



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESPUESTA SISMICA DE VIVIENDA DE
DOS PISOS DE PORTICOS RESISTENTES A MOMENTOS VERSUS DE
MURO PORTANTE

GOMEZ CARDENAS WILMER EDUARDO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2017



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESPUESTA SISMICA DE
VIVIENDA DE DOS PISOS DE PORTICOS RESISTENTES A
MOMENTOS VERSUS DE MURO PORTANTE

GOMEZ CARDENAS WILMER EDUARDO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2017



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESPUESTA SISMICA DE VIVIENDA DE DOS PISOS
DE PORTICOS RESISTENTES A MOMENTOS VERSUS DE MURO PORTANTE

GOMEZ CARDENAS WILMER EDUARDO
INGENIERO CIVIL

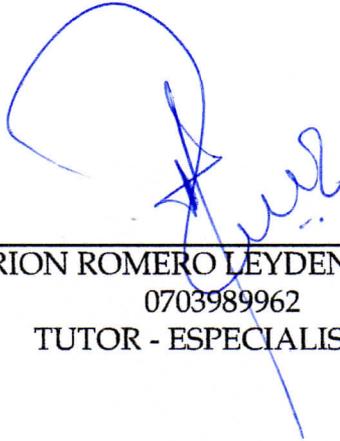
CARRION ROMERO LEYDEN OSWALDO

MACHALA, 15 DE AGOSTO DE 2017

MACHALA
15 de agosto de 2017

Nota de aceptación:

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado análisis comparativo de respuesta sísmica de vivienda de dos pisos de porticos resistentes a momentos versus de muro portante, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



CARRION ROMERO LEYDEN OSWALDO
0703989962
TUTOR - ESPECIALISTA 1



PANTOJA AGUACONDO DAVID ELOY
0702321191
ESPECIALISTA 2



LOOR CARLOS ENRIQUE
0701635757
ESPECIALISTA SUPLENTE

Fecha de impresión: lunes 14 de agosto de 2017 - 17:47

Urkund Analysis Result

Analysed Document: Wilmer Eduardo Gomez Cardenas .docx (D29675328)
Submitted: 2017-07-17 23:25:00
Submitted By: wegomez_est@utmachala.edu.ec
Significance: 7 %

Sources included in the report:

DIEGO GALEANO.pdf (D25443047)
Auditoria Ambiental UNIVERSITARIA.docx (D13830590)
CARLOS MIGUEL TEJEDOR SANCHEZ.pdf (D21759071)
<http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/NEC-SE-CG.pdf>

Instances where selected sources appear:

4

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, GOMEZ CARDENAS WILMER EDUARDO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado analisis comparativo de respuesta sismica de vivienda de dos pisos de porticos resistentes a momentos versus de muro portante, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

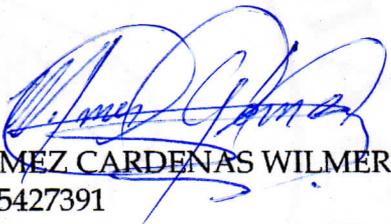
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 15 de agosto de 2017


GOMEZ CARDENAS WILMER EDUARDO
0705427391

DEDICATORIA

Dedico este trabajo práctico a Dios todopoderoso que es la fuerza divina que me guía y protege en mi caminar, a mi amadísima Madre que es la persona que me ha ayudado a lograr mi meta con su apoyo incondicional en todo momento, a mis hermanos que son mi motivación de superación y mi familia que de una u otra manera me ayudado a conseguir mi realización como profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios mi señor que con su bondad ilumina mi vida y me llena de bendiciones, agradecer a mi Madre Gladys Narcisa Cárdenas Guerrero que gracias a ella con su trabajo pude terminar mi carrera profesional a mi Padre Danilo Gómez Rentería a mi hermano Ronald Gómez a Pamela Malla que son mi pilares fundamentales en mi vida.

Agradezco a la Universidad Técnica de Machala que mediante la Unidad Académica De Ingeniería Civil me formaron excelentemente para poder poner mis conocimientos y preparación para el servicio de la sociedad y a cada uno de mis docentes desde primer a sexto año que han impartido sus conocimientos para mi formación.

Agradezco a mi tutor el Ing. Leyden Carrión y al Ing. José Ordóñez que me han guiado durante la realización de mi trabajo práctico.

RESUMEN

En el siguiente trabajo práctico se realizó un análisis comparativo de dos sistemas estructurales uno para pórticos resistentes a momentos versus otro de muros portantes de acuerdo a los requerimientos mínimos establecidos para edificaciones de viviendas unifamiliares de dos pisos en una zona sísmica muy alta según la NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN 2015. (NEC-2015)

Mediante la aplicación de un software "ETABS 2015" se realizó la modelación y el análisis de comportamiento de los sistemas estructurales, para el sistema de pórticos resistentes a momentos se utilizó planos estructurales de la urbanización privada San Patricio y para muros portantes de la urbanización Palmeras de la ciudad de Machala.

Debido a que el último sismo en el Ecuador que fue en abril del 2016 se notó la vulnerabilidad de las viviendas ante movimientos telúricos siendo así una exigencia el cumplimiento de los requisitos mínimos para viviendas de dos pisos de la NEC-2015 que están vigentes en el país que aseguren la calidad constructiva, seguridad estructural y la estabilidad de la vivienda para efectos sísmicos que se produzcan en dicha zona de edificación.

Para el primer caso se utilizó un sistema de pórtico tradicional constituidos por columnas, vigas y paredes de mampostería de bloques versus un sistemas de muros portantes de hormigón armado con malla electro-soldada que trabajan en un solo conjunto. Este sistema que viene siendo utilizado en el medio constructivo por la facilidad y agilidad de la construcción de la edificación en el cual se utiliza piezas de aluminio reforzado.

Palabras claves: viviendas, cortante basal, vulnerabilidad estructural, análisis sísmico, software Etabs 2015.

ABSTRACT

In the following practical work, a comparative analysis of two structural systems one for moment-resistant porticos versus another of load-bearing walls was performed according to the minimum requirements established for two-story single-family dwellings in a very high seismic zone according to the ECUADORIAN STANDARD OF THE CONSTRUCTION 2015. (NEC-2015)

Through the application of a software "ETABS 2015" was carried out the modeling and behavior analysis of the structural systems, for the system of moment-resistant porches was used structural plans of the private urbanization San Patricio and for walls supporting the urbanization Palmeras Of the city of Machala.

Because the last earthquake in Ecuador in April of 2016, the vulnerability of the housing to earthquakes was noted, thus requiring compliance with the minimum requirements for two-story NEC-2015 dwellings that are in force in the country. Country that ensure the construction quality, structural safety and stability of the dwelling for seismic effects that occur in said building area.

For the first case, a traditional gantry system was used consisting of columns, beams and masonry walls of blocks versus a system of walls of reinforced concrete with electro-welded mesh working in a single set. This system that has been used in the construction environment for the ease and agility of the construction of the building in which pieces of reinforced aluminum are used.

Keywords: households, basal biting, structural vulnerability, seismic analysis, Etabs 2015 software.

ÍNDICE GENERAL

PÁGINAS PRELIMINARES	I
PORTADA.....	II
CARÁTULA.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
RESUMEN.....	VI
ÍNDICE GENERAL.....	I
CUERPO DEL TRABAJO PRÁCTICO	
INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO 1.....	11
GENERALIDADES DE OBJETO DE ESTUDIO.....	11
1.1 Objetivos de Estudios.....	11
1.2 Objetivo General.....	12
1.3 Objetivos Específicos.....	12
CAPÍTULO 2.....	13
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	13
2.1 Viviendas en Ecuador.....	13
2.2 Plan del Buen.....	13
2.3 Miduvi.....	13
2.4 Gobierno Autónomo Descentralizado.....	14
2.5 Viviendas.....	14
2.6 Estructura.....	14

2.6.1 Pórtico Resistente a Momento.....	14
2.6.2 Muros Portantes.....	14
2.7 Análisis Estructural.....	15
2.7.1 Vulnerabilidad Estructural.....	15
2.8 Diseño Sismo Resistente.....	15
2.9 Cortante Basal.....	15
CAPITULO 3.....	16
ANALISIS ESTRUCTURAL.....	16
3.1 Análisis estructural sismo-resistente para pórticos resistente a momentos.....	16
3.2 Datos Mecánicos.....	16
3.3 Determinación de cargas actuantes entre piso.....	16
3.3.1 Carga Viva.....	16
3.3.2 Carga Muerta.....	17
3.3.3 Carga Sísmica.....	17
3.3.3.1 Fuerza Sísmica de Diseño.....	17
3.3.3.2 Cortante Basal.....	17
3.4 Análisis estructural sismo-resistente para pórticos Muros portantes.....	18
3.5 Datos Mecánicos.....	18
3.6 Determinación de cargas actuantes entre piso.....	18
3.6.1 Carga Viva.....	18
3.6.2 Carga Muerta.....	18
3.6.3 Carga Sísmica.....	18
3.6.3.1 Fuerza Sísmica de Diseño.....	18

3.6.3.2 Cortante Basal.....	18
CAPÍTULO 4.....	19
4.1 Conclusiones y Recomendaciones.....	19

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Zonificación sísmica y Factor de zona Z.....	23
Tabla 3. Sistemas Estructurales de Viviendas Resistentes a Cargas Sísmicas	24
Tabla 2. Coeficiente de Respuesta Sísmica.....	24
Tabla 5. Metrado de Carga Pórtico Resistente a Momento.....	25
Tabla 4. Sistemas Estructurales de Viviendas Resistentes a Cargas Sísmica..	26
Tabla 6. Metrado de Muros Portantes.....	27
Anexos.....	28

SIMBOLOGÍA

M_w: fuerza sísmica

NEC-2015: NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN 2015

NBI: Necesidad básica insatisfecha

Z: Factor de zona sísmica

F_c : Resistencia a la compresión

F_y: Fluencia del acero

E_c: Módulo de elasticidad del concreto

E_s: Módulo de elasticidad del acero

E_c: Peso específico del hormigón

I_v: Inercia agrietada para vigas

I_c: Inercia agrietada para columnas

C: Coeficiente de respuesta Sísmica

W: Peso sísmico efectivo de la estructura

R: Factor de Reducción de Resistencia sísmica

V: Cortante Basal

INTRODUCCIÓN

Los sismos o movimientos telúricos son originados por la liberación de la acumulación de energía causados por los movimientos de las placas tectónicas o erupciones volcánicas, a nivel mundial se han registrados sismos de gran magnitud teniendo como resultado cifras muy altas de pérdidas humanas y de edificaciones de gran inversión.

En Ecuador los movimientos telúricos se vienen dando desde el pasado dejando huellas de destrucción en edificaciones y pérdidas humanas considerables, el ultimo sismo de gran magnitud registrado en Ecuador fue el 16 de abril del 2016 con epicentro en Pedernales-Manabí de 7,8 Mw desde allí se han venido registrando réplicas de magnitud variable dejando en evidencia las vulnerabilidad de las edificaciones ante los sismos, la cadena hotelera y las viviendas fueron las más afectadas por lo cual el cumplimiento de las normas de construcción junto a la calidad de materiales son de mucha importancia al momento de la construcción.

Desde aquel sismo que afectó a Manabí y Esmeralda se ha tomado en mayor exigencia los análisis estructurales para las diferentes zonas de amenaza sísmica como lo describe la NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN 2015 que va desde una zona intermedia, alta y muy alta.

En cuanto a la edificación de viviendas de dos pisos unifamiliares se ha elegido dos tipos de estructuras diferente como son el de pórticos tradicionales resistente a momento y muros portantes de hormigón armado debido a que son sistemas constructivos empleados en la construcción de viviendas en nuestro país, con el fin de realizar el respectivo análisis de comportamiento de las estructuras y asegurar la estabilidad de la misma para sismos en dicha zona sísmica.

Con el fin de realizar la comparación de comportamientos de los diferentes sistemas estructurales tanto para pórticos resistente a momentos versus muros portantes de hormigón armado se hace el análisis y modelamiento de las estructuras mediante el software "ETABS-2015" para identificar cuál de los dos sistemas estructurales tiene mejor comportamiento a la respuesta sísmica y verificar si los dos tipos de edificaciones cumplen con la seguridad estructural que garantice la vida ante amenazas sísmicas.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1 Contexto o situación del problema:

“Ecuador se encuentra en el llamado cinturón de fuego del pacífico característica que lo convierte en una zona de peligro sísmico muy alta, el cinturón de fuego se extiende 40.000 km desde Chile, en Sudamérica, hasta Nueva Zelanda, en el pacífico occidental. La colisión de estas enormes placas tectónicas hace que se dé un acumulamiento de ingentes cantidades de energía que luego de repente se liberan y producen terremotos [1].”

“El litoral de Ecuador está ubicado aproximadamente a cincuenta km de las zonas de coincidencia de las placas Nazca y sudamericana, siendo esto la interacción de la fuente sismogénica que es la más importante y activa del país formando parte del segmento de la zona de subducción sudamericana [2].”

“En el país existen 6 zonas sísmicas, las mismas que se caracterizan por el valor que tienen en el factor de la zona Z. Todo el Ecuador se encuentra catalogado como un suelo de alta amenaza sísmica, pero existe una diferencia en el nororiente la amenaza sísmica es intermedia mientras que en el litoral ecuatoriano la amenaza sísmica es muy alta [3].”

“Ecuador se encuentra en una zona de actividad sísmica alta, es por ello que cumplir con los parámetros mínimos para el diseño, análisis y construcción de las viviendas sismo resistentes, ayudará a que las edificaciones presenten una conducta adecuada para poder resistir las acciones de las fuerzas causadas por los sismos, protegiendo los bienes y la vida de las personas que la habitan [4].”

“Las consecuencias catastróficas de los sismos han incentivado la realización de estudios experimentales para mitigar los efectos de los sismos sobre las estructuras. Un sismo libera gran cantidad de energía en el suelo y generan movimientos que se transmiten a las estructuras en término de aceleraciones, desplazamientos y velocidades [5].”

“La ciencia sismológica es inexacta y sobre todo, lo son sus instrumentos predictivos. Su labor y productos se basan en el análisis de datos mediante herramientas estadísticas,

cálculo y retro-cálculos de probabilidades, correlaciones, retrospectivas, extrapolaciones, proyecciones, la aplicación de modelos, escenarios, estocásticos y análisis empíricos [6].”

1.2 Objeto de Estudio.

El objetivo de análisis de este trabajo práctico tiene la finalidad de realizar una comparación de comportamiento de los sistemas estructurales planteados para determinar si las estructuras tienen una respuesta positiva a sismos en una zona de factor $z=0.5$ que es de intensidad muy alta para garantizar la protección y funcionalidad de la estructura luego de un evento sísmico de magnitud mayor.

El objeto de estudio se basará en el análisis y modelamiento de problema planteado ¿Cuánto varía en la respuesta sísmica, en una vivienda de dos pisos con sistema estructural de pórtico resistente a momentos versus otra con muros portantes que estaría implantada en una zona sísmica muy alta?

1.2.1 Objetivo General

Analizar la respuesta sísmica de una vivienda de dos pisos con sistemas estructural de pórticos resistentes a momentos versus sistemas estructurales de muros portantes mediante la aplicación de un software estructural para verificar resultados de comportamiento de las estructuras en una zona sísmica muy alta.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Definir el software de análisis estructural para edificaciones más indicado para el estudio de los sistemas estructurales.
- Realizar el modelamiento y analizar mediante una comparación la variación de respuesta sísmica y el comportamiento de los dos sistemas estructurales tanto para pórticos resistentes a momentos versus a muros portantes de una vivienda unifamiliar de dos pisos en una zona sísmica muy alta.
- Realizar el informe de resultados identificando cuál de los dos sistemas estructurales tiene un mejor comportamiento de resistencia sísmica.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO

2.1 Viviendas en Ecuador

“Según el último censo realizado en el Ecuador presenta una población de 14.483.499, lo que ha demuestra que ha tenido un crecimiento en los últimos años de 1.95% que corresponde a la tasa promedio anual. Se puede definir también que el 66% de la población se encuentra en ciudades. El censo también nos ha demostrado que, con un porcentaje del 35% la población del Ecuador se encuentra en una situación de pobreza, lo que lo podemos clasificar de la siguiente manera el 59% en el área rural, mientras que en la zona urbana es del 23%. Mientras que el 46% de los hogares ecuatorianos presentan una necesidad básica insatisfecha (NBI) [7].”

2.2 Plan de buen vivir

“Según el plan de buen vivir establece que el art.(375) de la constitución del Ecuador establece a todos los niveles de gobiernos garantizar el hábitat y viviendas dignas y seguras. Es responsabilidad del Estado proteger a las personas, a las colectividades y a la naturaleza frente a desastres naturales y antrópicos mediante la prevención de riesgos, la mitigación de desastres y la recuperación y el mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales que permitan minimizar las condiciones de vulnerabilidad (art. 389) [8].”

2.3 Miduvi

El Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda “basado en los artículos de la constitución establece en el art. 1 los requisitos, condiciones, sanciones y procedimientos del sistema de incentivo que se dan para la vivienda con el fin de poder facilitar a la población, el acceso a las vivienda para poder tener un hábitat digno como parte de los beneficios implementados por el Gobierno Nacional [9].”

2.4 Gobierno Autónomo Descentralizado

“Son aquellas entidades encargadas de regular, establecer regímenes, normas y permisos que le otorga el gobierno a estas instituciones para poder organizar de manera adecuada el ordenamiento territorial, obras públicas locales [10].”

2.5 Viviendas

“Son grupos de unidades o unidades habitacionales las mismas que conforman un cuerpo estructural, sean estos separados o independientes entre sí que se encuentran en las juntas sísmicas de otras unidades habitacionales [11].”

2.6 Estructuras

“Es el conjunto de los elementos estructurales que se encuentran ensamblados para poder resistir las cargas sísmicas, verticales o de cualquier otro tipo. Las estructuras llegan a clasificarse en estructuras distintas y estructuras de edificación [12].”

“Son problemas inherentes al propio diseño estructural, que influyen directamente en el comportamiento de la edificación a lo largo de su vida útil y repercuten en el desempeño ante un evento sísmico [13].”

2.6.1 Pórtico Resistente a Momento

“Constituido por viga y columna de hormigón en el cual transfiere las cargas actuantes a la cimentación se diseñan de acuerdo con el requerimiento establecido en la NEC-2015 que satisfagan un diseño estructural a las fuerzas sísmicas [14].”

“Generalmente se piensa que las edificaciones de acero son los más resistentes para zonas sísmicas. Sin embargo, no hay reglas generales: el diseño apropiado puede hacer que uno de concreto sea el más apropiado para el sitio en cuestión [15].”

2.6.2 Muro Portante (Hormigón Armado con malla electro-soldada)

“Muro de hormigón diseñado y construido para que su espesor y longitud puedan transmitir las cargas verticales y horizontales causantes que presentan una cimentación al elemento estructural la misma que tiene una longitud mayor con la relación del espesor la misma que soporta las carga laterales en su plano, dichos muros pertenecen a la parte estructural de cada vivienda y de manera obligatoria deben tener una secuencia vertical si el caso lo amerita en tener otro nivel [16].”

“La construcción de viviendas con muros de concreto es una de las opciones integralmente eficientes, es decir, satisface los requisitos sismo resistente y puede ser ambientalmente amigable con el planeta. Siendo una de las opciones más eficientes para

construcción de viviendas de interés social y de conjuntos habitacionales por la agilidad de construcción [17].”

2.7 Análisis Estructural

“Dentro del análisis estructural comprende las resistencias de las estructuras ante las fuerzas laterales causadas por sismo. Mayor resistencia lateral se refleja en menores niveles de daño estructural, una menor resistencia implica un mayor nivel de daño [18].”

“En el análisis de una acción sísmica sobre una estructura, es imprescindible, en primera instancia, contar con una descripción del edificio mediante un modelo estructural el cual debe tener las características de la estructura [19].”

2.7.1 Vulnerabilidad Estructural

“Es una relación matemática que expresa de forma continua el daño que puede sufrir un tipo específico de estructura, cuando se somete a una sollicitación de determinado nivel. Una de las principales variantes es la que constituye o relaciona con un índice de vulnerabilidad con un índice de daño [20].”

2.8 Diseño Sismo Resistente

“La disponibilidad de modelos y técnicas de cálculo más refinadas para la evaluación de la amenaza sísmica, así como la existencia de una mayor cantidad de registros de eventos sísmicos, permiten realizar una actualización de los estudios de amenaza sísmica a nivel nacional [21].”

“Un diseño basado en el control de desplazamientos representa un reto mayor que uno basado en resistencia ya que el desplazamiento lateral es un criterio asociado a todo el sistema estructural, es importante considerar que la resistencia a sismo debe aportarse dentro de un marco de alta incertidumbre.[22].”

2.9 Cortante Basal

“Fuerza total de diseño por cargas laterales, aplicada en la base de la estructura resultado de acción de sismo de diseño con o sin reducción [23].”

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS ESTRUCTURAL

3.1 ANÁLISIS ESTRUCTURAL SISMO RESISTENTE PARA PÓRTICOS RESISTENTE A MOMENTOS

“Pórtico en el cual los elementos y los nudos resisten las fuerzas a través de flexión, cortante y fuerza axial [24].”

3.2 Datos Mecánicos

Resistencia a la compresión	$F`c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Fluencia del acero	$F`y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de elasticidad del concreto	$E_c = 1500 (F`c \text{ kg/cm}^2)^{0.5}$
Módulo de elasticidad del acero	$E_s = 2000000 \text{ kg/cm}^2$
Peso específico del hormigón	$E_c = 2,4 \text{ T/m}^3$
Inercia agrietada para vigas	$I_v = 0,51g$
Inercia agrietada para columnas	$I_c = 0,81g$

Luego de definir las propiedades mecánicas de los materiales determinaremos las dimensiones de los elementos estructurales del pórtico resistente a momento de la vivienda tipo escogida, las cuales para columnas planta baja tenemos 1-2 de 15x20 cm, 3-11 de 15x30 cm para la planta alta columnas 1-2 de 15x20 y 3-11 de 15x25 cm mientras que las vigas tanto para el eje X y Y son de 15x25 cm paredes de bloque y losa nervada de 16 cm con bloques alivianados.

3.3 Determinación de Cargas Actuales Entre Piso

3.3.1 Carga Viva

Según la nec-15. “También se lo puede llamar como sobrecargas de uso, los mismos que se utilizan en el cálculo dependiendo de las ocupaciones a las cuales están destinadas dichas edificación y están conformadas por los pesos de muebles, mercadería en transición, personas, accesorios temporales y móviles. [25].”

“Peso de carga viva para viviendas unifamiliares 0.20 tn/m² [26].”

3.3.2 Carga Permanentes (Carga Muerta)

Según la nec-15. “Están constituidas por los pesos de todos los elementos estructurales que actúan en permanencia sobre la estructura. Son elemento tales como: muros, paredes, recubrimientos, instalaciones sanitarias, eléctricas, mecánicas, máquinas y todo artefacto integrado permanentemente a la estructura [27].” (ver en tablas)

3.3.3 Cargas Sísmicas

3.3.3.1 Fuerzas Sísmicas de Diseño

Según la nec-15. “las fuerzas laterales son aquellas que se dan al distribuir de manera adecuada el cortante basal del diseño en la totalidad de la estructura. [28].”

3.3.3.2 Cortante Basal

Según la nec-15. “Fuerza total de diseño por cargas laterales, aplicada en la base de la estructura, resultado de la acción del sismo de diseño con o sin reducción [29].”

$$V_{base} = z * c * \frac{W}{R}$$

DATOS

$$Z = 0,5$$

$$V_{base} = 0,5 * 2,4 * \frac{W}{3}$$

$$C = 2,4$$

$$V_{base} = 0,4 * 62,6 \text{ ton}$$

$$R = 3$$

$$V_{base} = 25,04$$

3.4 Análisis Estructural Sismo Resistente para Muros Portantes

“El Muro portante de hormigón que presenta refuerzo de barras de mallas electro soldadas o acero que se presentan de manera frecuente son empleados en los sistemas rígidos tipo cajón y estructurales monolíticos y [30].”

3.5 Datos Mecánicos

Resistencia a la compresión

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

Fluencia del acero

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

Módulo de elasticidad del concreto

$$E_c = 1500 (F_c \text{ kg/cm}^2)^{0.5}$$

Módulo de elasticidad del acero

$$E_s = 2000000 \text{ kg/cm}^2$$

Peso específico del hormigón

$$E_c = 2,4 \text{ ton/m}^3$$

Inercia de agrietamiento de muros

$$I_g = 0,6$$

Para este tipo de sistemas de estructuras de muros portantes de hormigón armado sea utilizado una mínima de acero con malla electro soldada de 6 mm de 15x15 cm con una fluencia de acero de 4200 kg/cm² las paredes de hormigón armado con un espesor de 8 cm en todas sus secciones y niveles, losa apoyada en dos direcciones con espesor de 15 cm y malla electro soldada de 10 mm armada toda la estructura con piezas de aluminio prefabricados.

3.6 Determinación de Cargas Actuantes de Entrepiso

3.6.1 Carga Viva

Para el análisis de muros portantes utilizare el peso establecido en la NEC-15.

“Peso de carga viva para viviendas unifamiliares 0.20 tn/m² [31].

3.6.2 Carga Permanentes (Carga Muerta)

Son todos aquellos pesos de elementos estructurales y de adecuaciones de los elementos estructurales. (Ver en anexos)

3.6.3 Carga Sísmica

3.6.3.1 Fuerzas Sísmicas De Diseño

Según la nec-15. “Estas fuerzas laterales permiten distribuir de forma adecuada el cortante basal del diseño de la estructura. [32].”

3.6.3.2 Cortante Basal

Según la nec-15. “Fuerza total de diseño por cargas laterales, aplicada en la base de la estructura, resultado de la acción del sismo de diseño con o sin reducción [33].”

$$V_{base} = z * c * \frac{W}{R}$$

DATOS

Z= 0, 5

$$V_{base} = 0, 5 * 2, 4 * \frac{W}{3}$$

C= 2, 4

$$V_{base} = 0, 4 * 95, 6 \text{ ton}$$

R= 3

$$V_{base} = 38.24 \text{ ton}$$

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES

- Dentro de los programas existentes de análisis estructural, el ETABS es una de las herramientas más utilizadas para análisis de edificaciones, por tal motivo se lo escogió para realizar una adecuada modelación de este tipo de viviendas unifamiliares y así tener resultados apropiados, es necesario que el profesional tenga un adecuado criterio técnico que le permita realizar una pertinente comparación de variación de respuesta ante una fuerza lateral causada por un sismo.
- En lo que respecta a la comparación de variación de respuesta sísmica para una zona muy alta en Ecuador los dos tipos de viviendas modelados se concluye que la vivienda de muros portantes tiene mayor resistencia sísmica que el de aporticado el cual presenta mayor torsión con relación al de muro portantes, mientras que en los periodos fundamentales de la estructura tenemos un periodo de vibración de 0,42 seg en el de porticado, y en el de muros portantes tenemos un periodo de vibración de 0.08 seg siendo así que la vivienda de muros portantes tiene mayor resistencia a fuerzas laterales causadas por sismos debido a su rigidez y forma de trabajo tipo cajón de sus elementos. Los desplazamiento laterales en el sistema de aporticado debido a la fuerza sísmica para el eje " X " tenemos de 0.0125 m y en el eje "Y" tenemos 0,0245 m, esta variación de desplazamientos en el eje Y de casi el doble con respecto al eje X es por motivo de las secciones de las columnas el cual tiene en el sentido "Y" 15 cm , cuando en la NEC-2015 EN GUÍA DE DISEÑO DE VIVIENDAS estable las secciones mínimas para viviendas de dos pisos que son de PB 25x25 cm y PA 20x20 cm. Los desplazamiento laterales en el sistema de muros portantes de debido a la fuerza sísmica para el eje " X " tenemos de 0.000604 m y en el eje "Y" tenemos 0,000297 m y una rotación de 0,000028 y 0.000159 respectivamente valores mínimos debido a la forma de trabajo tipo cajón de sistema de muro portante.
- Los resultados de variación de respuesta sísmica para los dos tipos de sistemas estructurales podemos observar mediante este informe de trabajo practico en el cual el sistema de muros portantes tiene menos afectación por fuerzas sísmica debido a su rigidez y su sistema de trabajo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el profesional que realice un análisis estructural con una herramienta como el ETABS tenga el conocimiento y el criterio apropiado para poder ingresar lo que solicita el programa y por ende obtener los resultados apropiados para el análisis y modelamiento.
- De acuerdo a los resultados obtenidos del modelamiento recomiendo que se respete en el sistema de aporcado los requisitos mínimos para cada uno de sus elementos estructurales establecidos para viviendas de hasta dos pisos que están especificados en la NEC_SE_VIVIENDA. Este tipo de construcciones de muros portantes es recomendable y viable para grandes y medianos proyectos urbanísticos ya que son reutilizables las piezas pre-fabricadas de aluminio y el tiempo de construcción de una vivienda es mínimo con respecto al tradicional, por lo que adquirir las piezas pre-fabricadas para una cantidad de casas pequeñas no es rentable.
- Se recomienda que al momento de realizar una comparación sismo resistente tener muy claros los criterios de afectaciones sísmica en las estructuras.

CITAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] L. Barros and M. Peñafiel, "Análisis Comparativo- Estructural," *Escuela Politécnica Nacional*, p 2. Enero, 2015.
- [2] M. Contreras, "Riesgo de Tsunami en Ecuador," *Revista de ciencia y tecnología*, vol. 12, p 69. 2014.
- [3] CAMICON and MIDUVI, *norma ecuatoriana de la construcción – NEC: NEC-SE- peligro sísmico/diseño sismo resistente*. 2015.
- [4] CAMICON and MIDUVI, *norma ecuatoriana de la construcción – NEC: NEC-SE- peligro sísmico/diseño sismo resistente*. 2015.
- [5] J. Carrillo, N. M. Bernal and P. Porras, "Evaluación del diseño de una pequeña mesa vibratoria para ensayos en Ingeniería sismo-resistentes," *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 30, p 2. 2013.
- [6] S. Mora, "La Sentencia Sobre El Terremoto Del 6 De Abril De 2009 En L´ Aquila, Italia: Lecciones Para La Gestión Del Riesgo En América Central," *Revista Geológica de América Central*, vol. 50, p 126. 2014.
- [7] MIDUVI. 2012. "Programa Nacional de Vivienda Social -PNVS," *Ministerio de desarrollo urbano y vivienda*, Ecuador. Proyecto. Habitatyvivienda.
- [8] Plan Nacional de buen vivir. 2013-2017. "Plan Nacional de buen vivir," *Consejo Nacional de Planificación*, Ecuador. Proyecto. Buenvivir.
- [9] MIDUVI. 24-08-2015. "Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda," *Acuerdo Ministerial*, Ecuador. Acuerdo Ministerial 027-15.
- [10] COOTAD. 2010. "Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización,". 303. 19-10-2010
- [11] CAMICON and MIDUVI, *norma ecuatoriana de la construcción – NEC: NEC-SE- Vivienda*. 2015.
- [12] CAMICON and MIDUVI, *norma ecuatoriana de la construcción – NEC: NEC-SE- cargas sísmicas*. 2015.

- [13] M. Blanco, "Criterios Fundamentales para el Diseño Sismo Resistente," *Revista de la facultad de ingeniería U.C.V.* Vol. 27, p 71. 2012.
- [14] CAMICON and MIDUVI, *norma ecuatoriana de la construcción – NEC: NEC-SE-Vivienda.* 2015.
- [15] D. Escobedo, A. Reyes, C. González, "Selección de Conexiones de Acero para Zonas Sísmicas con Base en Criterios de Confiabilidad," *CIENCIA ergo-sum*, Vol. 18, p 43. 2011.
- [16] CAMICON and MIDUVI, *norma ecuatoriana de la construcción – NEC: NEC-SE-Vivienda.* 2015.
- [17] J. Carrillo, "Revisión de criterios de sostenibilidad en muros de concreto para viviendas sismo resistentes," *Ingeniería. Investigación y Tecnología*, Vol. 13, p 479-487. 2012.
- [18] A. Terán and M. Espinosa, "Diseño por Desempeño de Estructuras Dúctiles de Concreto Reforzado Ubicadas en la Zona del Lago Del Distrito Federal: La Resistencia Lateral de Diseño," *Revista de ingeniería sísmica*, Vol. 78, p 23-46. 2008.
- [19] E. Maldonado, N. Jaspón and G. Chio Cho, "Índice de Vulnerabilidad Estructural ante los Efectos de remoción en masa en Edificaciones de mampostería basado en conjuntos difusos," *Revista ingeniería de construcción*, Vol. 27, p 23-39. 2012.
- [20] E. Maldonado, N. Jaspón and G. Chio Cho, "Índice de Vulnerabilidad Estructural ante los Efectos de remoción en masa en Edificaciones de mampostería basado en conjuntos difusos," *Revista ingeniería de construcción*, Vol. 27, p 23-39. 2012.
- [21] M. Salgado, G. Bernal, L. Yamin and O. Cardona, "Evaluación de la amenaza sísmica de Colombia. Actualización y uso en las nuevas normas colombianas de diseño sismo resistente NSR-10," *Revista de ingeniería*, Vol. 32, p 28-37. 2010.
- [22] A. Terán and G. Coeto, "DIMENSIONADO PRELIMINAR BASADO EN RIGIDEZ DE EDIFICIOS ALTOS CON ESTRUCTURA DE ACERO RIGIDIZADOS CON DIAGONALES CONCENTRICAS," *Revista de ingeniería sísmica*, Vol. 90, p 34-54. 2014.
- [23] CAMICON and MIDUVI, *norma ecuatoriana de la construcción – NEC: NEC-SE- cargas sísmicas.* 2015.
- [24] CAMICON and MIDUVI, *norma ecuatoriana de la construcción – NEC: NEC-SE- cargas sísmicas.* 2015.

[25] CAMICON and MIDUVI, *norma ecuatoriana de la construcción – NEC: NEC-SE- cargas no sísmicas*. 2015.

[26] CAMICON and MIDUVI, *norma ecuatoriana de la construcción – NEC: NEC-SE- guía de diseño de viviendas*. 2015.

[27] CAMICON and MIDUVI, *norma ecuatoriana de la construcción – NEC: NEC-SE- cargas no sísmicas*. 2015.

[28] CAMICON and MIDUVI, *norma ecuatoriana de la construcción – NEC: NEC-SE- cargas sísmicas*. 2015.

[29] CAMICON and MIDUVI, *norma ecuatoriana de la construcción – NEC: NEC-SE- cargas sísmicas*. 2015.

[30] CAMICON and MIDUVI, *norma ecuatoriana de la construcción – NEC: NEC-SE- Vivienda*. 2015.

[31] CAMICON and MIDUVI, *norma ecuatoriana de la construcción – NEC: NEC-SE- guía de diseño de viviendas*. 2015.

[32] CAMICON and MIDUVI, *norma ecuatoriana de la construcción – NEC: NEC-SE- cargas sísmicas*. 2015.

[33] CAMICON and MIDUVI, *norma ecuatoriana de la construcción – NEC: NEC-SE- cargas sísmicas*. 2015.

ANEXOS

Anexo 1

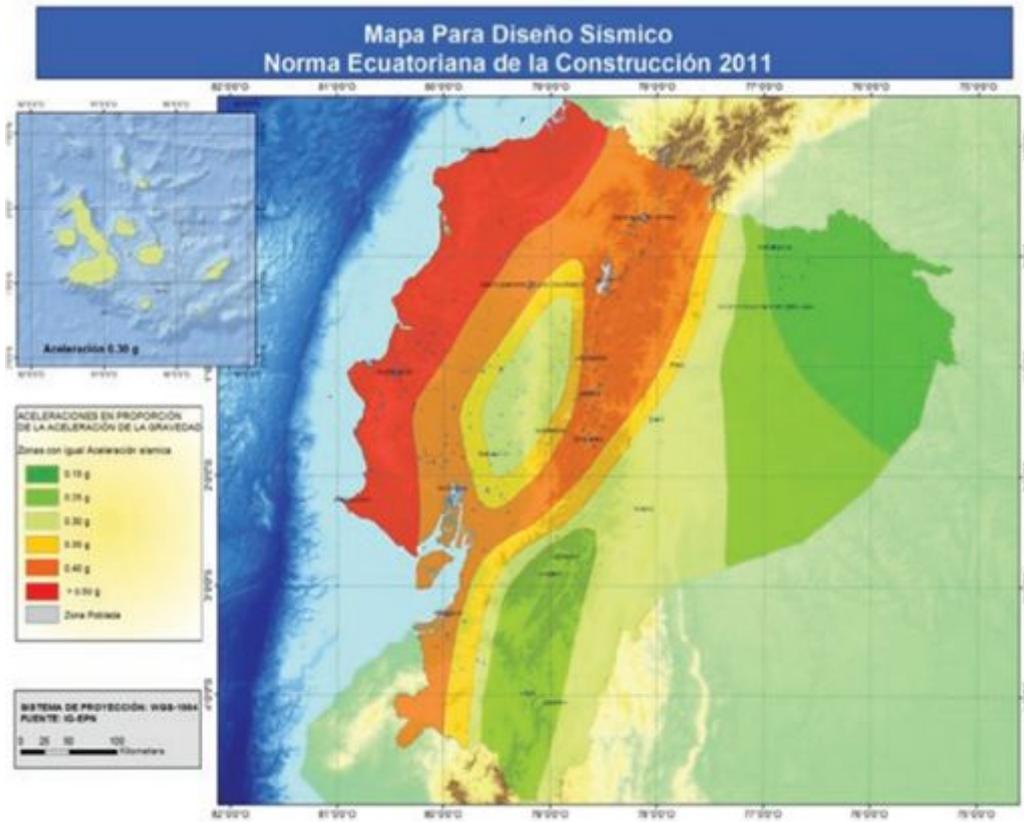


Figura 1. Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z

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

Tabla 1. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

Tabla 1. Zonificación sísmica y Factor de zona Z

Fuente: NEC (Viviendas hasta 2 planta)

Anexo 2

Zona geográfica	C
Costa y Galápagos	2.4
Sierra y Oriente	3

Tabla 2. Coeficiente de Respuesta Sísmica.

Fuente: NEC (Viviendas hasta 2 planta)

Anexo 3

Sistema Estructural	Materiales	Coeficiente R	Limitación en altura (número de pisos)
Pórticos resistentes a Momento	Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM , reforzado con acero laminado en caliente.	3	2(b)
	Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM , con armadura electro-soldada de alta resistencia.	2.5	2
	Acero Doblado en Frío	1.5	2 (b)

Tabla 3. Sistemas estructurales de viviendas resistentes a cargas sísmicas.

Fuente: NEC (Viviendas hasta 2 plantas)

Anexo 4

Sistema Estructural	Materiales	Coefficiente R	Limitación en altura (número de pisos)
Muros Portantes	Mampostería No Reforzada y no confinada (c)	1	1
	Mampostería enchapada con malla de acero (a)	1.5	2(b)
	Adobe y Tapial reforzado	1.5	2
	Bahareque	1.5	2
	Mampostería Reforzada	3	2(b)
	Mampostería Confinada	3	2(b)
	Muro de hormigón reforzado	3	2(b)
	Muros livianos de acero	1.5	2
	Muro de mortero armado u hormigón armado con alma de poliestireno(a)	1.5	2(b)

Tabla 4. Sistemas estructurales de viviendas resistentes a cargas sísmicas.

Fuente: NEC (Viviendas hasta 2 plantas)

Anexo 5

Entrepiso		Unidad	1 ^{era} P.A.	Cubierta
DIMENSIONES DE LA LOSA	Longitud X	M	6,60	6,60
	Longitud Y	M	8,25	8,25
	Espesor	M	0,16	0,16
Área de boquetes		M2	6,50	6,50
Densidad del hormigón		Kg/m3	2400	2400
DATOS DE BLOQUES EN LOSA	Número	Nº	440	440
	Peso de uno	Kg	9,10	9,10
	Volumen C/U	M3	0,010	0,010
Área neta de losa (sin boquetes)		M2	47,95	47,95
Volumen total de losa		M3	7,67	7,67
Volumen total de bloques		M3	4,40	4,40
Peso total de bloques		Kg	4004	4004
Volumen de hormigón		M3	3,27	3,27
Peso del hormigón		Kg	7852,80	7852,80
Peso propio de losa + vigas		Kg	11856,80	11856,80
Volumen de vigas		M3	1,45	1,45
Peso de vigas equivalentes		Kg	3469,50	3469,50
Peso propio de losa		Kg/m2	174,92	174,92
Área de paredes		M2	170,14	0,00
Peso del metro cuadrado de pared		Kg/m2	185,74	0,00
Peso de paredes		Kg	31601,80	0,00
Área de ventanales		M2	6,40	0,00
Peso del metro cuadrado de ventanas		Kg/1m ²	10,40	10,40
Peso de ventanas		Kg	66,56	0,00
Área de ventanales		M2	0,00	0,00
Peso del metro cuadrado de ventanales		Kg/1m ²	15,60	15,60
Peso de ventanales		Kg	0,00	0,00
Área de puertas		M2	8,57	0,00
Peso del metro cuadrado de puertas		Kg/1m ²	14,00	16,00
Peso de puertas		Kg	119,98	0,00
Peso paredes, ventanales, puertas		Kg./m ²	372,28	0,00
Peso por sobrepiso		Kg./m ²	100	0
Peso por cargas suspendidas		Kg./m ²	0,00	0,00
Peso por carga muerta		Kg./m ²	647,20	174,92
Peso por carga viva		Kg./m ²	200	0
Peso total		Kg	46130	9524
Peso por carga viva		Ton	62,6	

Tabla 5. Metrado De Carga Pórtico Resistente A Momento

Fuente: Propia.

Anexo 6

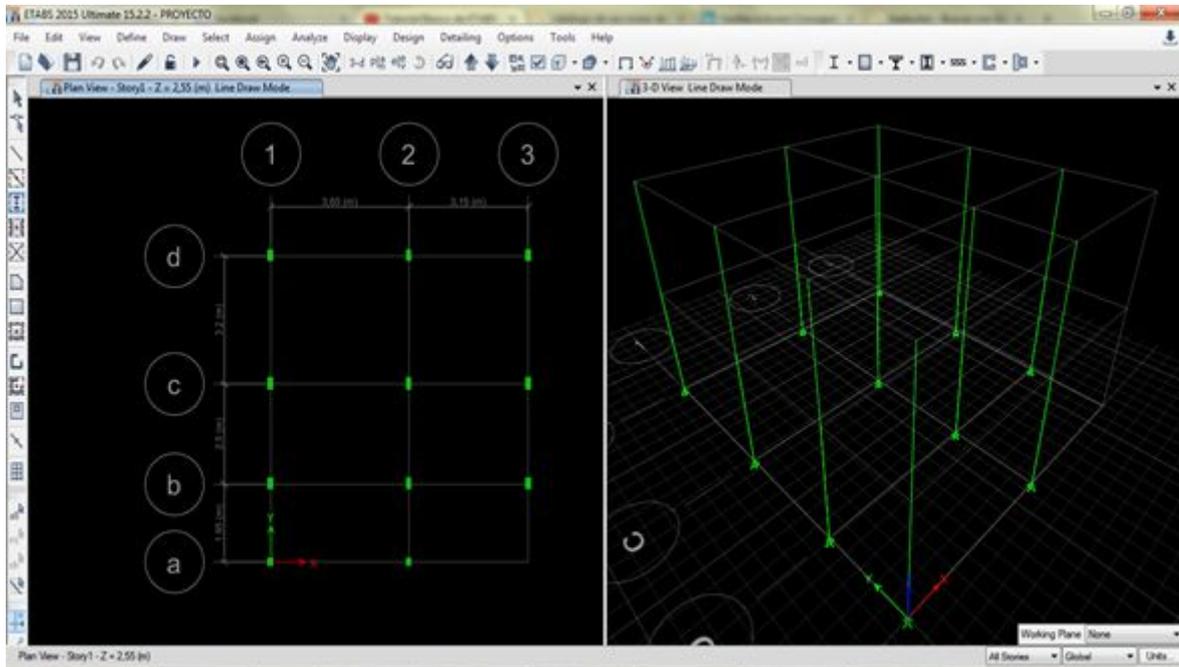
Metrado de Cargas en losa Muros portantes			
Material	Peso Especifico kg/m ³	Espesor m	Peso sobre Area kg/m ²
Concreto	2400	0,15	360
Mortero M	2100	0,03	63,00
Mortero E	2100	0,0015	3,150
Ceramica	86	0,015	1,29
Peso por m ² de Losa			427,44
Metrado de Cargas en Pared			
Material	Peso Especifico kg/m ³	Espesor m	Peso sobre Area kg/m ²
Concreto	2400	0,08	192,00
Mortero E	2100	0,03	63,00
Peso por m ² de Pared			255,0
Peso por m ²			682,44
Recubrimiento		100	
Carga muerta		782,44	
Carga viva		200	
Peso de la Estructura			
Material	Peso sobre Area kg/m ²	AREAS m ²	Peso de elemento estructural kg
Losa 15 cm	427,44	60	48397,8
Pared P.A	255,0	185,11	47203,1
Pared P.B	255,0	87,73	22371,2
W total			95,6

Tabla 6. Metrado De Muros Portantes

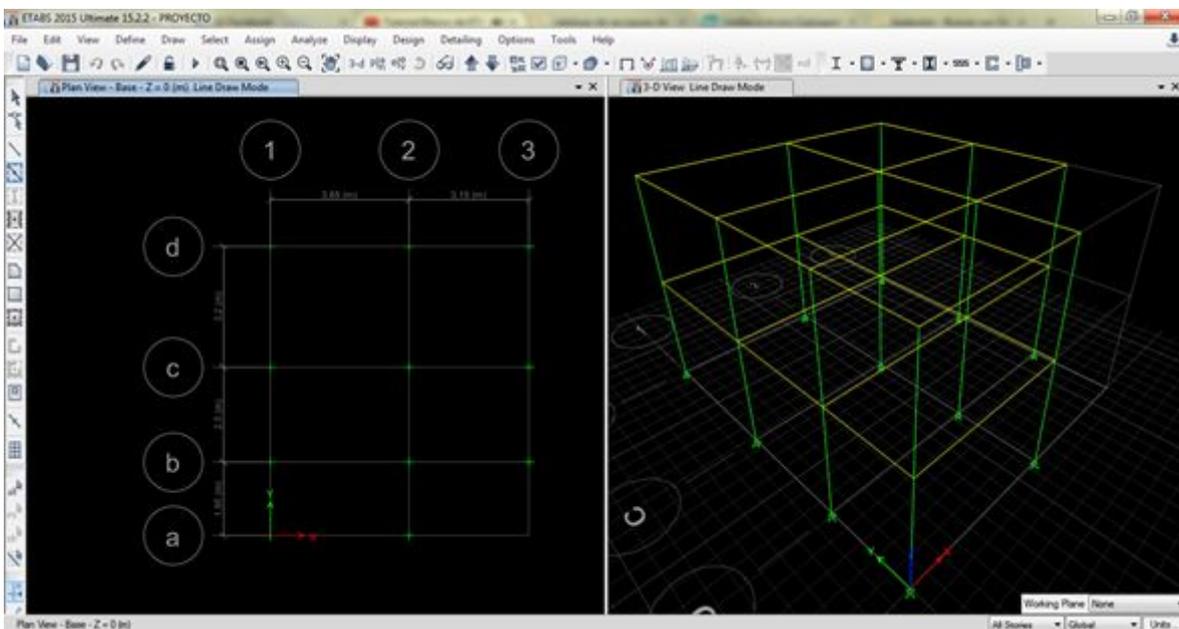
Fuente: Propia.

Anexo 7

Modelamiento de vivienda de pórtico Resistente a Momento

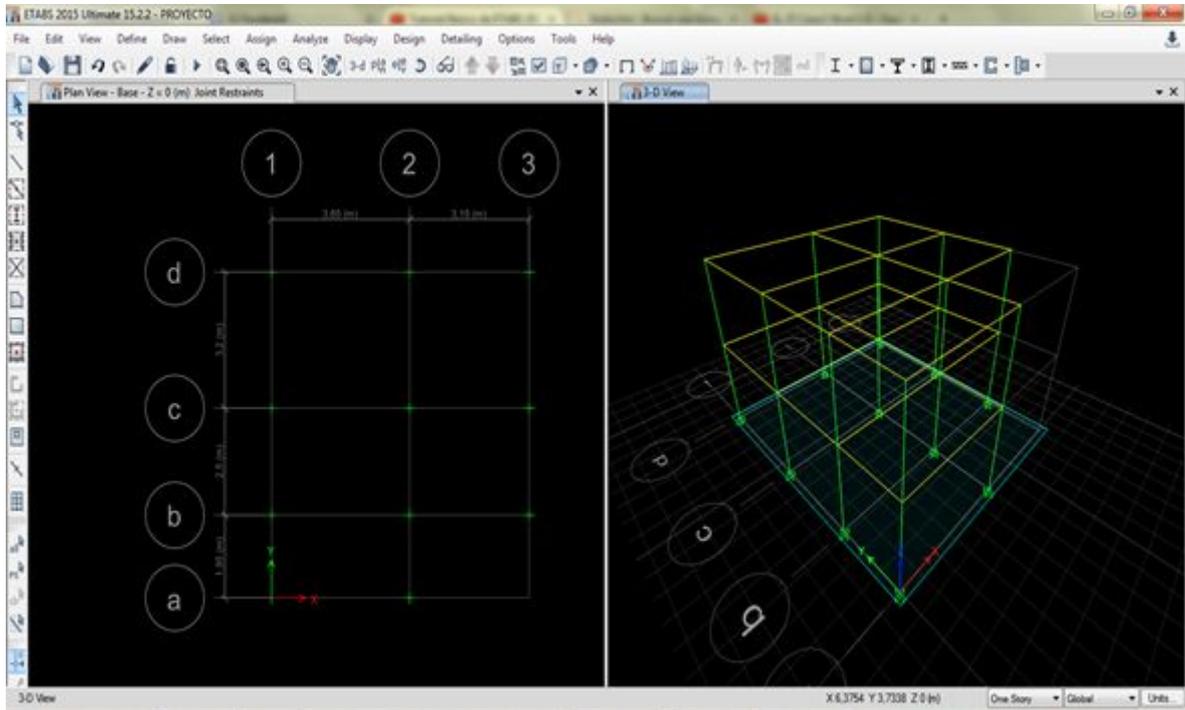


Fuente: Propia.

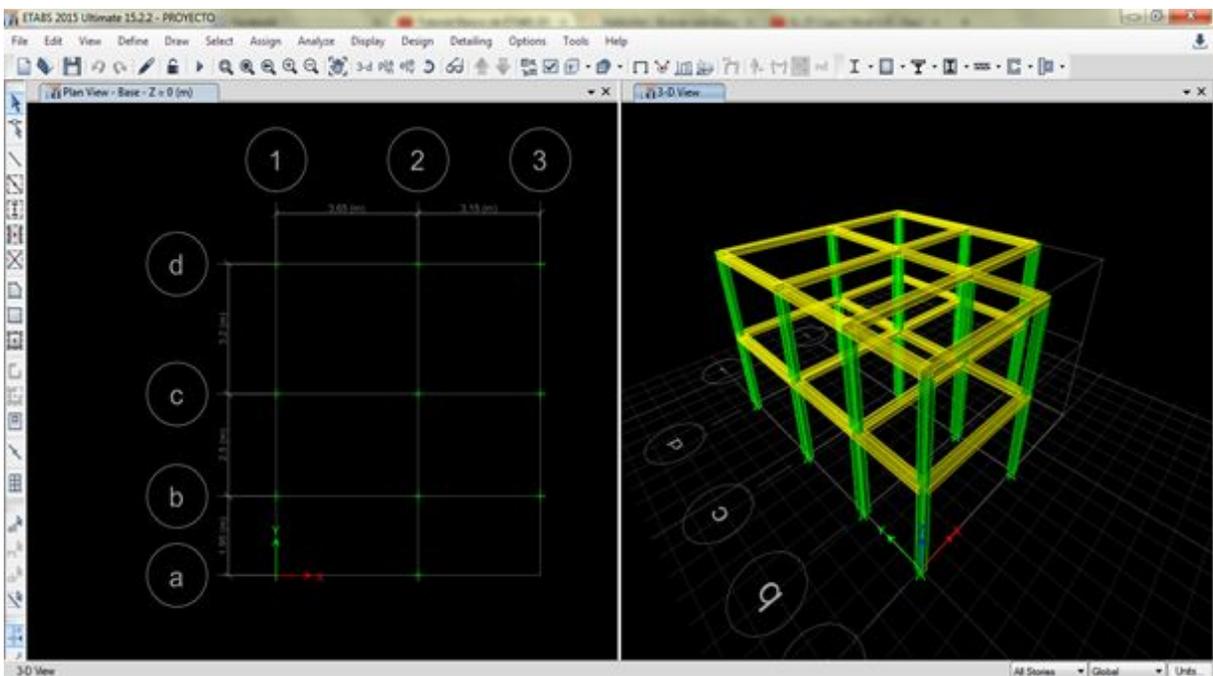


Fuente: Propia.

Modelamiento de vivienda de pórtico Resistente a Momento

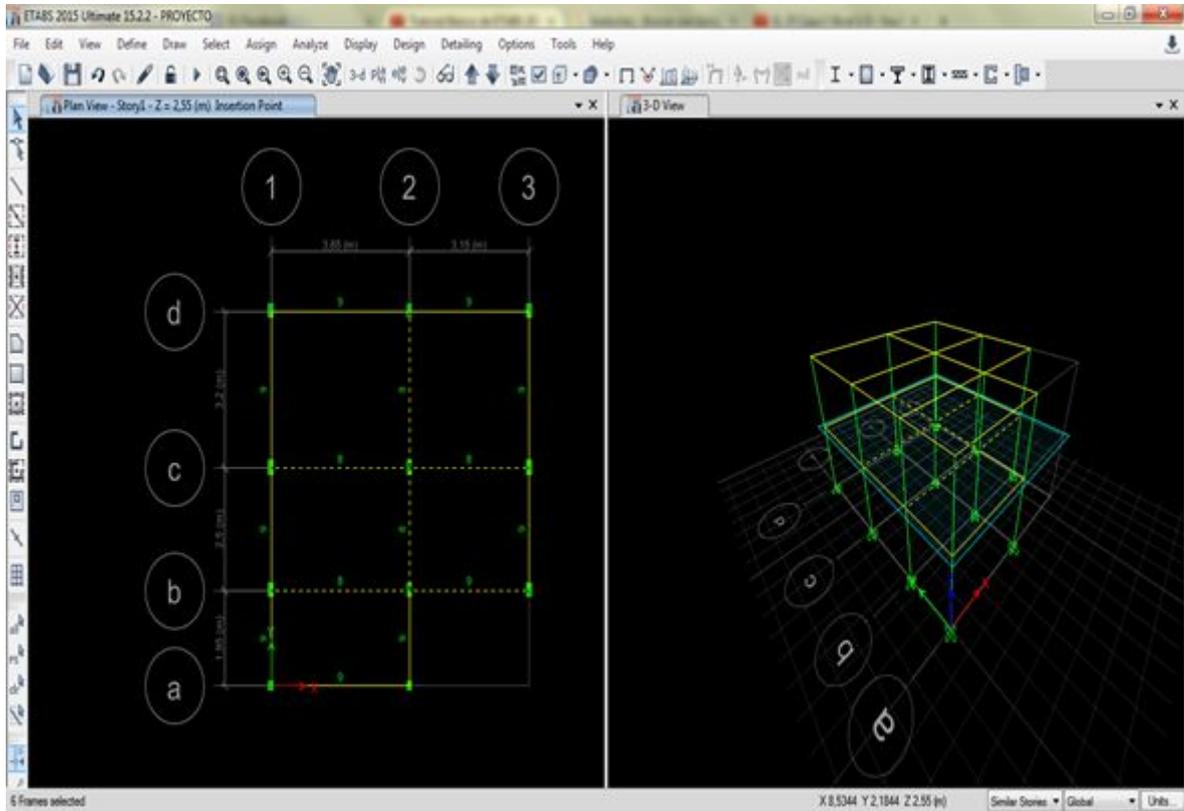


Fuente: Propia.

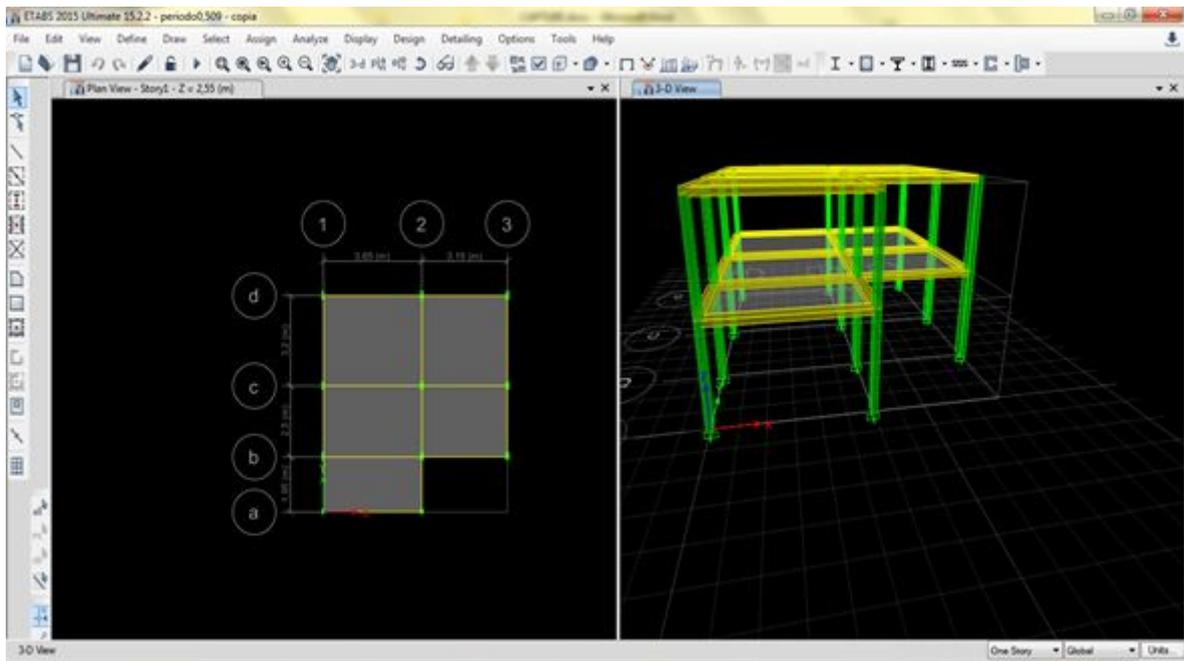


Fuente: Propia.

Modelamiento de vivienda de pórtico Resistente a Momento



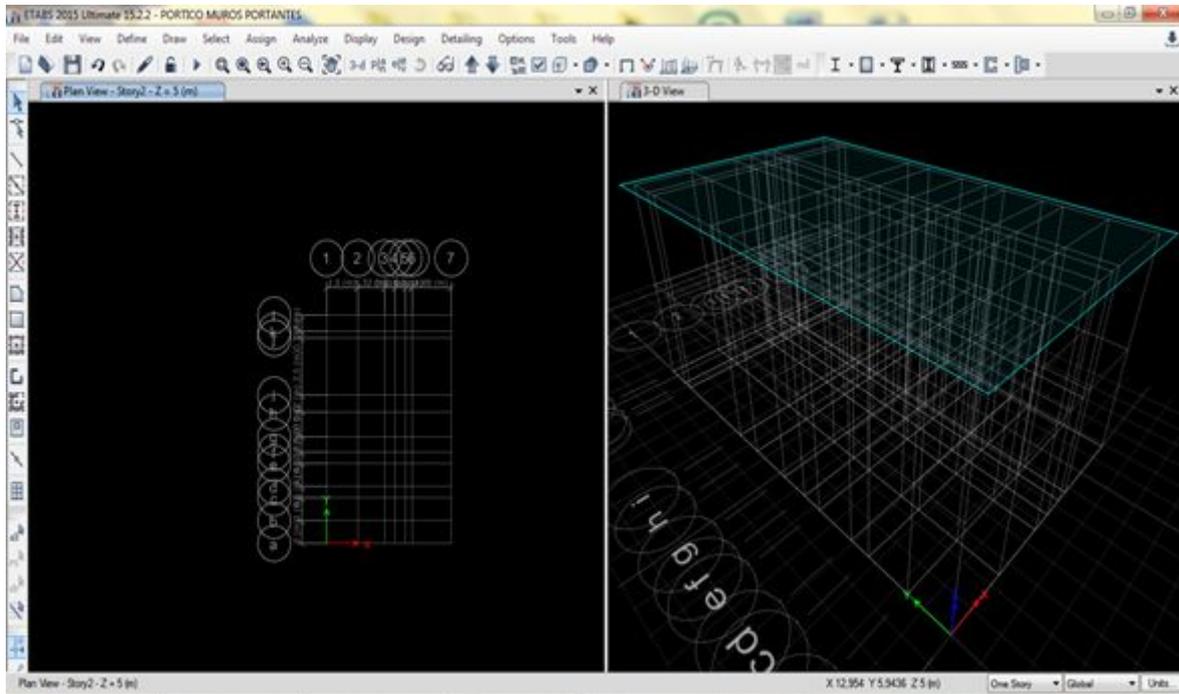
Fuente: Propia.



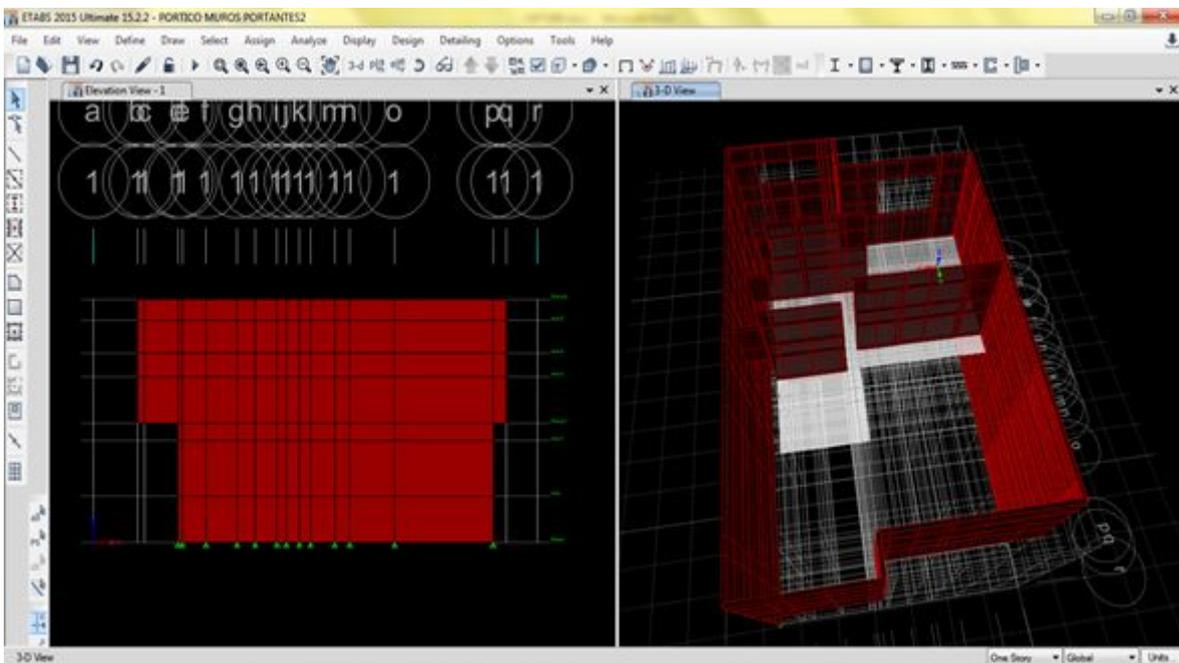
Fuente: Propia.

Anexo 8

Modelamiento de vivienda de Muro Portante

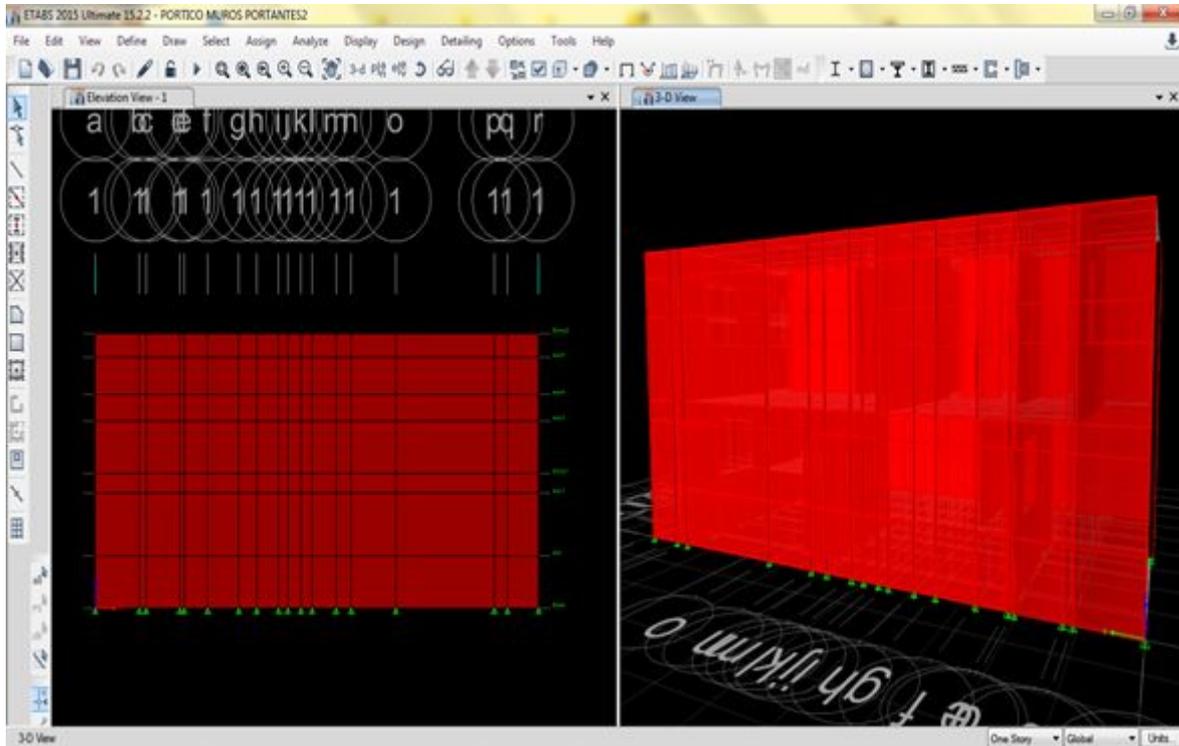


Fuente: Propia.

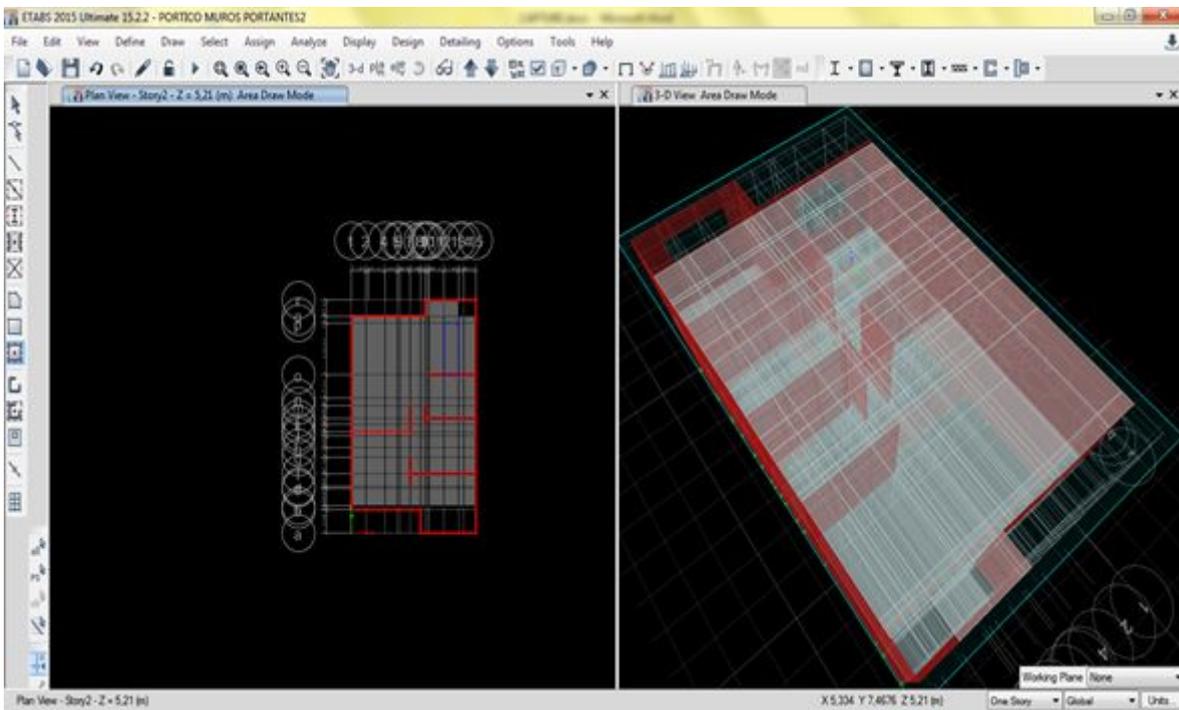


Fuente: Propia.

Modelamiento de vivienda de Muro Portante

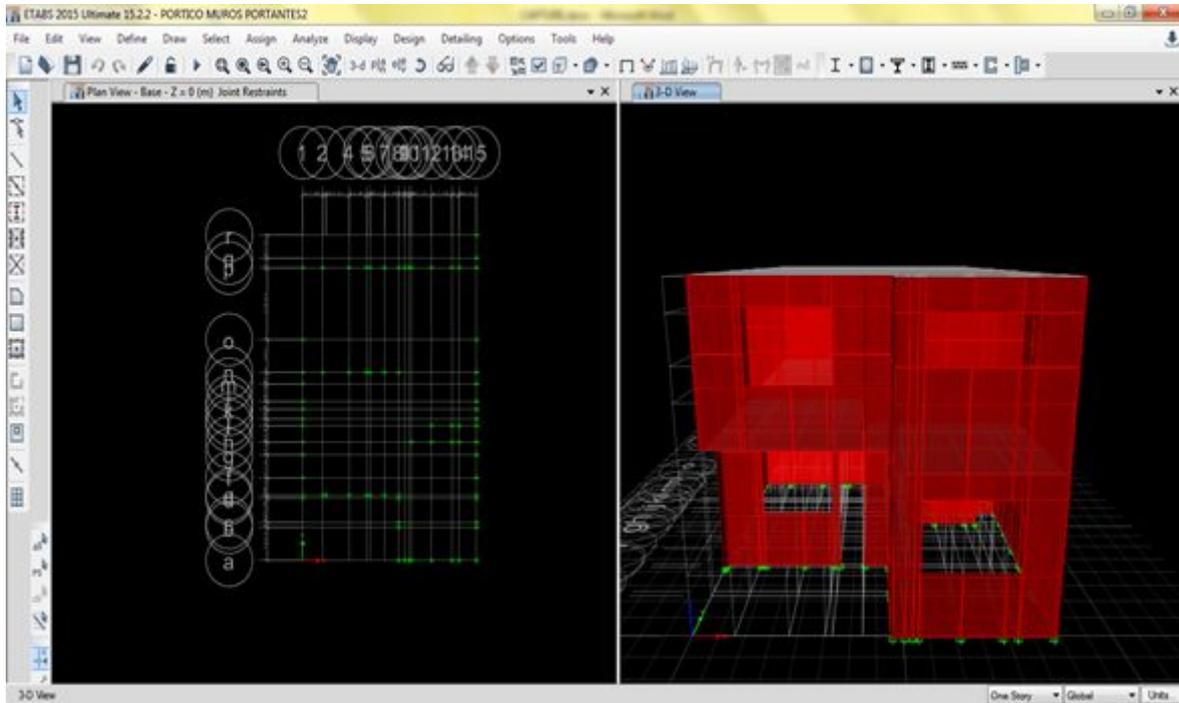


Fuente: Propia.

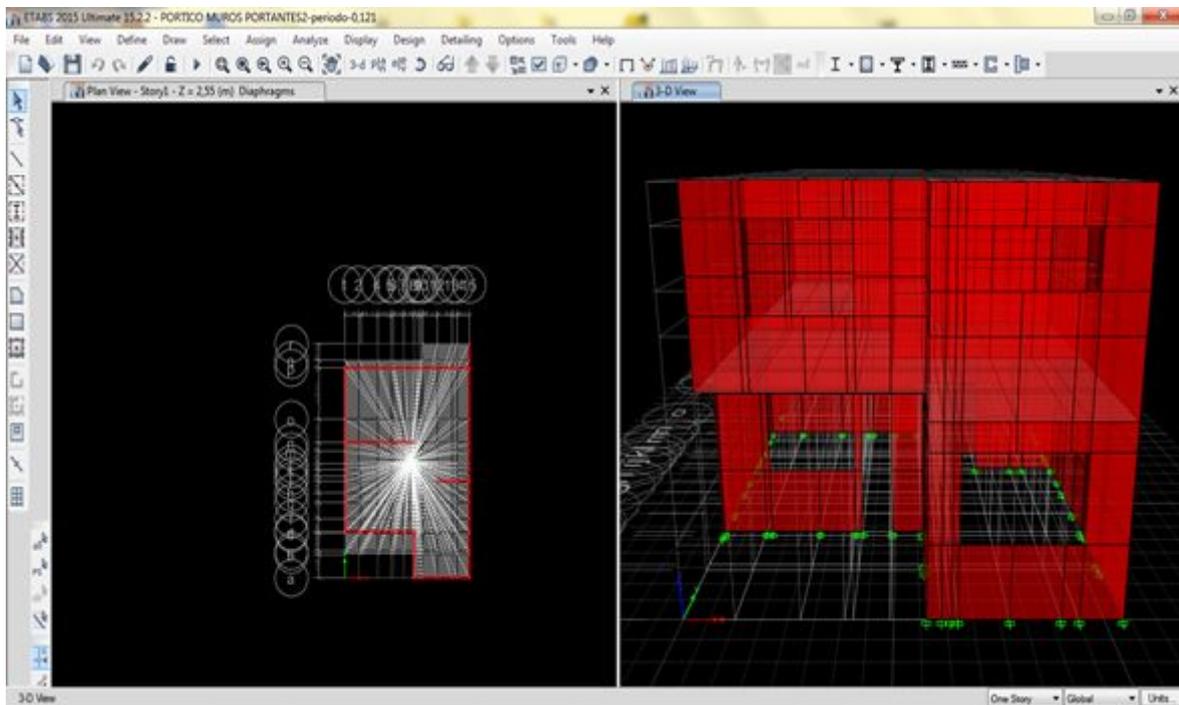


Fuente: Propia.

Modelamiento de vivienda de Muro Portante



Fuente: Propia.



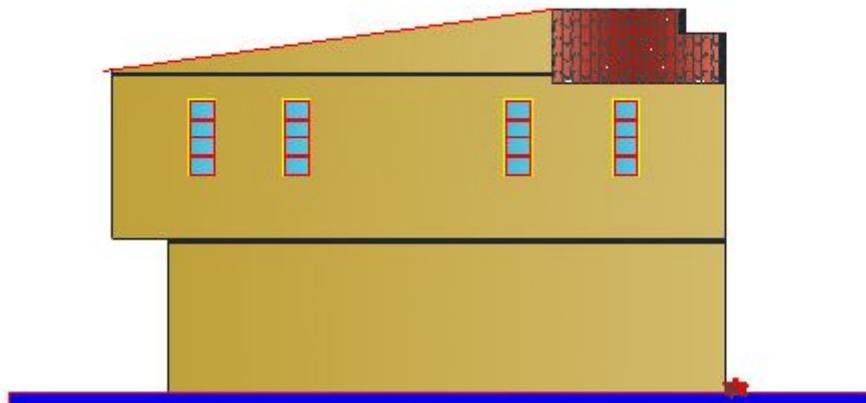
Fuente: Propia.

Anexo 9

Planos de Pórtico Resistente a Momentos

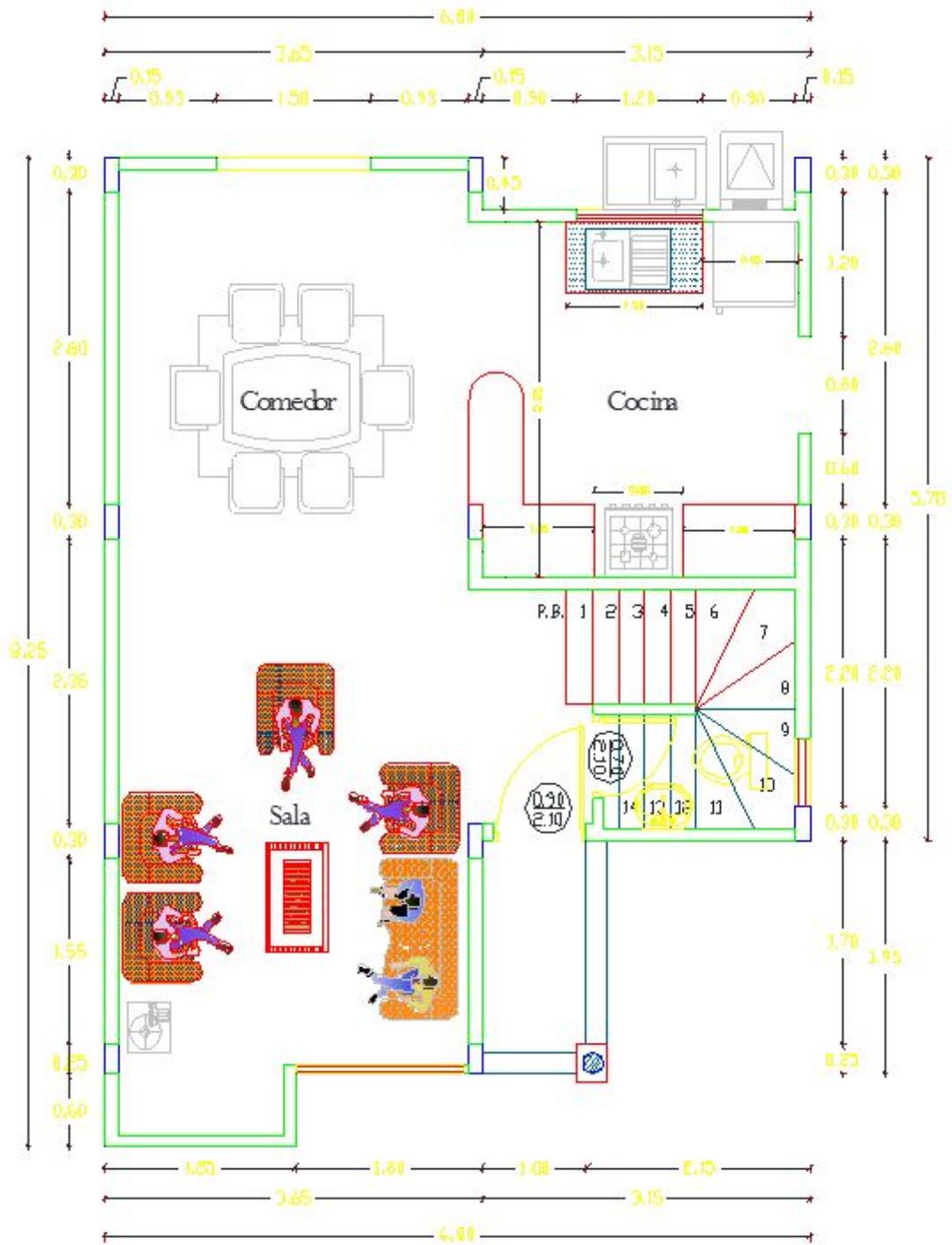


Fuente: Propia.



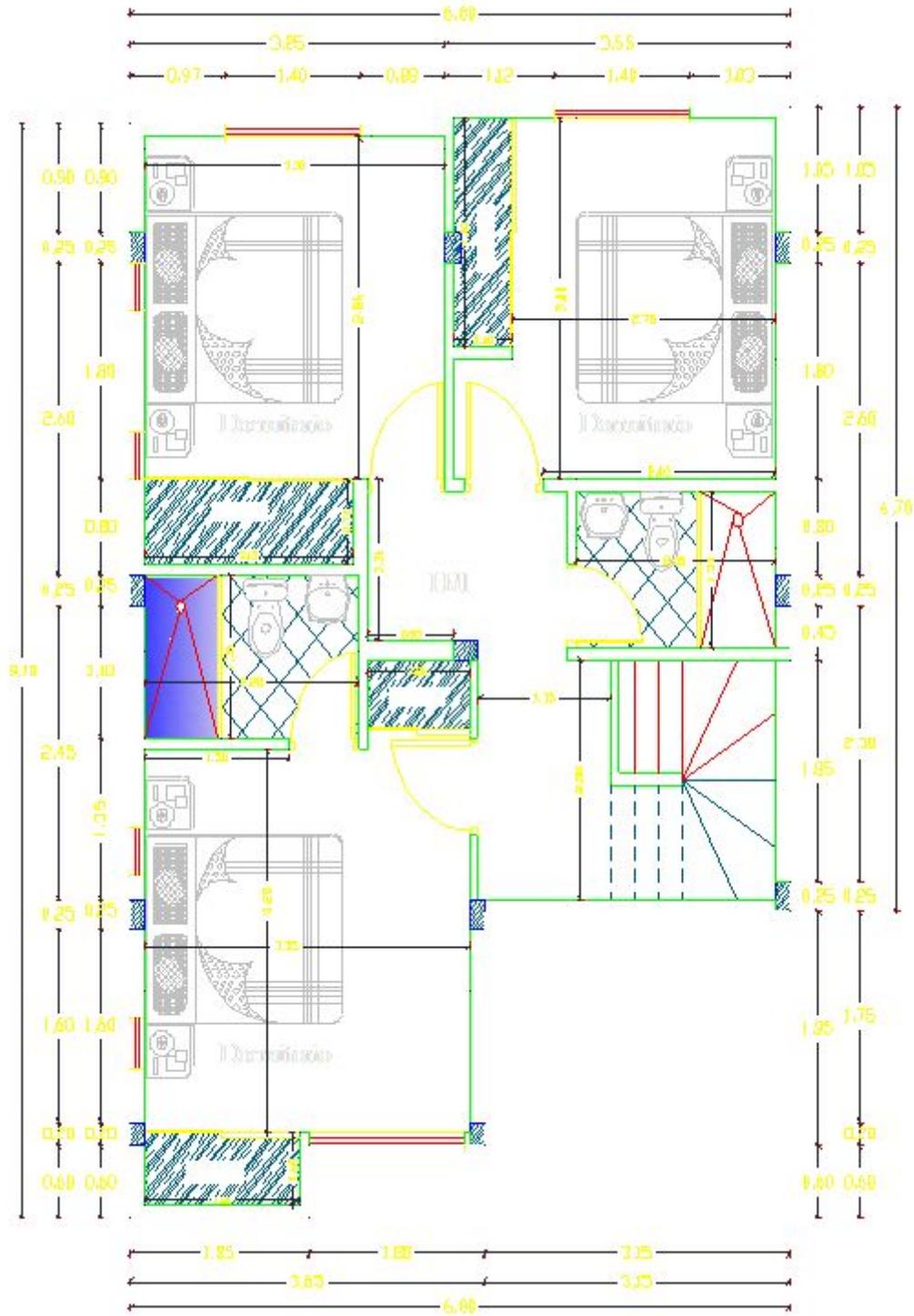
Fuente: Propia.

Planos de Pórtico Resistente a Momentos



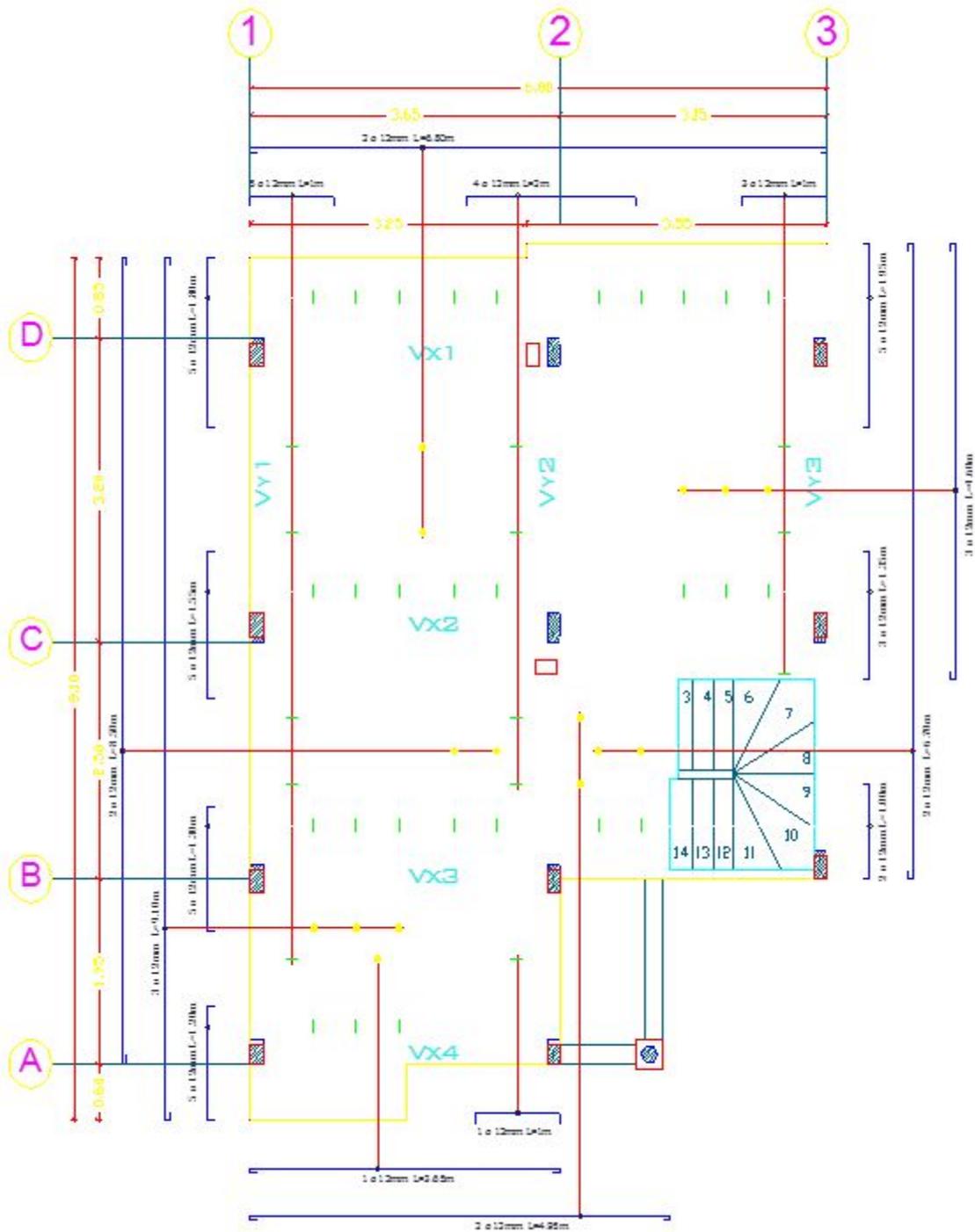
Fuente: Propia.

Planos de Pórtico Resistente a Momentos



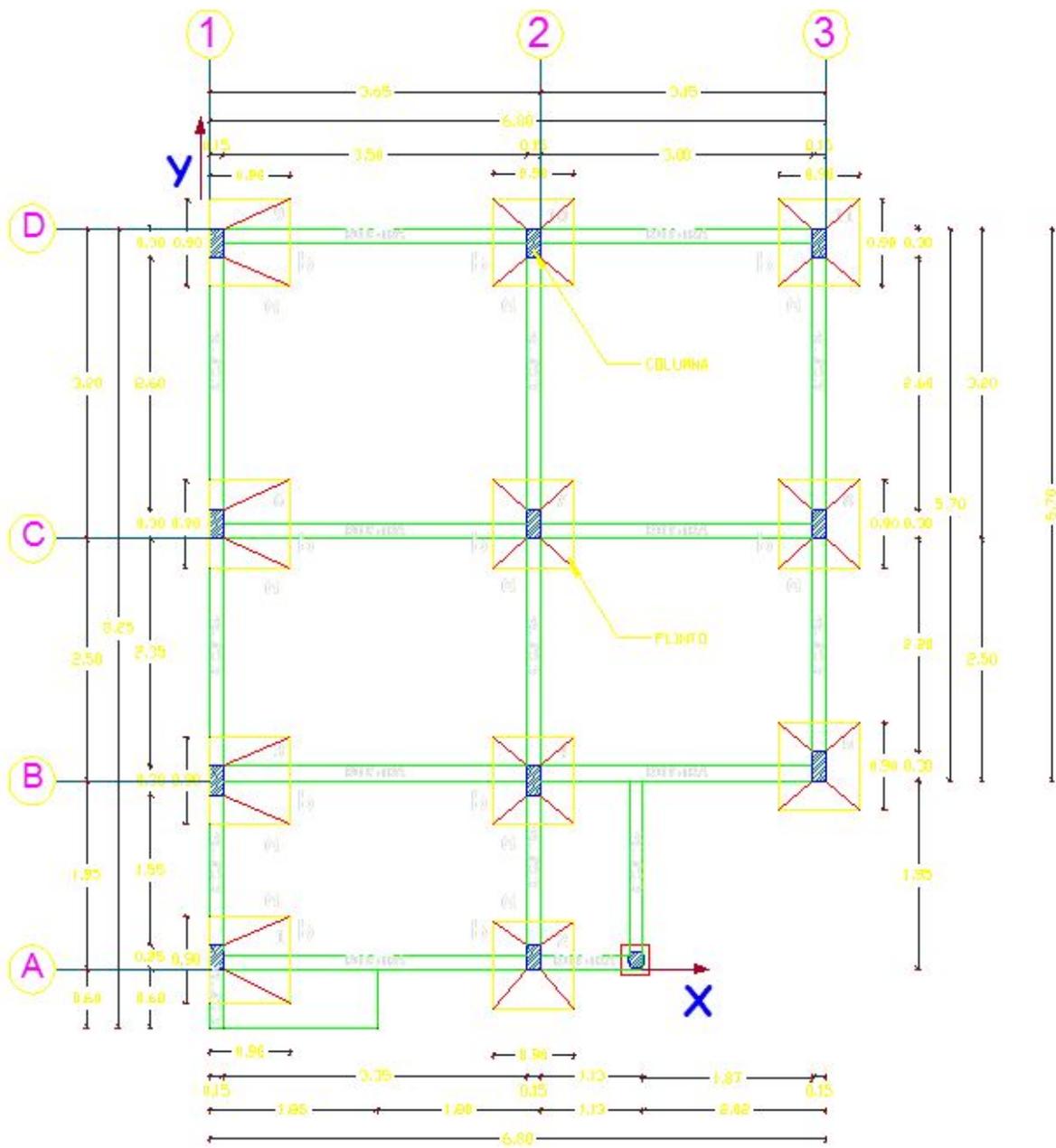
Fuente: Propia.

Planos de Pórtico Resistente a Momentos



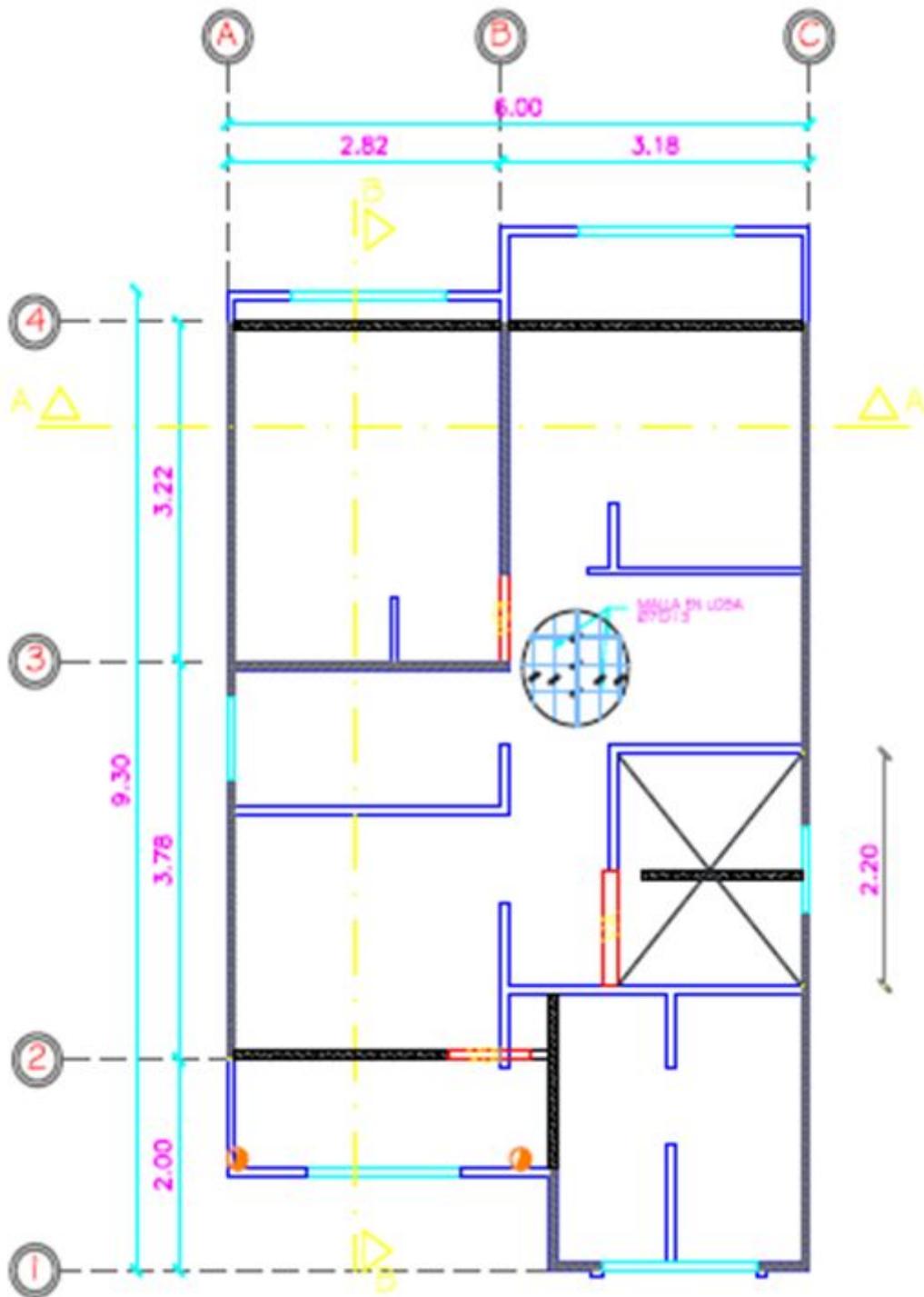
Fuente: Propia.

Planos de Pórtico Resistente a Momentos



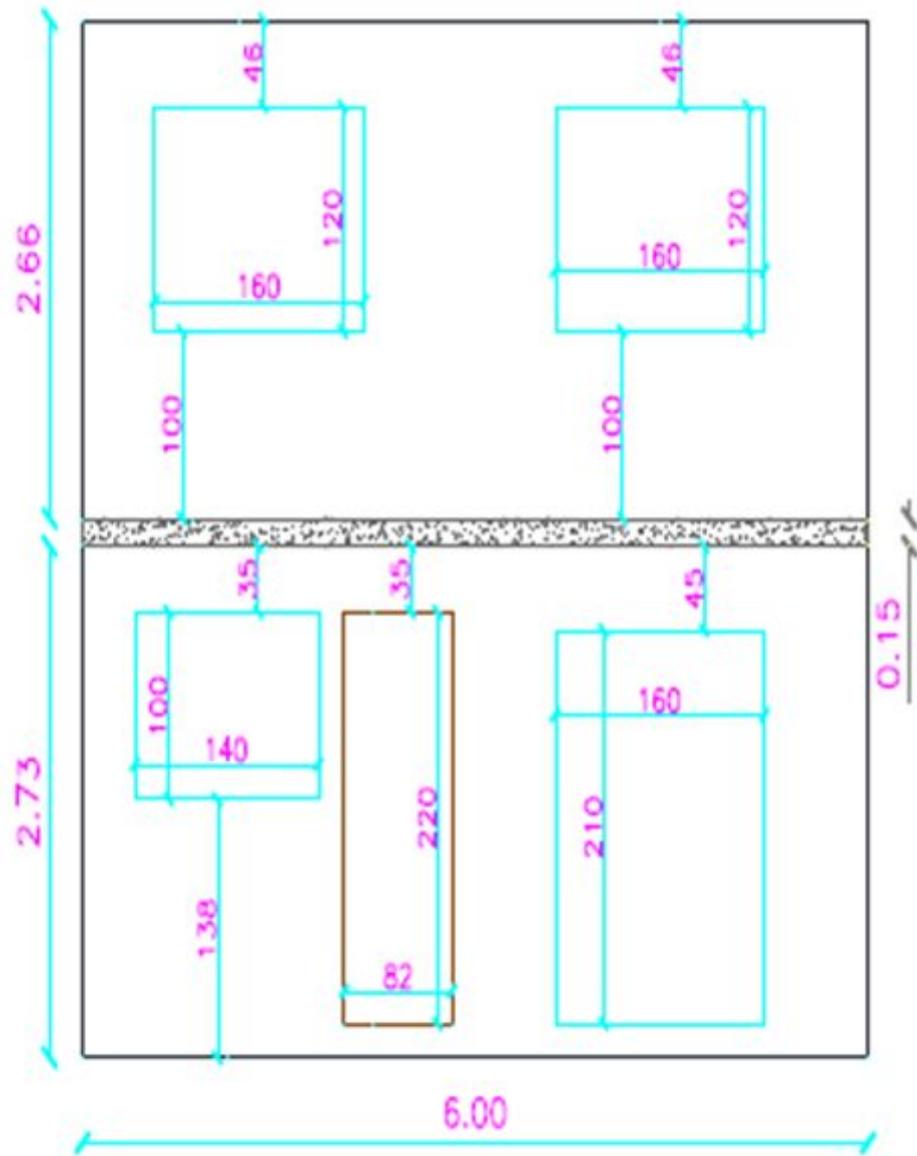
Fuente: Propia.

Planos Muros Portantes



Fuente: tesis Yaguana bolívar 2016

Planos Muros Portantes



Fuente: tesis Yaguana bolívar 2016

Anexo 11

Memoria fotográfica Pórtico Resistente a Momento



Fuente: Propia.



Fuente: Propia.

Memoria fotográfica Pórtico Resistente a Momento



Fuente: Propia.



Fuente: Propia.

Memoria fotográfica Pórtico Resistente a Momento



Fuente: Propia.



Fuente: Propia.

Anexo 12

Memoria fotográfica Muro Portantes



Fuente: Propia.



Fuente: Propia.

Memoria fotográfica Muro Portantes



Fuente: Propia.



Fuente: Propia.

Memoria fotográfica Muro Portantes



Fuente: tesis Yaguana bolívar 2016



Fuente: Propia.