \frac{0.1f'cAcs}{fy} \dots (\text{mínimo } 4\phi 8\text{mm})$$

Donde:

Acs: área de la sección transversal de la solera (cm²)

31) As a usar: Acero longitudinal a utilizar (cm²)

1.4. Formulación del Problema

Problema general

¿Cuáles son los parámetros para el diseño estructural de viviendas Sismo resistente según las normas Técnicas de Estructuras en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en el Distrito de El Agustino, Lima 2017?

Problemas específicos

- ¿Cuáles serán las características geotécnicas del suelo de fundación para el diseño estructural de viviendas Sismo resistente, en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en el Distrito de El Agustino, Lima 2017?

-¿De qué manera se realizará la configuración estructural para el diseño estructural de viviendas Sismo resistente, en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en el Distrito de El Agustino, Lima 2017?

-¿Cuál será el procedimiento del análisis sísmico dinámico modal espectral que se realizará en las viviendas Sismo resistente, en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en el Distrito de El Agustino, Lima 2017?

1.5. Justificación del estudio

La justificación de la investigación se centra en el distrito de El Agustino la población inmigrante ha ocupado áreas de alto riesgo (construcciones sobre la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro) como es el caso del Asentamiento Ovalo Vicentelo bajo y el Asentamiento Humano 7 de octubre respectivamente, en el cual existen terrenos inestables, viviendas de material noble en condiciones precarias, estas últimas son muy vulnerables ante la ocurrencia de sismos, además de sus efectos secundarios. Es por ello es factible desarrollar un Diseño Estructural de viviendas Sismo resistente para satisfacer las necesidades y expectativas de los habitantes del distrito contribuyendo a su protección y seguridad ante un evento sísmico.

Para asegurar el cumplimiento de los objetivos planteados en nuestro tema de investigación, se elabora dos instrumentos de medición, para la variable 01 Diseño estructural, los resultados se obtendrán a través de la modelación en el Software ETABS 2016 (V16.0.0) fabricado por Computers and Structures, Inc y la Variable 02 caracterización de Suelos se recoge información de las condiciones geotécnicas del suelo, como el ensayo de granulometría, ensayo de corte y ensayos químicos elaborados en los Laboratorio de Mecánica de Suelos, concreto y asfalto que

realizo la empresa Geoconsult S.A Consultores Generales y la empresa WRC.ingeo S.A.C.

Los resultados de la investigación permitirán a futuro la reducción de riesgos, así como también prevenir grandes tragedias como perdidas de vida, daños a la propiedad, etc. Por ello se plantea modelos de viviendas Sismo resistente que cumplirán con todos los parámetros de diseño especificados en el Reglamento Nacional de Edificaciones además de contar con los estudios de suelos correspondientes en ambas zonas de estudio.

1.6. Hipótesis

Hipótesis general

Los parámetros para el diseño estructural se determinarán según las normas Técnicas de Estructuras y serán de tipo de suelo, configuración estructural, análisis dinámico modal espectral, etc.

Hipótesis específicas

- Las características geotécnicas del suelo de viviendas Sismo resistente en la ribera del rio Rímac y en las laderas del cerro en El Agustino permitirán conocer los tipos de suelo, perfiles, la cohesión y ángulo de fricción interna.
- Se puede determinar la configuración estructural viviendas Sismo resistente en la ribera del rio Rímac y en las laderas del cerro en el Distrito de El Agustino.
- El análisis sísmico dinámico modal espectral de viviendas Sismo resistente en la ribera del rio Rímac y en las laderas del cerro en el Distrito de El Agustino cumplirá con los modos de vibración y derivas permisibles.

1.7. Objetivos

Objetivo general

- Usar los parámetros según las normas Técnicas de Estructuras para el diseño estructural de viviendas Sismo resistente en la ribera del rio Rímac y en las laderas del cerro en el Distrito de El Agustino, Lima 2017.

Objetivos específicos

- Identificar de las características geotécnicas del suelo de fundación de viviendas Sismo resistente en la ribera del rio Rímac y en las laderas del cerro en el Distrito de El Agustino, Lima 2017.

- Realizar la configuración estructural utilizando un sistema estructural de muros portantes de albañilería confinada para el diseño de viviendas Sismo resistente en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en el Distrito de El Agustino, Lima 2017.
- Realizar el procedimiento del análisis dinámico modal espectral para las viviendas Sismo resistente en la ribera del rio Rímac y en las laderas del cerro en el Distrito de El Agustino, Lima 2017.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de Investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación que se aplicó fue Descriptiva y Aplicada Según Tamayo y Tamayo (1997, P.54) menciona que la investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hechos y su característica fundamental es la de presentarnos una interpretación correcta.

Aplicado porque utilizando el conocimiento aprendido en la carrera de ingeniería civil se describió el comportamiento de las variables diseño estructural y caracterización de suelos y estas ser sometido a análisis.

Nivel de investigación

Según Sampieri (1998, p.60). Los estudios descriptivos permiten detallar situaciones y eventos, es decir como es y cómo se manifiesta determinado fenómeno y busca especificar propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis.

Diseño de Investigación

Hernández Sampieri, y otros (2010, p.149) El diseño de investigación realizada es de tipo no experimental de corte transversal podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente la variable independiente porque ya han sucedido. Es decir, se trata de estudios donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables.

2.2. Variables, Operacionalización de Variables

Variables

Una variable es una propiedad que tiene una variación que puede medirse u observarse. (Hernández Sampieri et al. 2010, p.93)

Variable Independiente:

V1: Caracterización del suelo

Variable Dependiente:

V2: Diseño estructural

Tabla 4. Matriz de consistencia / V1: Caracterización del suelo

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
<p>V. independiente</p> <p>Caracterización del Suelo</p>	<p>La clasificación de los suelos permite obtener una descripción apropiada y única de estos y así conocer de qué material se trata en cada caso dándonos una idea clara de sus características y el uso que se le puede dar.</p> <p>(Salinas 2005, p. 90).</p>	<p>La clasificación del suelo proporcionan un lenguaje común para expresar en forma concisa las características generales de los suelos, por ende será conforme al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos que es un sistema ampliamente usado por los ingenieros.</p>	<p>- Clasificación de los suelos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Grava - Arena - Limo - Arcillas - Suelos Orgánicos
			<p>- Resistencia del suelo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cohesión - Angulo de fricción interna - Factores de carga - Capacidad portante

Fuente: elaboración propia

Tabla 5. Matriz de consistencia / V2: Diseño estructural

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
V. dependiente Diseño Estructural	El diseño Estructural abarca las diversas actividades que desarrolla el Proyectista para determinar la forma, dimensiones, características detalladas de una estructura. (Meli 2002,p. 15)	El diseño estructural será de acuerdo a las recomendaciones de resistencia para la seguridad estructural de acuerdo al ACI 318-16 y al Reglamento nacional de Edificaciones.	- Configuración Estructural	- Estructuración - Requisitos estructurales mínimos
			- Análisis Sísmico	- Consideraciones preliminares - Análisis Dinámico
			- Diseño	- Diseño de cimentación -Diseño de losa aligerada - Diseño de viga - Diseño de columna - Diseño de muros portantes

Fuente: propia

2.3. Población y muestra

Población:

La población investigada en el presente estudio lo conforman las viviendas de Asentamiento Humano Ovalo Vicentelo Bajo y 7 de Octubre del Distrito de El Agustino.

Muestra:

Señalan la ventaja de una muestra no probabilística es su utilidad para un determinado diseño de estudio, que requiere no tanto de una representatividad de elementos de una población, sino de una cuidadosa y controlada elección de sujetos con ciertas características especificadas previamente en el planteamiento del problema, por lo tanto el tipo de muestreo es de acorde al estudio. Hernández, Fernández y Baptista (2003, p, 52),

La muestra seleccionada es una vivienda del Asentamiento Humano Ovalo Vicentelo Bajo Mz A. Lote 12 y otro de del Asentamiento Humano 7 de octubre Mz. N. Lote 09 en el Distrito de El Agustino.

2.4. Técnicas de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La entrevista desde el punto de vista del método es una forma específica de interacción social que tiene por objeto recolectar datos para una investigación.

La entrevista fue el instrumento de medición usado para realizar la investigación Sabino (1992, p, 116)

Instrumento

Un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto a una o más variables a medir. El contenido de las preguntas de un cuestionario puede ser tan variado como los aspectos que mida y básicamente, podemos hablar de dos tipos de preguntas; cerradas y abiertas (Muñoz, 1998, p, 22)

Validez y confiabilidad del instrumento

Según nombra a la Validez de expertos como el grado en que aparentemente un instrumento de medición mide la variable en cuestión, de acuerdo con expertos del tema.

Se tendrá una validez de contenido del instrumento, utilizando 3 profesionales de la especialidad en el tema de estudio 2 ingenieros civiles y un ingeniero de geotecnia.

2.5. Métodos de análisis de datos

Se obtuvo información del estudio de geotecnia (ensayos de granulometría, ensayo de consistencia y ensayo de corte directo) elaborado por la empresa Geoconsult S.A Consultores Generales en el caso del Asentamiento Humano 7 de Octubre (laderas del cerro en El Agustino), asimismo la empresa WRC.ingeo S.A.C elaboro esos estudios en el Asentamiento Humano Ovalo Vicentelo Bajo (Ribera del río Rímac en El Agustino), también se recopiló información del parámetro sísmico factor de suelo realizado por el Instituto Geofísico del Perú.

El análisis de los datos se dará a través de la modelación con el software Etabs V.2016, para luego procesarlas y realizar el diseño de los muros portantes y elementos estructurales en las hojas de cálculo Ms Excel.

2.6. Aspectos éticos

El investigador se compromete a respetar la veracidad de las opiniones de los juicios de experto donde no se deben provocar actitudes que condicionen las respuestas de los participantes y reproducir los contenidos de manera seria sin cambiarlos, así como la confiabilidad de los datos obtenidos de la recolección de información ya realizados.

III. RESULTADOS

Diseño estructural de la vivienda de la ribera del río Rímac

3.1. Características geotécnicas del suelo de Fundación

Ubicación

El área de estudio, se encuentra en las terrazas adyacentes al cauce del río sobre la margen izquierda del río Rímac. (Ver Anexo Plano de Ubicación)

Descripción del área de estudio

Las viviendas están ubicadas en el AA.HH Ovalo de Vicentelo Bajo. El material de las terrazas está constituido los primeros metros por material de relleno, posterior a eso se encuentran grava, arenas limosas y poca presencia de finos.

Clasificación de suelos

Se ha clasificado los suelos de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual nos ha una clasificación variada del tipo de suelo de acuerdo a las profundidades y zona de ubicación de la calicata que están detalladas en la tabla N° 6.

Tabla 6. Clasificación de suelos.

Estrato	Espesor (m)	Profundidad de la cara Superior (m)	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO
Material de Relleno	0.00-0.20	0.00-1.00	SM	A-4(0)
Grava mal graduada, con arena de grano grueso, de consistencia compacto, de color gris, semiseco.	1.00-2.00	0.00-1.00	GP-GM	A-1(0)

Fuente: WRC INGEO S.A.C

En la calicata hasta los 0.20m encontramos material de relleno Re, y hasta los 2.00m encontramos material tipo GP-GM, adicionalmente cabe mencionar que no se encontró la presencia de napa freática hasta los 2.00 m de profundidad.

Cálculo y análisis de la capacidad de Carga Admisible

Las características de los diferentes tipos de suelo encontrados son las mostradas en el Tabla N° 7.

Tabla 7. Características físicas según el tipo de suelo

Características	Tipo de Suelo
	GP-GM
Densidad (T/m ³)	1.956
Ángulo de Fricción	35.2°
Cohesión (T/m ²)	0

Fuente: WRC INGEO S.A.C

Según la solución de Meyerhof, para los valores de ϕ cada tipo de suelo encontrado, los factores de capacidad de carga se muestran en la tabla N° 8.

Tabla 8. Valores de los factores de capacidad de carga.

Factores de Capacidad de carga	Tipo de Suelo
	GP-GM
Nc	46.973
Nq	34.136
Ny	38.497

Fuente: WRC INGEO S.A.C

El cálculo de capacidad de carga admisible para suelos granulares, considerando una profundidad de desplante igual a 1.00 m., 1.50 m, y 2.00 m y factor de seguridad 3 para un ancho de cimentación de 1.20m, se detallan en la tabla N° 9.

Tabla 9. Valores de capacidad de carga a diferentes profundidades

Profundidad (m)	Ancho B de la cimentación	Q adm (kg/cm ²)
		GP-GM
1.00	1.20	3.732
1.50	1.20	4.845
2.00	1.20	5.957

Fuente: WRC INGEO S.A.C

Por consiguiente adoptamos la profundidad de cimentación de 1.50m respecto de

la superficie natural del terreno, con una capacidad admisible de 4.845 kg/cm² para el diseño de mi cimentación.

3.2. Descripción del Proyecto

El proyecto a construirse, es una edificación para uso de vivienda, que cuenta con un primer, segundo piso y tercer piso que complementa la funcionalidad de la misma. El terreno tiene una área de 64.52 m² de frente 9.56m, de fondo 9.42m, izquierda 5.83 m y derecha 7.66 m. Se realizó una estructura de muros portantes en ambos sentidos considerando el área a construirse de 54.91 m².

La vivienda tiene tres pisos cuenta con jardín, Hall, sala - comedor, 04 dormitorios, 03 cocinas, 01 lavandería y 03 servicios higiénicos. (Ver Anexo Plano de Arquitectura).

3.3. Configuración Estructural

Se han incluido 6 muros portantes en la dirección “X” y 7 muros portantes en la dirección “Y” de tal manera que tenga un buen comportamiento en combinación con vigas soleras 0.25x0.20, columnas de confinamiento y vigas principales de 25x40cm además de vigas chatas.

Las losas aligeradas se han dimensionado con 20 cm de espesor, las viguetas están orientadas en la dirección más corta de tal manera que sea cargados por los muros portantes y facilitar el proceso constructivo. (Ver anexo plano de estructuras).

Evaluación de la configuración

Irregularidades estructurales en altura:

Irregularidad de rigidez – Piso Blando

En la Tabla N° 10 la relación $\frac{\text{Drift } i}{\text{Drift } i+1}$ son menores al valor 1.4 por ende no presenta Irregularidad de rigidez – Piso Blando en el sentido “X”.

Tabla 10. Irregularidad de rigidez X-X

ANALISIS EN DIRECCION X-X				
PISO	Drift Extremo 1	Drift Extremo 2	Promedio Extremos	Drift i /Drift i+1
PISO 3	0.000261	0.000512	0.00039	
PISO 2	0.000276	0.000763	0.00052	1.34411
PISO 1	0.000202	0.000746	0.00047	0.91242

Fuente: propia

En la Tabla N° 11 la relación $\frac{\text{Drift } i}{\text{Drift } i+1}$ son menores al valor 1.4 por ende no presenta Irregularidad de rigidez – Piso Blando en el sentido “Y”.

Tabla 11. Irregularidad de rigidez Y-Y

ANALISIS EN DIRECCION Y-Y				
PISO	Drift Extremo 1	Drift Extremo 2	Promedio Extremos	Drift i /Drifti+1
PISO 3	0.005244	0.005143	0.00519	
PISO 2	0.003705	0.003643	0.00367	0.70742
PISO 1	0.002014	0.001991	0.00200	0.54505

Fuente: propia

Irregularidad de Resistencia – Piso Débil

En la Tabla N° 12 la relación $\frac{V_{xi}}{V_{xi+1}}$ son mayores al valor 0.8 por lo tanto no presenta Irregularidad de resistencia – Piso débil en el sentido “X”.

Tabla 12. Irregularidad de Resistencia X-X

ANALISIS EN DIRECCION X-X		
PISO	Vxi	Vxi/Vxi+1
PISO 3	13.9947	
PISO 2	28.4021	2.02949
PISO 1	37.8138	1.33137

Fuente: propia.

En la Tabla N° 13 la relación $\frac{V_{xi}}{V_{xi+1}}$ son mayores al valor 0.8 por lo tanto no presenta Irregularidad de resistencia – Piso débil en el sentido “Y”.

Tabla 13. Irregularidad de Resistencia Y-Y.

ANALISIS EN DIRECCION Y-Y		
PISO	Vxi	Vxi/Vxi+1
PISO 3	5.4929	
PISO 2	11.278	2.05320
PISO 1	14.7344	1.30647

Fuente: propia.

Irregularidad de Masa o Peso

En la Tabla N° 14 la relación $\frac{W_{xi}}{W_{xi+1}}$ y $\frac{W_{xi}}{W_{xi-1}}$ en el piso 1 y piso 3 tienen valores menores a 1.5, sin embargo en el piso 2 la relación $\frac{W_{xi}}{W_{xi+1}}$ tiene un valor superior por consiguiente presenta Irregularidad de masa.

Tabla 14. Irregularidad de Masa.

MASAS DE LOS PISOS			
PISO	Wi	Wi/Wi+1	Wi/Wi-1
PISO 3	3.61847		0.62314
PISO 2	5.80682	1.60477	0.89871
PISO 1	6.46128	1.11271	

Fuente: propia.

Irregularidad de Geometría vertical

La estructura es continua en todos sus elementos estructurales hasta la parte superior por ende no presenta esta irregularidad.

Discontinuidad en los sistemas resistentes

La fuerza cortante en cada elemento será mostrada más adelante, cabe resaltar que los elementos estructurales no presentan ningún desalineamiento vertical, por ende no será analizada esta irregularidad.

Irregularidades estructurales en planta:

Irregularidad Torsional

En la Tabla N° 15 la relación $\frac{\text{Drift Max}}{\text{Drift CM}}$ X-X son mayores al valor 1.2 por ende presenta Irregularidad torsional en el sentido X-X, cabe mencionar que los Drift Max Y-Y son menores al valor de 0.0025 por ende no se analiza en ese sentido.

Tabla 15. Irregularidad Torsional

ANALISIS EN DIRECCION X-X						X-X	Y-Y
PISO	h	Drift CM	Drift CM	Drift MAX	Drift MAX	Drift MAX/Drift CM	Drift MAX/Drift CM
	(m)	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
PISO 3	2.60	0.000515	0.000195	0.00074	0.00051	1.44	-
PISO 2	2.60	0.000511	0.000196	0.00076	0.00053	1.49	-
PISO 1	4.10	0.000341	0.000140	0.00051	0.00036	1.50	-

Fuente: propia.

En la Tabla N° 16 la relación $\frac{\text{Drift Max}}{\text{Drift CM}}$ Y-Y son menores al valor 1.2 por consiguiente no presenta Irregularidad torsional en el sentido Y-Y, cabe mencionar que los Drift Max X-X son menores al valor de 0.0025 por ende no se analiza en ese sentido.

Tabla 16. Irregularidad Torsional Y-Y

ANALISIS EN DIRECCION Y- Y						X-X	Y-Y
PISO	h	Drift CM	Drift CM	Drift MAX	Drift MAX	Drift MAX/Drift CM	Drift MAX/Drift CM
	(m)	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
PISO 3	2.60	0.000234	0.000530	0.00034	0.00059	-	1.12
PISO 2	2.60	0.000232	0.000583	0.00035	0.00065	-	1.12
PISO 1	4.10	0.000154	0.000444	0.00024	0.00049	-	1.11

Fuente: propia.

Esquinas entrantes

No presenta

$$(a > 0.2A) \text{ y } (b > 0.2B)$$

Discontinuidad del Diafragma

$$A' > 50\%A_{\text{total}}$$

$$10.62 > 50\% (64.52)$$

$$10.62 > 32.26$$

Por lo tanto no presenta discontinuidad del diafragma.

Sistemas no paralelos

En el modelo estructural todos los muros portantes son paralelos en la dirección de análisis, por ende la estructura no presenta esta irregularidad.

3.4. Predimensionamiento

Predimensionamiento de muros

$$t = \frac{h}{25} = \frac{2.60}{25} = 0.104 \rightarrow 0.13\text{m}$$

Dónde:

h: altura de piso típico

t: espesor efectivo

Predimensionamiento de losas

Altura de la losa unidireccional

$$h = \frac{l_n}{25} = \frac{3.70}{25} = 0.148 \rightarrow 0.20\text{m}$$

Dónde:

h: peralte de la losa (m)

l: Luz libre del tramo mayor (m)

Por lo tanto para uniformizar se utilizara losas de 0.20m para los 6 paños.

Predimensionamiento de Vigas Principales

$$h \geq \frac{l}{10} \vee \frac{l}{12} \wedge b = \frac{h}{2} \wedge b \geq 0.25\text{m}$$

Dónde:

h: peralte de la viga (m) l: Luz libre de la viga (m) y b: ancho de la viga (m)

$$h = \frac{4.51}{12} = 0.38 \rightarrow 0.40\text{m}$$

$$b = \frac{0.40}{2} = 0.20\text{m} \rightarrow 0.25\text{m}$$

VP- 101 \rightarrow 0.25m x 0.40m

3.5. Requisitos estructurales mínimos

Esfuerzo Axial Máximo

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

La tabla N° 17 nos determina los valores de esfuerzo axial por gravedad de los muros portantes. Por otro lado se observa que estos valores de la columna de esfuerzos son menores a los valores calculados cumpliendo con lo especificado en la Norma Técnica E. 0.70 Albañilería.

Tabla 17. Esfuerzo Axial Máximo

Verificación de esfuerzo axial por gravedad							
Muro	L(m)	t(m)	Nm	Área (m ²)	PD (TON)	PL (TON)	Esfuerzo (Ton/m ²)
Mx1	3.31	0.13	1.00	0.43	21.611	3.339	57.984
Mx2	3.26	0.13	1.00	0.42	13.600	1.685	36.066
Mx3	2.44	0.13	1.00	0.32	7.049	0.900	25.059
Mx4	3.73	0.13	1.00	0.48	10.857	0.896	24.239
Mx5	4.81	0.13	1.00	0.63	14.681	1.334	25.613
Mx6	4.86	0.13	1.00	0.63	21.374	2.992	38.570
My1	4.11	0.13	1.00	0.53	15.355	1.688	31.896
My2	1.60	0.13	1.00	0.21	5.012	0.504	26.519
My3	1.60	0.13	1.00	0.21	5.593	0.645	29.991
My4	4.21	0.13	1.00	0.55	30.324	5.253	65.005
My5	1.97	0.13	1.00	0.26	3.757	0.044	14.840
My6	1.87	0.13	1.00	0.24	10.262	2.131	50.979
My7	1.87	0.13	1.00	0.24	9.390	1.436	44.534

Fuente: propia.

Estructuración en planta

$$\frac{ZUSN}{56} = \frac{0.45 \times 1.00 \times 1.00 \times 3.00}{56} = 0.02411$$

En la tabla N° 18 se muestra el valor obtenido en la dirección X-X cumpliendo con lo especificado en la Norma Técnica E. 0.70 Albañilería.

Tabla 18. Densidad de muros X-X

Dirección X-X					
Muro	L(m)	t(m)	Nm	Ac(cm ²)	Ac x Nm
Mx1	3.31	0.13	1.00	0.430	0.430
Mx2	3.26	0.13	1.00	0.424	0.424
Mx3	2.44	0.13	1.00	0.317	0.317
Mx4	3.73	0.13	1.00	0.485	0.485
Mx5	4.81	0.13	1.00	0.625	0.625
Mx6	4.86	0.13	1.00	0.632	0.632
				$\sum Ltx/Ap$	0.0531

Fuente: propia.

En la tabla N° 19 se muestra el valor obtenido en la dirección Y-Y cumpliendo con lo especificado en la Norma Técnica E. 0.70 Albañilería.

Tabla 19. Densidad de muros Y-Y

Dirección Y-Y					
Muro	L(m)	t(m)	Nm	Ac(cm ²)	Ac x Nm
My1	4.11	0.13	1.00	0.53	0.53
My2	1.60	0.13	1.00	0.21	0.21
My3	1.60	0.13	1.00	0.21	0.21
My4	4.21	0.13	1.00	0.55	0.55
My5	1.97	0.13	1.00	0.26	0.26
My6	1.87	0.13	1.00	0.24	0.24
My7	1.87	0.13	1.00	0.24	0.24
				$\sum Lty/Ap$	0.0459

Fuente: propia.

3.6. Medrado de cargas

Pesos unitarios y cargas directas

Se definen a continuación los pesos unitarios a emplearse para la carga muerta (CM) y carga viva (CV) según lo indicado en la NTE. 020:

Carga Muerta (CM)

Peso del concreto armado	2400 kg/m ³
Peso de muros de albañilería	1800 kg/m ³
Peso del tarrajeo	200 kg/m ³
Peso del piso Terminado	20 kg/cm/m ²

Carga Viva (CV)

S/C viviendas	0.20 Tn/m ²
S/C azotea	0.10 Tn/m ²

Losa aligerada armada en una dirección 0.30 Tn/m²

	Espesor		Peso específico	Peso
Acabado de piso	0.01m	x	2400 kg/m ³	24 kg/m ²
Contrapiso	0.04m	x	2000 kg/m ³	80 kg/m ²
Cielo raso	0.15m	x	2000 kg/m ³	30 kg/m ²
Total				134 kg/m²
Peso acabados (redondeado)				140 kg/m ²

Las cargas por muros de albañilería que nos sirven de subdivisión de ambientes, tienen pesos considerados, incluyendo tarrajes, iguales a 14kg/m² por centímetro de espesor de muro.

Muro de albañilería 14 kg/m²/cm x 13cm = 182kg/m²

Altura de entrepiso (2.6m -0.20m) = 2.4 m

Tenemos 182 kg/m²x2.4 m = 436.8 kg/m

Carga equivalente → 210 kg/m²

TIPO DE CARGA

Carga Muerta (CM)

Peso de losa aligerado	0.30 Tn/m ²
Peso de acabados	0.14 Tn/m ²
Peso tabiquería	0.21Tn/m ²
Total	0.65 Tn/m²

Carga Viva (CV)

S/C viviendas	0.200 Tn/m ²
S/C azotea	0.100 Tn/m ²

3.7. Análisis Sísmico

Se realizó un análisis Sísmico Dinámico Modal Espectral.

Los parámetros empleados para el cálculo del Espectro de Respuesta fueron:

Parámetros Sísmicos

En base al RNE E.030 De Diseño Sismo resistente, se definen los siguientes parámetros para el análisis sísmico:

Factor de Zona (Z):

La vivienda se ubica en El Agustino, por lo que de acuerdo a la tabla N° 1 del capítulo 2 de la norma E.030 se ubica en la Zona 4, por lo tanto $Z = 0.45$.

Factor de Condiciones Geotécnicas (S y Tp):

La clasificación del perfil de suelo presentado en estas zonas es del tipo S1: Suelos o Rocas Muy Rígidas, de acuerdo al estudio realizado por el Instituto Geofísico del Perú en el año 2009; correspondiente a suelos granulares densos o roca alterada parcialmente, de acuerdo a lo indicado en el Punto 2.3.1 "Perfiles de Suelos" de la citada Norma Sísmica.

Según el perfil S1 se correlacionan los parámetros de suelo siguientes:

Periodo que define la plataforma del espectro (Tp):

$T_p = 0.40$ seg.

Factor de Suelo (S):

$S = 1.00$

Factor de Uso (U):

La estructura analizada es una vivienda y de acuerdo a la Tabla N° 5 de la norma E.030 se clasifica como categoría C edificaciones comunes, por ende $U = 1.00$.

Coefficiente de Reducción Sísmica (R):

Este factor depende del sistema estructural empleado según la Tabla N° 7 de la Norma Técnica E.030. Por ser una estructura de albañilería confinada en ambos sentidos el factor de reducción empleado es de $R_o = 3$. Por otro lado de acuerdo al ítem 3.7 presenta irregularidad de masa e irregularidad torsional en el sentido "X"

obteniendo un valor de $R_x = 3 \times 0.9 \times 0.75 = 2.025$; en cambio en el sentido Y irregularidad torsional $R_y = 3 \times 0.9 = 2.70$.

Factor de Ampliación Sísmica (C):

De acuerdo a las características de Sitio de la zona de estudio se define el factor de ampliación sísmica por las siguientes expresiones:

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

$$T_p < T < T_I \rightarrow C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T_I} \right)$$

$$T > T_I \rightarrow C = 2.5 \left(\frac{T_p \cdot T_I}{T^2} \right)$$

Dónde:

$T_p = 0.4$

$T_I = 2.5$

En la Figura N° 3 se aprecia las pseudoaceleraciones en el eje de las ordenadas y los periodos de la estructura.

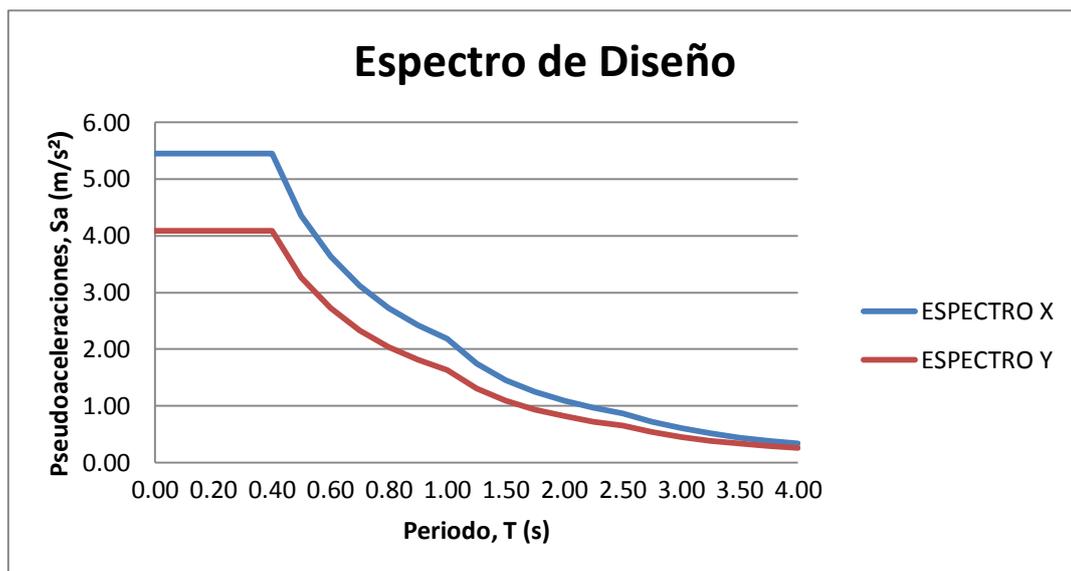


Figura 3. Espectro de Diseño X e Y.

Modos de Vibración

Según la información modal presentada en la Tabla N° 20 el periodo predominante en la dirección "X" es de 0.207s y el periodo predominante en dirección "y" es de 0.190s. La suma de masas de los 3 primeros modos principales es de 90 % el diseño es aceptado según lo exigido en la norma Técnica E.030 Diseño Sismo resistente.

Tabla 20. Modos de Vibración

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
Case	Mode	Period (sec)	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
Modal	1	0.207	0.5293	0.1219	0	0.5293	0.1219	0
Modal	2	0.19	0.0902	0.784	0	0.6195	0.9059	0
Modal	3	0.096	0.2941	0.0014	0	0.9136	0.9073	0
Modal	4	0.056	0.0078	0.0765	0	0.9214	0.9838	0
Modal	5	0.054	0.0569	0.0115	0	0.9783	0.9953	0
Modal	6	0.032	0.0172	0.0004	0	0.9955	0.9957	0
Modal	7	0.03	0	0.0042	0	0.9955	0.9999	0
Modal	8	0.028	0.004	0.0001	0	0.9995	1	0
Modal	9	0.02	0.0006	0	0	1	1	0

Fuente: propia.

Cortante Estático y Dinámico en la base

En la tabla N° 21 podemos observar las cortante Dinámica y la cortante estática mínima en la base en las dos direcciones de análisis.

Tabla 21. Reacciones en las Bases.

TABLE: Base Reactions						
Load Case/Combo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Sismo_Est X	-58.4228	0	0	0	-402.414	211.5735
Sismo_Est Y	0	-58.4228	0	402.4139	0	-303.754
S_Din X Max	56.0249	21.8306	0	152.3793	387.3726	250.9908
S_Din Y Max	16.3729	54.2851	0	375.299	114.9485	297.938

Fuente: propia.

En la tabla N° 22 se muestra la relación de $0.90 \times V$ estático/ V dinámico, de acuerdo a la Norma Técnica E.030 para una estructura irregular por consiguiente no será necesario escalar la cortante dinámica.

Tabla 22. Factor de Escala

	Vx	Vy
V estático	58.423	58.423
V dinámico	56.025	54.285
V din/Vest	0.959	0.929
Fact. Min	0.900	0.900
Resultado	No amplificar	No amplificar
Usar Escala	0.939	0.969

Fuente: propia.

Verificación de desplazamiento en “x”

Tabla 23. Derivas en X

Piso	Altura m	Desp mm	Derivas Δ elásticas	Derivas Δ inelásticas	Derivas inelásticas Δ (%)	Deriva límite Δ
Piso 3	9.3	6.026	0.000763	0.001545	0.155	0.500
Piso 2	6.7	4.042	0.000757	0.001533	0.153	0.500
Piso 1	4.1	2.074	0.000506	0.001024	0.102	0.500
Base	-	-	-	-	0	0.500

Fuente: propia.

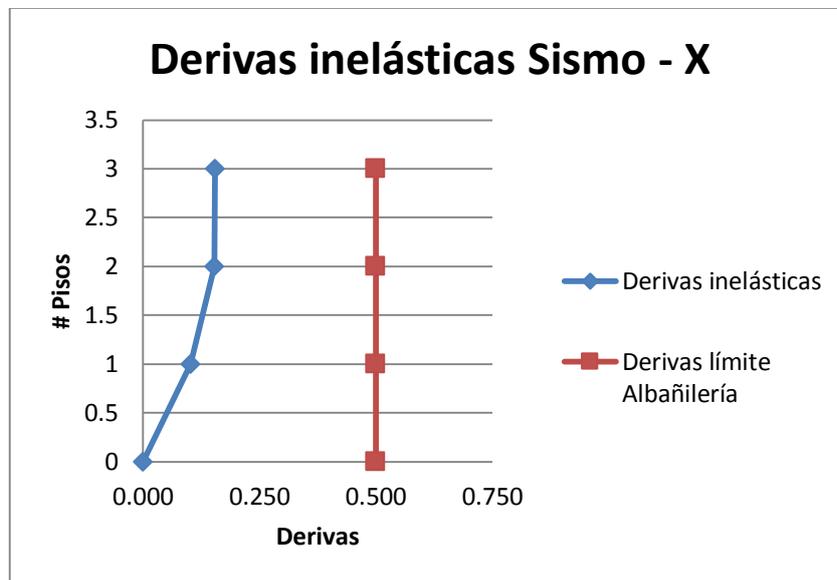


Figura 4. Derivas inelásticas en X.

Verificación de desplazamiento en “y”

Tabla 24. Derivas en Y

Piso	Altura m	Desp mm	Derivas Δ elásticas	Derivas Δ inelásticas	Derivas inelásticas Δ (%)	Deriva límite Δ
Piso 3	9.3	5.236	0.000589	0.001590	0.159	0.500
Piso 2	6.7	3.705	0.000648	0.001749	0.175	0.500
Piso 1	4.1	2.021	0.000493	0.001331	0.133	0.500
Base	-	-	-	-	0	0.500

Fuente: propia.

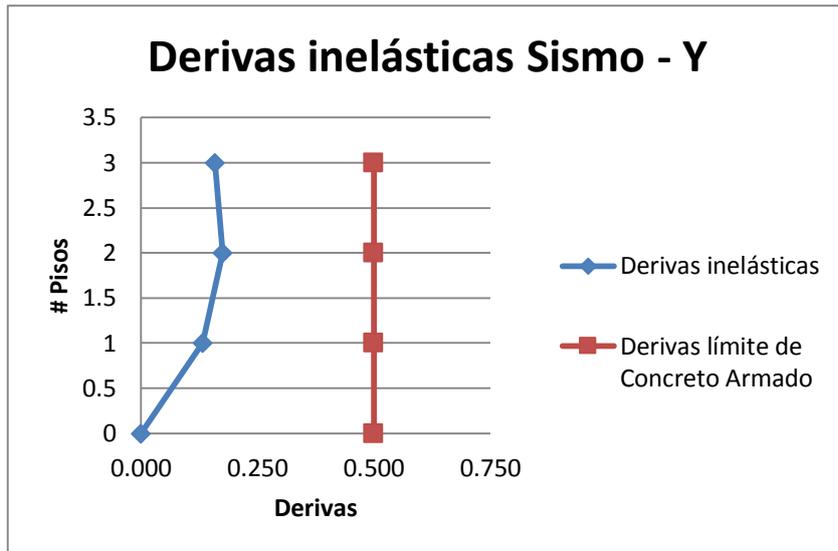


Figura 5. Derivas inelásticas en Y

3.8. Modelo Estructural

Para modelar los muros de albañilería se emplearon elementos tipo Shell (Áreas) y para las losas aligeradas elementos tipo membrana que se encargan de distribuir la carga en una sola dirección, además se consideró para el primer nivel una altura de 4.4 m debido al estudio de suelos explicados en la tabla N°9 y para los demás niveles una altura de 2.5m.

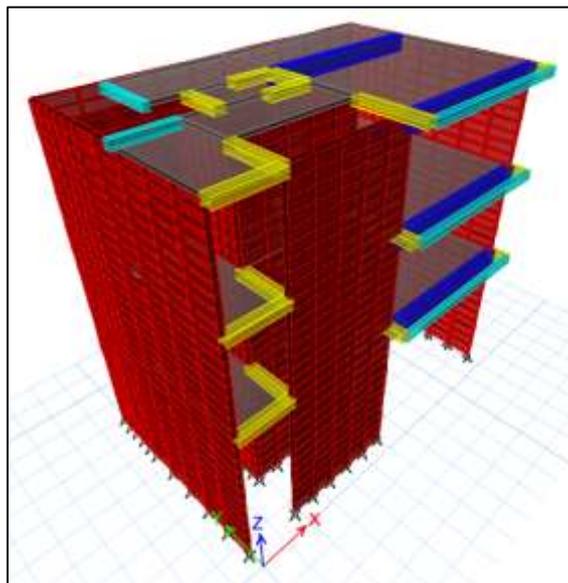


Figura 6. Modelo Estructural

3.9. Diseño Estructural

Se empleó el programa de análisis estructural ETABS 2016 que emplea el método de rigidez y elementos finitos.

Se realizó el diseño de las losas aligeradas, vigas, columnas, zapatas, muros portantes y cimiento corrido, por consiguiente se verificara que las cuantías de acero de diseño sean mayores a la mínima y menores a la máxima estipuladas en la E.060 de concreto armado; cabe resaltar para el diseño de los muros portantes se diseñara con un sismo moderado según lo estipulado en la norma E.070 de albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Diseño de aligerado

Se verifica el diseño del paño entre los ejes 13/AB.

Metrado de cargas:

Carga muerta:

	Por Área (ton/m ²)	Por vigueta (ton/m)	
Peso propio aligerado:	0.30	0.120	
Peso de acabados:	0.10	0.040	
Peso tabiquería móvil:	0.15	<u>0.060</u>	
	D	=	0.220

Carga viva:

	Por Área (ton/m ²)	Por vigueta (ton/m)	
Sobre carga	0.20	<u>0.08</u>	
	L	=	0.08

Combinación más desfavorable: $1.4D+1.7L \rightarrow W_u = 0.444 \text{ Tn/m}$

Se ha procedido a cargar la vigueta con las respectivas cargas muertas y vivas.

Análisis estructural

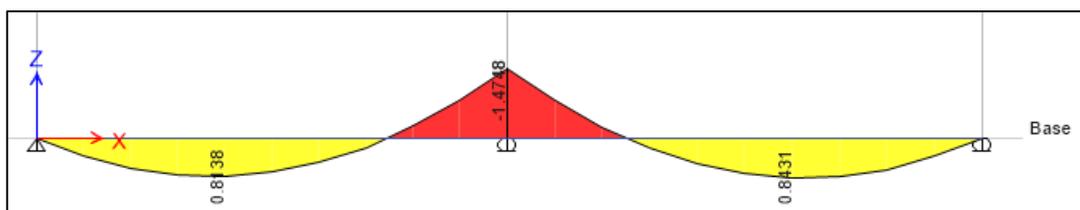


Figura 7. Diagrama de Momento Flector

Diseño a flexión para viguetas:

Acero negativo:

Datos:

$$\begin{aligned} B &= 10 \text{ cm} & \phi &= 0.90 \\ d &= 17.37 \text{ cm} & f'c &= 280 \text{ kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200 \text{ kg/cm}^2 & M_u &= 1.4748 \text{ tn.m} \end{aligned}$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'c b} \quad \dots (1)$$

$$\phi M_n = \phi A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad \dots (2)$$

Reemplazando (1) en (2) y despejando el A_s se obtiene:

$$A_s = \frac{0.85 f'c b x d}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_u}{\phi 0.85 x f'c b x d^2}} \right)$$

$$A_s\text{- calculado} = 2.59 \text{ cm}^2$$

$$A_s\text{- Colocado} = 2.69 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \text{ } \emptyset \text{ 3/8"} + 1 \text{ } \emptyset \text{ 1/2"}$$

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = 0.0038$$

$$\rho_{\text{mín}} = \frac{14}{f_y} = 0.0033$$

$$\rho_b = \frac{0.85 \beta_1 f'c}{f_y} \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) = 0.0283$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0.5 \rho_b = 0.0141$$

Se debe cumplir $\rho_{\text{mín}} < \rho < \rho_{\text{máx}}$, $0.0033 < 0.0038 < 0.0141$; SI CUMPLE

Acero positivo:

Datos:

$$\begin{aligned} B &= 40 \text{ cm} & \phi &= 0.90 \\ d &= 17.37 \text{ cm} & f'c &= 280 \text{ kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200 \text{ kg/cm}^2 & M_u &= 0.843 \text{ tn.m} \end{aligned}$$

$$A_s = \frac{0.85 f'c b x d}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_u}{\phi 0.85 x f'c b x d^2}} \right)$$

$$A_s\text{+ calculado} = 1.31 \text{ cm}^2$$

As+ Colocado = 2.54 cm² → 2 Ø 1/2"

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = 0.0036$$

$$\rho_{\text{mín}} = \frac{14}{f_y} = 0.0033$$

$$\rho_b = \frac{0.85\beta_1 f'_c}{f_y} \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) = 0.0283$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0.5\rho_b = 0.0141$$

Se debe cumplir $\rho_{\text{mín}} < \rho < \rho_{\text{máx}}$, $0.0033 < 0.0036 < 0.0141$; SI CUMPLE

Los resultados mostrados en el diseño a flexión para viguetas se verifica que las cuantías de acero de diseño sean mayores a la mínima y menores a la máxima estipuladas en la E.060 de concreto armado.

Diseño a cortante para viguetas

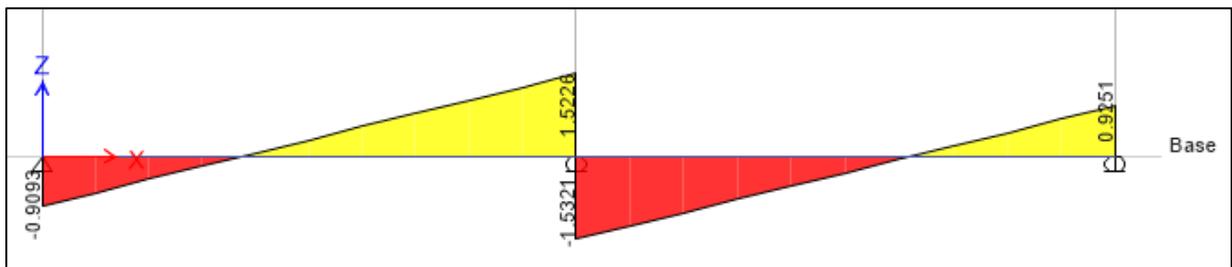


Figura 8. Diagrama de Fuerzas Cortantes

Datos:

$$B = 40 \text{ cm} \quad \phi = 0.85$$

$$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2 \quad f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_u = 1.532 \text{ tn.m}$$

Resistencia al corte del concreto

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} b d$$

$$V_c = 5.24 \text{ Tn}$$

Se debe Cumplir $\phi V_n \geq V_u$, $5.24 \geq 1.532$; SI CUMPLE

Se aprecia todas las fuerzas cortantes y en zonas de los cortante no supera la resistencia al cortante proporcionado al cortante por el concreto, de esta manera

no es necesario utilizar ensanches de viguetas, para los cortantes cercanos a los apoyos.

Diseño de vigas

Se procederá con el diseño del 1er Nivel de la viga más esforzada De la figura N° 9 presentada que corresponde al EJE 2 (Ver anexo plano de Estructuras). Para ello seleccionamos la combinación envolvente porque me da los momentos más críticos de las vigas además se verifica que las cuantías de acero de diseño sean mayores a la mínima y menores a la máxima estipuladas en la E.060 de concreto armado.

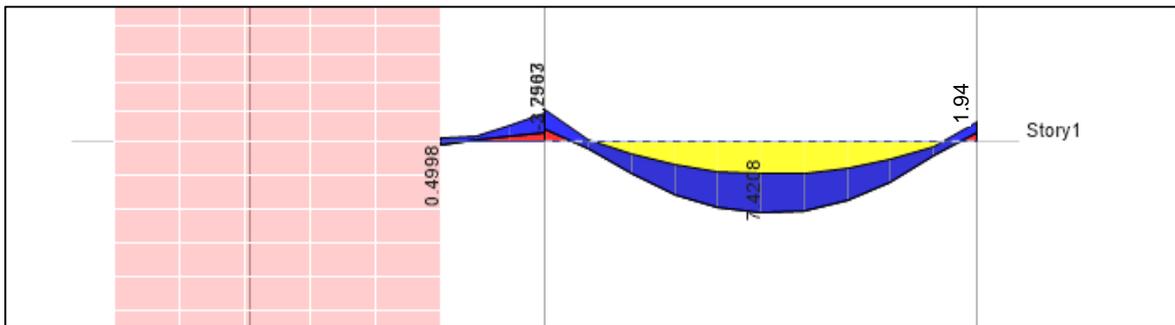


Figura 9. Trazo de Envolvente Diagrama de Momento Flector.

Cálculo del acero negativo (-)

Apoyo 1

Datos:

B = 25 cm $\phi = 0.90$
d = 34.25 cm $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ $M_u = 3.29 \text{ tn.m}$

$$A_s = \frac{0.85f'cxBxd}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{\phi 0.85f'cxBxd^2}} \right)$$

$$A_{s-} \text{ calculado} = 2.64 \text{ cm}^2$$

$$A_{s-} \text{ Colocado} = 3.25 \text{ cm}^2 \rightarrow 1 \text{ } \emptyset \text{ 3/8"} + 2 \text{ } \emptyset \text{ 1/2"}$$

$$\rho = \frac{A_s}{b.d} = 0.0038$$

$$\rho_{\text{mín}} = \frac{14}{f_y} = 0.0033$$

$$\rho_b = \frac{0.85\beta_1f'c}{f_y} \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) = 0.02125$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0.5\rho_b = 0.0106$$

Se debe cumplir $\rho_{\text{mín}} < \rho < \rho_{\text{máx}}$, $0.0033 < 0.0038 < 0.0106$; SI CUMPLE

Apoyo 3

Datos:

$$B = 25 \text{ cm}$$

$$\phi = 0.90$$

$$d = 34.25 \text{ cm}$$

$$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_u = 1.94 \text{ tn.m}$$

$$A_s = \frac{0.85f'_cxBxd}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{\phi 0.85f'_cxBxd^2}} \right)$$

$$A_s\text{- calculado} = 1.53 \text{ cm}^2$$

$$A_s\text{- Colocado} = 3.25 \text{ cm}^2 \rightarrow 1 \text{ } \emptyset \text{ 3/8" } + 2 \text{ } \emptyset \text{ 1/2"}$$

$$\rho = \frac{A_s}{b.d} = 0.0038$$

$$\rho_{\text{mín}} = \frac{14}{f_y} = 0.0033$$

$$\rho_b = \frac{0.85\beta_1f'_c}{f_y} \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) = 0.02125$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0.5\rho_b = 0.0106$$

Se debe cumplir $\rho_{\text{mín}} < \rho < \rho_{\text{máx}}$, $0.0033 < 0.0038 < 0.0106$; SI CUMPLE

Cálculo del acero negativo (+)

Apoyo 1 a 2

Datos:

$$B = 25 \text{ cm}$$

$$\phi = 0.90$$

$$d = 34.25 \text{ cm}$$

$$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_u = 7.42 \text{ tn.m}$$

$$A_s = \frac{0.85f'_cxBxd}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{\phi 0.85f'_cxBxd^2}} \right)$$

$$A_s\text{+ calculado} = 6.27 \text{ cm}^2$$

$$A_s\text{- Colocado} = 7.92 \text{ cm}^2 \rightarrow 4 \text{ } \emptyset \text{ 5/8"}$$

$$\rho = \frac{A_s}{b.d} = 0.0092$$

$$\rho_{\text{mín}} = \frac{14}{f_y} = 0.0033$$

$$\rho_b = \frac{0.85\beta_1 f'_c}{f_y} \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) = 0.02125$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0.5\rho_b = 0.0106$$

Se debe cumplir $\rho_{\text{mín}} < \rho < \rho_{\text{máx}}$, $0.0033 < 0.0092 < 0.0106$; SI CUMPLE

Diseño por corte

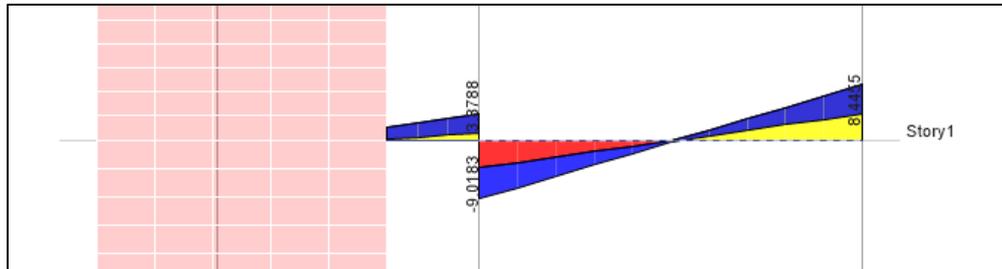


Figura 10. Trazo de Envolvente Fuerzas cortantes

Confinamiento inicial de la viga

Datos:

$$B = 25 \text{ cm}$$

$$\phi = 0.85$$

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$Vud = 8.09 \text{ tn}$$

$$d = 34.25 \text{ cm}$$

Resistencia nominal a cortante

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_n = 9.52 \text{ Tn}$$

Resistencia nominal al cortante proporcionada por el concreto

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} bd$$

$$V_c = 6.57 \text{ Tn}$$

Resistencia nominal a cortante proporcionada por el refuerzo por cortante

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{S}$$

$$V_s = V_n - V_c = 2.95 \text{ Tn}$$

Diseño por corte usando estribos $\phi 3/8$ "; $A_v = 2 \times 0.71 = 1.42 \text{ cm}^2$.

$$S = \frac{A_v f_y d}{V_s} = 69.24 \text{ cm}$$

Diseño de refuerzo transversal según norma E.60 Concreto armado:

a) Longitud de confinamiento

$$L_d = 2d$$

$$L_d = 68.50 \text{ cm}$$

b) Separación de refuerzo transversal en zona de confinamiento

Se tomara el menor valor de las siguientes expresiones:

$$\frac{d}{4}; 8\phi \text{ varilla longitudinal}; 24\phi \text{ estribo}; 30\text{cm}$$

$$\frac{d}{4} = 8.56\text{cm}; 10.16\text{cm}; 17.04\text{cm}; 30\text{cm}$$

Por lo calculado anteriormente se considerara una separación de estribos de 8 cm.

c) Separación de refuerzo transversal en zona no confinada

Se tomara el menor valor de las siguientes expresiones:

$$\frac{d}{2}; 20\text{cm} \rightarrow \frac{d}{2} = 17.04\text{cm} \quad \text{Usar } \square \Phi 3/8": 1@0.05, 8@0.08 \text{ y } R_{to} @ 0.17$$

Diseño de albañilería

Tabla 25. Fuerzas internas ante sismo Moderado X-X

Fuerzas Internas V_e y M_e ante Sismo Moderado X-X							
Muros		Piso 1		Piso 2		Piso 3	
		V_e (Ton)	M_e (Ton.m)	V_e (Ton)	M_e (Ton.m)	V_e (Ton)	M_e (Ton.m)
Mx1	Top	4.2189	4.6566	2.236	1.075	0.659	0.546
	Bot	4.2189	21.398	2.236	5.637	0.659	1.309
Mx2	Top	7.048	4.0675	6.008	0.992	3.537	0.190
	Bot	7.0493	13.357	5.980	5.201	3.542	1.661
Mx3	Top	0.9609	0.8644	0.456	0.276	0.921	0.066
	Bot	1.0369	4.7654	0.454	0.880	0.876	0.315
Mx4	Top	4.2479	3.5024	3.118	0.754	1.620	0.788
	Bot	4.3566	13.448	3.132	4.898	1.656	1.638
Mx5	Top	7.1664	6.1675	5.955	1.895	3.382	0.449
	Bot	6.9749	16.188	5.834	6.980	3.335	2.412
Mx6	Top	7.0735	5.9648	6.013	1.669	3.493	0.436
	Bot	7.1497	16.257	5.999	6.685	3.495	2.209

Fuente: propia.

En la siguiente Tabla N° 25 y 26 se presenta los valores máximos para cada piso ante la acción sísmica del sismo moderado en la dirección X-X e Y-Y respectivamente siendo V_e la fuerza cortante y M_e el momento flector ante sismo moderado.

Tabla 26. Fuerzas internas ante sismo Moderado Y-Y

Fuerzas Internas V_e y M_e ante Sismo Moderado Y-Y							
Muros		Piso 1		Piso 2		Piso 3	
		V_e (Ton)	M_e (Ton.m)	V_e (Ton)	M_e (Ton.m)	V_e (Ton)	M_e (Ton.m)
My1	Top	8.045	5.100	6.050	0.786	2.788	0.374
	Bot	8.459	19.535	6.232	6.716	2.872	1.724
My2	Top	1.685	0.196	1.139	0.252	0.530	0.137
	Bot	1.892	1.652	1.163	0.394	0.567	0.131
My3	Top	0.804	0.266	0.442	0.329	0.255	0.176
	Bot	0.915	1.731	0.461	0.358	0.258	0.138
My4	Top	8.185	4.967	6.225	0.964	3.007	0.410
	Bot	8.795	19.017	6.472	6.612	3.095	1.808
My5	Top	4.229	0.286	3.477	0.407	1.989	0.279
	Bot	3.942	2.281	3.334	0.953	1.942	0.363
My6	Top	1.447	0.353	0.624	0.484	0.228	0.297
	Bot	1.510	2.711	0.628	0.609	0.225	0.193
My7	Top	4.610	0.391	3.767	0.440	2.174	0.306
	Bot	4.003	2.152	3.518	0.967	2.096	0.406

Fuente: propia.

Verificaciones para el Diseño

En la tabla N° 27 se verifica el cumplimiento de los requisitos de control de fisuración y la resistencia al agrietamiento ante el Sismo Moderado X-X según los requerimientos establecidos en la norma Técnica E.070. Albañilería.

Por consiguiente se presenta los siguientes resultados:

Tabla 27. Verificaciones para Sismo X-X

Primer piso para Sismo en X-X												
Muros		L (m)	t (m)	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me Tn.m	α	Vm (Tn)	0.55 Vm (Tn)	Vm /Ve	Vu Tn.	Mu Tn.m
Mx1	Top	3.31	0.13	19.43	4.22	4.66	1.00	21.82	12.00	3.00	12.66	13.97
	Bot	3.31	0.13	22.45	4.22	21.40	0.65	16.48	9.07	3.00	12.66	64.19
Mx2	Top	3.26	0.13	10.40	7.05	4.07	1.00	19.48	10.71	2.76	19.48	11.24
	Bot	3.26	0.13	14.02	7.05	13.36	1.00	20.31	11.17	2.88	20.31	38.48
Mx3	Top	2.44	0.13	5.98	0.96	0.86	1.00	14.16	7.79	3.00	2.88	2.59
	Bot	2.44	0.13	7.23	1.04	4.77	0.53	8.45	4.65	3.00	3.11	14.30
Mx4	Top	3.73	0.13	7.54	4.25	3.50	1.00	21.28	11.71	3.00	12.74	10.51
	Bot	3.73	0.13	11.08	4.36	13.45	1.00	22.10	12.15	3.00	13.07	40.34
Mx5	Top	4.81	0.13	10.49	7.17	6.17	1.00	27.62	15.19	3.00	21.50	18.50
	Bot	4.81	0.13	15.01	6.97	16.19	1.00	28.66	15.76	3.00	20.92	48.56
Mx6	Top	4.86	0.13	16.55	7.07	5.96	1.00	29.28	16.10	3.00	21.22	17.89
	Bot	4.86	0.13	22.12	7.15	16.26	1.00	30.56	16.81	3.00	21.45	48.77

Fuente: propia

Como podemos apreciar en la Tabla N° 27 se cumple la siguiente expresión ampliamente de acuerdo al ítem Verificación de la resistencia al corte del edificio $V_e \leq 0.55 V_m$, asimismo $\sum V_m \text{ Bot} \geq V_e$ por lo tanto $126.56 \geq 56.02$ se cumple los requerimientos establecidos en la norma Técnica E.070. Albañilería.

En la tabla N° 28 se verifica el cumplimiento de los requisitos de control de fisuración y la resistencia al agrietamiento ante el Sismo Moderado Y-Y según los requerimientos establecidos en la norma Técnica E.070. Albañilería.

Por consiguiente se presenta los siguientes resultados:

Tabla 28. Verificaciones para Sismo Y-Y

Primer piso para Sismo en Y-Y												
Muros		L (m)	t (m)	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me Tn.m	α	Vm (Tn)	0.55 Vm (Tn)	Vm /Ve	Vu (Tn)	Mu Tn.m
My1	Top	4.11	0.13	11.48	8.05	5.10	1.00	24.18	13.30	3.00	24.14	15.30
	Bot	4.11	0.13	15.78	8.46	19.54	1.00	25.17	13.84	2.98	25.17	58.12
My2	Top	1.60	0.13	3.70	1.69	0.20	1.00	9.24	5.08	3.00	5.06	0.59
	Bot	1.60	0.13	5.14	1.89	1.65	1.00	9.57	5.26	3.00	5.68	4.96
My3	Top	1.60	0.13	4.41	0.80	0.27	1.00	9.40	5.17	3.00	2.41	0.80
	Bot	1.60	0.13	5.75	0.92	1.73	0.85	8.42	4.63	3.00	2.75	5.19
My4	Top	4.21	0.13	27.51	8.18	4.97	1.00	28.39	15.61	3.00	24.55	14.90
	Bot	4.21	0.13	31.64	8.79	19.02	1.00	29.34	16.14	3.00	26.38	57.05
My5	Top	1.97	0.13	2.06	4.23	0.29	1.00	10.80	5.94	2.55	10.80	0.73
	Bot	1.97	0.13	3.77	3.94	2.28	1.00	11.19	6.15	2.84	11.19	6.48
My6	Top	1.87	0.13	10.79	1.45	0.35	1.00	12.28	6.76	3.00	4.34	1.06
	Bot	1.87	0.13	9.60	1.51	2.71	1.00	12.01	6.60	3.00	4.53	8.13
My7	Top	1.87	0.13	7.90	4.61	0.39	1.00	11.62	6.39	2.52	11.62	0.99
	Bot	1.87	0.13	9.75	4.00	2.15	1.00	12.04	6.62	3.00	12.01	6.46

Fuente: propia.

Como podemos apreciar en la Tabla N° 28 se cumple la siguiente expresión ampliamente de acuerdo al ítem Verificación de la resistencia al corte del edificio $V_e \leq 0.55 V_m$, asimismo $\sum V_m \text{ Bot} \geq V_e$ por lo tanto $107.74 \geq 54.285$ se cumple los requerimientos establecidos en la norma Técnica E.070. Albañilería.

Tabla 29. Diseño de los muros X-X (MX1, MX2 y MX3).

Diseño de los muros X-X primer piso						
MURO	MX1		MX2		MX3	
Columna	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Ubicación	Ext	Ext	Ext	Ext	Ext	Ext
1.- Pg	22.45		14.02		7.23	
2.- Vm	21.82		20.31		14.16	
3.- Mu	64.19		38.48		14.30	
4.- L	3.31		3.26		2.44	
5.- Lm	3.31		3.26		2.44	
6.- Nc	2.00		2.00		2.00	
7.- M	35.83		12.08		-4.12	
8.- F	10.83		3.71		-1.69	
9.- Pc	11.22		7.01		3.61	
10.- Pt	0.00	0.00	1.28	1.44	1.28	0.00
11.- T	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12.- C	22.05	22.05	12.00	12.16	3.21	1.93
13.- Vc	10.91	10.91	10.15	10.15	7.08	7.08
14.- As (cm ²)	3.82	3.82	3.56	3.56	2.48	2.48
15.- As a usar (cm ²)	2Φ3/8+ 2Φ1/2	2Φ3/8+ 2Φ1/2	2Φ3/8+ 2Φ1/2	2Φ3/8+ 2Φ1/2	4Φ3/8	4Φ3/8
	3.96	3.96	3.96	3.96	2.85	2.85
16.- δ	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	0.80
17.- An	108.07	77.46	6.79	8.07	-38.54	-61.69
18.- Acf	305.54	300.38	284.44	284.44	198.36	198.36
19.- Usar	13x25	13x25	13x25	13x25	13x25	13x25
20.- Ac	325	325	325	325	325	325
21.- An	189	189	189	189	189	189
22.- As min	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63
23.- S1	6.58	6.58	6.58	6.58	6.58	6.58
24.- S2	11.83	11.83	11.83	11.83	11.83	11.83
25.- S3	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
26.-S4	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
27.-Zona c	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
28.-s□¼ "	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5
Soleras	MX1		MX2		MX3	
29.- Ts	10.91		10.15		7.08	
30.- As (cm ²)	2.89		2.69		1.87	
31.- Usar	2Φ3/8+ 2Φ1/2		4Φ3/8		4Φ3/8	

Fuente: propia.

Tabla 30. Diseño de los muros X-X (MX4, MX5 y MX6).

Diseño de los muros X-X primer piso						
MURO	MX4		MX5		MX6	
Columna	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Ubicación	Ext	Ext	Ext	Int	Int	Ext
1.- Pg	11.08		15.01		22.12	
2.- Vm	22.10		28.66		30.56	
3.- Mu	40.34		48.56		48.77	
4.- L	3.73		4.81		4.86	
5.- Lm	3.73		4.86		4.86	
6.- Nc	2.00		3.00		3.00	
7.- M	11.62		11.31		9.05	
8.- F	3.11		2.35		1.86	
9.- Pc	5.54		5.00		7.37	
10.- Pt	4.88	0.00	0.94	2.70	2.70	2.44
11.- T	0.00	0.00	0.00	10.49	8.97	0.00
12.- C	13.54	8.66	8.30	0.00	0.00	9.86
13.- Vc	11.05	11.05	10.86	7.24	7.64	11.46
14.- As	3.87	3.87	3.80	5.47	5.19	4.01
15.- As a usar (cm ²)	2Φ3/8+ 2Φ1/2	2Φ3/8+ 2Φ1/2	2Φ3/8+ 2Φ1/2	4Φ1/2+ 2Φ3/8	4Φ1/2	4Φ1/2
	3.96	3.96	3.96	6.49	6.49	5.07
16.- δ	1.00	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00
17.- An	19.11	-25.92	-22.83	-146.2	-146.22	-20.78
18.- Acf	309.46	309.46	304.18	202.79	213.98	320.97
19.- Usar	13x25	13x25	13x25	13x25	13x25	13x25
20.- Ac	325.00	325.00	325	325	325	325
21.- An	189.00	189.00	189	189	189	189
22.- As min	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63
23.- S1	6.58	6.58	6.58	6.58	6.58	6.58
24.- S2	11.83	11.83	11.83	11.83	11.83	11.83
25.- S3	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
26.-S4	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
27.-Zona c	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
28.-s□¼ "	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5
Soleras	MX4		MX5		MX6	
29.- Ts	11.05		14.48		15.28	
30.- As	2.92		3.83		4.04	
31.- Usar	2Φ3/8+ 2Φ1/2		2Φ3/8+ 2Φ1/2		4Φ1/2	

Fuente: propia.

Tabla 31. Diseño de los muros Y-Y (MY1, MY2, MY3 y MY4).

Diseño de los muros Y-Y primer piso								
MURO	MY1		MY2		MY3		MY4	
Columna	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Ubicación	Ext	Int	Ext	Ext	Ext	Ext	Ext	Int
1.- Pg	15.78		5.14		5.75		31.64	
2.- Vm	25.17		9.57		9.40		29.34	
3.- Mu	58.12		4.96		5.19		57.05	
4.- L	4.11		1.60		1.60		4.21	
5.- Lm	4.11		4.11		1.60		3.73	
6.- Nc	3.00		2.00		2.00		3.00	
7.- M	25.40		-7.48		-7.03		18.91	
8.- F	6.18		-4.68		-4.39		4.49	
9.- Pc	5.26		2.57		2.88		10.55	
10.- Pt	0.00	2.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11.- T	0.92	10.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12.- C	11.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.04	15.04
13.- Vc	9.44	6.25	0.00	0.00	0.00	0.00	9.75	6.50
14.- As	3.56	5.22	0.00	0.00	0.00	0.00	3.41	2.28
15.- As a usar	2Φ1/2+ 2Φ3/8	6Φ1/2	4Φ3/8	4Φ3/8	4Φ3/8	4Φ3/8	2Φ1/2+ 2Φ3/8	4Φ3/8
	3.96	3.96	2.85	2.85	2.85	2.85	3.96	2.85
16.- δ	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	0.80	0.80	0.80
17.- An	1.94	-112.51	-64.21	-64.21	-64.21	-80.97	37.93	69.47
18.- Acf	264.37	174.93	0.00	0.00	0.00	0.00	273.05	182.03
19.- Usar	13x25	13x25	13x25	13x25	13x25	13x25	13x25	13x25
20.- Ac	325	325	325	325	325	325	325	325
21.- An	189	189	189	189	189	189	189	189
22.- As min	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63
23.- S1	6.58	6.58	6.58	6.58	6.58	6.58	6.58	6.58
24.- S2	11.83	11.83	11.83	11.83	11.83	11.83	11.83	11.83
25.- S3	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
26.-S4	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
27.-Zona c	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
28.-s□¼ "	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5
Soleras	MY1		MY2		MY3		MY4	
29.- Ts	12.58		12.29		4.70		13.00	
30.- As	3.33		3.25		1.24		3.44	
31.- Usar	2Φ1/2+ 2Φ3/8		2Φ1/2+ 2Φ3/8		4Φ3/8		4Φ1/2	

Fuente: propia.

Tabla 32. Diseño de los muros Y-Y (MY5, MY6 y MY7).

Diseño de los muros Y-Y primer piso						
MURO	MY5		MY6		MY7	
Columna	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Ubicación	Int	Ext	Ext	Ext	Int	Ext
1.- Pg	3.77		10.79		9.75	
2.- Vm	11.19		12.28		12.04	
3.- Mu	6.48		8.13		6.46	
4.- L	1.97		1.87		1.87	
5.- Lm	4.86		4.86		4.86	
6.- Nc	3.00		2.00		3.00	
7.- M	-8.07		-7.83		-9.20	
8.- F	-4.10		-4.19		-4.92	
9.- Pc	1.26		5.40		3.25	
10.- Pt	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11.- T	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12.- C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13.- Vc	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14.- As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15.- As a usar	4Φ3/8	4Φ3/8	4Φ3/8	4Φ3/8	4Φ3/8	4Φ3/8
	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85	2.85
16.- δ	1.00	1.00	0.80	1.00	0.80	1.00
17.- An	-64.21	-64.21	-80.97	-64.21	-80.97	-64.21
18.- Acf	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19.- Usar	13x25	13x25	13x25	13x25	13x25	13x25
20.- Ac	325.00	325.00	325	325	325	325
21.- An	189.00	189.00	189	189	189	189
22.- As min	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63
23.- S1	6.58	6.58	6.58	6.58	6.58	6.58
24.- S2	11.83	11.83	11.83	11.83	11.83	11.83
25.- S3	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
26.-S4	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
27.-Zona c	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
28.-s□¼ "	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5
Soleras	MY5		MY6		MY7	
29.- Ts	13.80		15.96		15.65	
30.- As	3.65		4.22		4.14	
31.- Usar	2Φ1/2+ 2Φ3/8		4Φ1/2		4Φ1/2	

Fuente: propia.

Diseño de la Cimentación Corrida

Para el diseño de la cimentación corrida se realizó un análisis de las dimensiones en planta, por consiguiente se efectuó de tal forma que los esfuerzos actuantes en su base (producto de la carga axial P que es la carga de servicio $PD + 0.25PL$ en el muro y a su vez incrementada en un 10% que representa el peso de la cimentación), sea menores que la resistencia admisible del terreno establecido en la tabla N° 9.

Por esta razón se presenta la Tabla N° 33 con los pesos de pisos típicos y azotea para cada muro, considerando un 10% del peso de cimentación; lográndose obtener la base calculada real para cada muro y considerando un ancho de cimentación mínima de 40 cm establecida por la norma E.070 Albañilería.

Tabla 33. *Diseño de la cimentación corrida*

MURO	Piso Típico		AZOTEA		CARGA 2PT+A	P (Tn) (+10%)	B=P/(100q)	
	PD	0.25 PL	PD	0.25PL			Calculada	Real
Mx1	6.53	0.25	1.78	0.050	7.70	8.46	17.49	40.00
Mx2	4.17	0.13	1.25	0.034	4.94	5.44	11.24	40.00
Mx3	2.89	0.09	1.67	0.001	3.82	4.20	8.68	40.00
Mx4	2.91	0.06	0.86	0.017	3.41	3.75	7.75	40.00
Mx5	3.05	0.07	0.82	0.014	3.54	3.89	8.04	40.00
Mx6	4.40	0.15	1.32	0.041	5.23	5.75	11.89	40.00
My1	3.74	0.10	1.12	0.027	4.41	4.85	10.03	40.00
My2	3.13	0.08	0.91	0.020	3.68	4.04	8.35	40.00
My3	3.50	0.10	0.95	0.024	4.08	4.49	9.28	40.00
My4	7.20	0.31	2.04	0.069	8.57	9.43	19.48	40.00
My5	1.91	0.01	0.53	0.004	2.18	2.40	4.95	40.00
My6	5.49	0.28	2.34	0.038	6.96	7.66	15.82	40.00
My7	5.02	0.19	1.40	0.044	6.53	6.53	13.49	40.00

Fuente: propia.

Diseño Estructural de la Vivienda en la Ladera del Cerro en El Agustino

4.1. Características geotécnicas del suelo de Fundación

Ubicación

El área de estudio se ubica a 5 Km. al Noreste del Cercado de Lima, en la ladera inferior del lado sur de la lomada Catalina Huanca, al Oeste de la cadena de cerros del Distrito de El Agustino. (Ver Anexo Plano de Ubicación)

Descripción del Área de estudio

Las viviendas están ubicadas en la ladera del cerro El Pino, en el AA.HH. 7 de Octubre. El material del cerro está constituido por rocas calizas, el cual presentan una coloración gris con tonalidad verdosa, textura afanática; dura (resistente), con espaciamiento de juntas amplias y con un ligero grado de meteorización.

Clasificación de suelos

Las muestras de suelo fueron clasificadas de acuerdo a lo establecido en la Norma AASHTO y según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos– SUCS. La tabla N° 34 presenta los resultados obtenidos para las muestras de suelo analizadas.

Tabla 34. *Clasificación de suelos*

Calicata	Profundidad (m)	Muestra	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO
C-02	2.20 - 2.50	M-1	SP-SM	A-3(0)

Fuente: Geoconsult S.A Consultores Generales.

De acuerdo a las investigaciones de campo, podemos inferir que, los resultados obtenidos de la clasificación de suelos antes presentada predomina, a profundidades variables, suelos arenosos y gravosos, ambos con poco porcentaje de finos.

Cálculo y análisis de la capacidad de Carga Admisible

Según los ensayos de campo y laboratorio las características de densidad, ángulo de fricción y cohesión de los diferentes tipos de suelo encontrados a diferentes profundidades son las mostradas en la tabla N° 35.

Tabla 35. Características físicas según el tipo de suelo.

Características	Tipo de Suelo	
	SM	SP-SM
Densidad (T/m ³)	1.8	1.9
Ángulo de Fricción	20°	25°
Cohesión (T/m ²)	0	0

Fuente: Geoconsult S.A Consultores Generales.

Según la solución de Meyerhof, para los valores de ϕ cada tipo de suelo encontrado, los factores de capacidad de carga son los siguientes:

Tabla 36. Valores de los factores de capacidad de carga.

Factores de Capacidad de carga	Tipo de Suelo	
	SM	SP-SM
Nc	14.83	20.72
Nq	6.4	10.66
Ny	4.39	10.88

Fuente: Geoconsult S.A Consultores Generales.

El cálculo de capacidad de carga admisible para suelos granulares, considerando una profundidad de desplante igual a 1.70 m. y factor de seguridad 3 para diferentes anchos de cimentación, se muestra en la tabla N° 37.

Tabla 37. Valores de Capacidad de Carga a diferentes anchos de cimentación para suelos granulares.

Ancho B de la cimentación	Q adm
	SP-SM / SM
0.70	1.39
1.00	1.49
1.30	1.6
1.50	1.66
1.70	1.73

Fuente: Geoconsult S.A Consultores Generales.

Las cimentaciones futuras sobre suelos residuales tipo areno-limosos deber deben calcularse en base a una capacidad de carga admisible del orden de 1.50 Kg/cm² y a una profundidad de desplante igual a 1.70 m, estos datos se tomaran para el posterior diseño de la cimentación en la presente investigación.

4.2. Descripción del Proyecto

Iniciamos con la arquitectura de la vivienda el cual incluye planos en planta. El proyecto tiene una área de 75.97 m² de frente 6.14m, de fondo 8.58m, izquierda 11.30m y derecha 9.90 m. Se realizó una estructura de muros portantes en ambos sentidos.

La vivienda tiene tres pisos cuenta con cuatros dormitorios, sala - comedor, cocina, lavandería y 3 baños.

(Ver Anexo plano de arquitectura)

4.3. Configuración Estructural

El sistema Estructural es de Albañilería confinada por la participación principal de muros dúctiles dispuestos en las direcciones principales del edificio, por consiguiente la norma principal que rige su diseño es la E.070 Albañilería.

Se han incluido 6 muros portantes en la dirección “X” y 10 muros portantes en la dirección “Y” de tal manera que tenga un buen comportamiento en combinación con vigas soleras 0.25x0.20, columnas de confinamiento y vigas principales de 25x40cm además de vigas chatas.

Las losas aligeradas se han dimensionado con 20 cm de espesor, las viguetas están orientadas en la dirección más corta de tal manera que sea cargados por los muros portantes y facilitar el proceso constructivo.

(Ver anexo plano de estructuras)

Evaluación de la Configuración

Irregularidades estructurales en altura:

Irregularidad de rigidez – Piso Blando

En la Tabla N° 38 se aprecia la relación $\frac{\text{Drift } i}{\text{Drift } i + 1}$ son menores al valor 1.4 por ende

no presenta Irregularidad de rigidez – Piso Blando en el sentido “X”.

Tabla 38. Irregularidad de rigidez X-X.

ANALISIS EN DIRECCION X-X				
PISO	Drift Extremo 1	Drift Extremo 2	Promedio Extremos	Drift i /Drift i+1
PISO 3	0.000859	0.000342	0.00060	
PISO 2	0.001020	0.000428	0.00072	1.20566
PISO 1	0.000859	0.000382	0.00062	0.86111

Fuente: propia

En la Tabla N° 39 se muestra la relación $\frac{\text{Drift } i}{\text{Drift } i+1}$ son menores al valor 1.4 por ende no presenta Irregularidad de rigidez – Piso Blando en el sentido “Y”.

Tabla 39. Irregularidad de rigidez Y-Y

ANALISIS EN DIRECCION Y-Y				
PISO	Drift Extremo 1	Drift Extremo 2	Promedio Extremos	Drift i /Drift i+1
PISO 3	0.000234	0.000305	0.00027	
PISO 2	0.000243	0.000294	0.00027	0.99629
PISO 1	0.000185	0.000207	0.00020	0.72998

Fuente: propia

En la Tabla N° 40 se muestra la relación $\frac{V_{xi}}{V_{xi+1}}$ son mayores al valor 0.8 por lo tanto no presenta Irregularidad de resistencia – Piso débil en el sentido “X”.

Irregularidad de Resistencia – Piso Débil

Tabla 40. Irregularidad de Resistencia X-X.

ANALISIS EN DIRECCION X-X		
PISO	Vxi	Vxi/Vxi+1
PISO 3	21.1827	
PISO 2	44.2186	2.08749
PISO 1	59.7679	1.35165

Fuente: propia

En la Tabla N° 41 la relación $\frac{V_{xi}}{V_{xi+1}}$ son mayores al valor 0.8 por lo tanto no presenta Irregularidad de resistencia – Piso débil en el sentido “Y”.

Tabla 41. Irregularidad de Resistencia Y-Y

ANALISIS EN DIRECCION Y-Y		
PISO	Vxi	Vxi/Vxi+1
PISO 3	22.7446	
PISO 2	50.0122	2.19886
PISO 1	69.4917	1.38949

Fuente: propia.

Irregularidad de Masa o Peso

En la Tabla N° 42 la relación $\frac{W_{xi}}{W_{xi+1}}$ y $\frac{W_{xi}}{W_{xi-1}}$ en el piso 1 y piso 3 tienen valores menores a 1.5, sin embargo en el piso 2 la relación $\frac{W_{xi}}{W_{xi+1}}$ tiene un valor superior por consiguiente presenta Irregularidad de masa.

Tabla 42. Irregularidad de Masa o Peso.

MASAS DE LOS PISOS			
PISO	Wi	Wi/Wi+1	Wi/Wi-1
PISO 3	4.93739		0.62445
PISO 2	7.90672	1.60140	0.89421
PISO 1	8.84215	1.11831	

Fuente: propia

Irregularidad de Geometría vertical

La estructura es continua en altura por ende no presenta esta irregularidad.

Discontinuidad en los sistemas resistentes

La fuerza cortante en cada elemento será mostrada más adelante, cabe resaltar que los elementos estructurales no presentan ningún desalineamiento vertical, por ende no será analizada esta irregularidad.

Irregularidades estructurales en planta:

Irregularidad Torsional

En la Tabla N° 43 la relación $\frac{\text{Drift Max}}{\text{Drift CM}}$ X-X son mayores al valor 1.5 en los niveles

1 y 2 por ende presenta Irregularidad torsional extrema en el sentido X-X, cabe mencionar que los Drift Max Y-Y son menores al valor de 0.0025 por ende no se analiza en ese sentido.

Tabla 43. Irregularidad Torsional X-X.

ANALISIS EN DIRECCION X-X						X-X	Y-Y
PISO	h	Drift CM	Drift CM	Drift MAX	Drift MAX	Drift MAX/ Drift CM	Drift MAX/ Drift CM
	(m)	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
PISO 3	2.60	0.000594	0.000159	0.00086	0.00033	1.45	-
PISO 2	2.60	0.000665	0.000178	0.00102	0.0004	1.53	-
PISO 1	4.30	0.000536	0.000145	0.00086	0.00035	1.60	-

Fuente: Propia

En la Tabla N° 44 la relación $\frac{\text{Drift Max}}{\text{Drift CM}}$ Y-Y son mayores al valor 1.2 en el tercer

nivel por consiguiente presenta Irregularidad torsional en el sentido Y-Y.

Tabla 44. Irregularidad Torsional Y-Y.

ANALISIS EN DIRECCION Y-Y						X-X	Y-Y
PISO	h	Drift CM	Drift CM	Drift MAX	Drift MAX	Drift MAX/ Drift CM	Drift MAX/ Drift CM
	(m)	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y
PISO 3	2.60	0.00160	0.000173	0.00026	0.00021	-	1.20
PISO 2	2.60	0.00120	0.000246	0.00032	0.00029	-	1.19
PISO 1	4.30	0.00060	0.000233	0.00028	0.00031	-	1.31

Fuente: Propia

Esquinas entrantes

No presenta

$$(a > 0.2A) \text{ y } (b > 0.2B)$$

Discontinuidad del Diafragma

$$A' > 50\%A_{\text{total}}$$

$$16.24 > 50\% (75.97)$$

$$16.24 > 37.98$$

Por lo tanto no presenta discontinuidad del diafragma

Sistemas no paralelos

En el modelo estructural hay 2 muros portantes que no son paralelos en la dirección de análisis x, cabe resaltar el ángulo formado de los elementos resistentes con el sentido x es 9° ; por otro lado la norma específica no se aplicara en caso los muros formen ángulos menores que 30° .

4.4. Predimensionamiento

Predimensionamiento de muros

$$t = \frac{h}{25} = \frac{2.60}{25} = 0.104 \rightarrow 0.13\text{m}$$

Dónde:

h: altura de piso típico

t: espesor efectivo

Predimensionamiento de losas

Altura de la losa unidireccional

$$h = \frac{ln}{25} = \frac{4.81}{25} = 0.19 \rightarrow 0.20\text{m}$$

Dónde:

h: peralte de la losa (m)

l: Luz libre del tramo mayor (m)

Por lo tanto para uniformizar se utilizara losas de 0.20m para los 6 paños.

Predimensionamiento de Vigas Principales

$$h \geq \frac{l}{10} \vee \frac{l}{12} \wedge b = \frac{h}{2} \wedge b \geq 0.25m$$

Dónde:

h: peralte de la viga (m),

l: Luz libre de la viga (m)

b: ancho de la viga (m)

$$h = \frac{3.44}{12} = 0.29m \rightarrow 0.40m$$

$$b = \frac{0.40}{2} = 0.20 \rightarrow 0.25m$$

VP- 101 \rightarrow 0.25m x 0.40m

Vigas Chatas

Las vigas chatas serán de 0.25x0.20 para evitar posible agrietamiento y servirán únicamente para cerrar los paños de las losas aligeradas.

4.5. Requisitos Estructurales Mínimos

Esfuerzo Axial Máximo

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

La tabla N° 45 nos determina los valores de esfuerzo axial por gravedad de los muros portantes explicados en el marco teórico. Por otro lado se observa que estos valores son menores a los valores calculados cumpliendo con lo especificado en la Norma Técnica E. 0.70 Albañilería.

Tabla 45. Esfuerzo axial máximo.

VERIFICACION DE ESFUERZO AXIAL POR GRAVEDAD							
Muro	L(m)	t(m)	Nm	Área (m ²)	PD (TON)	PL (TON)	Esfuerzo (Tn/m ²)
Mx1	2.23	0.13	1.00	0.29	11.365	1.741	45.208
Mx2	2.68	0.13	1.00	0.35	12.168	1.694	39.786
Mx3	2.38	0.13	1.00	0.31	11.285	1.696	41.957
Mx4	4.16	0.13	1.00	0.54	19.913	2.966	42.304
Mx5	5.00	0.13	1.00	0.65	18.758	2.411	32.568
Mx6	3.83	0.13	1.00	0.50	19.426	2.905	44.851
My1	2.30	0.13	1.00	0.30	9.593	0.921	35.164
My2	2.74	0.13	1.00	0.36	13.586	1.965	43.656
My3	2.80	0.13	1.00	0.36	8.708	0.770	26.039
My4	2.72	0.13	1.00	0.35	14.697	2.282	48.018
My5	2.72	0.13	1.00	0.35	13.590	2.041	44.204
My6	2.60	0.13	1.00	0.34	8.406	0.830	27.326
My7	2.32	0.13	1.00	0.30	12.536	1.909	47.896
My8	3.86	0.13	1.00	0.50	14.305	1.400	31.296
My9	2.10	0.13	1.00	0.27	12.135	2.058	51.989
My10	2.64	0.13	1.00	0.34	12.945	1.969	43.454

Fuente: propia

Estructuración en planta

$$\frac{ZUSN}{56} = \frac{0.45 \times 1.00 \times 1.00 \times 3}{56} = 0.02411$$

En la tabla N° 46 se muestra el valor obtenido de acuerdo al ítem 1.3.13.3 cumpliendo con lo especificado en la Norma Técnica E. 0.70 Albañilería.

Tabla 46. Densidad de muros X-X.

Dirección X-X					
Muro	L(m)	t(m)	Nm	Ac(cm ²)	Ac x Nm
Mx1	2.23	0.13	1.00	0.290	0.290
Mx2	2.68	0.13	1.00	0.348	0.348
Mx3	2.38	0.13	1.00	0.309	0.309
Mx4	4.16	0.13	1.00	0.541	0.541
Mx5	5.00	0.13	1.00	0.650	0.650
Mx6	3.83	0.13	1.00	0.498	0.498
				∑Ltx/Ap	0.0347

Fuente: propia

En la tabla N° 47 se muestra el valor obtenido de acuerdo al ítem Densidad de muros del marco teórico cumpliendo con lo especificado en la Norma Técnica E. 0.70 Albañilería.

Tabla 47. Densidad de muros Y-Y.

Dirección Y-Y					
Muro	L(m)	t(m)	Nm	Ac(cm ²)	Ac x Nm
My1	2.30	0.13	1.00	0.30	0.30
My2	2.74	0.13	1.00	0.36	0.36
My3	2.80	0.13	1.00	0.36	0.36
My4	2.72	0.13	1.00	0.35	0.35
My5	2.72	0.13	1.00	0.35	0.35
My6	2.60	0.13	1.00	0.34	0.34
My7	2.32	0.13	1.00	0.30	0.30
My8	3.86	0.13	1.00	0.50	0.50
My9	2.10	0.13	1.00	0.27	0.27
My10	2.64	0.13	1.00	0.34	0.34
$\sum Lty/Ap$					0.0459

Fuente: propia.

4.6. Metrado de cargas

Pesos unitarios y cargas directas

Se definen a continuación los pesos unitarios a emplearse para la carga muerta (CM) y carga viva (CV) según lo indicado en la NTE. 020:

Carga Muerta (CM)

Peso del concreto armado	2400 kg/m ³
Peso de muros de albañilería	1800 kg/m ³
Peso del tarrajeo	200 kg/m ³
Peso del piso Terminado	20 kg/cm/m ²

Carga Viva (CV)

S/C viviendas	0.20 Tn/m ²
S/C azotea	0.10 Tn/m ²

Losa aligerada armada en una dirección0.30 Tn/m²

	Espesor		Peso específico	Peso
Acabado de piso	0.01m	x	2400 kg/m ³	24 kg/m ²
Contrapiso	0.04m	x	2000 kg/m ³	80 kg/m ²
Cielo raso	0.15m	x	2000 kg/m ³	30 kg/m ²
Total				134 kg/m ²
Peso acabados (redondeado)				140 kg/m ²

Las cargas por muros de albañilería que nos sirven de subdivisión de ambientes, tienen pesos considerados, incluyendo tarrajeos, iguales a 14kg/m² por centímetro de espesor de muro. La tabla N° 48 nos proporciona pesos equivalentes de la tabiquería interna, por m² que debemos asignar, cuando no se conoce con certeza la ubicación de estos muros.

Tabla 48. Peso de tabiques

Peso del tabique (kg/m)	Carga Equivalente (kg/m²)
< 74	30
75-149	60
150-249	90
250-399	150
400-549	210
550-699	270
700-849	330
850-1000	390

Fuente: Repositorio de la PUCP

Muro de albañilería 14 kg/m²/cm x 13cm = 182kg/m²

Altura de entrepiso (2.6m -0.20m) = 2.4 m

Tenemos 182 kg/m²x2.4 m = 436.8 kg/mCarga equivalente → 210 kg/m²

TIPO DE CARGA

Carga Muerta (CM)

Peso de losa aligerado	0.30 Tn/m ²
Peso de acabados	0.14 Tn/m ²
Peso tabiquería	0.21 Tn/m ²
Total	0.65 Tn/m²

Carga Viva (CV)

S/C viviendas	0.200 Tn/m ²
S/C azotea	0.100 Tn/m ²

4.7. Análisis Sísmico

Se realizó un análisis Sísmico Dinámico Modal Espectral.

Los parámetros empleados para el cálculo del Espectro de Respuesta fueron:

Parámetros Sísmicos

En base al RNE E.030 De Diseño Sismo resistente, se definen los siguientes parámetros para el análisis sísmico:

Factor de Zona (Z) : La vivienda se ubica en El Agustino, por lo que de acuerdo a la tabla N° 1 del capítulo 2 se ubica en la Zona 4, por lo tanto $Z = 0.45$.

Factor de Condiciones Geotécnicas (S y Tp): La clasificación del perfil de suelo presentado en estas zonas es del tipo S1: Suelos o Rocas Muy Rígidas, de acuerdo al estudio realizado por el Instituto Geofísico del Perú en el año 2009; correspondiente a suelos granulares densos o roca alterada parcialmente, de acuerdo a lo indicado en el Punto 2.3.1 "Perfiles de Suelos" de la citada Norma Sísmica.

Según el perfil S1 se correlacionan los parámetros de suelo siguientes:

Periodo que define la plataforma del espectro (Tp):

$T_p = 0.40$ seg.

Factor de Suelo (S): $S = 1.00$

Factor de Uso (U):

La estructura analizada es una vivienda y de acuerdo a la Tabla N° 5 de la norma E.030 se clasifica como categoría C edificaciones comunes, por ende $U = 1.00$.

Coeficiente de Reducción Sísmica (R)

Este factor depende del sistema estructural empleado según la Tabla N° 7 de la Norma Técnica E.030. Por ser una estructura de albañilería confinada en ambos sentidos el factor de reducción empleado es de $R_0 = 3$. Por otro lado de acuerdo al ítem 3.7 presenta irregularidad de masa e irregularidad torsional extrema en el sentido "X" obteniendo un valor de $R_x = 3 \times 0.9 \times 0.65 = 1.755$; en cambio en el sentido Y irregularidad torsional $R_y = 3 \times 0.9 \times 0.75 = 2.025$.

Factor de Ampliación Sísmica (C):

De acuerdo a las características de Sitio de la zona de estudio se define el factor de amplificación sísmica por las siguientes expresiones:

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

$$T_p < T < T_I \rightarrow C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T_I} \right)$$

$$T > T_I \rightarrow C = 2.5 \left(\frac{T_p \cdot T_I}{T^2} \right)$$

Dónde:

$$T_p = 0.4$$

$$T_I = 2.5$$

En la Figura N° 11 se aprecia las pseudoaceleraciones en el eje de las ordenadas y los periodos de la estructura.

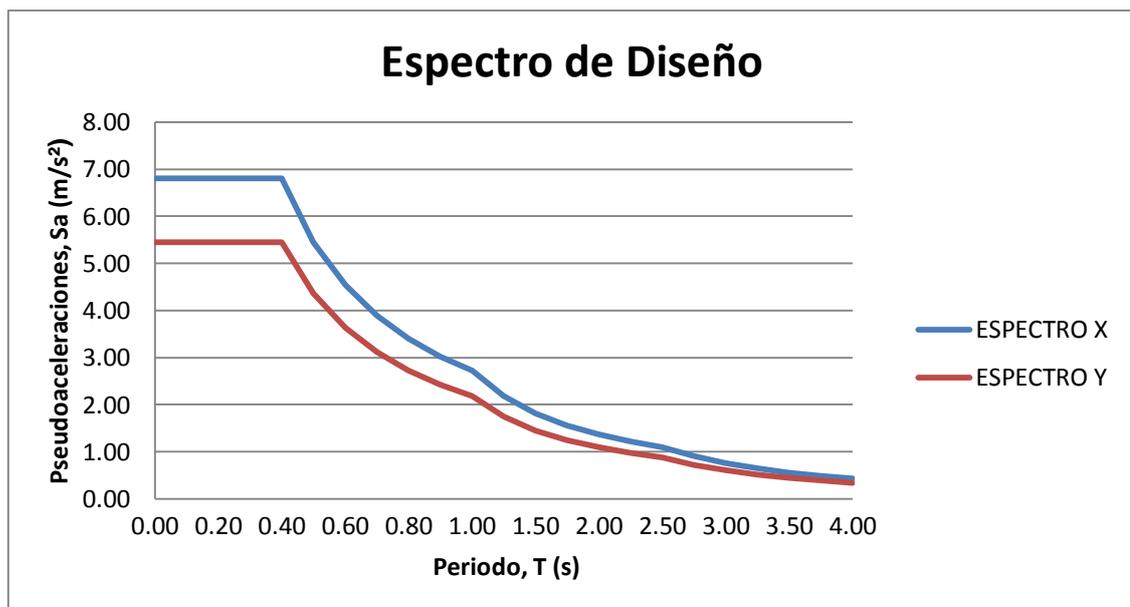


Figura 11. Fuente: propia

Modos de Vibración

Tabla 49. *Modos de Vibración*

TABLE: Modal Participating Mass Ratios								
Case	Mode	Period (sec)	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
Modal	1	0.229	0.7244	0.0508	0	0.7244	0.0508	0
Modal	2	0.134	0.0287	0.8631	0	0.7531	0.9139	0
Modal	3	0.106	0.1417	0.0105	0	0.8948	0.9244	0
Modal	4	0.066	0.0089	0.0053	0	0.9838	0.9297	0
Modal	5	0.043	0.0028	0.0663	0	0.9865	0.996	0
Modal	6	0.036	0.0003	0.0006	0	0.9868	0.9966	0
Modal	7	0.035	0.0127	0.0011	0	0.9995	0.9977	0
Modal	8	0.025	0.0001	0.0021	0	0.9996	0.9998	0
Modal	9	0.022	0.0004	0.0002	0	1	1	0

Fuente: Propia.

Según la información modal presentada en la Tabla N° 49 el periodo predominante en la dirección "X" es de 0.229s y el periodo predominante en dirección "y" es de 0.134s. La suma de masas de los 3 primeros modos supera el 90% según lo exigido en la norma E.030 del Diseño Sismo resistente.

Cortante Estático y Dinámico en la base

En la tabla N° 50 podemos observar las cortante Dinámica y la cortante estática mínima en la base en las dos direcciones de análisis.

Tabla 50. *Reacciones en las bases.*

TABLE: Base Reactions						
Load Case/Combo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	Tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Sismo_Est X	-79.7511	0	0	0	-563.489	505.8709
Sismo_Est Y	0	-79.7511	0	563.4892	0	-422.255
S_Din X Max	110.6824	37.1833	0	262.2484	782.3017	569.5739
S_Din Y Max	29.7459	102.9506	0	717.8759	210.7093	578.939

Fuente: propia.

En la tabla N° 51 se muestra la relación de $0.90 \times V$ estático/ V dinámico, de acuerdo a la N.T E.030 para una estructura irregular por consiguiente no será necesario escalar la cortante dinámica.

Tabla 51. Factor de Escala

	Vx	Vy
V estático	79.751	79.751
V dinámico	110.682	102.951
V din/V est	1.388	1.291
Fact. Min	0.900	0.900
Resultado	NO AMPLIFICADO	NO AMPLIFICADO
Usar Escala	0.648	0.697

Fuente: propia.

Verificación de desplazamiento en “x”

Tabla 52. Derivas en “X”

Piso	Altura m	Desp mm	Derivas Δ elásticas	Derivas inelásticas Δ inelásticas	Derivas inelásticas Δ (%)	Deriva límite Δ límite
Piso 3	9.5	10.33	0.001100	0.001781	0.178	0.500
Piso 2	6.9	7.471	0.001232	0.001996	0.200	0.500
Piso 1	4.3	4.268	0.000993	0.001608	0.161	0.500
Base	-	-	-	-	0	0.500

Fuente: propia.

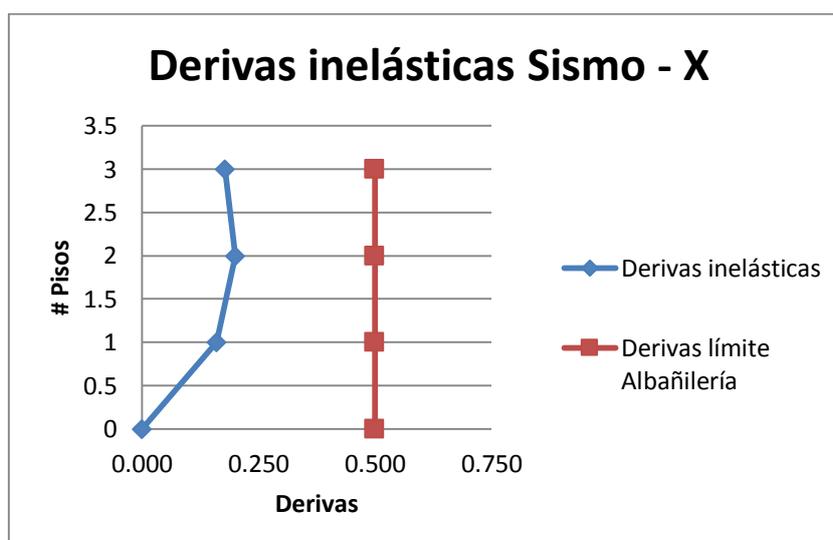


Figura 12. Derivas inelásticas en X.

Verificación de desplazamiento en “y”

Tabla 53. Derivas en Y

Piso	Altura m	Desp mm	Derivas Δ elásticas	Derivas inelásticas Δ inelásticas	Derivas inelásticas Δ (%)	Deriva límite Δ límite
Piso 3	9.5	3.101	0.000258	0.000523	0.052	0.500
Piso 2	6.9	2.429	0.000352	0.000713	0.071	0.500
Piso 1	4.3	1.514	0.000352	0.000713	0.071	0.500
Base	-	-	-	-	0	0.500

Fuente: propia

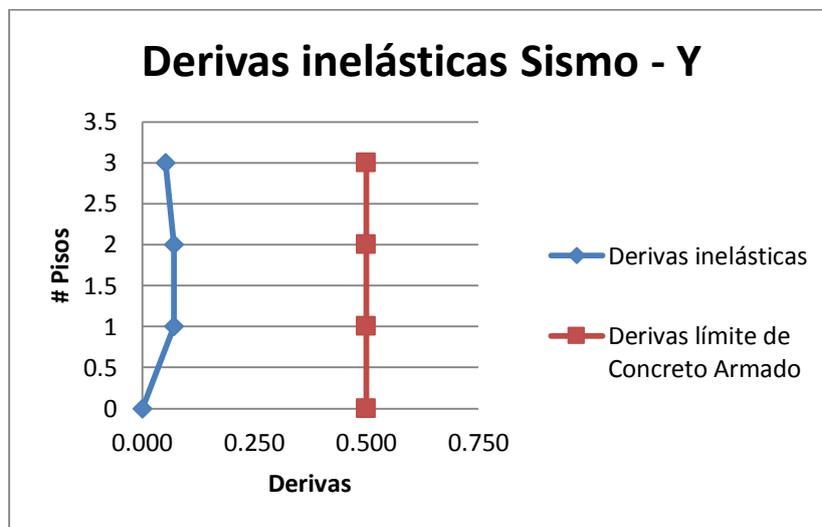


Figura 13. Derivas inelásticas en Y.

Características y propiedades de los materiales

Concreto

Peso específico:	2400 kg/m ³
Resistencia a la compresión:	210 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad:	218819.7889 kg /cm ²
Módulo de poisson:	0.15

Albañilería

Peso específico:	1800 kg/m ³
Resistencia a la compresión:	65 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad:	32 500 kg /cm ²
Módulo de poisson:	0.25

Acero de Refuerzo corrugado grado 60

Peso específico:	7850 kg/m ³
Esfuerzo de fluencia:	4200 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad:	2 000 000 kg /cm ²
Módulo de poisson:	0.15

4.8. Modelo Estructural

El modelo empleado para vigas y columnas consistió en barras de elementos frame que incluyen deformaciones por flexión, carga axial, fuerza cortante y torsión.

Para modelar los muros de albañilería se emplearon elementos tipo Shell (Áreas) y para las losas aligeradas elementos tipo membrana que se encargan de distribuir la carga en una sola dirección, además se consideró para el primer nivel una altura de 4.3 m debido al estudio de suelos explicados en el ítem 3.4 y para los demás niveles una altura de 2.5m.

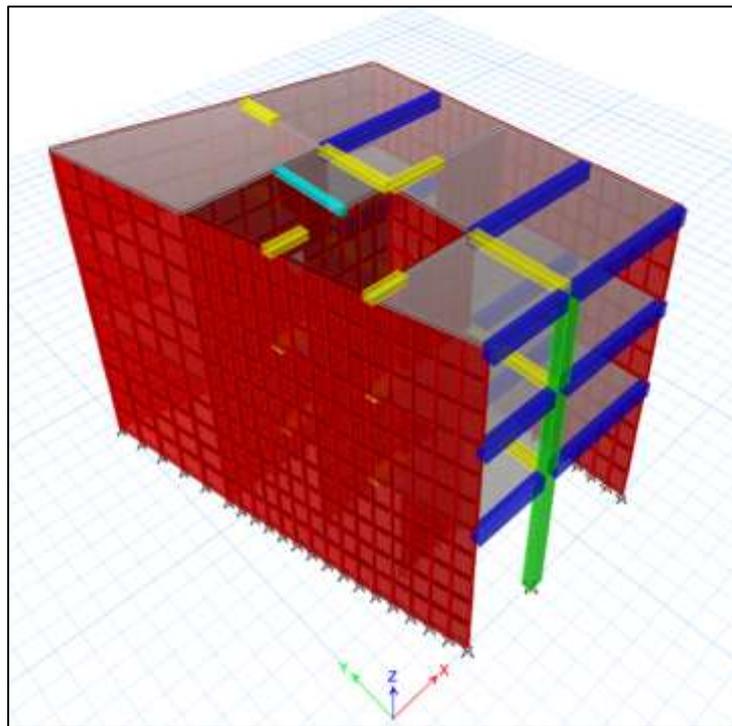


Figura 14. Modelo estructural

4.9. Diseño Estructural

Se empleó el programa de análisis estructural ETABS 2016 que emplea el método de rigidez y elementos finitos.

Se realizó el diseño de las losas aligeradas, vigas, columnas, zapatas, muros portantes y cimiento corrido, por consiguiente se verificara que las cuantías de acero de diseño sean mayores a la mínima y menores a la máxima estipuladas en la E.060 de concreto armado; cabe resaltar para el diseño de los muros portantes se diseñara con un sismo moderado según lo estipulado en la norma E.070 de albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Diseño de aligerado

Se verifica el diseño del paño entre los ejes 23/AC.

Metrado de cargas:

Carga muerta:

	Por Área (ton/m ²)	Por vigueta (ton/m)
Peso propio aligerado:	0.30	0.120
Peso de acabados:	0.10	0.040
Peso tabiquería móvil:	0.15	<u>0.060</u>
	D	= 0.220

Carga viva:

	Por Área (ton/m ²)	Por vigueta (ton/m)
Sobre carga	0.20	<u>0.08</u>
	L	= 0.08

Combinación más desfavorable: $1.4D+1.7L \rightarrow W_u = 0.444 \text{ Tn/m}$

Se ha procedido a cargar la vigueta con las respectivas cargas muertas y vivas.

Análisis estructural

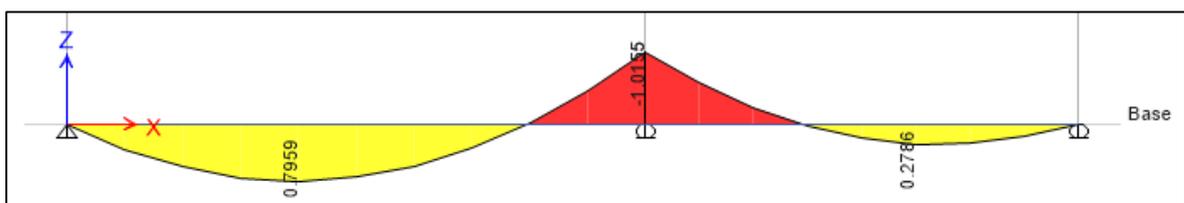


Figura 15. Diagrama de Momento Flector aligerado.

Diseño a flexión para viguetas:

Acero negativo:

Datos:

B = 10 cm	$\phi = 0.90$
d = 17.37 cm	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	$Mu = 1.01 \text{ tn.m}$

$$a = \frac{Asf_y}{0.85f'c b} \dots (1)$$

$$\phi Mn = \phi Asf_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \dots (2)$$

Reemplazando (1) en (2) y despejando el As se obtiene:

$$As = \frac{0.85f'c b x d}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{\phi 0.85x f'c b x d^2}} \right)$$

$$As\text{- calculado} = 1.74 \text{ cm}^2$$

As- Colocado = $1.98 \text{ cm}^2 \rightarrow 1 \text{ } \emptyset 3/8'' + 1 \text{ } \emptyset 1/2''$

$$\rho = \frac{As}{b \cdot d} = 0.0100$$

$$\rho_{\text{mín}} = \frac{14}{f_y} = 0.0033$$

$$\rho_b = \frac{0.85\beta_1 f'c}{f_y} \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) = 0.02125$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0.5\rho_b = 0.0106$$

Se debe cumplir $\rho_{\text{mín}} < \rho < \rho_{\text{máx}}$, $0.0033 < 0.0100 < 0.0106$; SI CUMPLE

Acero positivo:

Datos:

B = 40 cm	$\phi = 0.90$
d = 17.37 cm	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	$Mu = 0.79 \text{ tn.m}$

$$As = \frac{0.85f'c b x d}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{\phi 0.85x f'c b x d^2}} \right)$$

$$As\text{+ calculado} = 1.22 \text{ cm}^2$$

$$A_s + \text{Colocado} = 1.42 \text{ cm}^2 \rightarrow 2 \text{ } \varnothing \text{ 3/8''}$$

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = 0.0021$$

$$\rho_{\text{mín}} = \frac{14}{f_y} = 0.0033$$

$$\rho_b = \frac{0.85\beta_1 f'_c}{f_y} \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) = 0.0215$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0.5\rho_b = 0.0106$$

Se debe cumplir $\rho_{\text{mín}} < \rho < \rho_{\text{máx}}$, $0.0033 < 0.0021 < 0.0106$; SI CUMPLE

Los resultados mostrados en el diseño a flexión para viguetas se verifica que las cuantías de acero de diseño sean mayores a la mínima y menores a la máxima estipuladas en la E.060 de concreto armado.

Diseño a cortante para viguetas

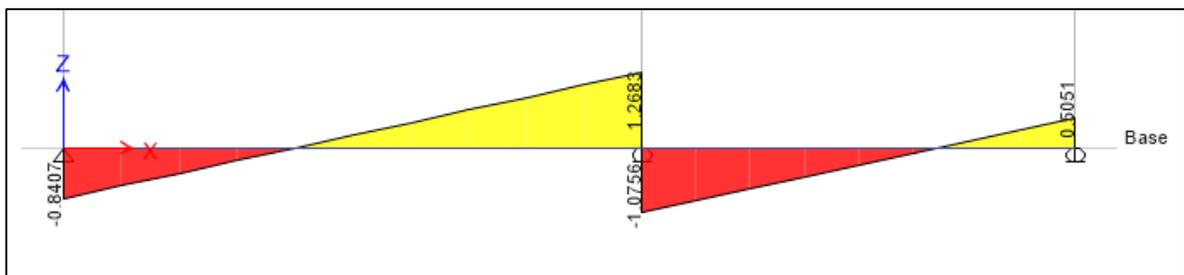


Figura 16. Diagrama de fuerzas cortantes aligerado

Datos:

$$B = 40 \text{ cm} \quad \phi = 0.85$$

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 \quad f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_u = 1.27 \text{ tn.m}$$

Resistencia al corte del concreto

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} b d$$

$$V_c = 5.24 \text{ Tn}$$

Se debe Cumplir $\phi V_n \geq V_u$, $4.53 \geq 1.27$; SI CUMPLE

As- Colocado = 5.94 cm² → 3 Ø 5/8"

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = 0.0069$$

$$\rho_{\text{mín}} = \frac{14}{f_y} = 0.0033$$

$$\rho_b = \frac{0.85\beta_1 f'_c}{f_y} \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) = 0.02125$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0.5\rho_b = 0.0106$$

Se debe cumplir $\rho_{\text{mín}} < \rho < \rho_{\text{máx}}$, $0.0033 < 0.0069 < 0.0106$; SI CUMPLE

Apoyo 3

Datos:

B = 25 cm

$\phi = 0.90$

d = 34.25 cm

$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Mu = 1.23 tn.m

$$A_s = \frac{0.85f'_c x B x d}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2Mu}{\phi 0.85x f'_c x B x d^2}} \right)$$

As- calculado = 1.23 cm²

As- Colocado = 5.94 cm² → 3 Ø 5/8"

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = 0.0069$$

$$\rho_{\text{mín}} = \frac{14}{f_y} = 0.0033$$

$$\rho_b = \frac{0.85\beta_1 f'_c}{f_y} \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) = 0.02125$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0.5\rho_b = 0.0106$$

Se debe cumplir $\rho_{\text{mín}} < \rho < \rho_{\text{máx}}$, $0.0033 < 0.0069 < 0.0106$; SI CUMPLE

Cálculo del acero negativo (+)

Apoyo 1 a 2

Datos:

B = 25 cm

$\phi = 0.90$

d = 34.25 cm

$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Mu = 3.94 tn.m

$$A_s = \frac{0.85f'_c x B x d}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2M_u}{\phi 0.85 x f'_c x B x d^2}} \right)$$

$$A_{s+} \text{ calculado} = 3.10 \text{ cm}^2$$

A_s- Colocado = 3.80 cm² → 3 Ø 1/2"

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = 0.0044$$

$$\rho_{\text{mín}} = \frac{14}{f_y} = 0.0033$$

$$\rho_b = \frac{0.85\beta_1 f'_c}{f_y} \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) = 0.02125$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0.5\rho_b = 0.0106$$

Se debe cumplir $\rho_{\text{mín}} < \rho < \rho_{\text{máx}}$, $0.0033 < 0.0044 < 0.0106$; SI CUMPLE

Diseño por corte

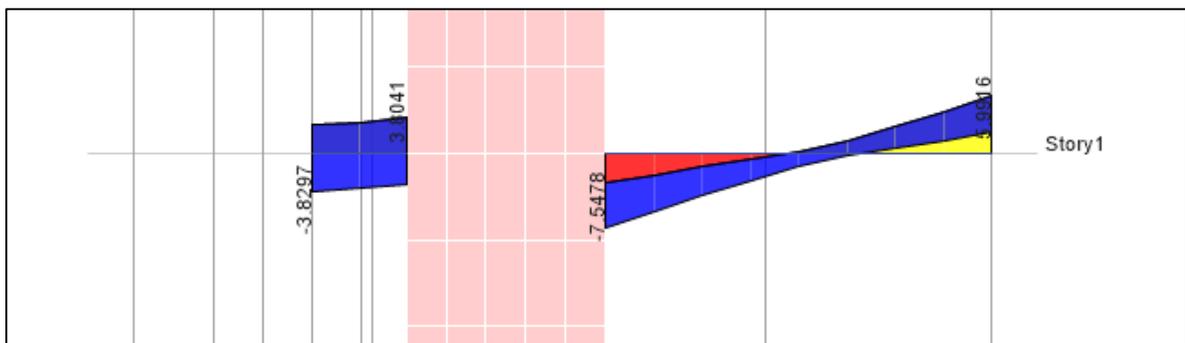


Figura 18. Trazo de Envolvente Diagrama de fuerzas cortantes vigas.

Confinamiento inicial de la viga

Datos:

$$B = 25 \text{ cm}$$

$$\phi = 0.85$$

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{ud} = 7.55 \text{ tn}$$

$$d = 34.25 \text{ cm}$$

Resistencia nominal a cortante

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_n = 8.88 \text{ Tn}$$

Resistencia nominal al cortante proporcionada por el concreto

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} bd$$

$$V_c = 6.57 T_n$$

Resistencia nominal a cortante proporcionada por el refuerzo por cortante

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{S}$$

$$V_s = V_n - V_c = 2.31 T_n$$

Diseño por corte usando estribos $\emptyset 3/8"$; $A_v = 2 \times 0.71 = 1.42 \text{ cm}^2$.

$$S = \frac{A_v f_y d}{V_s} = 88.42 \text{ cm}$$

Diseño de refuerzo transversal según norma E.60 Concreto armado:

d) Longitud de confinamiento

$$L_d = 2d$$

$$L_d = 68.50 \text{ cm}$$

e) Separación de refuerzo transversal en zona de confinamiento

Se tomara el menor valor de las siguientes expresiones:

$$\frac{d}{4}; 8\emptyset \text{ varilla longitudinal}; 24\emptyset \text{ estribo}; 30\text{cm}$$

$$\frac{d}{4} = 8.56\text{cm}; 10.16\text{cm}; 17.04\text{cm}; 30\text{cm}$$

Por lo calculado anteriormente se considerara una separación de estribos de 8 cm.

f) Separación de refuerzo transversal en zona no confinada

Se tomara el menor valor de las siguientes expresiones:

$$\frac{d}{2}; 20\text{cm}$$

$$\frac{d}{2} = 17.04\text{cm}$$

Usar $\square \Phi 3/8"$: 1@0.05, 8@0.08 y Rto @ 0.17

Diseño de Columnas

Datos del Etabs

Tabla 54. Fuerzas en columnas

TABLE: Column Forces							
Story	Columnn	Load Case/Combo	P	V2	V3	M2	M3
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m
Story1	C1	1.4D+1.7L	-24.54	-0.136	-0.03	-0.044	-0.159
Story1	C1	1.25D+1.25L+Sx Max	-19.03	0.9982	0.0105	0.0806	2.5178
Story1	C1	1.25D+1.25L+Sy Max	-22.12	0.181	0.0482	0.1607	0.5668
Story1	C1	0.9D+Sx Max	-10.8	1.0476	0.02	0.0943	2.5755
Story1	C1	0.9D+Sy Max	-10.58	0.2501	0.0616	0.1801	0.6474

Fuente: propia

Dimensiones de la columna C-1

H = 40 cm

B = 25 cm

Refuerzo:

n	F	d (cm)	As (cm ²)
3	1/2"	5.62	3.80
2	1/2"	20.00	2.53
3	1/2"	34.39	3.80
Total			10.13 cm²

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = 0.0101$$

Se debe cumplir $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$, $0.01 < 0.0101 < 0.06$; SI CUMPLE

Como podemos apreciar en las figuras N° 19 y N° 20 la carga axial máxima que puede soportar la columna es de 140.927 ton, frente a 24.54, el diseño es ampliamente válido, cumpliendo con la cuantía mínima de acero requerido para elementos a compresión 1% exigido por la E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

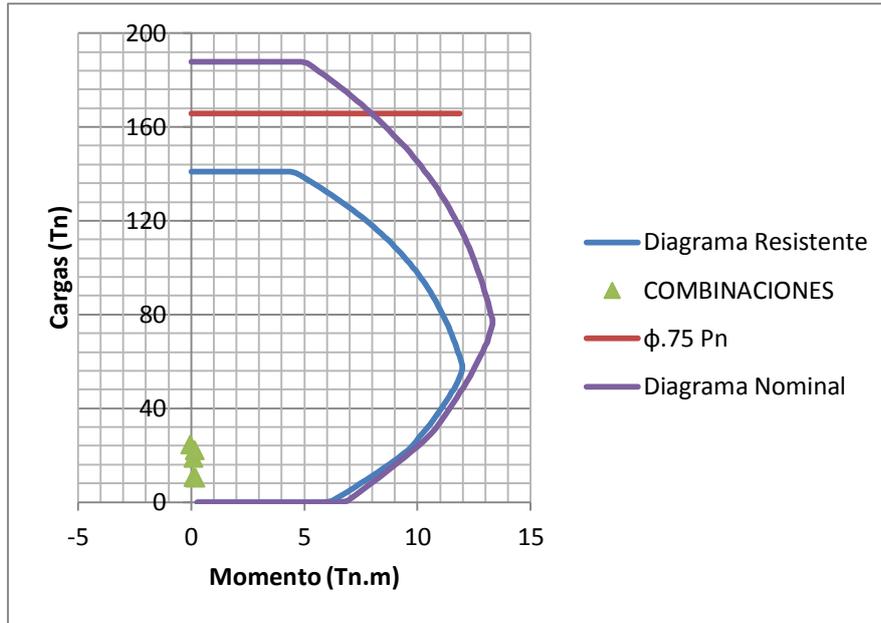


Figura 19. Diagrama de Interacción M 3-3

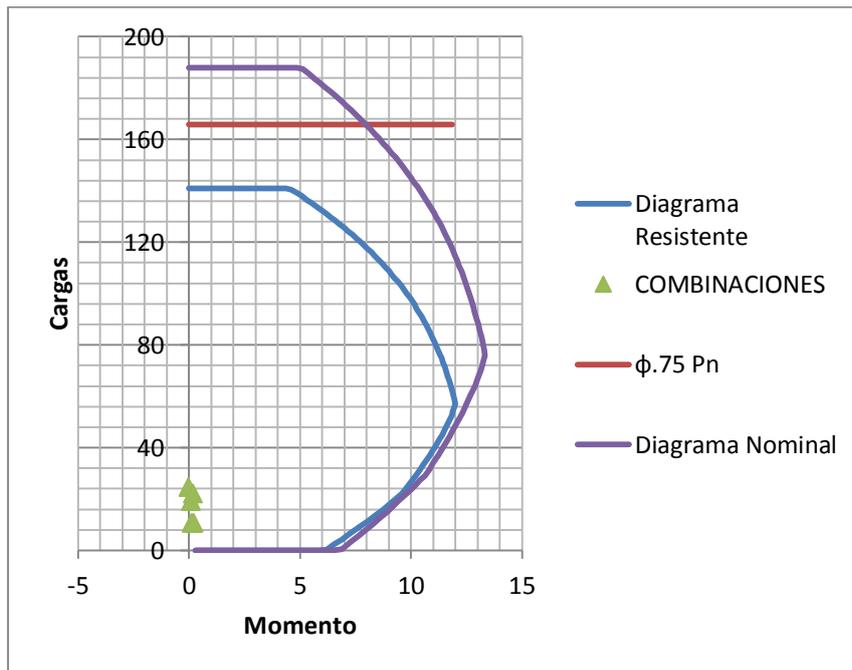


Figura 20. Diagrama de Interacción M 2-2

Diseño de albañilería

En la siguiente Tabla N° 55 se presenta los valores máximos para cada piso ante la acción sísmica del sismo moderado en la dirección X-X siendo V_e la fuerza cortante y M_e el momento flector ante sismo moderado.

Tabla 55. Fuerza Internas X-X

Fuerzas Internas V_e (ton) y M_e (ton-m) ante Sismo Moderado X-X							
Muros		Piso 1		Piso 2		Piso 3	
		V_e	M_e	V_e	M_e	V_e	M_e
Mx1	Top	5.627	2.597	3.213	3.144	1.329	1.882
	Bot	5.752	11.702	3.217	2.579	1.342	0.799
Mx2	Top	5.356	1.891	2.543	2.949	0.681	1.462
	Bot	5.436	15.656	2.544	2.591	0.710	0.743
Mx3	Top	5.959	2.066	3.347	2.789	1.179	1.703
	Bot	6.206	12.639	3.369	2.934	1.180	0.724
Mx4	Top	15.810	2.848	12.593	2.964	6.383	2.592
	Bot	16.072	28.261	12.627	12.401	6.428	4.565
Mx5	Top	13.785	7.306	10.782	2.370	5.511	1.737
	Bot	12.806	27.006	10.568	12.694	5.448	4.790
Mx6	Top	9.284	4.270	7.205	2.370	3.446	1.574
	Bot	10.121	20.168	7.356	7.404	3.496	2.299

Fuente: propia

En la siguiente Tabla N° 56 se presenta los valores máximos para cada piso ante la acción sísmica del sismo moderado en la dirección Y-Y siendo V_e la fuerza cortante y M_e el momento flector ante sismo moderado.

Tabla 56. Fuerza Internas Y-Y

Fuerzas Internas V_e (ton) y M_e (ton-m) ante Sismo Moderado Y-Y							
Muros		Piso 1		Piso 2		Piso 3	
		V_e	M_e	V_e	M_e	V_e	M_e
My1	Top	3.940	1.419	2.651	1.722	0.771	0.566
	Bot	5.968	7.196	2.925	1.549	0.815	0.288
My2	Top	2.843	0.868	1.930	1.126	0.556	0.346
	Bot	5.968	5.397	2.170	1.237	0.585	0.211
My3	Top	2.843	2.843	5.665	2.190	2.544	1.065
	Bot	4.438	4.139	5.571	2.989	2.560	1.304
My4	Top	8.073	1.145	1.477	0.996	0.271	0.179
	Bot	7.001	4.779	1.484	0.805	0.269	0.374
My5	Top	3.219	1.912	4.121	1.526	1.770	0.743
	Bot	3.287	3.313	4.023	2.262	1.779	0.948
My6	Top	5.923	3.165	6.286	2.580	3.346	1.520
	Bot	5.098	3.676	6.029	3.080	3.276	1.656
My7	Top	8.195	2.225	4.783	1.864	2.567	1.085
	Bot	6.901	2.787	4.621	2.378	2.547	1.264
My8	Top	12.051	2.659	9.238	3.571	4.557	1.977
	Bot	12.507	14.126	9.344	6.071	4.590	2.215
My9	Top	1.410	0.7976	0.650	0.639	0.330	0.207
	Bot	1.441	2.670	0.653	0.381	0.328	0.357
My10	Top	5.063	1.1850	4.223	1.838	2.401	1.053
	Bot	5.332	3.996	4.244	2.109	2.388	1.014

Fuente: propia

Verificaciones para el Diseño

En la tabla N° 57 se verifica el cumplimiento de los requisitos de control de fisuración y la resistencia al agrietamiento ante el Sismo Moderado X-X

Por consiguiente se presenta los siguientes resultados:

Tabla 57. Verificaciones para Sismo X-X

Primer piso para Sismo en X-X												
Muros		L (m)	t (m)	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me Tn. m	α	Vm (Tn)	0.55 Vm (Tn)	Vm /Ve	Vu (Tn)	Mu Tn. m
Mx1	Top	2.23	0.13	9.45	5.63	2.60	1.00	13.86	7.62	2.46	13.86	6.40
	Bot	2.23	0.13	11.80	5.75	11.7	1.00	14.40	7.92	2.50	14.40	29.29
Mx2	Top	2.68	0.13	9.55	5.36	1.89	1.00	16.24	8.93	3.00	16.07	5.67
	Bot	2.68	0.13	12.59	5.44	15.6	0.93	15.96	8.78	2.94	15.96	45.98
Mx3	Top	2.38	0.13	10.62	5.96	2.07	1.00	14.92	8.20	2.50	14.92	5.17
	Bot	2.38	0.13	11.71	6.21	12.6	1.00	15.17	8.34	2.44	15.17	30.88
Mx4	Top	4.16	0.13	17.91	15.8	2.85	1.00	25.92	14.2	2.00	31.62	5.70
	Bot	4.16	0.13	20.65	16.1	28.2	1.00	26.55	14.6	2.00	32.14	56.52
Mx5	Top	5.00	0.13	15.63	13.7	7.31	1.00	29.80	16.4	2.16	29.80	15.79
	Bot	5.00	0.13	19.36	12.8	27.0	1.00	30.66	16.7	2.39	30.66	64.65
Mx6	Top	3.83	0.13	15.91	9.28	4.27	1.00	23.73	13.1	2.56	23.73	10.92
	Bot	3.83	0.13	20.15	10.1	20.2	1.00	24.71	13.5	2.44	24.71	49.23

Fuente: propia

Como podemos apreciar en la Tabla N° 57 se cumple la siguiente expresión ampliamente de acuerdo al ítem Verificación de la resistencia al corte del edificio $V_e \leq 0.55 V_m$, asimismo $\sum V_m \text{ Bot} \geq V_e$ por lo tanto $127.45 \geq 110.682$ se cumple los requerimientos establecidos en la norma Técnica E.070. Albañilería.

En la tabla N° 58 se verifica el cumplimiento de los requisitos de control de fisuración y la resistencia al agrietamiento ante el Sismo Moderado Y-Y.

Como podemos apreciar en la Tabla N° 58 se cumple la siguiente expresión ampliamente de acuerdo al ítem Verificación de la resistencia al corte del edificio $V_e \leq 0.55 V_m$, asimismo $\sum V_m \text{ Bot} \geq V_e$ por lo tanto $169.10 \geq 102.951$ se cumple los requerimientos establecidos en la norma Técnica E.070. Albañilería.

Tabla 58. Verificaciones para Sismo Y-Y

Primer piso para Sismo en Y-Y												
Muros		L (m)	t (m)	Pg (Tn)	Ve (Tn)	Me Tn.m	α	Vm (Tn)	0.55 Vm (Tn)	Vm /Ve	Vu (Tn)	Mu Tn. m
My1	To p	2.30	0.13	7.08	3.94	1.42	1.0	13.68	7.52	3.00	11.82	4.26
	Bot	2.30	0.13	9.82	5.97	7.20	1.0	14.31	7.87	2.40	14.31	17.26
My2	To p	2.74	0.13	11.67	2.84	0.87	1.0	17.04	9.37	3.00	8.53	2.60
	Bot	2.74	0.13	14.08	5.97	5.40	1.0	17.60	9.68	2.95	17.60	15.91
My3	To p	2.80	0.13	5.88	2.84	2.84	1.0	16.03	8.81	3.00	8.53	8.53
	Bot	2.80	0.13	8.90	4.44	4.14	1.0	16.72	9.20	3.00	13.31	12.42
My4	To p	2.72	0.13	13.74	8.07	1.14	1.0	17.41	9.58	2.16	17.41	2.47
	Bot	2.72	0.13	15.27	7.00	4.78	1.0	17.77	9.77	2.54	17.77	12.13
My5	To p	2.72	0.13	10.99	3.22	1.91	1.0	16.78	9.23	3.00	9.66	5.73
	Bot	2.72	0.13	14.10	3.29	3.31	1.0	17.50	9.62	3.00	9.86	9.94
My6	To p	2.60	0.13	5.74	5.92	3.16	1.0	14.95	8.22	2.52	14.95	7.99
	Bot	2.60	0.13	8.61	5.10	3.68	1.0	15.61	8.58	3.00	15.29	11.03
My7	To p	2.32	0.13	10.20	8.20	2.23	1.0	14.50	7.98	2.00	16.39	4.45
	Bot	2.32	0.13	13.01	6.90	2.79	1.0	15.15	8.33	2.20	15.15	6.12
My8	To p	3.86	0.13	14.65	12.11	2.66	1.0	23.60	12.98	2.00	24.10	5.32
	Bot	3.86	0.13	14.65	12.55	14.13	1.0	23.60	12.98	2.00	25.01	28.25
My9	To p	2.10	0.13	10.97	1.41	0.80	1.0	13.53	7.44	3.00	4.23	2.39
	Bot	2.10	0.13	12.65	1.44	2.67	1.0	13.91	7.65	3.00	4.32	8.01
My10	To p	2.64	0.13	10.37	5.06	1.85	1.0	16.22	8.92	3.00	15.19	5.55
	Bot	2.64	0.13	13.44	5.33	4.00	1.0	16.93	9.31	3.00	16.00	11.99

Fuente: propia

Tabla 59. Diseño de los muros X-X (MX1, MX2 y MX3).

Diseño de los muros X-X Primer Piso						
MURO	MX1		MX2		MX3	
Columna	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Ubicación	Ext	Ext	Ext	Ext	Ext	Ext
1.- Pg	11.80		12.59		11.71	
2.- Vm	14.40		15.96		15.17	
3.- Mu	29.29		45.98		30.88	
4.- L	2.23		2.68		2.38	
5.- Lm	2.23		2.68		2.38	
6.- Nc	2.00		2.00		2.00	
7.- M	10.57		25.23		11.17	
8.- F	4.74		9.41		4.69	
9.- Pc	5.90		6.30		5.85	
10.- Pt	0.00	3.82	0.00	3.82	0.00	6.78
11.- T	0.00	0.00	3.12	0.00	0.00	0.00
12.- C	10.64	14.46	15.71	19.53	10.55	17.33
13.- Vc	7.20	7.20	7.98	7.98	7.58	7.58
14.- As (cm ²)	2.52	2.52	3.67	2.79	2.66	2.66
15.- As a usar (cm ²)	4φ3/8	4φ3/8	2φ3/8+ 2φ1/2	4φ3/8	4φ3/8	4φ3/8
	2.85	2.85	3.96	2.85	2.85	2.85
16.- δ	0.80	1.00	0.80	1.00	0.80	1.00
17.- An	25.49	51.53	44.63	92.07	24.54	74.47
18.- Acf	201.68	201.68	223.60	223.60	212.40	212.40
19.- Usar	13x25	13x25	13x25	13x25	13x25	13x25
20.- Ac	325	325	325	325	325	325
21.- An	189	189	189	189	189	189
22.- Asmin	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63
23.- S1	6.58	6.58	6.58	6.58	6.58	6.58
24.- S2	11.83	11.83	11.83	11.83	11.83	11.83
25.- S3	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
26.-S4	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
27.-Zona c	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
28.-s□¼ "	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5
Soleras	MX1		MX2		MX3	
29.- Ts	7.20		7.98		7.58	
30.- As (cm ²)	1.90		2.11		2.01	
31.- Usar	4φ3/8		4φ3/8		4φ3/8	

Fuente: propia

Tabla 60. Diseño de los muros X-X (MX4, MX5 y MX6)

Diseño de los muros X-X Primer Piso						
MURO	MX4		MX5		MX6	
Columna	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Ubicación	Ext	Ext	Ext	Int	Int	Ext
1.- Pg	20.65		19.36		20.15	
2.- Vm	26.55		30.66		24.71	
3.- Mu	56.52		64.65		49.23	
4.- L	4.16		5.00		3.83	
5.- Lm	4.16		5.00		4.29	
6.- Nc	2.00		3.00		3.00	
7.- M	22.01		24.80		17.11	
8.- F	5.29		4.96		4.47	
9.- Pc	10.33		6.45		6.72	
10.- Pt	5.82	3.16	3.66	0.00	0.00	3.36
11.- T	0.00	0.00	0.00	9.49	10.05	0.00
12.- C	21.44	18.78	15.07	0.00	11.19	14.55
13.- Vc	13.28	13.28	11.50	7.60	6.92	10.38
14.- As (cm ²)	4.65	4.65	4.03	5.34	5.24	3.63
15.- As a usar (cm ²)	4Φ1/2	4Φ1/2	4Φ1/2	6Φ1/2	6Φ1/2	4Φ1/2
	5.07	5.07	5.07	7.60	7.60	5.07
16.- δ	1.00	1.00	1.00	0.80	0.80	1.00
17.- An	57.34	9.37	6.41	-215.9	-104.02	2.19
18.- Acf	371.86	367.26	322.01	212.81	193.79	290.69
19.- Usar	25x25	25x25	13x25	13x25	13x25	13x25
20.- Ac	625.00	625.00	325	325	325	325
21.- An	441.00	441.00	189	189	189	189
22.- Asmin	3.13	3.13	1.63	1.63	1.63	1.63
23.- S1	11.34	11.34	6.58	6.58	6.58	6.58
24.- S2	11.83	11.83	11.83	11.83	11.83	11.83
25.- S3	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
26.-S4	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
27.-Zona c	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
28.-s□¼ "	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5
Soleras	MX4		MX5		MX6	
29.- Ts	13.28		15.33		13.84	
30.- As (cm ²)	3.51		4.05		3.66	
31.- Usar	2Φ3/8+2Φ1/2		4Φ1/2		2Φ3/8+2Φ1/2	

Fuente: propia

En la tabla N° 59 y N° 60 se presenta la Reglamentación y Nomenclatura, formulas y secuencias del diseño muros ante al sismo moderado X-X.

Por otro lado en la tabla N° 61 el diseño muros MY1, MY2 y MY3 ante al sismo moderado Y-Y; cabe resaltar que se omitieron los pasos 8 al 18 debido a que el momento flector último ante sismo severo tiene un valor bajo comparado con la resistencia que absorben las columnas de confinamiento, por tal motivo se termina el diseño colocando el área de acero mínimo establecido en la norma Técnica E.070 de Albañilería.

Tabla 61. *Diseño de los muros Y-Y (MY1, MY2, MY3 Y MY4)*

Diseño de los muros Y-Y Primer Piso								
MURO	MY1		MY2		MY3		MY4	
Columna	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Ubicación	Ext	Int	Ext	Int	Int	Int	Ext	Ext
1.- Pg	9.82		14.08		8.90		15.27	
2.- Vm	14.31		17.60		16.72		17.77	
3.- Mu	17.26		15.91		12.42		12.13	
4.- L	2.30		2.74		2.80		2.72	
5.- Lm	5.65		4.96		5.65		2.72	
6.- Nc	5.00		5.00		5.00		2.00	
7.- M	-1.35		-6.96		-9.32		-10.97	
19.- Usar	13x25	13x25	13x25	13x25	13x25	13x25	13x25	13x25
20.- Ac	325	325	325	325	325	325	325	325
21.- An	189	189	189	189	189	189	189	189
22.- Asmin	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63
23.- S1	6.58	6.58	6.58	6.58	6.58	6.58	6.58	6.58
24.- S2	11.83	11.83	11.83	11.83	11.83	11.83	11.83	11.83
25.- S3	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
26.-S4	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
27.-Zona c	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
28.-s \square ¼ "	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5
Soleras	MY1		MY2		MY3		MY4	
29.- Ts	17.58		15.93		16.87		8.88	
30.- As	4.65		4.21		4.46		2.35	
31.- Usar	4 Φ 1/2		4 Φ 1/2		4 Φ 1/2		4 Φ 3/8	

Fuente: propia

En la tabla N° 62 se aprecia el diseño muros MY8, MY9 y MY10 ante al sismo moderado Y-Y; cabe resaltar que se omitieron los pasos 8 al 18 debido a que el momento flector último ante sismo severo tiene un valor bajo comparado con la resistencia que absorben las columnas de confinamiento, por tal motivo se termina el diseño colocando el área de acero mínimo establecido en la norma Técnica E.070 de Albañilería.

Tabla 62. *Diseño de los muros Y-Y (MY8, MY9 y MY10)*

Diseño de los muros Y-Y Primer Piso						
MURO	MY5		MY6		MY7	
Columna	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Ubicación	Int	Int	Int	Int	Int	Int
1.- Pg	14.10		8.61		13.01	
2.- Vm	17.50		15.61		15.15	
3.- Mu	9.94		11.03		6.12	
4.- L	2.72		2.60		2.32	
5.- Lm	4.96		5.65		4.96	
6.- Nc	3.00		5.00		5.00	
7.- M	-12.81		-9.26		-13.58	
19.- Usar	13x25	13x25	13x25	13x25	13x25	13x25
20.- Ac	325.00	325.00	325	325	325	325
21.- An	189.00	189.00	189	189	189	189
22.- As min	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63	1.63
23.- S1	6.58	6.58	6.58	6.58	6.58	6.58
24.- S2	11.83	11.83	11.83	11.83	11.83	11.83
25.- S3	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
26.-S4	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
27.-Zona c	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
28.-s□¼ "	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5	9@5
Soleras	MY5		MY6		MY7	
29.- Ts	15.95		16.96		16.20	
30.- As	4.22		4.49		4.28	
31.- Usar	4Φ1/2		4Φ1/2		4Φ1/2	

Fuente: propia

Diseño de la Cimentación Corrida

Para el diseño de la cimentación corrida se realizó un análisis de las dimensiones en planta, por consiguiente se efectuó de tal forma que los esfuerzos actuantes en su base (producto de la carga axial P que es la carga de servicio $PD + 0.25PL$ en el muro y a su vez incrementada en un 10% que representa el peso de la cimentación), sea menores que la resistencia admisible del terreno establecido en la tabla N° 10.

Por esta razón se presenta la Tabla N° 63 con los pesos de pisos típicos y azotea para cada muro, considerando un 10% del peso de cimentación; lográndose obtener la base calculada real para cada muro y considerando un ancho de cimentación mínima de 40 cm establecida por la norma Técnica E.070 Albañilería.

Tabla 63. *Diseño de la cimentación corrida*

MURO	Piso Típico		AZOTEA		CARGA 2PT+A	P (Tn) (+10%)	B=P/(100q)	
	PD	0.25 PL	PD	0.25PL			Calculada	Real
Mx1	5.10	0.44	1.51	0.05	6.31	6.94	46.29	50.00
Mx2	4.54	0.42	1.30	0.04	5.63	6.20	41.32	50.00
Mx3	4.74	0.42	0.99	0.04	5.68	6.25	41.66	50.00
Mx4	4.79	0.74	1.15	0.03	6.11	6.73	44.83	50.00
Mx5	3.75	0.60	0.87	0.02	4.80	5.28	35.22	40.00
Mx6	5.07	0.73	1.37	0.03	6.50	7.15	47.65	50.00
My1	4.17	0.23	1.15	0.02	4.99	5.49	36.59	40.00
My2	4.96	0.49	1.34	0.02	6.13	6.74	44.95	50.00
My3	3.11	0.19	0.93	0.02	3.78	4.15	27.69	40.00
My4	5.40	0.57	1.21	0.02	6.59	7.25	48.30	50.00
My5	5.00	0.51	1.46	0.02	6.24	6.87	45.79	50.00
My6	3.23	0.21	0.96	0.02	3.93	4.32	28.83	40.00
My7	5.40	0.48	1.56	0.02	6.67	7.34	48.92	50.00
My8	3.71	0.35	1.07	0.01	4.60	5.06	33.72	40.00
My9	5.78	0.51	1.43	0.02	7.02	7.72	51.48	60.00
My10	4.90	0.49	1.43	0.02	6.12	6.73	44.89	50.00

Fuente: propia

IV. DISCUSIÓN

En el proyecto realizado por Ing. Civil Hugo O' Connor Salmon, (2011) "Medidas de mitigación de riesgo de desastre en Villa María del Triunfo (Construyendo en ladera)" su estudio determino la compactación de las plataformas, cimentación profunda de concreto, la Construcción de pircas como muros de contención de cada vivienda, edificación de viviendas de material ligero (quincha mejorada).

Por otro lado en la presenta investigación no se estudió el diseño de muros de contención porque ya existen en la zona de estudio, la cimentación proyectada es de concreto ciclópeo debido a los cálculos ya demostrados en la tabla N° 33, tabla N° 63 y los estudios de mecánica de suelos correspondientes en el trabajo.

En la investigación realizada por Luis Miguel Alexis Hernández Pinedo, (2012) "Diseño Estructural de un edificio de Vivienda de Albañilería Confinada" el autor logro obtener una configuración simple, simétrica, hiperestática y logro dotarle de rigidez, resistencia y ductilidad adecuada por tal motivo solo realizo un análisis sísmico estático y no necesito realizar un análisis dinámico.

En el trabajo presentado debido a la geometría del terreno y por encontrarnos en una zona de alta actividad sísmica (problema de subducción) se efectuó el análisis dinámico especificado en la NTE E.030 Diseño Sismo resistente cumpliendo con las derivas permisibles establecido en dicha norma, y presentados en la tabla N°23, tabla N°24, tabla N°52 y tabla N°53.

En la tesis de Juan Sebastián Lemus Sánchez, Yaidier Stevens Romero Ruiz, (2014) "Diseño de un prototipo de viviendas sostenibles en madera para la región de la Mojana" La estructura que se efectuó para la vivienda fue de un sistema aporticado que se basó en columnas y vigas que soportan muros y entre pisos, la vivienda se elevó del suelo a una altura de 1.5 metros con el fin de que cuando haya una inundación y sobre pase el caudal no vaya inundarse la vivienda y perjudicar a los habitantes de esta.

Según la arquitectura del proyecto la estructura que se realizo es de albañilería confinada, conformada por losas aligeradas, muros portantes, sobrecimiento y cimiento; por otro lado con respecto a los resultados de los estudios de suelos presentado en las laderas del cerro y ribera del rio Rímac en El Agustino se obtuvo una profundidad de desplante de 1.7m y 1.5m respectivamente además no se encontró la presencia de napa freática en ambas zona de estudio.

El estudio realizado por Jorge Alessandro Gonzales Ordoñez, Moisés Abraham Alvarado Pérez (2009) "Análisis y Diseño estructural de una vivienda de dos plantas" nos revelo el desplazamiento lateral de la casa en estudio en ambas direcciones de análisis "X" y "Y", donde obtuvo resultados obtenidos aceptables permitiendo un buen funcionamiento ante la actuación de un sismo ya que cumple con lo establecido en el art.32 del RNC; por otra parte el diseño de los elementos estructurales de concreto que utilizo fue por medio de la demanda de acero que proporciono el software SAP 2000.

De la misma forma en el presente estudio se pasa ampliamente el desplazamiento lateral de los centros de masa de entrepiso; sin embargo con respecto al diseño estructural de los elementos se optó por el programa ETABS para obtener el análisis estructural (fuerzas y momentos actuantes) para procesarlas en las hojas de cálculo de Microsoft Excel con el fin de realizar el diseño los elementos estructurales.

V. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados de la presente investigación, y dadas las características de material noble que presentan las viviendas no corresponde mitigar su riesgo, sino más bien reconstruir la estructura según las necesidades de la zona en estudio y de los propietarios.
- Se usaron los distintos parámetros para el diseño estructural de viviendas unifamiliares tanto geotécnicas, estructurales y sísmicas establecidas por el Reglamento Nacional de edificaciones, resultando viviendas Sismo resistente muy pesadas en relación a otra que no tiene que resistir sismo.
- Se determinó las características geotécnicas del suelo de fundación en 2 zonas vulnerables en el distrito, en la ribera del río Rímac se encontró relleno y material tipo GM-GP mientras en las laderas del cerro resultó tener suelo tipo SP-SM contrario a lo que se había pensado encontrar, he aquí la importancia del estudio de suelo; además no se encontró nivel freático en las profundidades de hasta 2.00 m y 3.00 m respectivamente, y análisis químicos tolerables para ambos casos.
- Se logró una configuración estructural de acuerdo a las características del suelo, la geometría del terreno y las condiciones sísmicas del sitio además de dotar de todos requerimientos que establece la norma E.070 de albañilería; por tal motivo se logró un comportamiento adecuado.
- El procedimiento de análisis dinámico modal espectral en el caso de las viviendas en estudio lograron cumplir con lo establecido en la norma E.030 del diseño Sismo resistente; ya que ambas configuraciones pasaron el 90% de masa participativa en los 3 primeros modos, asimismo las derivas también estuvieron dentro del rango estipulado, por otro lado tan solo se tuvo que escalar en el sentido "X" porque en el sentido "Y" cumplió el 80% de cortante estática mayor a la cortante dinámica para una estructura regular.

VI. RECOMENDACIONES

- Las viviendas de la ribera del río Rímac se ubican en las terrazas adyacentes al cauce del río, las aguas del río pueden erosionar y afectar la estabilidad de la terraza, en tal sentido se recomienda realizar obras de defensa ribereña, y de encontrarse presencia de la Napa Freática se deberá colocar una Geo membrana impermeabilizante en toda la superficie donde se apoyara la estructura, para minimizar posibles filtraciones del subsuelo hacia la estructura y evitar problemas futuros.
- Las viviendas de las laderas del cerro se recomienda que toda la cimentación se ubique en corte, evitando que este caiga en relleno, con la finalidad eliminar y/o minimizar los asentamientos diferenciales; Otro aspecto que se debe tener en cuenta es la estabilidad física de la ladera, por lo que, se recomienda el análisis de estabilidad global del talud que conforma la ladera donde se ubica la vivienda.
- La configuración estructural representa el adecuado comportamiento frente a las acciones sísmicas que impone a las estructuras; sin embargo para cumplir con los requerimientos que esta demande se logra tener estructuras muy pesadas y pocas económicas, por consiguiente se recomienda investigaciones para conseguir estructuras poco robustas y asimismo se logre tener control de la amplitud de sus deformaciones.
- El análisis dinámico modal espectral es incierto porque no se sabe si la estructura fue sobre o sub dimensionada por tal motivo se recomienda un análisis tiempo historia que es un método que nos da mayor precisión, o un análisis interacción suelo - estructura donde se logra detectar daños estructurales así como también una mejor optimización de los elementos estructurales.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. LEMUS, Juan y ROMERO, Yaider. Diseño de un prototipo de viviendas sostenible en madera para la región de la Mojana. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil) Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, 2014. 68 pp.
2. OCHOA, Juan. Memoria de cálculo de una casa habitación de dos pisos en la ciudad de Xalapa, Veracruz. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil) Xalapa: Universidad Veracruzana, Facultad de Ingeniería, 2011. 52 pp.
3. PINZON, Cristian, Diseño estructural para el proyecto de vivienda nueva para el barrio bella vista del Municipio de Soacha (Cundinamarca). Tesis (Titulo en Ingeniería Civil) Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, 2013. 88 pp.
4. HERNÁNDEZ, Luis. Diseño Estructural de un edificio de Vivienda de Albañilería Confinada. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil) Lima: Universidad Católica del Perú, Facultad de Ingeniería, 2012. 101 pp.
5. GONZALES, Jorge y ALVARADO Moisés. Análisis y Diseño estructural de una vivienda de dos plantas. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil) Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, 2009. 128 pp.
6. Gallo, Márquez, Olvera. "Diseño Estructural de Casas Habitación". 2ª. Ed. México, D.F: Mc Graw Hill/ Interamericana Editores 2005. 193 p.
7. La Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2001), "Manual de Construcción, Evaluación, y Rehabilitación Sismo Resistente de Viviendas de Mampostería" 1ª.ed. Santafé de Bogotá, CO; 2001, 173p.
8. CAMPOS, Jorge, y GUARDIA, German "Apoyo didáctico al aprendizaje de la mecánica de suelos mediante problemas resueltos "Licenciatura Ingeniería Civil. Cochabamba: Universidad mayor de San Simón, 2005. 946pp.
9. Diseño de viviendas. Revista Arquhys.com. Disponible en: <http://www.arqhys.com/construcciones/diseno-viviendas.html>. Fecha de consulta 14 de noviembre de 2016.
10. DELGADO, Genaro. Diseño de Estructuras Aperticadas de Concreto Armado. 10ª. Ed. Lima: Edicivil S.R.Ltda. 2012. 225 pp.
11. BRAJA, Das. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. 2a. ed. Mexico.D.F: International Thomson Editores, 2010. 594 pp.

12. ALVA, Jorge. Diseño de Cimentaciones. 1^a.ed. Lima: Instituto de la construcción y gerencia, 2012. 66 pp.
13. San Bartolomé, Quiun y Silva. Diseño y Construcción de Estructuras Sismo resistente de Albañilería. 1^a. Ed. Lima: Fondo Editorial de la Pontifica Universidad Católica Del Perú ,2011.343 pp.
14. ORTEGA, Juan, Concreto Armado I con el Reglamento ACI-83 1^a. Ed. Lima: Impresiones Diversas Molina, 1988.168 pp.
15. MORALES, Roberto, Diseño en Concreto Armado 1^a. Ed. Lima: Editorial Hozlo SAC, 2012.318 pp.
16. BLANCO, Antonio, Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado 2^a. Ed. Lima: PRINTED IN PERU, 2011.303 pp.
17. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Cargas: Estructuras-Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: E. 020,2016.9p.
18. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Diseño Sismo resistente: Estructuras-Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: E. 030,2016.10p.
19. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Suelos y Cimentaciones: Estructuras-Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: E. 050,2016.21p.
20. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú).Albañilería: Estructuras-Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: E. 070,2016.18p.
21. CHOPRA, Anil, Dinámica de Estructuras 4^a. Ed. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación de México, S.A. de C.V, 2014. 835pp.
ISBN: 978-607-32-2239-6

ANEXOS

INFORME DE LABORATORIO



WRC INGEO S.A.C.
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

SOLICITA : JUAN URBINA ÑAHUI
PROYECTO : HABILITACION URBANA Mz. A , Lt. 12
UBICACIÓN : AA.HH. OVALO VIVENTELO BAJO - DISTRITO DEL AGUSTINO - LIMA
FECHA : SETIEMBRE DE 2016

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

Estado : Remoldeado
MUESTRA : M - 2 (GP / A-1-a (0))
Calicata : C - 02
Prof.(m) : 0.20 - 2.00

Especimen	I	II	III
Diametro del anillo (cm)	6.36	6.36	6.36
Altura inicial de muestra (cm)	2.160	2.160	2.160
Densidad húmeda inicial (gr/cm ³)	1.976	1.976	1.976
Densidad seca inicial (gr/cm ³)	1.956	1.956	1.956
Cont. De humedad inicial	1.00	1.00	1.00
Altura de la muestra antes de aplicar el esuerzo de corte (cm)	2.134	2.118	2.096
Altura final de la muestra (cm)	2.137	2.115	2.096
Densidad húmeda final (gr/cm ³)	2.362	2.365	2.372
Densidad seca final (gr/cm ³)	1.970	1.996	2.007
Contenido de humedad final (%)	19.90	18.50	18.20
Esfuerzo normal (kg/cm ²)	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte maximo (kg/cm ²)	0.325	0.65	0.975
Angulo de Friccion Interna	35.2°		
Cohesión (kg/cm ²)	0.00		

Realizado por : Téc. Jimi Cerquera
Revisado por : Ing. Jorge Zapata Castillo



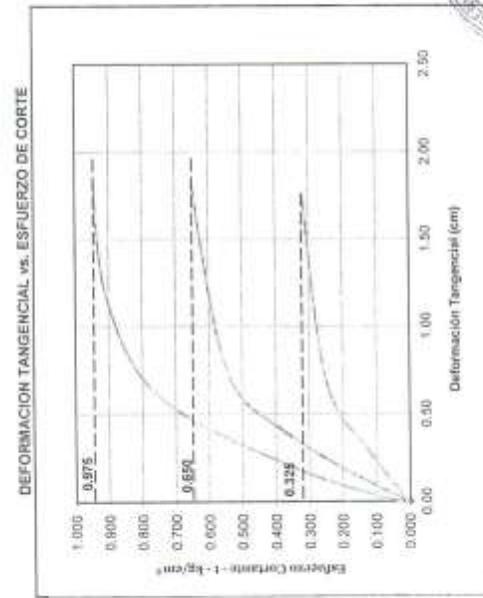
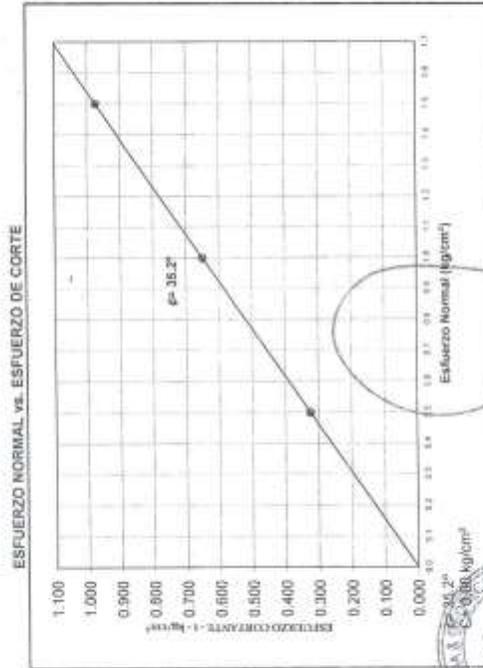
WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
DISTRITO DEL AGUSTINO - LIMA
JORGE L. ZAPATA CASTILLO
REGISTRADO
C.P. 09028

LIMA: Ca. Los Magrolos MZ.H1 Lt. 3 Urb. Los Jirónes de Narcajal - 5 M.P. Telf. 485-0702 RPM: 8741346 *303907 / Cel.: 986339871 / 985034720 • E-mail: adm@wrcingeosac.com
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 Soc. Momo Solar RPM: 930816 / Cel.: 990700584 • E-mail: adm.jaen@wrcingeosac.com
BAQUJA - ANAZCONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 RPM: 8094575 / Cel.: 971138048 • E-mail: adm.baqua@wrcingeosac.com
TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 PRM: 896866589 • E-mail: adm.tumbes@wrcingeosac.com



ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080
SOLICITANTE : JUAN URBINA NAHUI
PROYECTO : HABILITACION URBANA Mz. A, L.L. 12
UBICACION : AA-HH. OVALO VIVITELLO BAJO - DISTRITO DEL AGUSTINO - LIMA
FECHA : SETIEMBRE DE 2016

ESTADO : Remoldeado (Material < Tamiz N° 4)
MUESTRA : M - 2 (GP / A-1-a (0))
CALICATA : C - 02
Prof.(m) : 0.20 - 2.00



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JUAN URBINA NAHUI
INGENIERO CIVIL
JOSÉ L. ZAPATA CASTILLO
INGENIERO CIVIL
CP 00000





Geoconsult S.A.
Consultores Generales

Av. Trinidad Morán 890 Lima
 Teléfono: (811) 222-6162
 (811) 222-6164
 e-mail: geoconsa@telefonica.net.pe

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROYECTO : Acondicionamiento del Estudio de Suelos para Habilitación Urbano del Asentamiento Humano 7 de Octubre IV Y V Zona en el Distrito de El Agustino

CALICATA : C - 2

MUESTRA N° : M-1

UBICACIÓN : CERRO EL AGUSTINO

PROFUNDIDAD : 2.20 - 2.60 mt.

CLIENTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DEL AGUSTINO

FECHA : 02/06/2008

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

MILLAS SIEVE AMERICANA	GRANULOMETRÍA			Resultados de Ensayos			
	ABERTURA (mm)	RET (%)	PASA (%)	Límite Líquido (%)	-.-	Clasificación	
			100	Límite Plástico (%)	-.-	SUCS	AASHTO
				Índice de Plasticidad (%)	NP	SP-SM	A-3 (0)
				Cont. de Humedad (%)	3.20		
Descripción de la muestra :							
AREÑA POBREMENTE GRADUADA CON LIMO							
Observaciones :							
Referencia:							
ASTM D 4318-05 Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils							
ASTM D 2216-05 Test methods laboratory determination of water							
ASTM D 2487-05 Classification of soils for engineering purposes							
ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils							
3"	76.200	-	100				
3 1/2"	43.800	-	100				
2"	60.800	-	100				
1 1/2"	38.100	-	100				
1"	25.400	-	100				
3/4"	19.000	-	100				
1/2"	12.700	1	99				
3/8"	9.525	1	98				
1/4"	6.350	1	97				
N° 4	4.750	1	96				
N° 6	3.350	1	95				
N° 8	2.360	1	94				
N° 10	2.000	1	93				
N° 15	1.180	1	92				
N° 20	0.840	1	91				
N° 30	0.600	1	90				
N° 40	0.425	-	90				
N° 60	0.250	1	89				
N° 80	0.175	29	60				
N° 100	0.149	28	32				
N° 200	0.074	22	10				
-200		10	-				



Nota: - Cualquier interpretación ajena a estos resultados es responsabilidad de los interesados.

Mc. G.A.
 Rev.: D.F.N.
Doris Pinedo
 Doris Antonia Pinedo Nunez
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 98101



MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Cuáles son los parámetros para el diseño estructural de viviendas Sismo resistente según las normas Técnicas de Estructuras en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en el Distrito de El Agustino, Lima 2017?	Usar los parámetros según las normas Técnicas de Estructuras para el diseño estructural de viviendas Sismo resistente en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en el Distrito de El Agustino, Lima 2017.	Los parámetros para el diseño estructural se determinarán según las normas Técnicas de Estructuras y serán de tipo de suelo, configuración estructural, análisis dinámico modal espectral, etc.	Características del Suelo	Clasificación de los suelos	Grava Arena Limo Arcillas Suelos Orgánicos	Tipo de Investigación: Aplicada Nivel de investigación: Descriptiva
				Resistencia Del terreno	Angulo de fricción interna Cohesión Capacidad admisible	Diseño de investigación: No experimental De corte transversal
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECÍFICOS	Diseño Estructural	Configuración Estructural	Estructuración Requisitos Estructurales mínimos	Población: La población lo conforman las viviendas AA.HH Ovalo Vicentelo Bajo y 7 de Octubre.
¿Cuáles serán las características geotécnicas del suelo de fundación para el diseño estructural de viviendas Sismo resistente, en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en El Agustino? ¿De qué manera se realizará la configuración estructural para el diseño estructural de viviendas Sismo resistente, en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en El Agustino? ¿Cuál será el procedimiento del análisis sísmico dinámico modal espectral que se realizará en las viviendas Sismo resistente, en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en El Agustino?	Identificar de las características geotécnicas del suelo de fundación de viviendas Sismo resistente en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en El Agustino. Realizar la configuración estructural utilizando un sistema estructural de muros portantes de albañilería confinada para el diseño de viviendas Sismo resistente en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en El Agustino. Realizar el procedimiento del análisis dinámico modal espectral para las viviendas Sismo resistente en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en El Agustino.	Las características geotécnicas del suelo de viviendas Sismo resistente en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en El Agustino permitirán conocer los tipos de suelo, perfiles, la cohesión y ángulo de fricción interna. Se puede determinar la configuración estructural viviendas Sismo resistente en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en El Agustino. El análisis sísmico dinámico modal espectral de viviendas Sismo resistente en la ribera del río Rímac y en las laderas del cerro en el Distrito de El Agustino cumplirá con los modos de vibración y derivas permisibles.		Análisis Sísmico	Consideraciones preliminares Análisis Dinámico	Muestra : Un predio de la AA.HH Ovalo Vicentelo Bajo Mz.A. Lote 12 y otro del AAHH 07 de octubre Mz. N en el lote 09 en el Distrito de El Agustino.
			Diseño	Diseño de cimentación Diseño de losa aligerada Diseño de viga Diseño de columna Diseño de muros		