

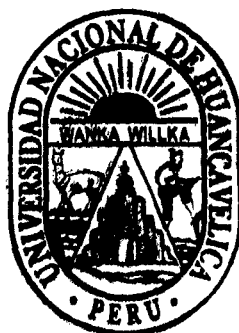
"AÑO DE LA DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA Y DEL FORTALECIMIENTO DE LA EDUCACIÓN"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(Creada por Ley N°. 25265)

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS - CIVIL - AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**"ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL COMPARATIVO ENTRE
EL SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA Y
ALBAÑILERIA CONFINADA DE UNA VIVIENDA EN LA
CIUDAD DE LIRCAY**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN
INGENIERIA ESTRUCTURAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

Bach. SANTOYO CURI, Julio cesar

ASESOR:

Ing. CAMAC OJEDA, Enrique Rigoberto

LIRCAY - HUANCABELICA

2015



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En la facultad de Ingeniería de Minas Civil-Ambiental, en el paraninfo de la FIMCA, Escuela Profesional de Ingeniería Civil-Lircay, a los trece días del año Dos mil quince, siendo las 10:00 a.m, se instaló los miembros del Jurado en base a la Resolución de Consejo de Facultad N° 083-2015-FIMCA-UNH de fecha 05 de Agosto del 2015 en la cual se resuelve:

- Artículo Primero: Aprobar la Hora y Fecha para la sustentación de Tesis, cuyo título es "Análisis y Diseño Estructural Comparativo entre el Sistema de Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada de una Vivienda en la ciudad de Lircay", siendo el responsable del Proyecto el Bach. Santoyo Curi Julio César; miembros del Jurado: Ing. Uriel Neira Calsin como Presidente, Lic. Franklin Surichaqui Gutiérrez como Secretario y Arg. Hugo Camilo Salas Tocasca como Vocal, con la finalidad de evaluar la sustentación de la Tesis referida, inmediatamente después se procede con la sustentación y la interrupción del Presidente dando las indicaciones correspondientes para dar inicio a la sustentación, primero dando el tiempo reglamentario de 30 minutos. Seguidamente terminada la sustentación se procedió a la formulación de preguntas pertinentes, los cuales fueron absueltos por el tesisista.

Los miembros del Jurado después de un intenso debate se resuelve: Aprobar la Sustentación de Tesis por: Mayoría, siendo las 12:30 pm, del día Trece de Agosto del año Dos mil quince, en señal de conformidad firman al pie del presente.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA
SECRETARIA GENERAL

CERTIFICO: QUE EL PRESENTE DOCUMENTO
ES COPIA FIEL DE SU ORIGINAL

Sr. Mauro E. Casas Romero
TERCER FEDATARIO
Res. N° 0309-2015-R-UNH.

18 SET, 2015

ARG. HUGO SALAS T.
VOCAL.

ING. URIEL NEIRA CALSIN
PRESIDENTE.

Lic. Franklin Surichaqui G.
Secretario

A mis abuelitos: Eusebio, lucia, Ignacio y modesta.

A mis padres Maribel y Cesar quienes me apoyaron Incondicionalmente para alcanzar mis logros a pesar de las dificultades que se presentaron en diferentes.

A mis hermanos quienes son mi inspiración para cumplir cada una de mis metas.

JULIO CESAR.

AGRADECIMIENTO

- A nuestra alma mater la Universidad Nacional de Huancavelica, facultad de Ingeniería Minas Civil ambiental, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil.
- A los catedráticos de la escuela Profesional de ingeniería Civil – Huancavelica, por sus enseñanzas y los consejos que me brindaron durante los años de estudio.
- A mis amigos y ex compañeros de estudio quienes me orientaron para la elaboración de esta tesis.
- A mis familiares por los buenos consejos y apoyo que hicieron posible la realización de esta tesis.

ÍNDICE

PORTADA	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE	
RESUMEN	
INTRODUCCION	

CAPÍTULO I

PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	11
1.3 OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	12
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	12

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES.....	13
2.2 BASES TEÓRICAS.....	14
2.3 HIPÓTESIS.....	15
2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	16
2.5 VARIABLES DE ESTUDIO.....	19

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 ÁMBITO DE ESTUDIO.....	20
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	20
3.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	20
3.4 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	21
3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	21
3.6 POBLACIÓN, MUESTRA.....	21

3.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	22
3.8 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	23
3.9 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATO.....	23

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 ALBAÑILERIA CONFINADA	24
4.2 MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA	77
4.3 ANALISIS ECONÓMICO.....	97
4.4 DISCUSIÓN.....	101

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA (estilo Vancouver)

ARTICULO CIENTIFICO

ANEXOS

RESUMEN

El sistema de Muros de ductilidad Limitada como el de Albañilería Confinada presentan un adecuado y real comportamiento estructural ante la amenaza sísmica, ya que cumplen con los requisitos del Diseño Sismo resistente y del Diseño Estructural que plantea el RNE de Perú, así como incluyen el efecto de la Interacción Sísmica Suelo Estructura. A nivel de costos, tiempos de ejecución e impactos socioeconómicos, el sistema de MDL presenta mayores ventajas frente al sistema de AC, pese a ello aún no ha sido lo suficientemente ensayado como es el caso del sistema de AC el cual ya ha sido probado y mejorado ampliamente a lo largo de los años.

Queda a criterio del proyectista el utilizar el sistema que más se ajuste a sus necesidades, disponibilidades o requerimientos, sirviéndole de base las ventajas y desventajas de los dos sistemas estructurales expuestos en la presente tesis

INTRODUCCIÓN

El mercado de vivienda popular durante años ha sido atendido principalmente por el sector informal (autoconstrucción), lo que ha producido viviendas de baja calidad con elevados costos financieros y sociales. Existe, en tanto, un severo déficit de ofertas habitacional de calidad y accesibles a sectores mayoritarios de la población, razón por la cual debe de analizarse nuevos sistemas constructivos que garanticen menores costos, tiempos de ejecución y adecuada calidad de las viviendas.

En el presente estudio comparativo, se toman las viviendas multifamiliares como alternativa de solución frente a los problemas antes mencionados, ya sean construidas por los sistemas convencionales (Albañilería Confinada) o sistemas industrializados (Muros de Ductilidad Limitada), a fin de obtener un comportamiento más real, se ha considerado el efecto de flexibilidad de la base llamado Interacción Sísmica Suelo Estructura.

Los parámetros evaluados en la presente investigación fueron los mismos en ambos casos, partiendo de la premisa que toda estructura debe cumplir con las exigencias de las normas de Diseño Sismo resistente y de Diseño Estructural vigentes.

En el primer capítulo se desarrolla el problema, dentro de este capítulo se desarrolla los temas de planteamiento del problema, formulación del problema, objetivo general y específicos y justificación; en el segundo capítulo se desarrolla lo que es el marco teórico, dentro de este capítulo se desarrolla los antecedentes, bases teóricas, hipótesis y variables de estudio; en el tercer capítulo se desarrolla la metodología de investigación y en el cuarto capítulo los resultados.

CAPITULO I

PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 SELECCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad en la ciudad de Lircay no se realizó hasta el momento un proceso constructivo de muros de ductilidad limitada, lo común hasta hoy en día son la construcción de muros de albañilería confinada o muros portantes, los cuales no son resistentes a eventos sísmicos ocasionando pérdidas de vidas humanas y económicas.

El mercado de vivienda popular durante años ha sido atendido principalmente por el sector informal (autoconstrucción), lo que ha producido viviendas de baja calidad con elevados costos financieros y sociales. Existe, en tanto, un severo déficit de ofertas habitacional de calidad y accesibles a sectores mayoritarios de la población, razón por la cual debe de analizarse nuevos sistemas constructivos que garanticen menores costos, tiempos de ejecución y adecuada calidad de las viviendas.

En el presente estudio comparativo, se toman las viviendas multifamiliares como alternativa de solución frente a los problemas antes mencionados, ya sean construidas por los sistemas convencionales (Albañilería Confinada) o sistemas industrializados (Muros de Ductilidad Limitada), a fin de obtener un comportamiento más real, se ha considerado el efecto de flexibilidad de la base llamado Interacción Sísmica Suelo Estructura.

Los parámetros evaluados en la presente investigación fueron los mismos en

ambos casos, partiendo de la premisa que toda estructura debe cumplir con las exigencias de las normas de Diseño Sismo resistente y de Diseño Estructural vigentes.

El mercado de vivienda popular durante años ha sido atendido principalmente por el sector informal (autoconstrucción) lo que ha producido viviendas de baja calidad, con elevados costos financieros y sociales. Existe en tanto un severo déficit en la oferta de soluciones habitacionales de calidad, accesibles a sectores mayoritarios de la población (niveles C y D).

El déficit habitacional tanto cuantitativo como cualitativo, la carencia de soluciones constructivas económicas y las políticas de formalización de procesos irregulares de ocupación del suelo han generado un serio problema, el cual conlleva al inadecuado desarrollo urbano y la baja calidad de vida presente en nuestra ciudad.

1.1.2 DELIMITACIÓN

Se tomará como modelo un edificio multifamiliar típico, ubicado en la ciudad de Ircay, distrito y provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica.

Dicho edificio cumple con los requisitos arquitectónicos reglamentarios, presentando las siguientes características: Cinco (05) niveles, con un área construida de aproximadamente 322.60m^2 por nivel. La vivienda multifamiliar cuenta con una sala - comedor, cocina - lavandería, dormitorios, sala de estar, sala de estudio, esto solo para lo que es el sistema de albañilería confinada.

Se llevará a cabo el Análisis y Diseño Estructural de la Edificación con el Sistema de Muros de Ductilidad Limitada y de Albañilería Confinada considerando para ambos casos la Interacción Sísmica Suelo - Estructura.

Para el Análisis Sísmico del edificio se cumplirá con los requisitos establecidos en la Norma E-030 (Diseño Sismo resistente), tanto para el Sistema de Muros de

Ductilidad Limitada como para el de Albañilería Confinada; así como el Diseño Estructural se regirá por la Norma E-060 (Concreto Armado) para el caso de Muros de Ductilidad Limitada y la Norma. E-070 (Albañilería) para el caso de Albañilería Confinada.

También se elaborarán los Presupuestos de Obra para los Sistemas de Muros de Ductilidad y de Albañilería Confinada respectivamente, para ello sólo se analizarán las partidas de Estructuras y parte de las partidas de Arquitectura, es decir, a nivel de cascarón estructural tarrajado o solaqueado. No se incluyen instalaciones sanitarias, eléctricas, escaleras, cisterna, tanque elevado, pintura, carpintería de madera, vidrios, cerrajería, etc., ya que representan costos fijos e igual proceso constructivo en ambos casos, por lo que su incidencia es mínima en los resultados finales de la investigación.

Se evaluará el impacto socioeconómico y ambiental producido por la construcción de viviendas con los dos sistemas de Muros de Ductilidad Limitada y Albañilería Confinada. Finalmente se realizará una comparación del Análisis obtenido a fin de mostrar la factibilidad de los dos sistemas estructurales estudiados.

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

PROBLEMA GENERAL

Teniendo en cuenta el planteamiento del problema se llegó la siguiente interrogante: ¿Cuál de los dos Sistemas Estructurales presenta un mejor comportamiento estructural ante la amenaza sísmica en la construcción de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Lircay?

PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál de los dos sistemas estructurales es de menor costo, tiempo de ejecución y mejor calidad en la construcción de viviendas multifamiliares?
- ¿Cuál de los dos sistemas estructurales representa un mayor impacto positivo socioeconómico y un menor impacto negativo ambiental.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar cuál de los sistemas estructurales en estudio ofrece un adecuado comportamiento estructural frente a la amenaza sísmica en la construcción de viviendas multifamiliares.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los costos y los tiempos de ejecución en la construcción de una vivienda multifamiliar por los sistemas estructurales planteados.
- Evaluar el impacto socioeconómico y ambiental que genera la construcción masiva de viviendas con ambos sistemas.

1.4 JUSTIFICACION

En la ciudad de Ircay, se ha ejecutado numerosas construcciones de viviendas multifamiliares y unifamiliares de albañilería confinada, pero este tipo de construcciones fueron realizadas por mano de obra no calificada, construyendo viviendas poco resistentes a eventos sísmicos, pudiendo ocasionar pérdidas de vidas humanas y económicas, es por ello que el presente trabajo de tesis trata de un novedoso sistema de construcción denominado muros de ductilidad limitada, la cual proporciona mayor resistencia, durabilidad y sobre todo seguridad de vidas humanas.

Los muros de ductilidad limitada además de ofrecer resistencia, durabilidad, seguridad, ofrece bajos costos en su proceso constructivo, siempre y cuando se utilicen los novedosos materiales para encofrado como paneles de metal, las cuales ofrecen rapidez en el proceso constructivo de las viviendas.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES

Existen numerosas investigaciones, sobre el Sistema de Albañilería Confinada en nuestro medio, siendo las más importantes: "Construcciones de Albañilería" del ingeniero Ángel San Bartolomé y "Albañilería Estructural" del ingeniero Héctor Gallegos ", a la fecha continúan las investigaciones.

En lo que se refiere al Sistema de Muros de Ductilidad Limitada sólo existen algunos artículos en revistas como la del Ingeniero Civil, "El Constructivo". Recién, en diciembre del 2004, el Servicio de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO) incorpora pautas específicas para las Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL) en las Normas de Diseño Sismo resistente y de Concreto Armado.

Cabe resaltar que desde el año 2004 se viene empleando en forma masiva el Sistema de Muros de Ductilidad Limitada para la construcción de edificios multifamiliares en la ciudad de Lima, es el caso del conjunto habitacional "Arq. Fernando Belaunde Terry", también el conjunto residencial "Jardines de Tingo María", entre otros.

En nuestra ciudad por medio del programa Techo Propio del BANMAT, se ha ejecutado numerosos proyectos, podemos citar a la constructora BECTEK, la que ha ejecutado en mayor medida, viviendas multifamiliares con el Sistema Muros de Ductilidad Limitada.

2.2 BASES TEORICAS

2.2.1 SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA

2.2.1.1 DEFINICIÓN DEL SISTEMA

Es un sistema estructural donde la resistencia ante cargas sísmicas y cargas de gravedad, en las dos direcciones, está dada por muros de concreto armado que no pueden desarrollar desplazamientos inelásticos importantes. Los muros son de espesores reducidos, se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola hilera. Los sistemas de piso son losas macizas o aligeradas que cumplen la función de diafragma rígido.

2.2.1.2 IMPORTANCIA DEL SISTEMA

El sistema de Muros de Ductilidad Limitada en la actualidad está siendo muy utilizado en el Perú, debido a la facilidad que la industrialización ha traído para este sistema, mediante el uso de encofrados metálicos estructurales y el uso de concreto premezclado, haciendo más ágil y económico el proceso constructivo de las obras.

La importancia estructural de este sistema radica en el uso de muros de concreto, lo cual nos asegura que no se produzcan cambios bruscos de las propiedades resistentes y principalmente de las rigideces.

2.2.2 SISTEMA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA

2.2.2.1 DEFINICIÓN DEL SISTEMA

Es un sistema de construcción que resulta de la superposición de unidades de albañilería unidas entre sí por un mortero, formando un conjunto monolítico llamado muro. La albañilería confinada se origina cuando el muro está enmarcado en todo su perímetro por concreto armado vaciado con posterioridad a la construcción del muro.

2.2.2.2 IMPORTANCIA DEL SISTEMA

En el Perú este sistema es el que más se emplea en la construcción

de viviendas y edificios multifamiliares de hasta cinco pisos. La razón de su popularidad es que en estas construcciones, generalmente, se tienen ambientes con dimensiones pequeñas que varían entre 3.00 a 4.50 m; entonces resulta muy conveniente que los elementos verticales que sirven para limitar los espacios tengan también funciones estructurales y justamente, los muros de ladrillo cumplen con estos dos requisitos. Además, de encontrarse en nuestra medio una gran cantidad de materiales con los que se elabora sus unidades básicas.

Así lo demuestra el Estudio de Edificaciones Urbanas en Lima y Callao, realizado en Julio del 2003, por la Cámara Peruana de la Construcción (Capeco) el cual indica que: del total de las edificaciones censadas, el 69,9% de las viviendas son de albañilería (ladrillo y concreto) y un 15,6 se utiliza el concreto armado; el cual tiene un comportamiento ante eventos naturales que todavía viene siendo estudiado para lograr un óptimo comportamiento de los elementos que lo conforman.

2.3 HIPÓTESIS

Hipótesis Alterna Ha:

El Sistema Estructural de albañilería confinada presenta un mejor comportamiento estructural ante la amenaza sísmica en la construcción de una vivienda multifamiliar en comparación al sistema estructural de muros de ductilidad limitada.

Hipótesis Nula Ho:

El Sistema Estructural de albañilería confinada no presenta un mejor comportamiento estructural ante la amenaza sísmica en la construcción de una vivienda multifamiliar en comparación al sistema estructural de muros de ductilidad limitada.

2.4 DEFINICION DE TÉRMINOS

- a) **UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE ARCILLA**, Es La unidad de albañilería (ladrillo) es el componente básico para la construcción de la albañilería los ladrillos son hechos artesanalmente o industrialmente, y se caracterizan físicamente por tener buenas propiedades acústicas y térmicas.
- b) **MORTERO**, El mortero es un adhesivo que une y cubre las irregularidades de los ladrillos de arcilla con relativa estabilidad en el proceso constructivo.
- c) **ALBAÑILERÍA CONFINADA**, La albañilería confinada es un material estructural compuesto por unidades asentadas con mortero y reforzada con elementos de confinamiento de concreto armado verticales (columnas) y horizontales (vigas soleras).
- d) **TABICUERÍA**, Los tabiques son muros cuyo único fin es la separación de ambientes.
- e) **RIGIDEZ**, La rigidez es la capacidad de un objeto sólido o elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones o desplazamientos.
- f) **SISMO**, Es una sacudida del terreno que se produce debido al choque de las placas tectónicas y a la liberación de energía en el curso de una reorganización brusca de materiales de la corteza terrestre al superar el estado de equilibrio mecánico.
- g) **ACELERACIÓN**, Aumento de la velocidad del movimiento del suelo en función del tiempo.
- h) **ACELERÓGRAFO**, Instrumento que registra la aceleración del suelo en función del tiempo en el campo cercano.
- i) **ACELEROGRAMA**. Dícese al registro de la aceleración del suelo en función del tiempo.
- j) **CATÁLOGO SÍSMICO**. Es una base de datos válida para realizar cualquier estudio en sismología. En este sentido, el catálogo sísmico debe contener todos los parámetros que caracterizan a un sismo calculado en las mismas condiciones de contorno a fin de constituir un catálogo homogéneo.

- k) **DISTANCIA EPICENTRAL.** Define la longitud del círculo máximo entre el epicentro y una estación de registro, medida en grados o Km. (1 grado @ 111.11 Km.).
- l) **EPICENTRO.** Define el punto sobre la superficie de la tierra, directamente por encima del foco de un terremoto.
- m) **ESCALAS DE INTENSIDADES SÍSMICAS.** Parámetros que clasifican los sismos en grados discretos de acuerdo a los efectos observables en un sitio. Las escalas vigentes son la internacional MSK y la MM (Mercalli Modificada) de 12 grados.
- n) **ESCALAS DE MAGNITUDES SÍSMICAS.** Parámetros que clasifican los sismos de acuerdo a las amplitudes y períodos, y duración de las ondas registradas en los sismógrafos. Son escalas de valores continuos sin límites superior e inferior. Los valores extremos dependen del fenómeno y la naturaleza. Este parámetro da una idea del tamaño del sismo: Dimensión de la zona de ruptura y la cantidad de energía liberada en la zona hipocentral.
- o) **ESTACIÓN U OBSERVATORIO SISMOLÓGICO.** La ubicación de un instrumento para registrar sismos, sea sismógrafo o acelerógrafo.
- p) **FALLA.** Define a una fractura geológica a lo largo de lo cual se ha producido un desplazamiento de dos bloques adyacentes en tiempos históricos o donde se han localizado focos de terremotos. El desplazamiento puede ser de milímetros a centenas de kilómetros.
- q) **FOCO O HIPOCENTRO.** Punto en el interior de la Tierra en donde se produce el terremoto o desde el cual se produce la liberación de energía.
- r) **ISOSISTAS.** Líneas que unen sitios en la superficie de la Tierra con intensidades macro sísmicas de igual valor.
- s) **INGENIERÍA SÍSMICA.** La aplicación de los conocimientos de los sismos y las vibraciones del suelo al diseño y la construcción de obras civiles y obras públicas para proporcionar protección a vidas y a recursos en caso de un terremoto.
- t) **MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA.** La división de una ciudad en áreas de diferentes niveles de peligrosidad sísmica según características locales como

geología superficial y la topografía.

- u) **PELIGROSIDAD SÍSMICA.** Define la probabilidad de que haya un movimiento fuerte de cierta intensidad en un lugar dentro de un periodo de tiempo especificado.
- v) **PERIODO DE RETORNO.** Define el lapso de tiempo promedio entre las ocurrencias de terremotos con un determinado rango de magnitud; es igual a la reciproca de la frecuencia de ocurrencia.
- w) **PLACA.** Parte de la superficie terrestre que se comporta como una unidad rígida simple. Las placas tienen de 100 a 150 Km. de espesor. Están formadas por la corteza continental o corteza oceánica o por ambas, encima del manto superior. Las placas se mueven con relación al eje de la Tierra y de unas a otras. Existen 6 grandes placas (Eurásica, Indo-Australiana, Pacífica, Norteamericana, Sudamericana y Antártica) y varias más pequeñas.
- x) **SISMÓGRAFO.** Instrumento que registra los movimientos de la superficie de la Tierra en función del tiempo y que son causados por ondas sísmicas (terremotos).
- y) **SISMOLOGÍA.** Ciencia que estudia los terremotos, fuentes sísmicas y propagación de ondas sísmicas a través de la Tierra.
- z) **TERREMOTO.** Movimiento repentino de parte de la corteza terrestre o sacudida producida en la corteza terrestre o manto superior. Un terremoto puede ser causado por el movimiento a lo largo de una falla o por actividad volcánica.
- aa) **PLACAS TECTÓNICAS.** Las placas tectónicas son gigantescos cascarones de la corteza terrestre, del tamaño de continentes, que se mueven unos hacia otros bajo la presión que ejercen sobre ellos los flujos de lava provenientes del núcleo del planeta tierra, en Sudamérica tenemos las placas llamadas del Caribe, Nazca y Sudamericana.
- bb) **DESPLAZAMIENTO.** Es la longitud de la trayectoria comprendida entre la posición inicial y la posición final de un punto material.
- cc) **FUERZA.** La fuerza es una magnitud física que mide la intensidad del intercambio de momento lineal entre dos partículas o sistemas de partículas (en

lenguaje de la física de partículas se habla de interacción).

dd) DIAFRAGMA RIGIDO. Son Viviendas en los que las losas de piso, el techo y la cimentación, actúen como elementos que integran a los muros portantes y compatibilicen sus desplazamientos laterales.

2.5 VARIABLES DE ESTUDIO

2.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE: Aplicación de modelos de sistemas constructivos: albañilería confinada y muros de ductilidad limitada.

2.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE: Calidad de vida de los habitantes de la ciudad de Iircay.

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1 ÁMBITO DE ESTUDIO

El ámbito de estudio para el presente trabajo de Investigación está considerado en el ámbito espacial y en ámbito temporal:

✓ **ÁMBITO ESPACIAL**

En este caso el ámbito espacial del presente proyecto de investigación será en la ciudad de Lircay, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica.

✓ **ÁMBITO TEMPORAL**

De la misma forma el ámbito temporal estará el tiempo de estudio del proyecto que será desde el mes de setiembre hasta el mes de diciembre del año 2014.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo al fin que persigue: Aplicada Tecnológica; porque ya existe enfoques teóricos a cerca de las variables.

Así como también se utiliza el tipo sustantivo: Descriptivo-explicativo, que nos permitirá describir las variables y por ende nos ayudara a la explicación de dichas variables, para el mejor entendimiento del problema de investigación.

3.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

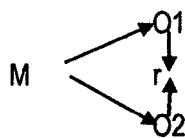
El presente estudio de investigación arribo hasta un nivel explicativo; porque los estudios correlacionales tienden a explicar el comportamiento de los fenómenos, así mismo siempre tienden a llegar a una explicación o sustentación.

3.4 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El estudio utilizara los métodos Descriptivo - Correlacional Descriptivo, porque nos permitirá describir a cada una de las variables de estudio; Correlacional porque permitirá diferenciar el procesamiento de datos entre muros de ductilidad limitada y Albañilería Confinada.

3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se utilizó el Diseño de Investigación No Experimental: Transversal Descriptivo y Correlacional: No experimental porque no se pueden manipular variables ni asignar aleatoriamente a la unidad de análisis, transversal porque la medición de variables se da en un momento dado; descriptivo porque nos permite describir las variables de estudio; Correlacional porque las variables de estudio estén en relación entre sí.



O1= Evaluación de la vulnerabilidad sísmica

O2= Riesgo de desastres en Viviendas

M = Muestra

r = Relación

3.6 POBLACIÓN, MUESTRA

➤ POBLACIÓN

Para la presente Investigación la población está constituido por sistemas estructurales tales como: aporticado, muros de ductilidad limitada., albañilería confinada, albañilería armada, sistemas mixtos, etc. empleados en la construcción de viviendas multifamiliares.

➤ MUESTRA

La muestra en estudio está constituida por una vivienda de tipo multifamiliar de cinco niveles, cuatro departamentos por nivel, con un área construida de aproximadamente 322.60 m² por nivel. Esta será diseñada y analizada por los Sistemas Estructurales de Muros de Ductilidad Limitada y de Albañilería Confinada.

3.7 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

❖ TÉCNICAS

La aplicación de una técnica conduce a la obtención de información, la cual debe ser resguardada mediante un instrumento de recolección de datos.

❖ INSTRUMENTOS

Se utilizará la Evaluación Visual y toma de datos a través de formulario como instrumento de recolección de datos en la muestra según el muestreo establecido. La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

- Cinta métrica: para medir las dimensiones de viviendas modelo para el análisis del presente proyecto.
- Calculadora: para determinar las áreas respectivas.
- Cámara fotográfica
- Computadora portátil
- Observaciones y comentarios. En esta parte se anotaran y clasificaran los defectos que tienen las viviendas multifamiliares.

3.8 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- **TRABAJO DE CAMPO**

Una vez realizado la selección de la zona y la ubicación de la estructura a diagnosticar, se realizará. La medición perimetral de la estructura las columnas, viga y losa, también se tomara fotografías del lugar. En la ciudad de Lircay, Provincia de Angaráes, Departamento de Huancavelica.

- **TRABAJO DE GABINETE**

Al realizar el trabajo de campo en la zona ya determinada, se procederá realizará la idealización de la estructura en planta y perfil con ayuda de programas de dibujo para nuestro caso se usó el programa Autodesk.

3.9 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

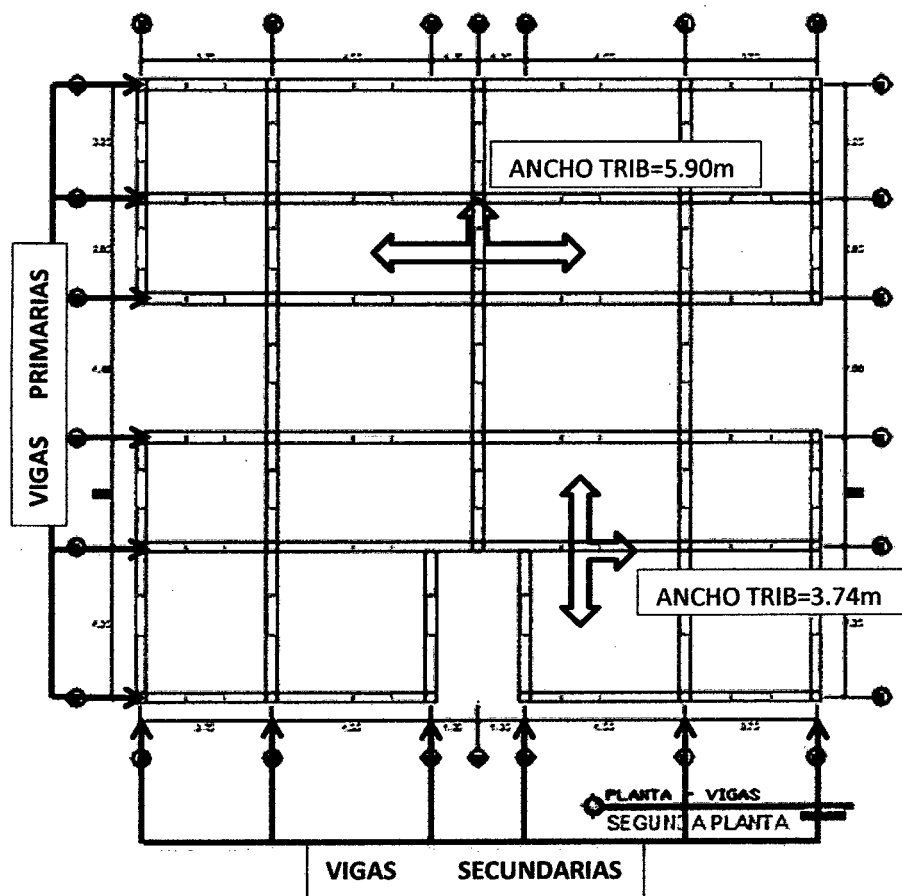
Son procedimientos y actividades que nos permitirá obtener información necesaria para dar respuesta a las variables en estudio, para el procesamiento de los datos obtenidos en la recolección de datos se utilizara programas estructurales como SAP 2000, ETABS y SAFE estos resultados serán presentados en cuadros y gráficos.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 DISEÑO ESTRUCTURAL SISTEMA "ALBAÑILERIA CONFINADA"

4.1.1 PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS



➤ PARA VIGAS PRIMARIAS:

$$b = \frac{B}{20}$$

✓ Ancho de Viga (b)

; Donde: B = Ancho Tributario

$$b = \frac{3.74}{20} = 0.19$$

Por lo tanto: $b = 0.25m$

✓ Altura de viga (h)

$$h = 1.1 * Ln * \sqrt[2]{\frac{Wu * B}{\alpha * \phi * f'c * b * \omega(1 - 0.59\omega)}}$$

Donde:

- ❖ $Ln = \text{Luz Libre} = 5.6m$
- ❖ $Wu = 1.4 * Wd + 1.7 * Wl = 0.11Kg/cm^2$
- ❖ $B = \text{Ancho Tributario}$
- ❖ $\alpha = 16$
- ❖ $\phi = 0.9$
- ❖ $f'c = 210Kg/cm^2$
- ❖ $Fy = 4200Kg/cm^2$
- ❖ $b = \text{Ancho de viga} = 0.30m$
- ❖ $\omega = \frac{\rho * fy}{f'c} = 0.14$
- ❖ $\rho = 0.007$

$h = 0.46m$; finalmente $h = 0.50m \rightarrow VP - 0.30 \times 0.50 m$

➤ PARA VIGAS SECUNDARIAS:

✓ Ancho de Viga (b) $b = \frac{B}{20}$; Donde: B = Ancho Tributario

$$b = \frac{5.90}{20} = 0.295$$

Por lo tanto: $b = 0.30m$

✓ Altura de viga (h)

$$h = 1.1 * Ln * \sqrt[2]{\frac{Wu * B}{\alpha * \phi * f'c * b * \omega(1 - 0.59\omega)}}$$

Donde: $Wu = 1.4 * Wd + 1.7 * Wl = 0.11Kg/cm^2$

- ❖ $Ln = \text{Luz Libre} = 4.04m$
- ❖ $B = \text{Ancho Tributario}$
- ❖ $\alpha = 16$
- ❖ $\phi = 0.9$

- ❖ $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- ❖ $Fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
- ❖ $b = \text{Ancho de viga} = 0.30 \text{ m}$
- ❖ $\omega = \frac{\rho \cdot fy}{f'c} = 0.14$
- ❖ $\rho = 0.007$

$h = 0.33 \text{ m}$; finalmente $h = 0.35 \text{ m}$  $VP = 0.30 \times 0.35 \text{ m}$

4.1.2 PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS

TABLA N° 01: PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS

TIPO C5 (para los primeros pisos)	Columna Interior $N < 3$ pisos	$P = 1.10 \text{ PG}$ $n = 0.30$
TIPO C5 (para los 4 ultimos pisos superiores)	Columna Interior $N > 4$ pisos	$P = 1.10 \text{ PG}$ $n = 0.25$
TIPO C2, C3	Columnas Externas de Porticos Interiores	$P = 1.25 \text{ PG}$ $n = 0.25$
TIPO C1	Columna de esquina	$P = 1.50 \text{ PG}$ $n = 0.20$

Fuente: libro concreto armado ICG

DATOS:

N° PISOS =	5		
$F'c =$	210	Kg/cm ²	} SEGÚN CRITERIO
$Fy =$	4200	Kg/cm ²	
P.ALIGERADO =	280	Kg/m ²	} SEGÚN EL REGLAMENTO NACIONAL DE
P.TABICUERIA =	150	Kg/m ²	
P.ACABADO =	120	Kg/m ²	
P.VIGAS =	100	Kg/m ²	
P.COLUMNAS =	60	Kg/m ²	
S/C =	200	Kg/m ²	
PG =		910	Kg/m ²

PREDIMENSIONAMIENTO C - 1 (ESQUINA)

AREA TRIBUTARIA

EJE X	EJE Y
1.88	2.17

$$A = 4.08 \text{ m}^2$$

CARGA DE SISMO

$$Q = PG \cdot A$$

$$Q = 3712.436 \text{ Kg}$$

COMO:

$$b \cdot D = \frac{P \cdot N^{\circ} \text{ pisos}}{n \cdot f'c}$$

$$P = \text{COEF.} \cdot Q$$

b = otra dimensión de la sección de la columna

D = dimensión de la sección en la dirección del análisis sísmico de la columna

n = del tipo de columna según tabla

Coef. = del tipo de columna según tabla

ENTONCES :

$$P = 5568.654$$

$$N^{\circ} \text{ pisos} = 5$$

$$n = 0.20$$

$$f'c = 210$$

$$b \cdot D = 663 \text{ cm}^2$$

CONSIDERANDO QUE :

$$t = b = D$$

$$t = 26$$

POR LO TANTO:

$$t = 30$$

COLUMNA C - 1:	30	30
-----------------------	-----------	-----------

PREDIMENSIONAMIENTO C - 2 (LATERAL EXTERNA)		
AREA TRIBUTARIA	EJE X	EJE Y
	4.15	2.17
A = 9.01 m2		
CARGA DE SISMO	Q = PG*A	
Q = 8195.005 Kg		
COMO:	$b * D = \frac{P * N^{\circ} \text{pisos}}{n * f'c}$	
	P = COEF.*Q	
b = otra dimensión de la sección de la columna D = dimensión de la sección en la dirección del análisis sísmico de la columna n = del tipo de columna según tabla Coef. = del tipo de columna según tabla		
ENTONCES :		
P = 10243.75625 N° pisos = 5 n = 0.25 f'c = 210		
b*D = 976 cm2		
CONSIDERANDO QUE :		
t = b = D t = 31		
POR LO TANTO:	t = 30	
COLUMNA C - 2: 30 30		

PREDIMENSIONAMIENTO C - 3 (LATERAL EXTERNA)

AREA TRIBUTARIA

EJE X	EJE Y
1.88	3.74

$$A = 7.03 \text{ m}^2$$

CARGA DE SISMO

$$Q = PG \cdot A$$

$$Q = 6398.392 \text{ Kg}$$

COMO:

$$b \cdot D = \frac{P \cdot N^{\circ} \text{ pisos}}{n \cdot f'c}$$

$$P = \text{COEF.} \cdot Q$$

b = otra dimensión de la sección de la columna

D = dimensión de la sección en la dirección del análisis sísmico de la columna

n = del tipo de columna según tabla

Coef. = del tipo de columna según tabla

ENTONCES :

$$P = 7997.99$$

$$N^{\circ} \text{ pisos} = 5$$

$$n = 0.25$$

$$f'c = 210$$

$$b \cdot D = 762 \text{ cm}^2$$

CONSIDERANDO QUE :

$$t = b = D$$

$$t = 28$$

POR LO TANTO:

$$t = 30$$

COLUMNA C - 3:	30	30
-----------------------	-----------	-----------

PREDIMENSIONAMIENTO C - 4 (CENTRAL)

AREA TRIBUTARIA

EJE X	EJE Y
4.15	3.74

$$A = 15.52 \text{ m}^2$$

CARGA DE SISMO

$$Q = PG \cdot A$$

$$Q = 14124.11 \text{ Kg}$$

COMO:

$$b \cdot D = \frac{P \cdot N^{\circ} \text{ pisos}}{n \cdot f'c}$$

$$P = \text{COEF.} \cdot Q$$

b = otra dimensión de la sección de la columna

D = dimensión de la sección en la dirección del análisis sísmico de la columna

n = del tipo de columna según tabla

Coef. = del tipo de columna según tabla

ENTONCES :

$$P = 15536.52$$

$$N^{\circ} \text{ pisos} = 5$$

$$n = 0.30$$

$$f'c = 210$$

$$b \cdot D = 1233 \text{ cm}^2$$

CONSIDERANDO QUE :

$$t = b = D$$

$$t = 35$$

POR LO TANTO:

$$t = 35$$

COLUMNA C - 4: 40 40

PREDIMENSIONAMIENTO C - 5 (CENTRAL)		
AREA TRIBUTARIA	EJE X 7.25	EJE Y 3.74
A = 27.12 m²		
CARGA DE SISMO	Q = PG*A	
Q = 24674.65 Kg		
COMO:	$b * D = \frac{P * N^{\circ} \text{ pisos}}{n * f'c}$	
	P = COEF.*Q	
b = otra dimensión de la sección de la columna D = dimensión de la sección en la dirección del análisis sísmico de la columna n = del tipo de columna según tabla Coef. = del tipo de columna según tabla		
ENTONCES :		
P = 27142.115 N° pisos = 5 n = 0.30 f'c = 210		
b*D = 2154 cm²		
CONSIDERANDO QUE :		
t = b = D t = 46		
POR LO TANTO:		
t = 50		
COLUMNA C - 5: 50 50		

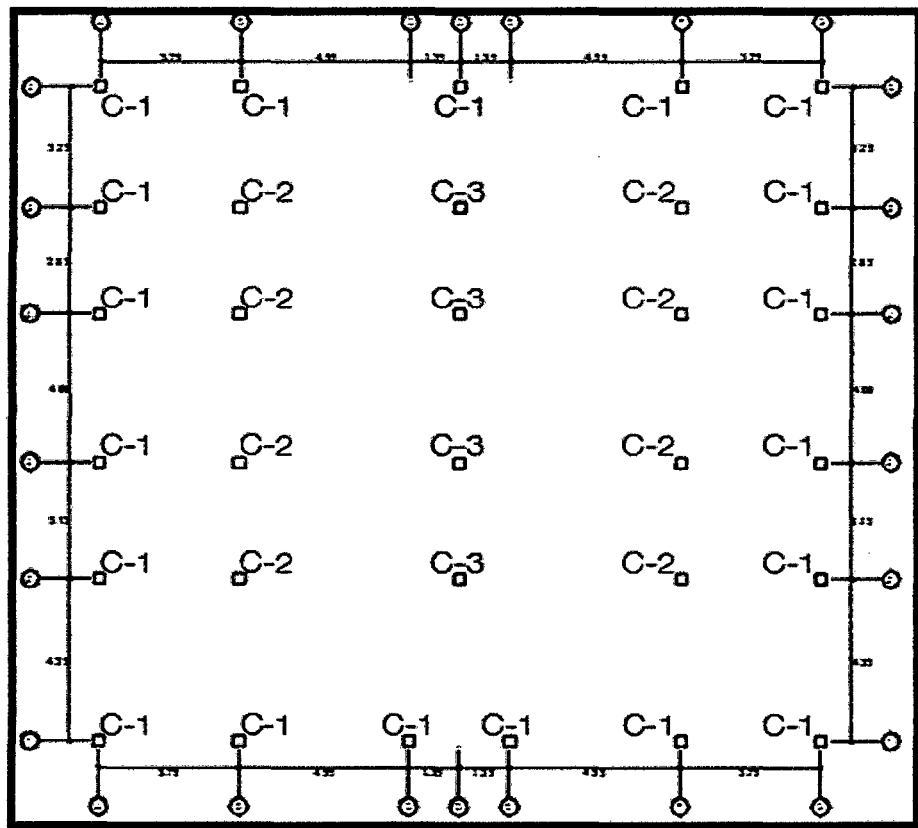


Imagen N° 01: Distribución De Columnas Según El Cálculo Realizado

4.1.3 PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA

Se tomara la siguiente relación para el cálculo de la altura de losa aligerada

$$h = \frac{\text{Luz Libre}}{25} \Rightarrow L_n = 5.60\text{m}$$

$$h = 0.224 \Rightarrow h = 0.25\text{m}$$

➤ CALCULO DE PESO PROPIO.

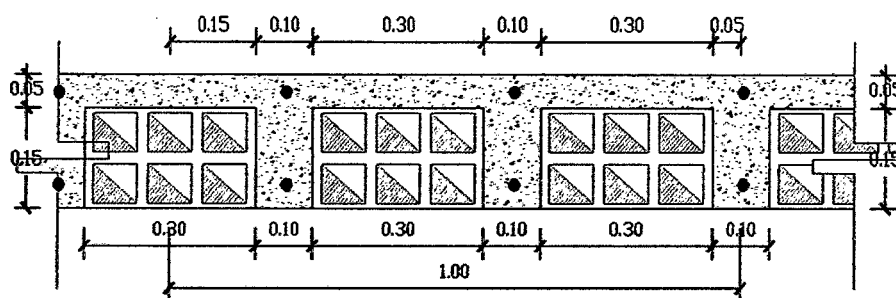


Imagen N° 02: gráfico de losa aligerada

Metrado de Cargas Losa Aligerada e=20cm con Ladrillo de Arcilla.

Descripción	Material	Peso (kg/m ³)	Largo	Ancho	Alto	Peso/m ²
Recubrimiento	Concreto	2400.0000	1	1	0.05	120.00
Viguetas	Concreto	2400.0000	1	0.25	0.15	90.00
Ladrillo	Ladrillo 15	592.0000	1	0.75	0.15	66.60

276.60 Kg/m²

- PESOS ADICIONALES AL PESO PROPIO.
 - ✓ PESO DE LA TABIQUERIA = 150 Kg/m²
 - ✓ PESO DE ACABADOS = 120 Kg/m²
- SOBRE CARGA O PESO VIVO
 - ✓ S/C = 200 Kg/m²

4.1.4 ANALISIS ESTRUCTURAL

ANÁLISIS DE CARGAS:

ANÁLISIS ESTRUCTURAL POR CARGAS VERTICALES:

El metrado de cargas es una técnica con la cual se estiman las cargas actuantes (cargas muertas o permanentes y cargas vivas o sobrecargas) sobre los distintos elementos estructurales que componen el edificio. Este proceso es aproximado ya que por lo general se desprecian los efectos hiperestáticos producidos por los

momentos flectores, salvo que estos sean muy importantes. En la Norma Peruana de Cargas E.020 se especifica las cargas estáticas mínimas que se deben adoptar para el diseño estructural.

Este tipo de análisis se realizará para cargas Permanentes o Muertas y Sobrecargas o Cargas Vivas. A continuación se hace una breve descripción de ambos casos.

ANÁLISIS POR CARGAS PERMANENTES O MUERTAS:

Este análisis se realizará en base a las cargas que actúan permanentemente en la estructura en análisis tales como: Peso propio de vigas, columnas, losas, tabiquería, acabados, coberturas, etc.

Estas cargas serán repartidas a cada uno de los elementos que componen la estructura, los pesos de los materiales necesarios para la estimación de cargas muertas se encuentran registrados en la Norma de Cargas E.020.

ANÁLISIS POR SOBRE CARGAS O CARGAS VIVAS:

Este análisis se realizará en base a las sobrecargas estipuladas en Normas Peruanas de estructuras referidas a Cargas E.020.

ANÁLISIS ESTRUCTURAL POR CARGAS DINÁMICAS:

El análisis dinámico de las edificaciones se realizó mediante procedimientos de superposición espectral, según lo estipulado en la Norma de Diseño Sismo resistente E.030.

Actualmente la Norma de Diseño Sismo resistente E.030, exige analizar cada dirección con el 100% del sismo actuando en forma independiente: sin embargo, otros reglamentos contemplan la posibilidad que el sismo actúe en forma simultánea en ambas direcciones: 100% en X y 30% en Y, y viceversa.

Un sismo puede atacar en el sentido N-S o S-N y también O-E o E-O, ya que las aceleraciones son positivas y negativas. De esta manera, para efectos de diseño, debe trabajarse con las envolventes de esfuerzos en condición de rotura. Al

estructurar se buscará que la ubicación de columnas y vigas tengan la mayor rigidez posible, de modo que el sismo al atacar, éstas puedan soportar dichas fuerzas sin alterar la estructura.

Para la determinación de los esfuerzos internos de la estructura en un análisis por sismo se podrá emplear el Método de Discretización de masas.

MÉTODO DE DISCRETIZACIÓN DE MASAS:

Son modelos que permiten comprender de manera simplista el comportamiento de las estructuras.

Debido a la dificultad para resolver problemas estructurales considerados como medios continuos, es decir, al tener que dar la respuesta de un sistema estructural cualesquiera en una infinidad de puntos se convierte en un problema complejo o complicado. Este imposible se facilita solo si calculamos la respuesta en unos cuantos puntos a través de la discretización de las masas concentradas y demás acciones de puntos determinados.

El número de concentraciones de masas depende de la exactitud deseada en la solución del problema.

El método de masas concentradas consiste en asumir que la masas se encuentra concentrada en puntos discretos en la que definimos solo desplazamientos, traslaciones, de tal manera que el modelo se asemeje de la mejor manera a la estructura real.

Las cargas dinámicas serán determinadas en base a un análisis dinámico según la ecuación matemática que gobierna la respuesta dinámica la cual se conoce con el nombre de ecuación de movimiento y se expresa de la siguiente manera:

$$Ku(t) + Cu(t) + Mu(t) = m_x u_{gx}(t) + m_y u_{gy}(t) + m_z u_{gz}(t)$$

Donde:

K : Matriz de rigidez de la Estructura.

C : Matriz de amortiguamiento de la Estructura.

M : Matriz de masas de la Estructura.

$u_x(t), u_y(t), u_z(t)$: son las aceleraciones, velocidades y desplazamientos asociado a cada grado de libertad.

m_x, m_y, m_z : son las masas en cada dirección.

u_{gx}, u_{gy}, u_{gz} : son las aceleraciones del terreno en cada dirección.

Uno de los métodos usados y de más fácil aplicación para obtener la solución de la ecuación diferencial de movimientos es el método de Superposición Modal para lo cual se hará uso del espectro de respuesta el cual se encuentra descrito en la Norma Peruana para el Diseño Sismo resistente E.030.

CÓDIGOS Y NORMAS:

El proceso de estimación de las cargas, así como el análisis y diseño de las estructuras está basado en los siguientes códigos:

Cargas:

- Norma Técnica E-020.
- Norma de Diseño Sismo resistente E-030.

Se entiende que todas aquellas normas a las que los códigos hacen referencia, forman parte integrante de los mismos en tanto sean aplicable a los materiales, cargas y procedimientos usados en el presente proyecto.

Diseños:

- Norma Técnica E-020, Cargas.
- Norma Técnica E-030, Diseño Sismo resistente.
- Norma Técnica E-050, Suelos y Cimentaciones.
- Norma Técnica E-060, Concreto Armado.
- Norma Técnica E-070, Albañilería.
- Norma de Construcciones en Concreto Armado ACI 318-05

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES:

Los siguientes materiales han sido considerados en el presente estudio:

Concreto:

- ✓ Módulo de Poisson : $\mu = 0.20$
- ✓ Módulo de Elasticidad : $E_c = 15000 \sqrt{f'_c}$
- ✓ Peso Unitario del Concreto : $\gamma = 2400.0 \text{ Kg/m}^3$.
- ✓ Resistencia a la Compresión :
 - Vigas y columnas de Pórticos : $f'_c = 210.0 \text{ Kg/cm}^2$.
 - Vigas y columnas de Confinamientos : $f'_c = 210.0 \text{ Kg/cm}^2$.
 - Columnetas : $f'_c = 175.0 \text{ Kg/cm}^2$.
 - Zapatas : $f'_c = 210.0 \text{ Kg/cm}^2$.
 - Vigas de cimentación : $f'_c = 210.0 \text{ Kg/cm}^2$.
 - Cimientos y Sobrecimientos : $f'_c = 140.0 \text{ Kg/cm}^2$.
 - Solados de Zapatas : $f'_c = 80.0 \text{ Kg/cm}^2$.
 - Losas aligeradas : $f'_c = 210.0 \text{ Kg/cm}^2$.
 - Falso Piso : $f'_c = 140.0 \text{ Kg/cm}^2$.

Albañilería:

- ✓ La Resistencia Mecánica del ladrillo : $f'_m = 85 \text{ kg/cm}^2$
- ✓ Módulo de Poisson cuantificado : $\nu = 0.25$.
- ✓ Módulo de Elasticidad : $E = 500 \times f'_m$
- ✓ Módulo de corte : $G_m = 0.4 \times E$
- ✓ Peso Albañilería ladrillo hueco : 1350 Kg/m^3
- ✓ Peso Albañilería de unidades sólidas : 1800 Kg/m^3
 $= 1800 \times 10^{-6} \text{ Kg/cm}^3$.
- ✓ Masa por Unidad de Volumen se divide el peso entre: 9.81 m/seg^2 .

Acero Corrugado:

- ✓ Acero Corrugado ASTM 615 Grado 60 : $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$.
- ✓ Módulo de Elasticidad del acero : $E = 2 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$.

ESTIMACIÓN DE CARGAS:

Diseño Estático para Análisis:

El metrado de Cargas Verticales Permanentes se realizó independientemente para cada módulo y elemento estructural de diseño, las cuales se mostraran más adelante en cada análisis correspondiente; por otro lado las cargas vivas consideradas según la Norma de Cargas E.020 son las siguientes:

Tabla 2: Cargas Vivas Consideradas

Ocupación o Uso	Cargas Repartidas
Viviendas	200 Kg/m ²
Escaleras y Corredores	200 Kg/m ²

Tabla 3: Cargas Muertas Consideradas

Ocupación o Uso	Cargas Repartidas
Losa Aligerada e=0.20m (c/ladrillo)	300 Kg/m ²
Acabados Piso - Techo	100 Kg/m ²
Techo liviano	50 Kg/m ²

Fuente: Elaboración Propia.

Diseño Dinámico para Análisis:

El análisis dinámico, corresponde a los módulos propuestos considerándose dos diafragmas rígidos. La masa de la estructura es determinada considerando el 100% de cargas permanentes (peso muerto y cargas externas) más el incremento del 50% de las sobrecargas por cada nivel y finalmente un aporte del 25% de sobrecarga en techos según lo estipulado en la Norma Sismorresistente E.030.

Espectro de Diseño:

El análisis sísmico se realiza por superposición espectral, generándose el espectro de diseño según el factor de zona, categoría de edificación, tipo de suelo y sistema estructural.

Para la determinación del espectro de respuesta se usan los siguientes parámetros de diseño, los cuales se encuentran especificados en la norma vigente de Diseño Sismorresistente E.030.

Tabla 4: Datos para Elaboración del Espectro de Seudo Aceleraciones

Descripción	Símbolo	Tipo	Valor
Factor de zona	Z	Zona 2	0.30
Categoría de la edificación	U	C	1.00
Tipo de suelo (condiciones geotécnicas)	S	Perfil Tipo S2	1.20
Período Fundamental	Tp		0.60
Sistema Estructural (Longitudinal)	R	Albañilería (Long. X)	3
Sistema Estructural (Transversal)	R	Albañilería (Trans. Y)	3

Fuente: Elaboración Propia

La Categoría de la Edificación varía de acuerdo al tipo de estructura que se plantea, siendo el caso que a continuación se presenta, solo para la categoría de edificación que en la tabla se presenta (Modulo Administrativo); de manera demostrativa de la funcionalidad del programa SPECTRUM. Más adelante se presentara el espectro correspondiente para cada Módulo según su Categoría de Edificación. La generación del Espectro de Seudo Aceleraciones, tanto para el sistema Aporticado como para el sistema Dual, se realizó con el Programa SPECTRUM:

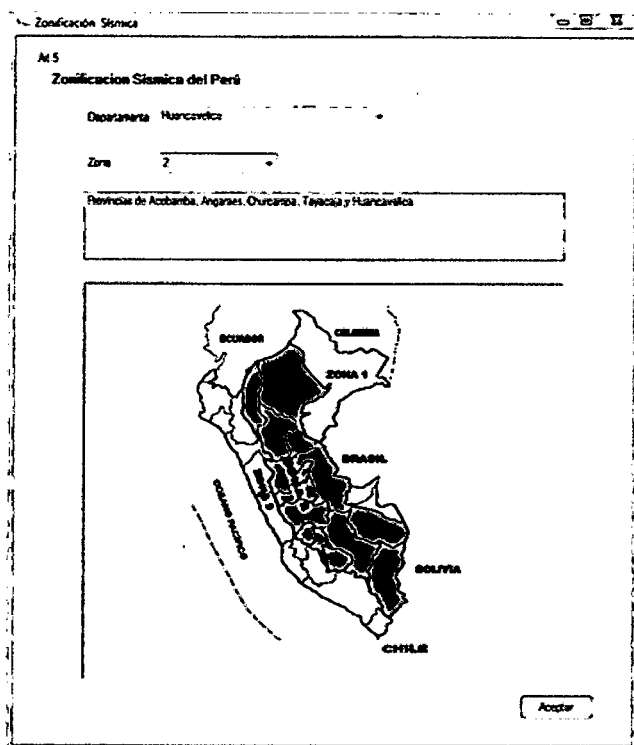


Imagen N° 03: Ubicación de la Zona Sísmica en el Programa SPECTRUM

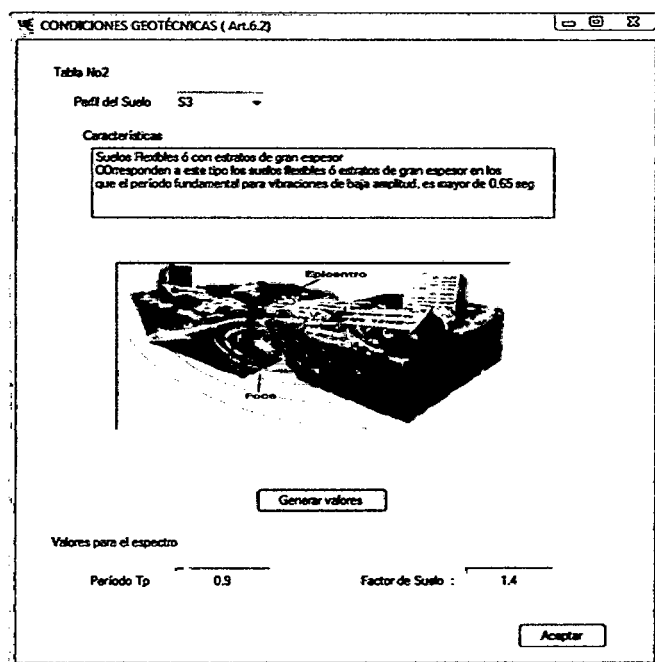


Imagen N° 04: Elección de las condiciones geotécnicas según el tipo de Suelo

CATEGORIA DE LA EDIFICACIÓN

Art 10

GRUPO A	Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo, como hospitales, centrales de comunicaciones, cuarteles de bomberos y policías, subestaciones eléctricas, reservorios de agua. Centros educativos y edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. También se incluyen edificaciones cuyo colapso, puede representar un riesgo adicional, como grandes hornos, depósitos de materiales inflamables o tóxicos.
GRUPO B	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas como teatros, estadios, centros comerciales, establecimientos penitenciarios ó que guardan patrimonios valiosos como museos, bibliotecas y archivos especiales. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.
GRUPO C	Edificaciones comunes, cuya falta ocasionaría pérdidas de cuantía intermedia como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligro adicionales de incendio, fugas de contaminantes, etc.
GRUPO D	Edificaciones cuyas fallas causan pérdidas de menor cuantía y normalmente la probabilidad de causar víctimas es baja, como cercos de menos de 1.50m de altura, depósitos temporales, pequeñas viviendas temporales y construcciones similares.

Imagen N° 05: Selección de la Categoría de la Edificación.

CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

Clasificación según la regularidad (Art.11)

☒ Estructura Regular

☐ Estructura Irregular

Son las que no tienen discontinuidades significativas horizontales ó verticales en su configuración resistente a cargas laterales

Aceptar

Imagen N° 06: Configuración Estructural (Regular o Irregular)

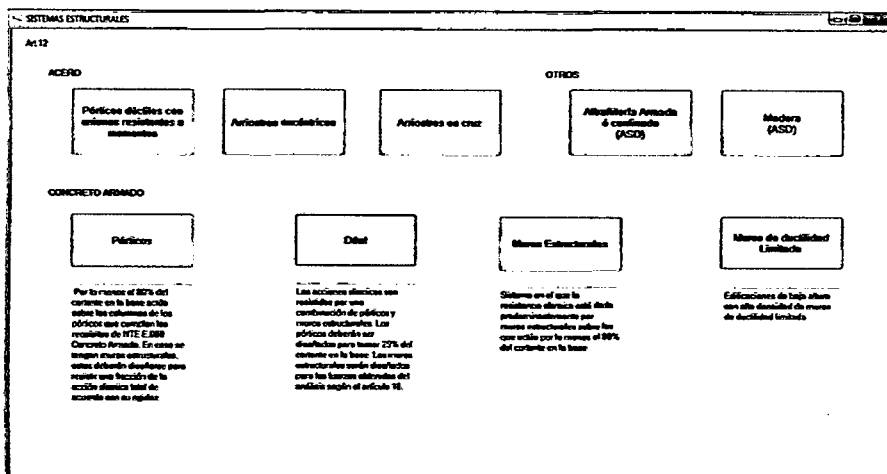


Imagen N° 07: Selección del Sistema Estructural (Caso Pórticos y Dual)

Para el caso particular del Análisis Correspondiente (Modulo administrativo), se utilizaron dos Sistemas Estructurales: Sistema Estructural Aporticado en el Eje X (longitudinal) y Sistema Estructural Dual en el Eje Y (transversal); por ende se generó dos Espectros de Seudo Aceleraciones, las cuales se muestran a continuación:

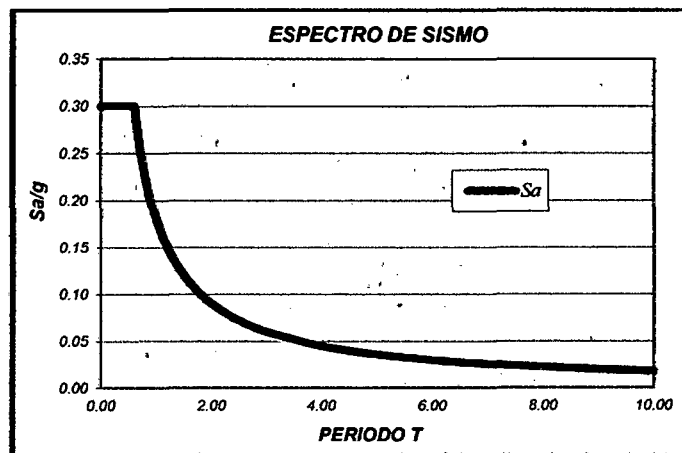


Imagen N° 08: Espectro de Seudo Aceleraciones para el Sistema X - X

24

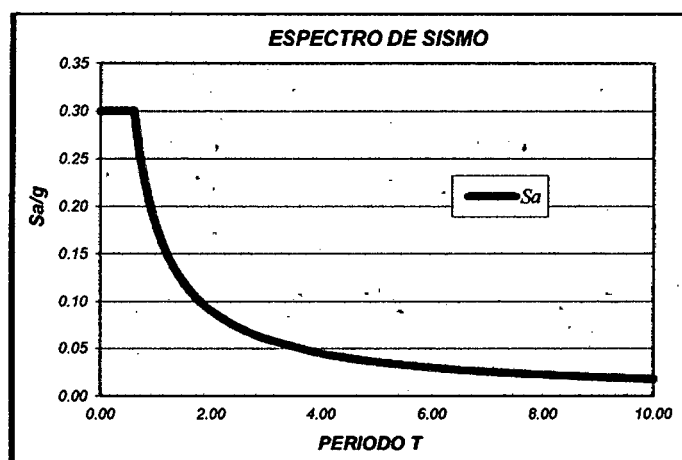


Imagen N° 09: Espectro de Seudo Aceleraciones para el Sistema Sistema Y - Y

Tabla N° 05: Valores Periodo - Aceleraciones Lircay

C	T (s)	Sa/g
2.50	0.00	0.3000
2.50	0.02	0.3000
2.50	0.04	0.3000
2.50	0.06	0.3000
2.50	0.08	0.3000
2.50	0.10	0.3000
2.50	0.12	0.3000
2.50	0.14	0.3000
2.50	0.16	0.3000
2.50	0.18	0.3000
2.50	0.20	0.3000
2.50	0.25	0.3000
2.50	0.30	0.3000
2.50	0.35	0.3000
2.50	0.40	0.3000
2.50	0.45	0.3000
2.50	0.50	0.3000
2.50	0.55	0.3000
2.50	0.60	0.3000
2.31	0.65	0.2769
2.14	0.70	0.2571
2.00	0.75	0.2400
1.88	0.80	0.2250
1.76	0.85	0.2118
1.67	0.90	0.2000
1.58	0.95	0.1895
1.50	1.00	0.1800
1.36	1.10	0.1636

1.25	1.20	0.1500
1.15	1.30	0.1385
1.07	1.40	0.1286
1.00	1.50	0.1200
0.94	1.60	0.1125
0.88	1.70	0.1059
0.83	1.80	0.1000
0.79	1.90	0.0947
0.75	2.00	0.0900
0.68	2.20	0.0818
0.63	2.40	0.0750
0.58	2.60	0.0692
0.54	2.80	0.0643
0.50	3.00	0.0600
0.38	4.00	0.0450
0.30	5.00	0.0360
0.25	6.00	0.0300
0.21	7.00	0.0257
0.19	8.00	0.0225
0.17	9.00	0.0200
0.15	10.00	0.0180

Fuente: Elaboracion propia

Propia (Programa SPECTRUM)

La Norma E.030 establece dos criterios de superposición espectral, el primero en función de la suma de valores absolutos y la media cuadrática y el segundo como combinación cuadrática completa de valores (CQC):

$$r = 0.25 \times \sum_{i=1}^m |r_i| + 0.75 \times \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2} \quad \Delta = D \times 0.75 \times \delta = \Delta_{i+1} - \Delta_1 \quad \gamma = \frac{\Delta}{H}$$

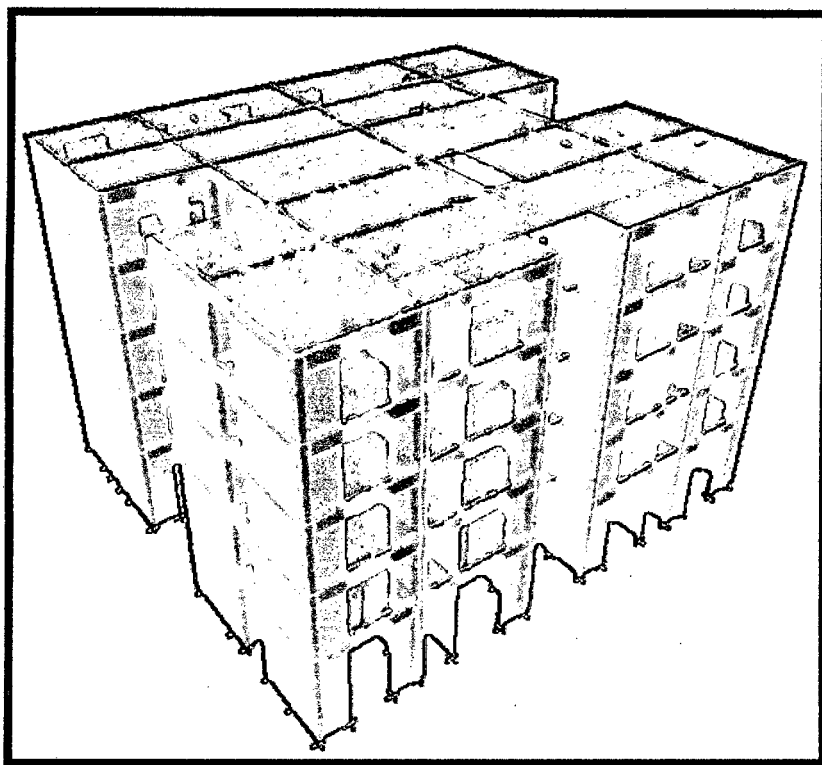


Imagen N° 10: Vista de Modelo en etabs 3D

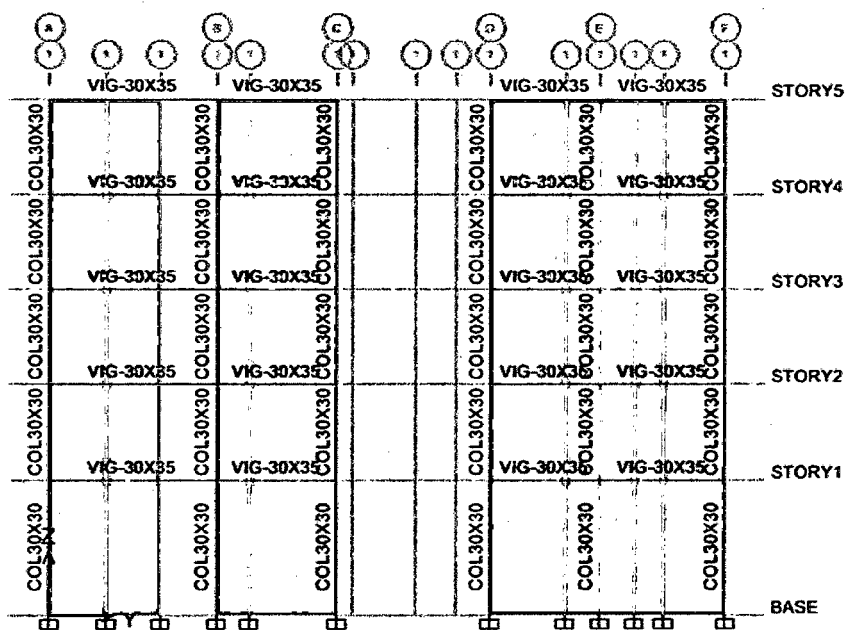


Imagen N° 11: Secciones de Vigas y Columnas en Pórticos Secundarios.

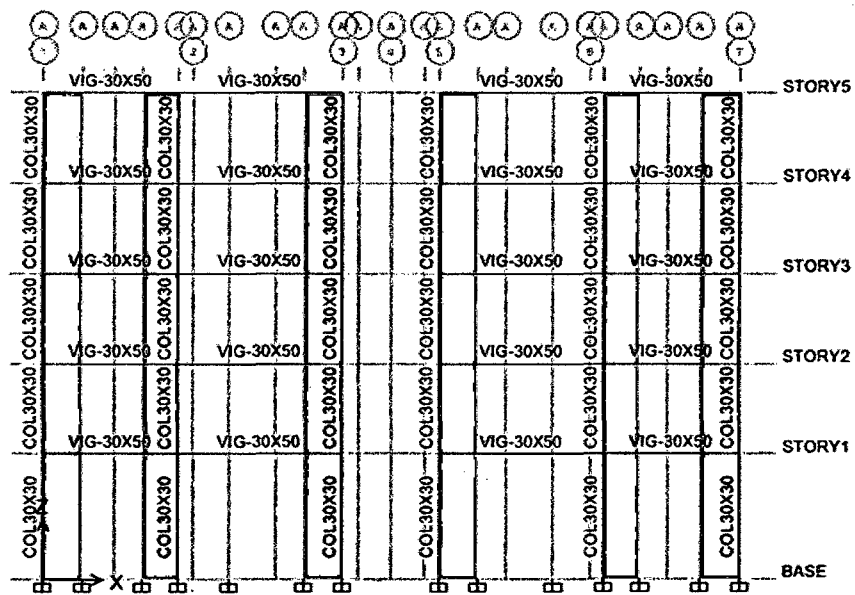


Imagen N° 12: Secciones de Vigas y Columnas en Pórticos Principales.

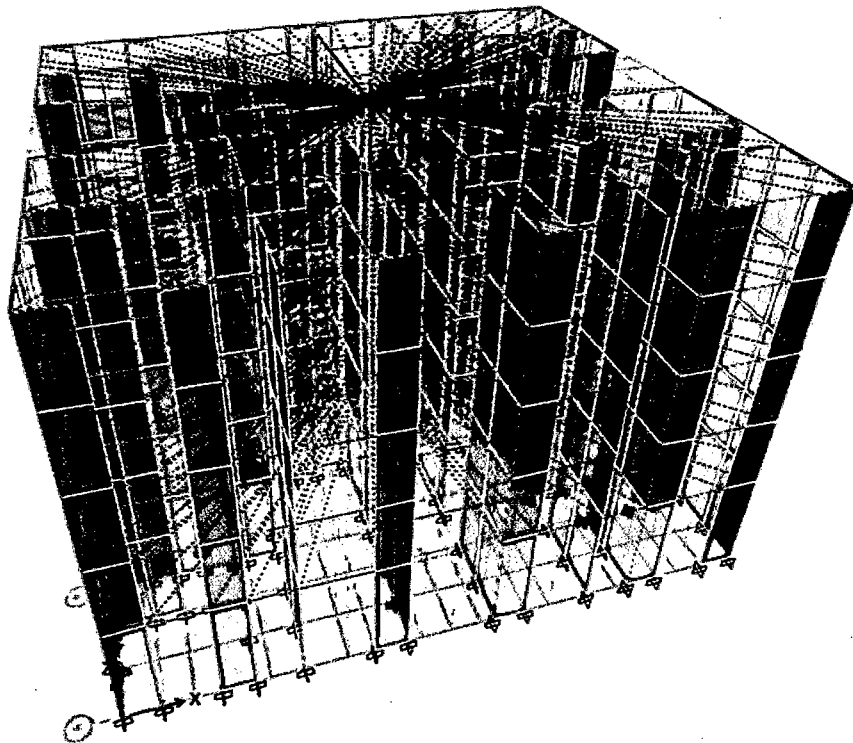


Imagen N° 13: Figura N° 22: ETABS, 3D de Diafragma Rígido

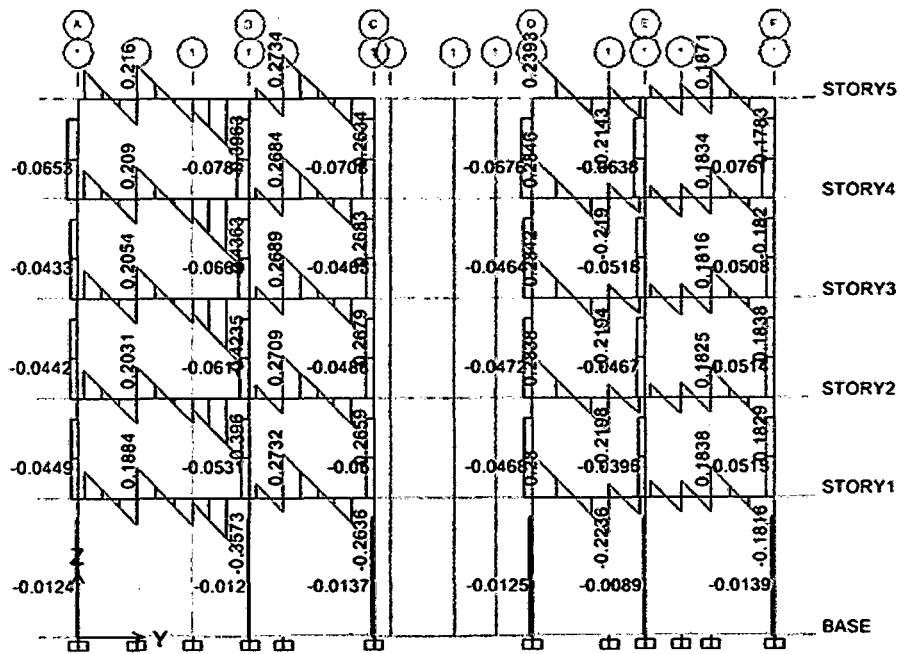


Figura N° 14: ETABS, Diagrama de Fuerzas Cortantes Eje 1-1.

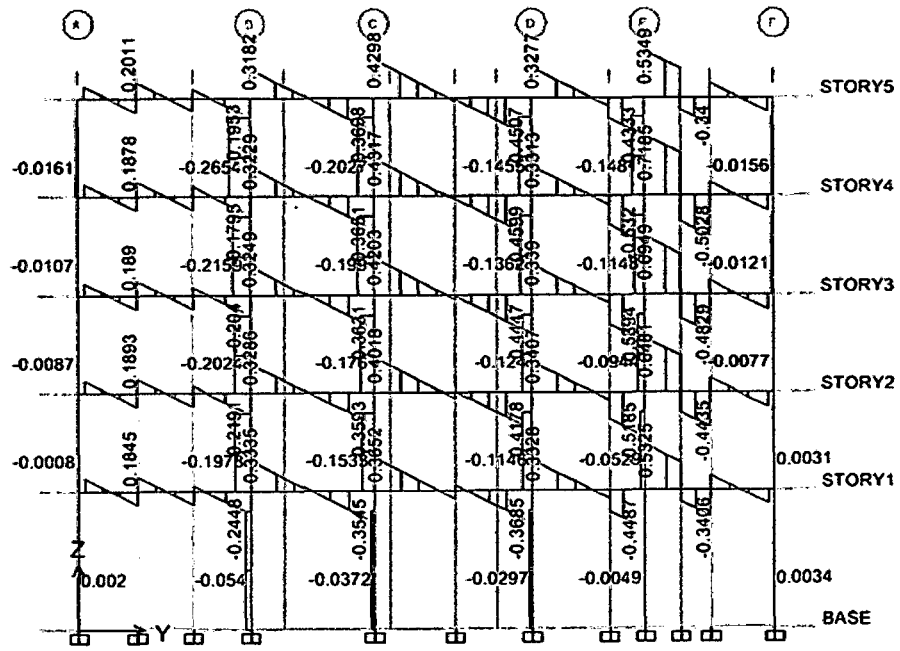


Figura N° 15: ETABS, Diagrama de Fuerzas Cortantes Eje 2-2.

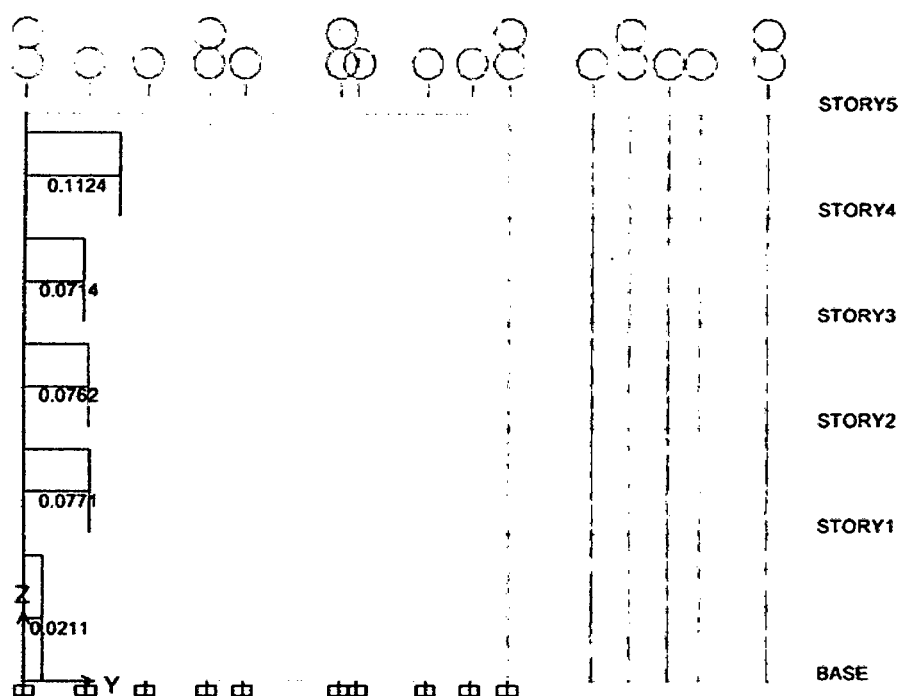


Figura N° 16: ETABS, Diagrama de Fuerzas Cortantes Eje 3-3.

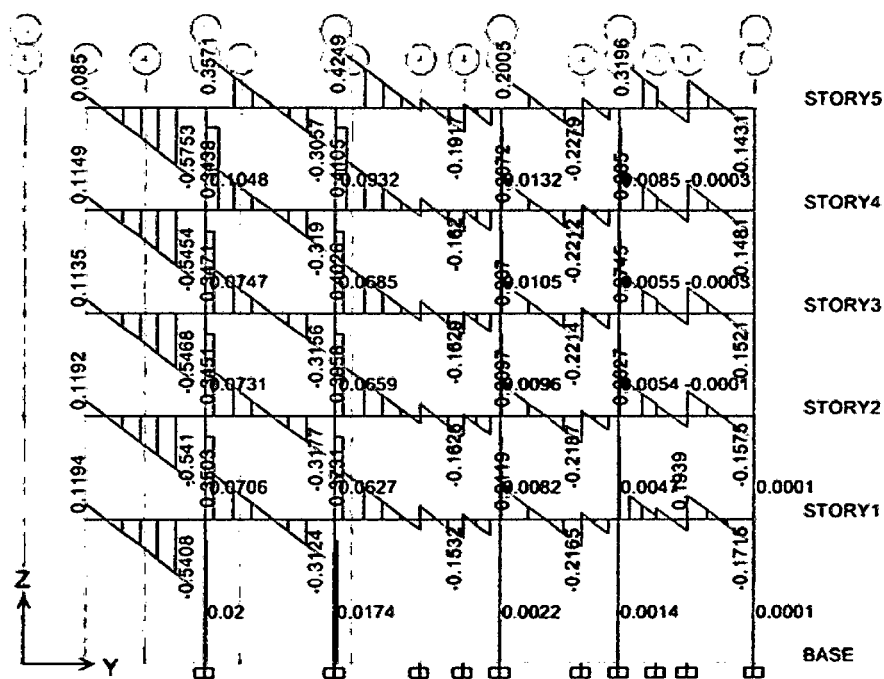


Figura N° 17: ETABS, Diagrama de Fuerzas Cortantes Eje 4-4.



Figura N° 18: ETABS, Diagrama de Fuerzas Cortantes Eje 5-5.

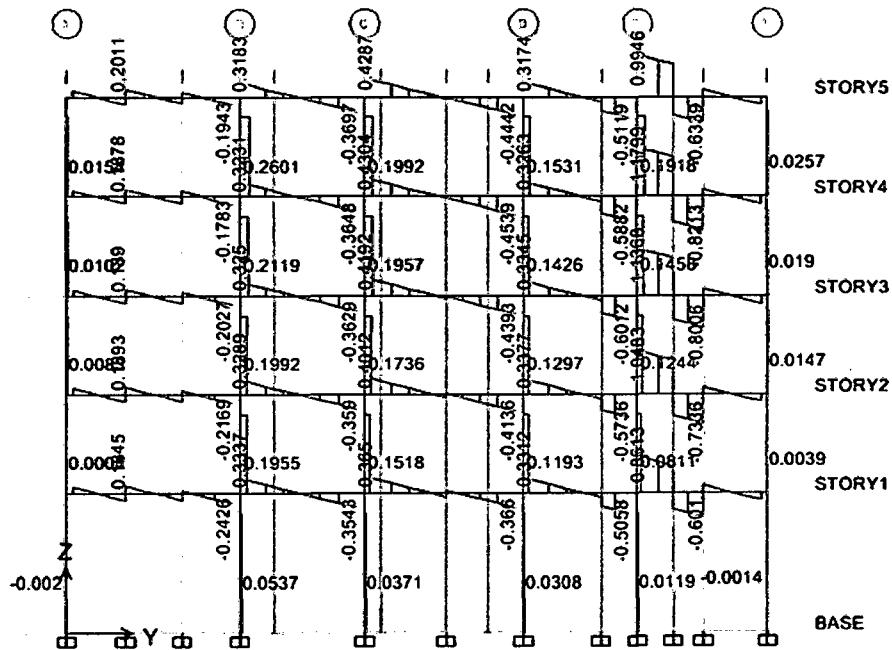


Figura N° 19: ETABS, Diagrama de Fuerzas Cortantes Eje 6-6.

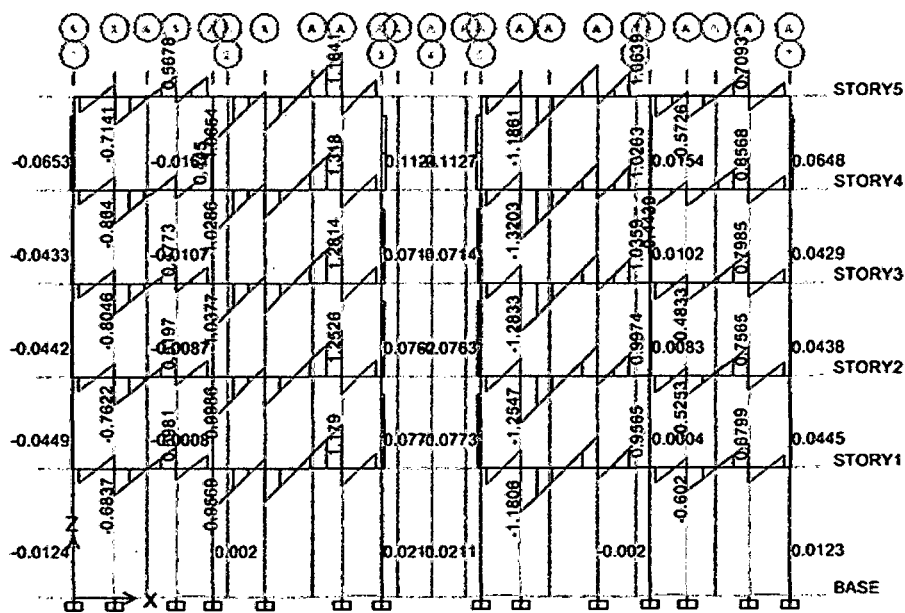


Figura N° 20: ETABS, Diagrama de Fuerzas Cortantes Eje 7-7.

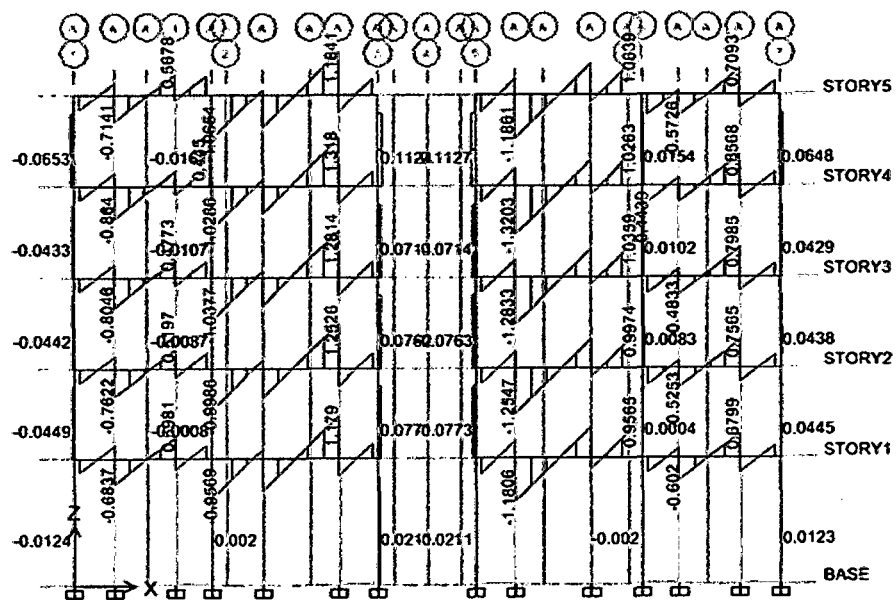


Figura N° 21: ETABS, Diagrama de Fuerzas Cortantes Eje A-A.

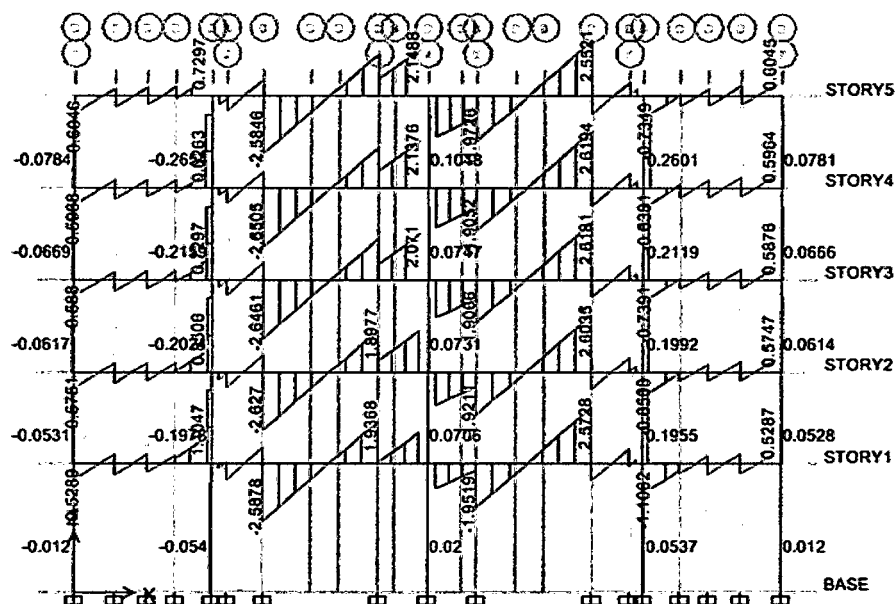


Figura N° 22: ETABS, Diagrama de Fuerzas Cortantes Eje B-B.

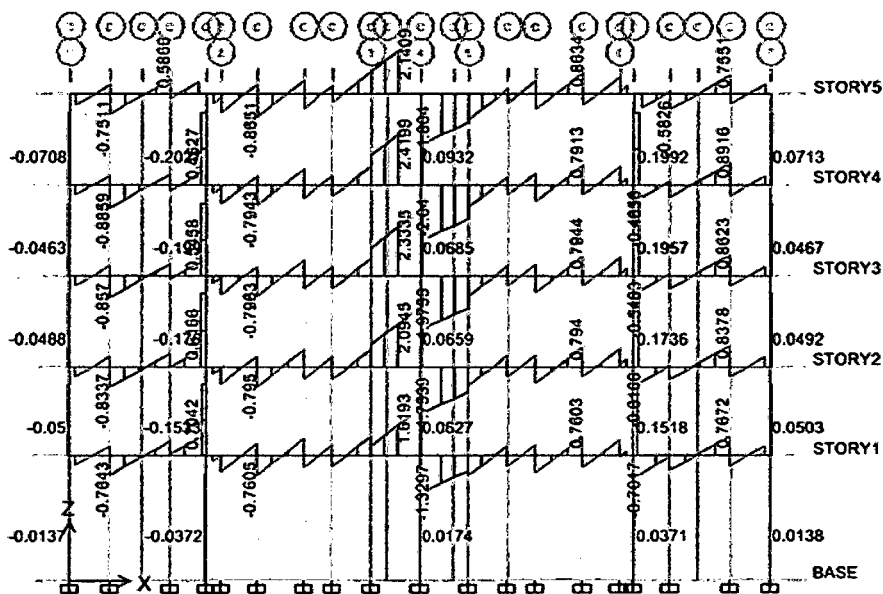


Figura N° 23: ETABS, Diagrama de Fuerzas Cortantes Eje C-C.

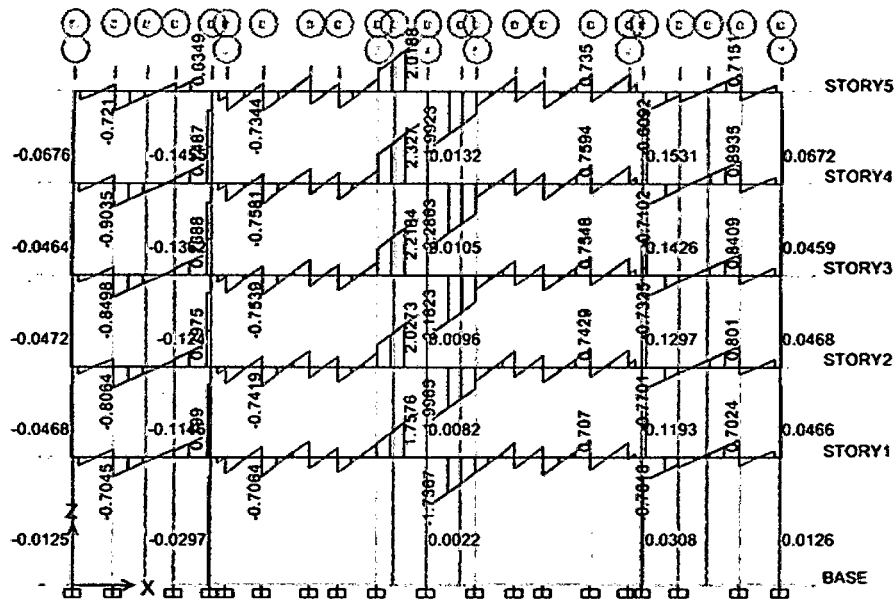


Figura N° 24: ETABS, Diagrama de Fuerzas Cortantes Eje D-D.

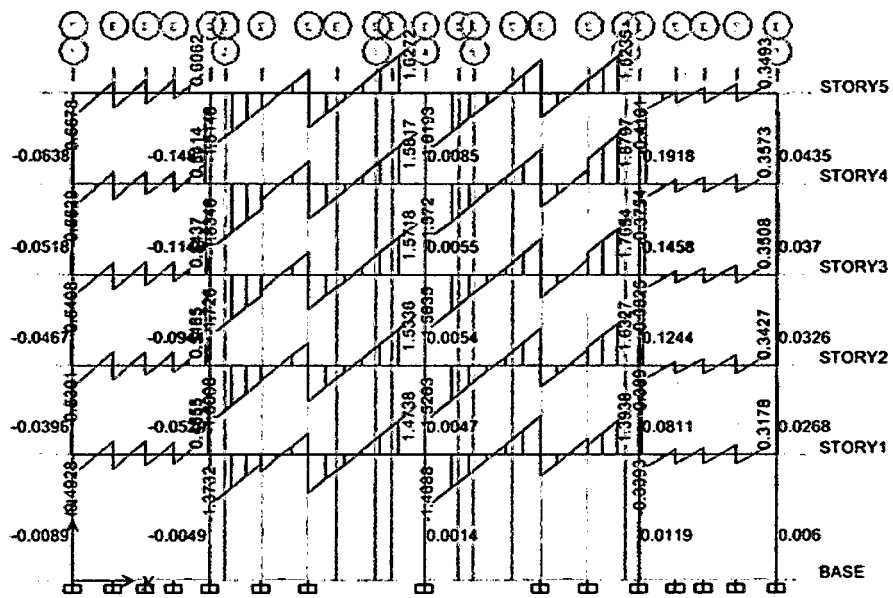


Figura N° 25: ETABS, Diagrama de Fuerzas Cortantes Eje E-E.

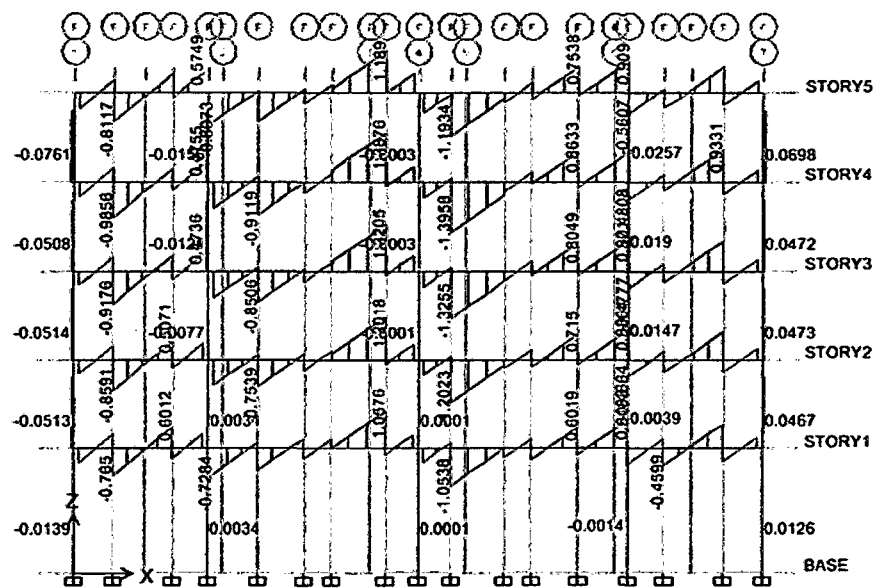


Figura N° 26: ETABS, Diagrama de Fuerzas Cortantes Eje F-F.

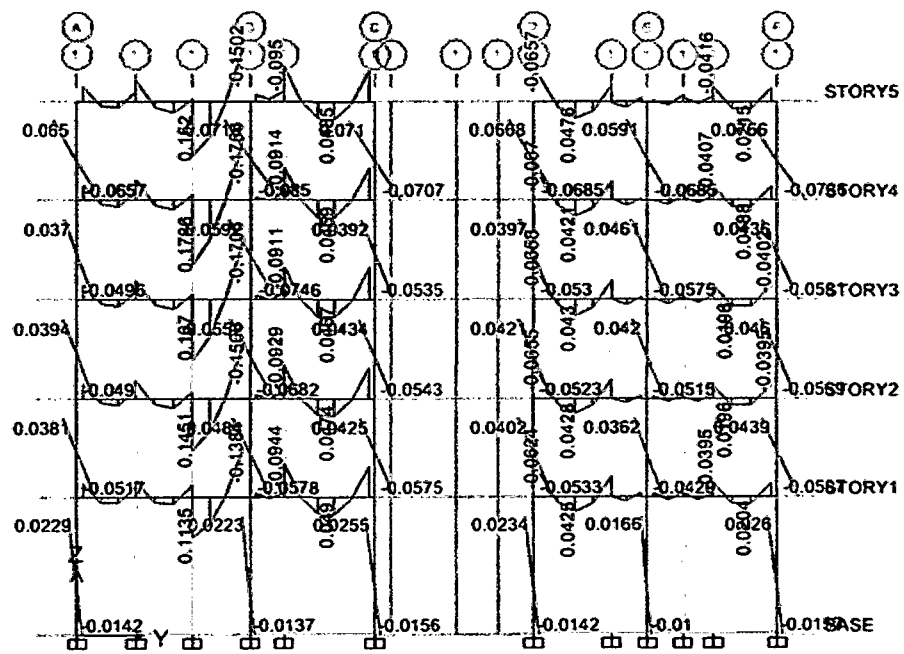


Figura N° 27: ETABS, Diagrama de Momentos Flectores Eje 1-1.

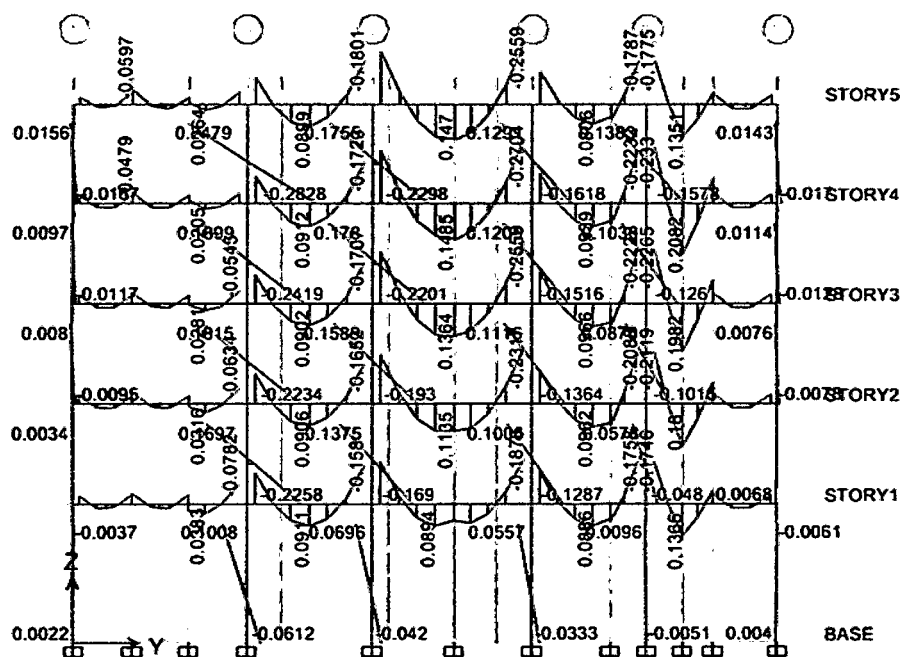


Figura N° 28: ETABS, Diagrama de Momentos Flectores Eje 2-2.

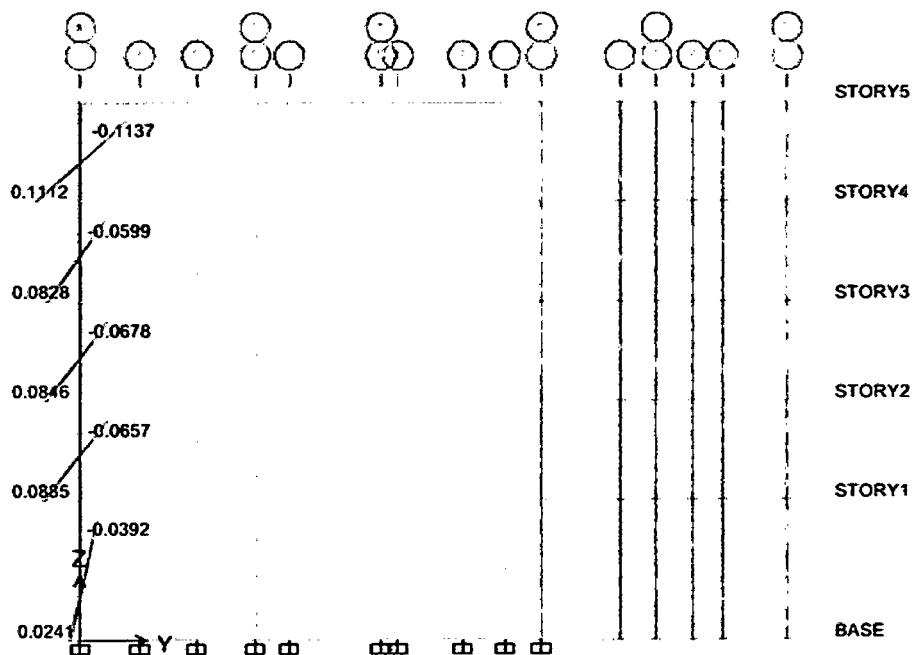


Figura N° 29: ETABS, Diagrama de Momentos Flectores Eje 3-3.

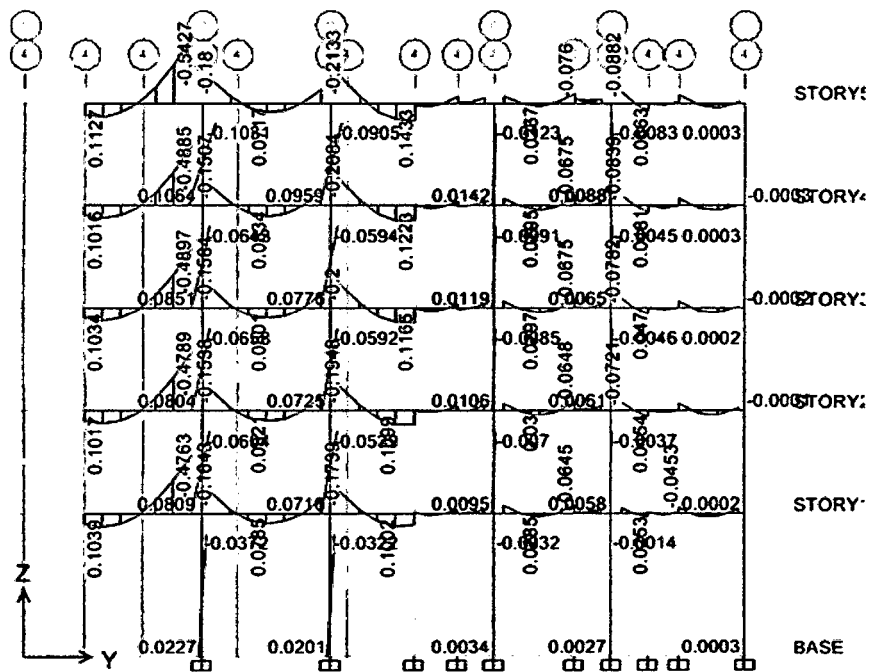


Figura N° 30: ETABS, Diagrama de Momentos Flectores Eje 4-4.

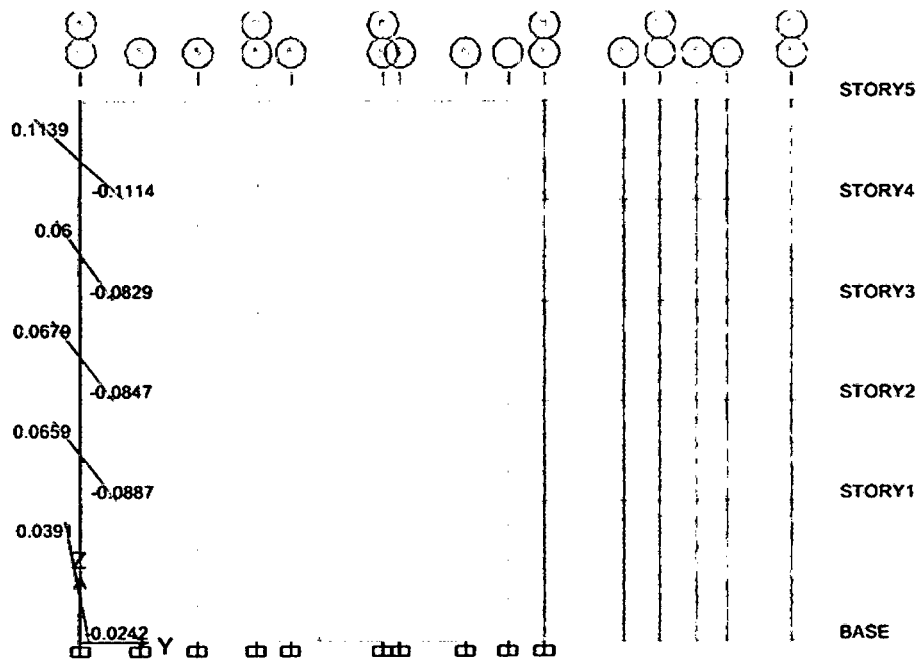


Figura N° 31: ETABS, Diagrama de Momentos Flectores Eje 5-5.

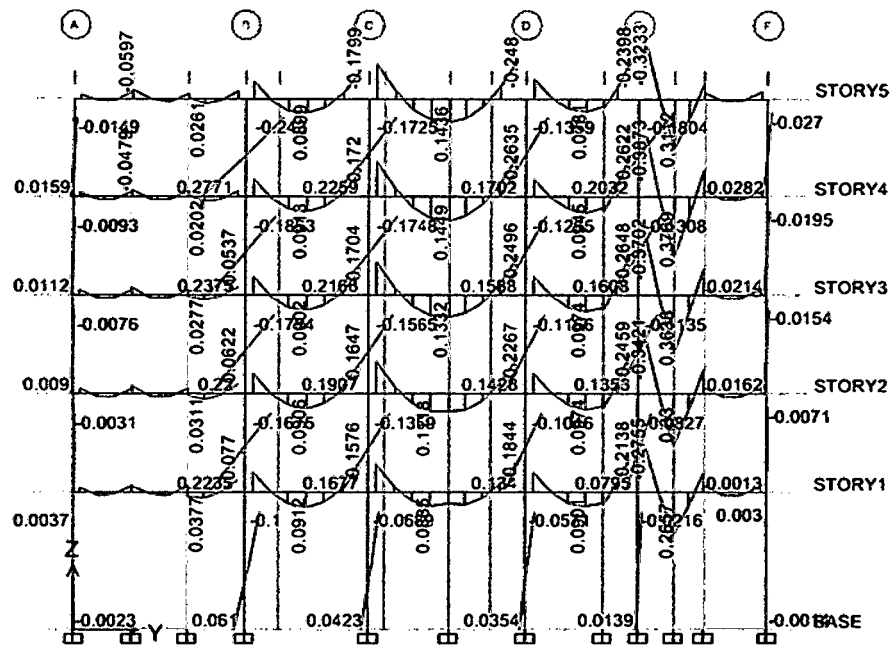


Figura N° 32: ETABS, Diagrama de Momentos Flectores Eje 6-6.

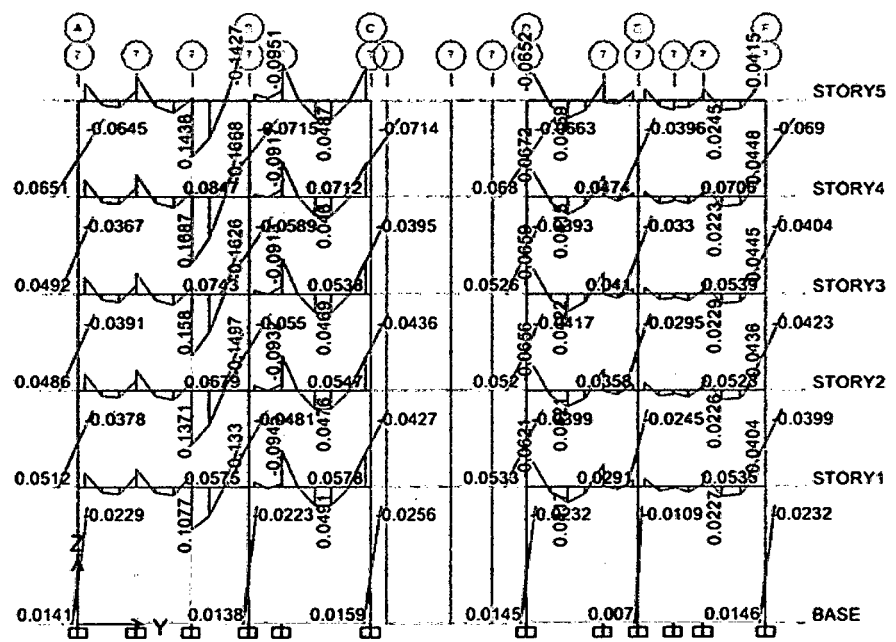


Figura N° 33: ETABS, Diagrama de Momentos Flectores Eje 7-7.

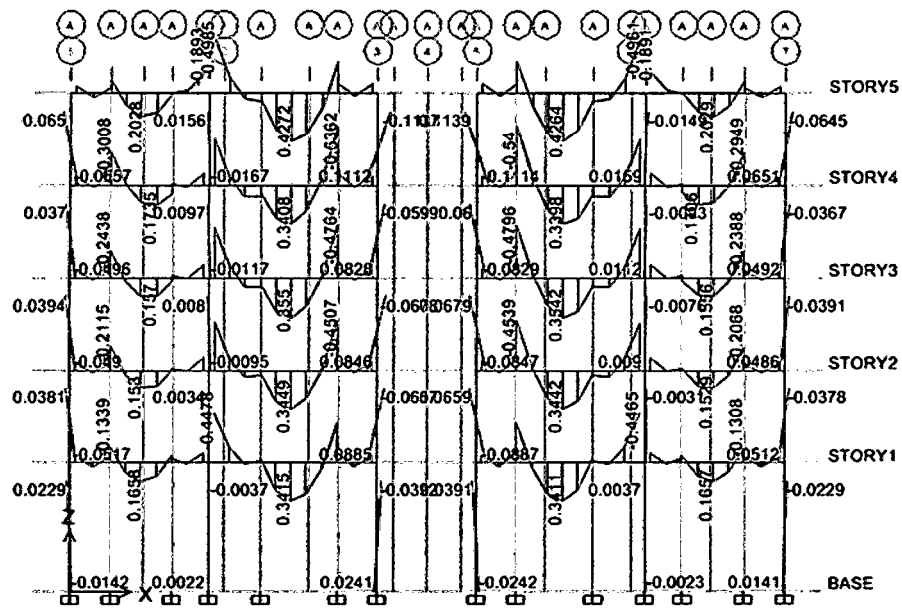


Figura N° 34: ETABS, Diagrama de Momentos Flectores Eje A-A.

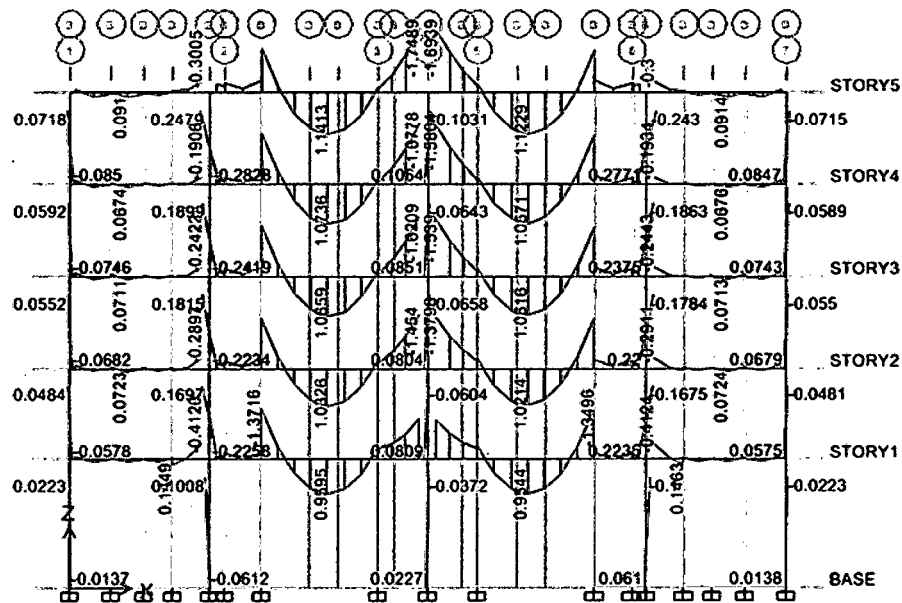


Figura N° 35: ETABS, Diagrama de Momentos Flectores Eje B-B.

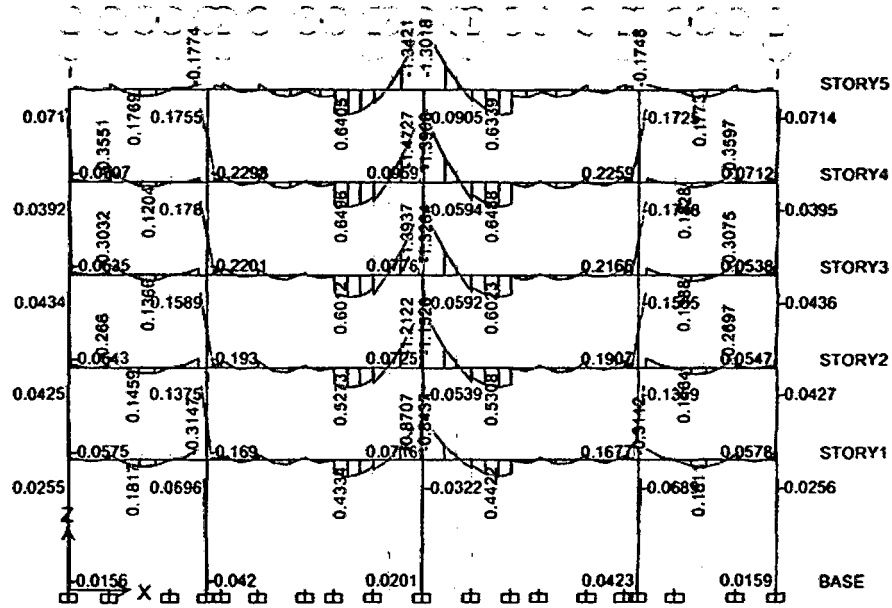


Figura N° 36: ETABS, Diagrama de Momentos Flectores Eje C-C.

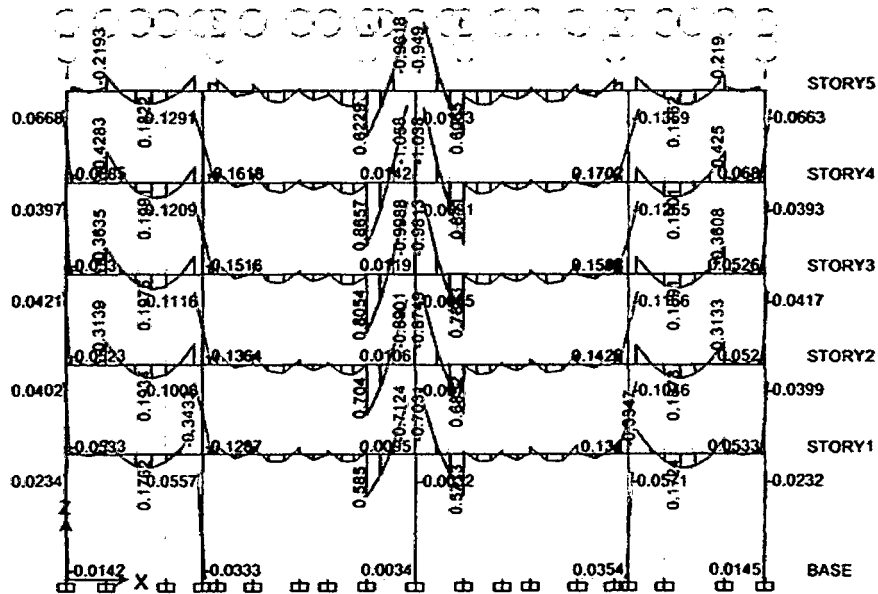


Figura N° 37: ETABS, Diagrama de Momentos Flectores Eje D-D.

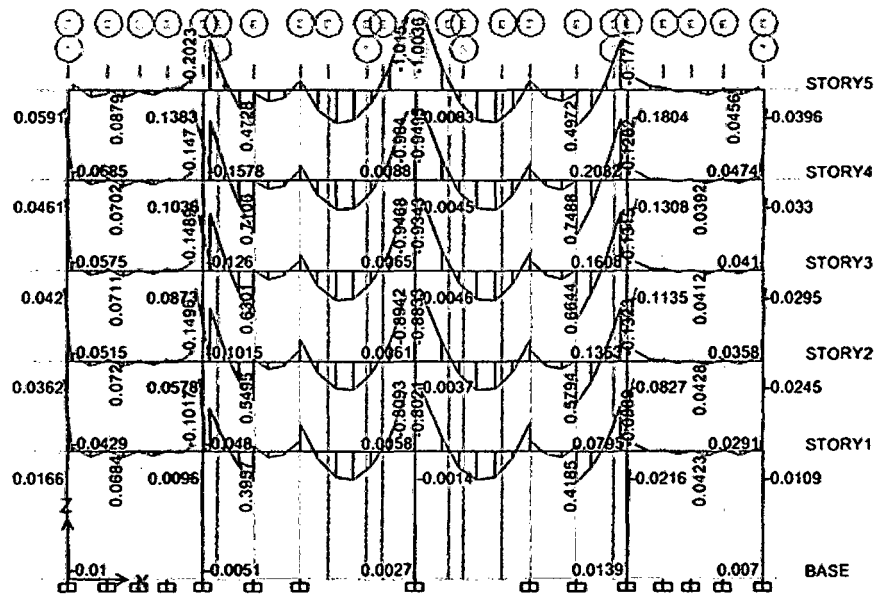


Figura N° 38: ETABS, Diagrama de Momentos Flectores Eje E-E.

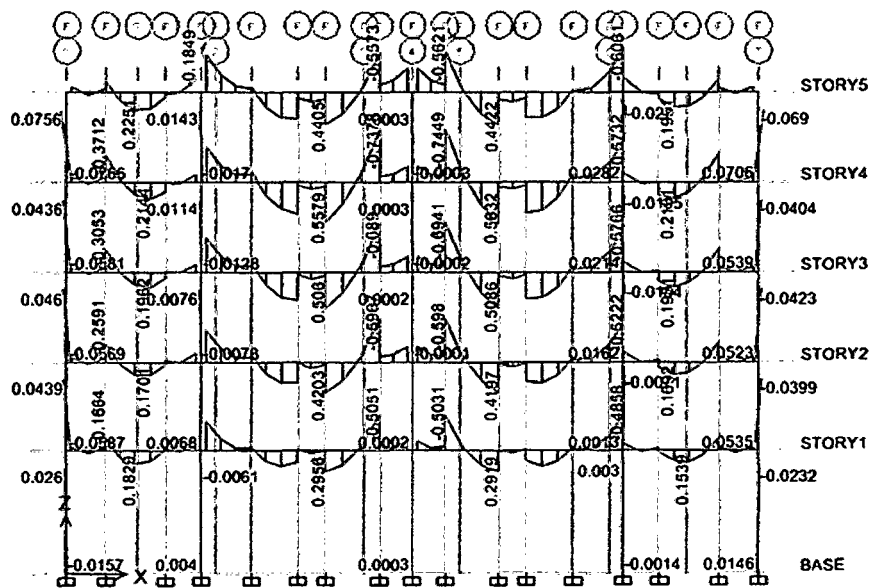


Figura N° 39: ETABS, Diagrama de Momentos Flectores Eje F-F.

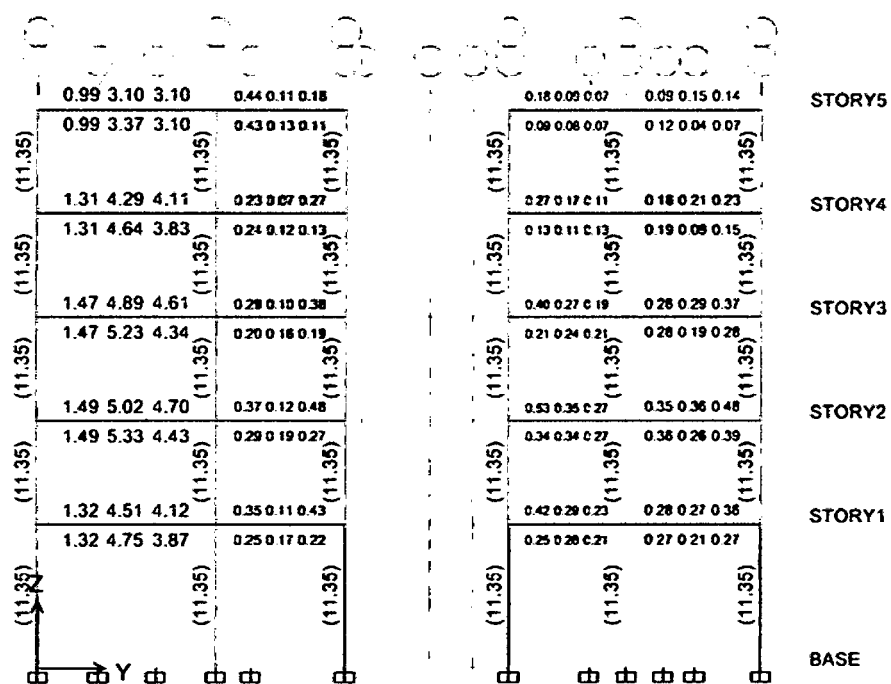


Figura N° 40: ETABS, Distribución de Refuerzos Eje 1-1.

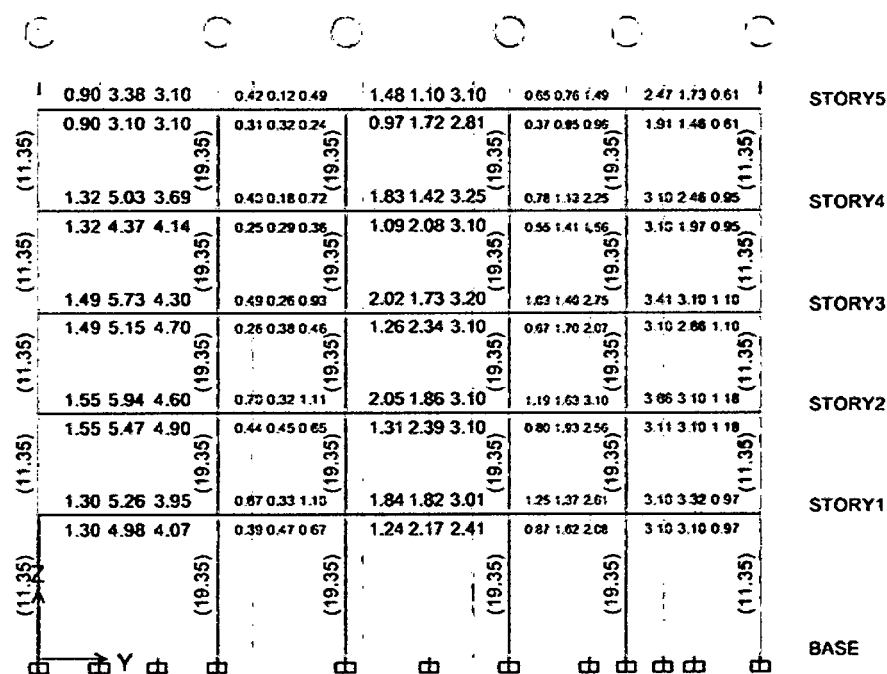


Figura N° 41: ETABS, Distribución de Refuerzos Eje 2-2.

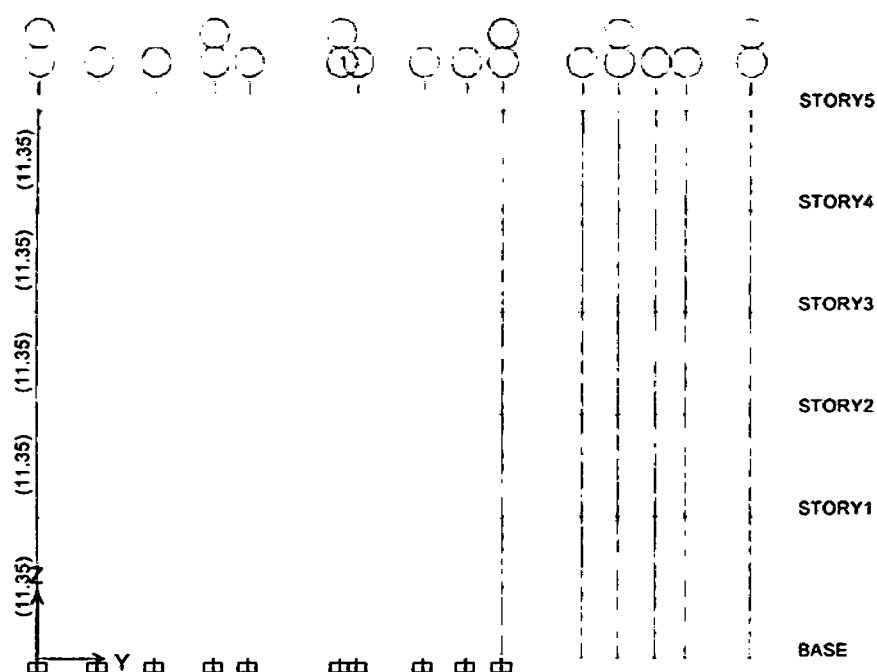


Figura N° 42: ETABS, Distribución de Refuerzos Eje 3-3.

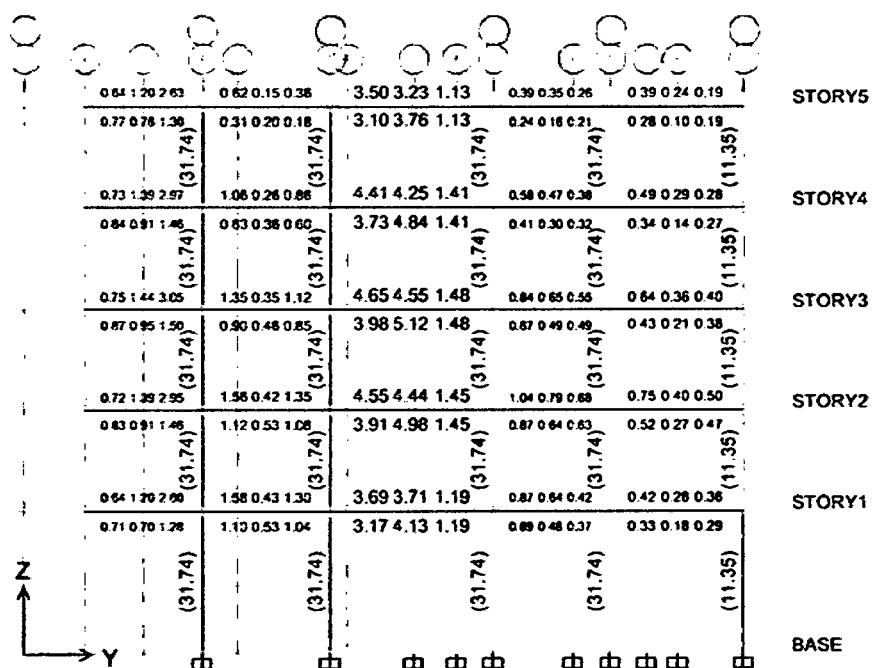


Figura N° 43: ETABS, Distribución de Refuerzos Eje 4-4.

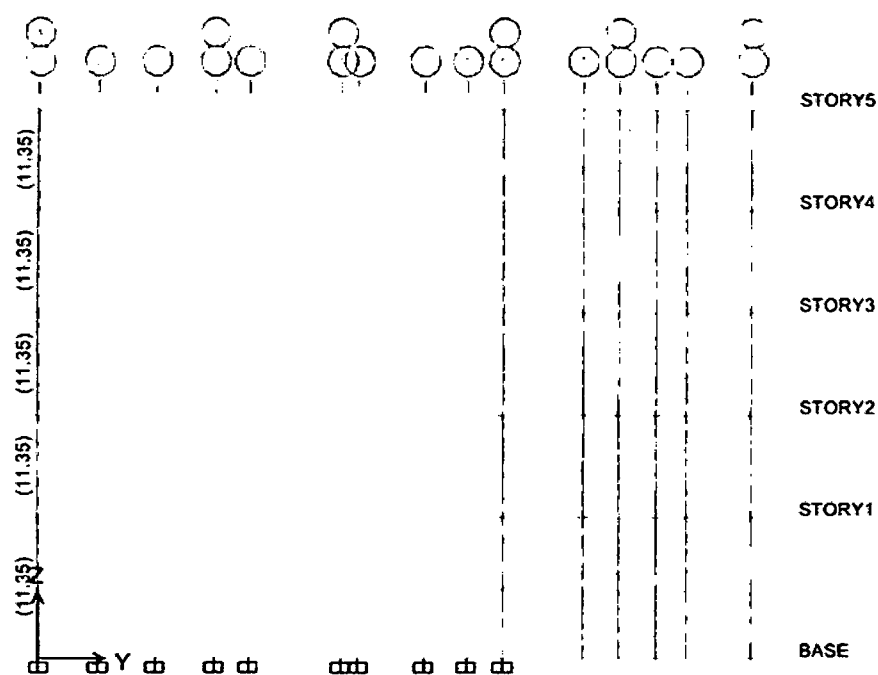


Figura N° 44: ETABS, Distribución de Refuerzos Eje 5-5.

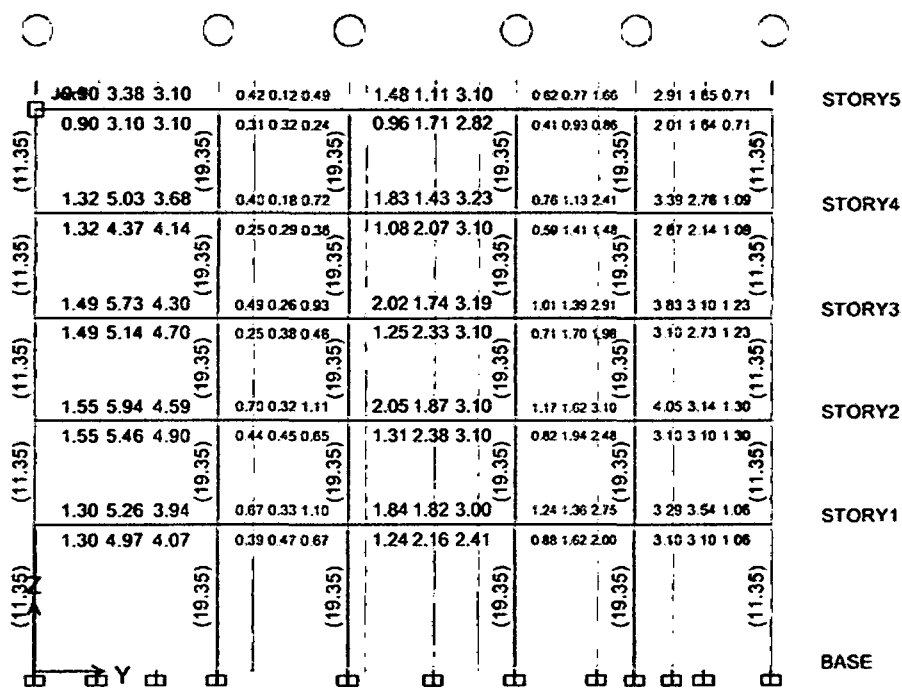


Figura N° 45: ETABS, Distribución de Refuerzos Eje 6-6.

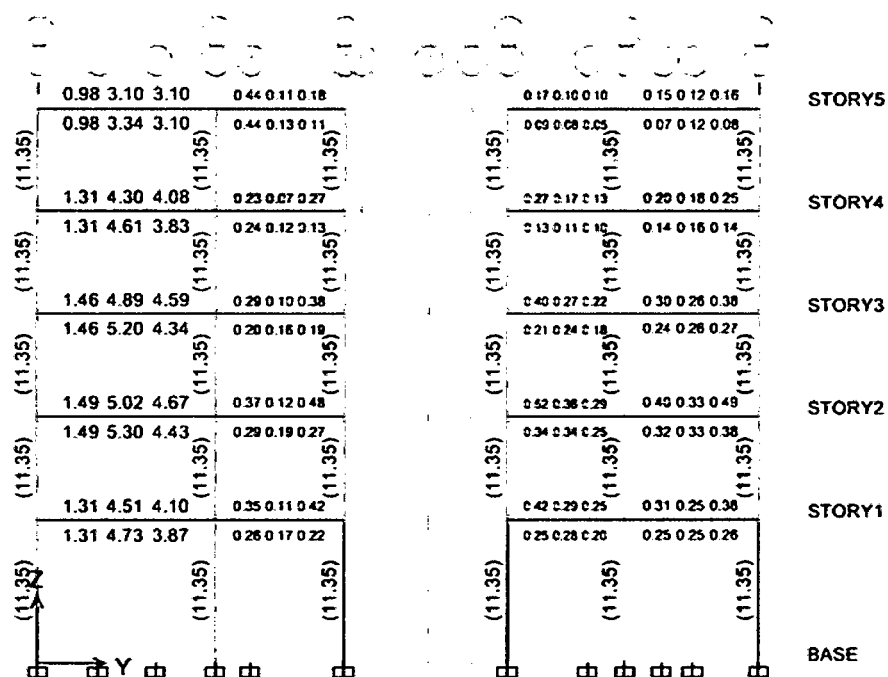


Figura N° 46: ETABS, Distribución de Refuerzos Eje 7-7.

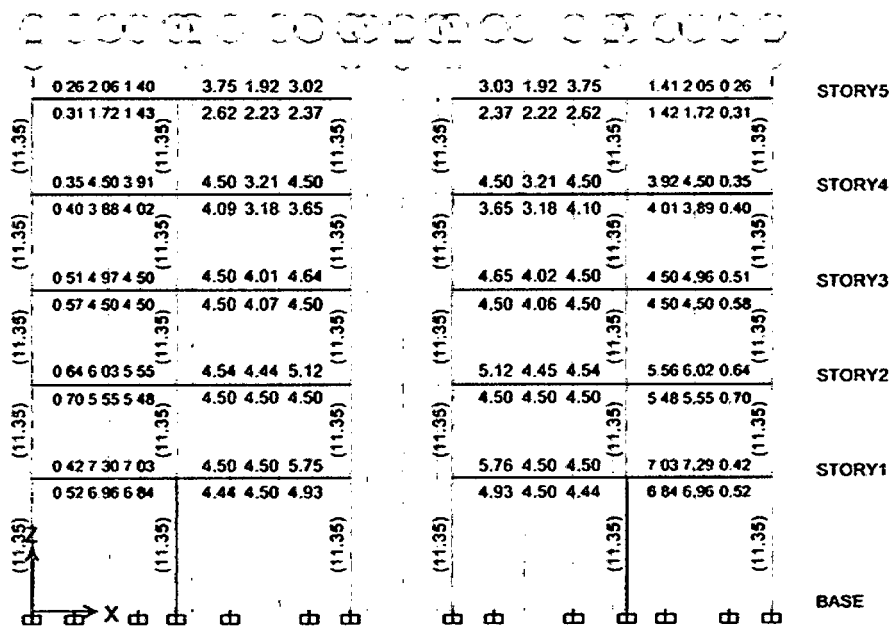


Figura N° 47: ETABS, Distribución de Refuerzos Eje A-A.

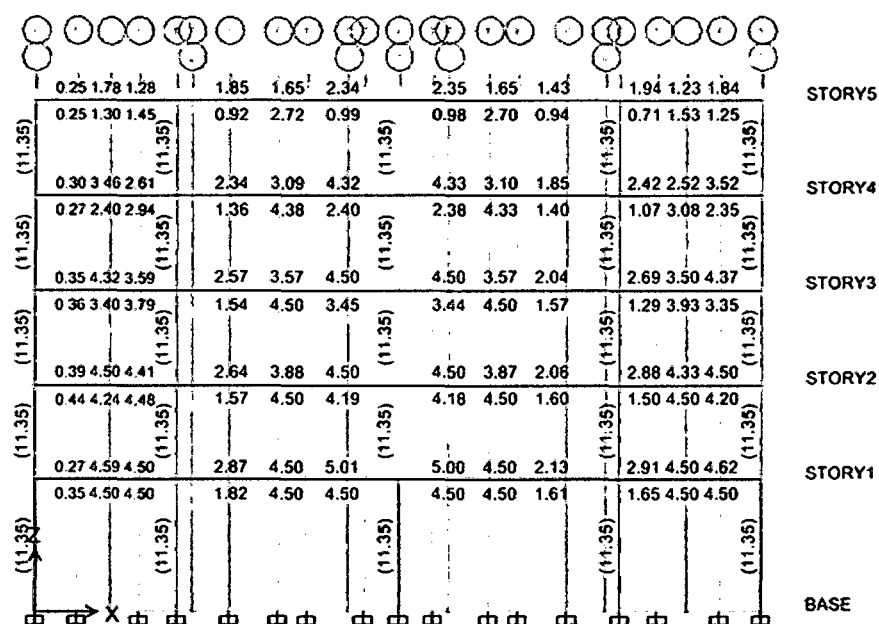


Figura N° 52: ETABS, Distribución de Refuerzos Eje F-F.

Verificación de Desplazamiento Lateral y Excentricidad:

En cada nivel, se verifica el desplazamiento lateral de la edificación teniendo en cuenta los límites establecidos según el tipo y material de la edificación de acuerdo al RNE, para el caso de Análisis se tiene el siguiente resumen de desplazamientos tanto transversal como longitudinal, en las que se puede observar que se encuentran dentro del rango de desplazamientos máximos permisibles establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Tabla 6: Centro de Masa - Centro de Rigidez

N°	Masa X (kg)	Masa Y (kg)	XCM (m)	YCM (m)	XCR (m)	YCR (m)
5	520.210	520.210	9.648	9.018	9.650	9.833
4	476.620	476.620	9.647	9.011	9.650	10.062
3	476.620	476.620	9.647	9.011	9.650	10.166
2	476.620	476.620	9.647	9.011	9.651	10.229
1	298.600	298.600	9.648	9.012	9.651	10.288

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 7: Resumen de Desplazamiento Entrepiso Longitudinal (Dirección X)

Nº	PISO SUP.	PISO INF.	DIFER.	R	3/4x R	H piso	Δ piso	Des.Ob.	Des. MaxN	observ.
5	0.0056	0.0050	0.0006	3	2.25	2.50	0.00024	0.0005	0.005	O.K.!!!
4	0.0050	0.0040	0.0010	3	2.25	2.50	0.00040	0.0009	0.005	O.K.!!!
3	0.0040	0.0028	0.0012	3	2.25	2.50	0.00048	0.0011	0.005	O.K.!!!
2	0.0028	0.0014	0.0014	3	2.25	2.50	0.00056	0.0013	0.005	O.K.!!!
1	0.0014	0	0.0014	3	2.25	3.50	0.00040	0.0013	0.005	O.K.!!!

Fuente: Elaboración Propia.

Des.Ob.: Desplazamiento obtenido según análisis sísmico.

Des.MaxN.: Desplazamiento Máximo permisible según Norma E-030.

Tabla 8: Resumen de Desplazamiento Entrepiso transversal (Dirección Y)

Nº	PISO SUP.	PISO INF.	DIFER.	R	3/4x R	H piso	Δ piso	Des.Ob.	Des. MaxN	observ.
5	0.0060	0.0050	0.0010	3	2.25	2.50	0.00040	0.0009	0.005	O.K.!!!
4	0.0050	0.0038	0.0012	3	2.25	2.50	0.00152	0.0011	0.005	O.K.!!!
3	0.0038	0.0025	0.0013	3	2.25	2.50	0.00100	0.0012	0.005	O.K.!!!
2	0.0025	0.0021	0.0004	3	2.25	2.50	0.00084	0.0004	0.005	O.K.!!!
1	0.0021	0	0.0021	3	2.25	3.50	0.00060	0.0019	0.005	O.K.!!!

Fuente: Elaboración Propia.

Des.Ob.: Desplazamiento obtenido según análisis sísmico.

Des.MaxN.: Desplazamiento Máximo permisible según Norma E-030.

DISEÑO DE LOSAS ALIGERADAS

Considerando que las losas son elementos que deben ser diseñados para resistir esfuerzos en flexión y corte, son aplicables las disposiciones contempladas en la Norma de Concreto Armado y Concreto Armado Comentarios E.060 en su sección 11 Flexión y la sección 13 Corte y Torsión, Así mismo podemos mencionar las disposiciones contempladas en la norma ACI 318 - 08 en la sección 10 Cargas Axiales y Flexión y la sección 11 Corte y Torsión

El presente proyecto contempla losas aligeradas en una dirección, compuesta por viguetas de 10 centímetros y losa de espesor 5 centímetros. El material entre viguetas se considera Ladrillo pandereta de arcilla tal como se indican en los planos correspondientes.

Tabla 9: Pre-dimensionamiento general Losa Aligerada primer nivel

Descripción	Valores	Unidades
Resistencia del concreto	210.00	Kg/cm ²
Resistencia a fluencia del Acero	4200.00	Kg/cm ²
Longitud de la Vigueta max	4.35	m
Carga Muerta (WD)	550.00	Kg/m ²
Carga Viva (WL)	200.00	Kg/m ²
Carga Última (Wu)	1110.00	Kg/m ²
Altura Losa (h)	20.00	cm

Referencia: Fuente propia

Tabla 1: Metrado de Cargas Losa Aligerada - primer nivel

Datos de Carga	Valores	Unidades
Espesor de losa (t1)	5.00	cm
Espesor de Vigüeta (t2)	20.00	cm
Tabiquería	150.00	Kg/m2
Carga Cobertura	0.00	Kg/m2
Carga Viva	200.00	Kg/m2

Referencia: Fuente propia

Tabla 21: Carga muerta Losa Aligerada - primer nivel

Descripción	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	P.E (Kg/m3)	Peso/Vigüeta/m
Peso de la Losa	1.00	0.40	0.05	2400.00	48.00
Peso de la Vigüeta	1.00	0.10	0.15	2400.00	36.00
Peso del Ladrillo	1.00	0.30	0.15	592.00	26.64
Peso de tabiquería	1.00	0.25	1.00	1800.00	450.00
Peso Piso + Cielorraso	1.00	0.40		120.00	48.00
PESO PROPIO TOTAL					608.64

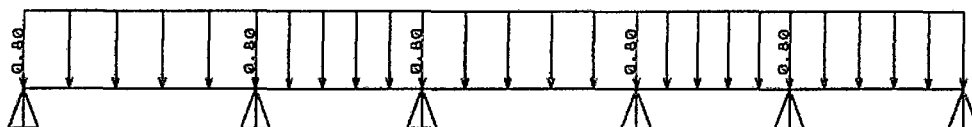


Figura 53: SAP2000, Carga Viva Losa Aligera

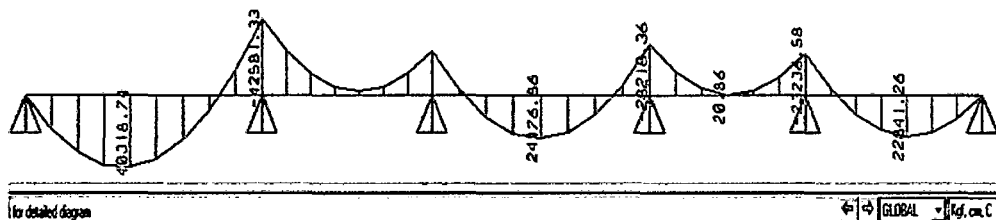


Figura 54: SAP2000, Momento Flector Envolvente (kg-cm) Losa Aligerada.

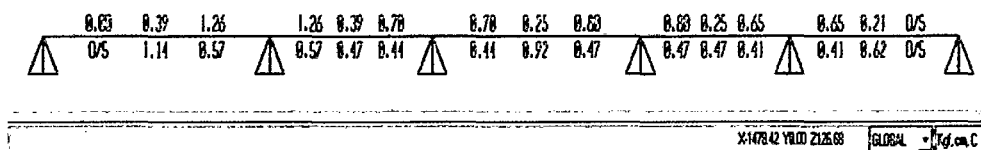


Figura 55: SAP2000, Distribución de refuerzos (cm2), Losa Aligerada.

DISEÑO DE CIMENTACIONES

Introducción

Considerando que el diseño de las cimentaciones se realiza para absorber esfuerzo de corte y flexión así como algunas verificaciones como las de punzonamiento, adherencia y anclaje, transmisión de esfuerzos, etc. El diseño considera las expresiones indicadas en la Norma de Concreto Armado y Concreto Armado Comentarios en su sección 11 Flexión, sección 13 Corte y Torsión y sección 16 Zapata; Así mismo, se deberá tomar en cuenta algunas disposiciones para el diseño sísmico como las mencionadas en la Norma ACI 318 – 08 en su sección 21.8 Cimentaciones.

Para el análisis de cimentaciones se emplea el programa SAFE, exportando las cargas directamente desde el programa de análisis y diseño de Edificaciones ETABS, empleando el Método de los Elementos Finitos, con modelamiento en los apoyos tipo resorte según el módulo de balasto del terreno.

Pre-dimensionamiento

Del análisis de la superestructura se obtienen las reacciones en todos los apoyos, siendo estos valores los datos necesarios para la asignación de las dimensiones de las cimentaciones, teniendo como primera etapa el pre-dimensionamiento correspondiente.

Verificación de esfuerzos

Para el presente estudio, el suelo indica un esfuerzo admisible para zapatas rectangulares mínimo de 2.05 kg/cm^2 , que equivale a 4.10 kg/cm^3 (Winkler) siendo éste dato importante para el análisis de la cimentación.

La verificación de los resultados obedece a las combinaciones según el reglamento que exige, se crea una combinación de SERVICIO con el fin de comprobar los esfuerzos del terreno y esfuerzos en la estructura según las dimensiones geométricas de las zapatas asignadas.

Tabla 12: Esfuerzo admisible versus módulo de balasto

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

Fuente: Diseño de Zapatas Ing. morrison

Verificación **Por** $q_1 = \frac{P}{S \times L} \left(1 + \frac{6 \times e}{L} \right)$ $q_2 = \frac{P}{S \times L} \left(1 - \frac{6 \times e}{L} \right)$

punzonamiento

El procedimiento que lleva el programa SAFE para los cálculos al corte por punzonamiento son bastante rigurosos y usa las fórmulas siguientes.

$$V_u = F \left(\frac{q_1 + q_2}{2} \right) \times S \times L - \left(\frac{q_{x3} + q_{x4}}{2} \right) \times (C + d)^2$$

$$\phi V_c = 0.85 \times 0.27 \left(@ \times \frac{d}{b_0} + 2 \right) \times \sqrt{f'_c} \times b_0 \times d$$

$$\phi V_c = 0.85 \times 0.53 \times \left(1 + \frac{2}{bc} \right) \times \sqrt{f'_c} \times b_0 \times d$$

$$\phi V_c = 0.85 \times \sqrt{f'_c} \times b_0 \times d$$

Ratio: Expresa la relación entre el esfuerzo de corte por punzonamiento (valor máximo) y la capacidad del esfuerzo de corte por punzonamiento con el factor incluido.

La Capacidad del esfuerzo de corte máximo (V_{cap}) viene a ser las tres últimas ecuaciones presentadas anteriormente; cabe mencionar que, el programa SAFE los representa como esfuerzos, es decir, fuerza sobre área y las ecuaciones en el sistema Inglés son:

$$v_c = \min \left\{ \begin{array}{l} \phi \times \left(2 + \frac{4}{\beta} \right) \times \sqrt{f'c} \\ \phi \times \left(2 + \frac{\alpha_s d}{b_o} \right) \times \sqrt{f'c} \\ \phi \times 4 \times \sqrt{f'c} \end{array} \right. \quad \text{.....(ACI 11.12.2.1)}$$

Donde β es la relación de las dimensiones de la sección crítica, b_o es el perímetro de la sección crítica y α_s es un factor con respecto a la ubicación de la sección crítica.

$$\alpha_s = \begin{cases} 40 & \text{Para Columnas Interiores.} \\ 30 & \text{Para Columnas Laterales.} \\ 20 & \text{Para Columnas Esquineras.} \end{cases}$$

Diseño de Zapata Aislada

Datos:

Geometría de la Columna

Columna C-3

Lado Mayor de la Columna C-1	t=	0.50m
Lado Menor de la Columna C-1	b=	0.50m
Refuerzo en la Columna C-1	Ø=	5/8plg
Area de la columna (C-1)	Ac=	0.25m ²

Cargas en las Columnas

Columna C-1

Carga Muerta	PD=	41.00Tn
Carga Viva	PL=	6.00Tn

Materiales

Concreto Armado

Resistencia a la Compresión del Concreto f_c	f_c =	210 Kg/cm ²
Modulo de Elasticidad del Concreto	E_c =	2.17E+05
Valor de β	β =	0.85
Peso Especifico del Concreto	γ_c =	2.40 tn/m ³

Acero de Refuerzo

Esfuerzo de Fluencia del Acero	f_y =	4200 Kg/cm ²
Modulo de Elasticidad del Acero	E_s =	2.00E+06

Suelo

Profundidad de Desplante	Df=	1.50m
Peso Especifico del Suelo	γ_s =	1.44 tn/m ³
Capacidad Portante del Suelo	Qadm=	2.05 Kg/cm ²
Esfuerzo Neto del Terreno	Qn=	18.14 tn/m ²

Coefficiente de Reduccion

Coefficiente de Reducción Por corte	ϕ =	0.85
Coefficiente de Reducción Por Flexión	ϕ =	0.90

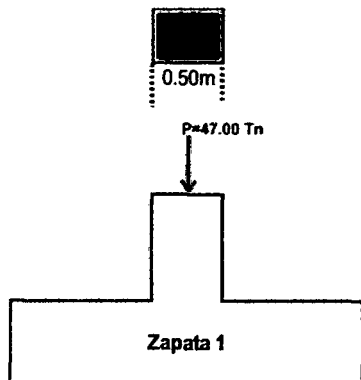
Recubrimientos

Recubrimiento en Zapatas	r=	0.075 m
Recubrimiento en Columnas	r=	0.04 m

Sobrecarga

Sobrecarga en Viviendas	s/c=	0.20 tn/m ²
-------------------------	------	------------------------

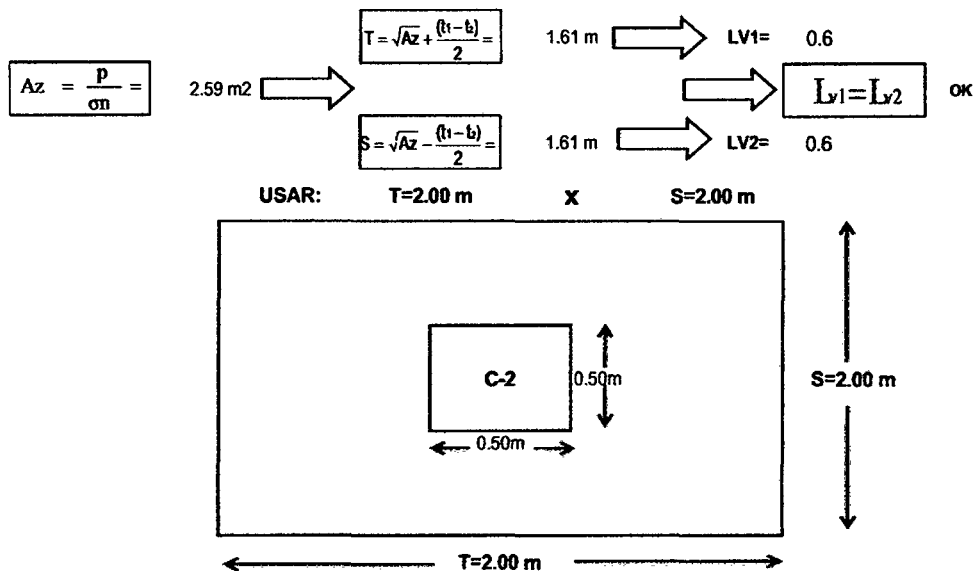
I. Graficos del Diseño de Zapatas



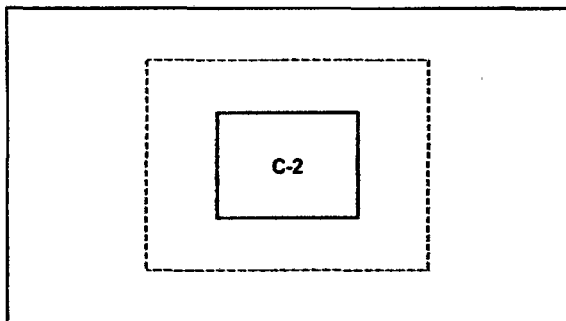
II. Diseño de la Zapata Interior (Z-1)

1.- Dimensionamiento

1.1.- Cálculo del Área y la Dimensión de la Zapata



2.- Cálculo de las Cargas Amplificadas y de la Reacción Neta del Terreno



3.1.- Cargas Amplificadas

$$Pu = 1.4Cm + 1.7Cv \quad Pu=67.60 \text{ Tn}$$

3.2.- Área de la Zapata

$$Az = T \times S \quad Az=4.00 \text{ m}^2$$

3.3.- Reacción Neta del Terreno

$$Wnu = \frac{Pu}{Az} = 16.90 \text{ Tn/m}^2$$

3.-Diseño Por Punzonamiento

3.1.- Cálculo del Perímetro de la Sección Crítica (bo)

$$bo = 2m + 2n \quad \begin{matrix} 2m=1.00 +2d \\ 2n=1.00 +2d \end{matrix} \Rightarrow bo = 2m + 2n \quad bo=2.00 +4d$$

3.2.- Cálculo de la Cortante del Concreto

$$Vc = 1.06 \sqrt{f_c} b_o d \quad 48.575 \times (2.00 + 2d) d \Rightarrow 97.15 d + 194.30 d^2$$

3.3.- Cálculo de la Cortante última

$$Vu = Pu - Wu(m)(n) \quad 63.38 \quad -16.90 d \quad -16.90 d^2$$

3.4.- Cálculo del Peralte Efectivo Mínimo (dmin)

$$Vu = \phi Vc \quad +182.06 d^2 \quad +99.48 d \quad -63.38 \Rightarrow \begin{matrix} d1= & 0.40 m \\ d2= & -1.00 m \end{matrix}$$

De Los 2 Valores Se usara el Valor Positivo

$$\text{Usar: } h=0.50m \Rightarrow d_{prom} = h - r - \phi \quad d_{min}=0.40m$$

4.-Verificación Por Cortante

4.1.- Cálculo de la fuerza Cortante de Diseño (Vu) y de la Fuerza Cortante Nominal (Vn)

$$Vu = (Wu)(Lv - d) \quad Vu=6.878Tn \Rightarrow Vn = \frac{Vu}{\phi} \quad Vn=8.092Tn$$

4.2.- Cálculo de la fuerza Cortante que Resiste el Concreto (Vc) y la Verificación por Cortante

$$Vc = 0.53 \sqrt{f_c} b d \quad Vc=60.906Tn \Rightarrow Vc > Vn \quad OK$$

5.-Diseño Por Flexión

5.1.- Momento de Diseño Último (Mu)

$$Mu = (Wu \times S) \left(\frac{Lv^2}{2} \right) \quad 6.08 \text{ tn}\cdot\text{m}$$

5.2.- Cálculo del Área de Acero

$$a = \frac{d}{5} \quad 19.83 \text{ cm}$$

$$a = \frac{As f_y}{0.85 f'_c b} = \quad 1.27 \text{ cm}$$

$$a = \frac{As f_y}{0.85 f'_c b} = \quad 0.97 \text{ cm}$$

$$a = \frac{As f_y}{0.85 f'_c b} = \quad 0.97 \text{ cm}$$

$$a = \frac{As f_y}{0.85 f'_c b} = \quad 0.97 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{\phi f'_c y \left(d - \frac{a}{2} \right)} = \quad 5.41 \text{ cm}^2$$

$$As = \frac{Mu}{\phi f'_c y \left(d - \frac{a}{2} \right)} = \quad 4.13 \text{ cm}^2$$

$$As = \frac{Mu}{\phi f'_c y \left(d - \frac{a}{2} \right)} = \quad 4.11 \text{ cm}^2$$

$$As = \frac{Mu}{\phi f'_c y \left(d - \frac{a}{2} \right)} = \quad 4.11 \text{ cm}^2$$

$$As = \frac{Mu}{\phi f'_c y \left(d - \frac{a}{2} \right)} = \quad 4.11 \text{ cm}^2$$

5.3.- Verificación del Acero Mínimo

$$\rho_{min} = \quad 0.002$$

$$As = \rho_{min} b d = \quad 15.86 \text{ cm}^2$$

Usar Área De Acero Mínimo

6.- Distribucion de acero longitudinal

6.1.- Calculo del Maximo Momento de Diseño

$$As = 15.86 \text{ cm}^2$$

Asumiendo varilla N° 4 ó varilla de Ø = 1/2" y con un $As = 1.27 \text{ cm}^2$

6.2.- Calculo del Numero de Varillas y del Espaciamiento "S"

$$n = 13.00 \quad S = 15.00 \text{ cm}$$

6.3.- Verificacion del area de acero Longitudinal

$$A_{req} = 16.51 \text{ cm}^2 \quad As > A_{req} \quad \text{El Area De Acero Es Suficiente}$$

USAR: 13.00 Fierros De Ø1/2" @0.15m

7.- Distribucion de acero transverzal

7.1.- Calculo del Maximo Momento de Diseño

$$Asl = As \cdot \frac{l}{b} = 16.51 \text{ cm}^2$$

Asumiendo varilla N° 4 ó varilla de Ø = 1/2" y con un $As = 1.27 \text{ cm}^2$

7.2.- Calculo del Numero de Varillas y del Espaciamiento "S"

$$n = 13.00 \quad S = 15.00 \text{ cm}$$

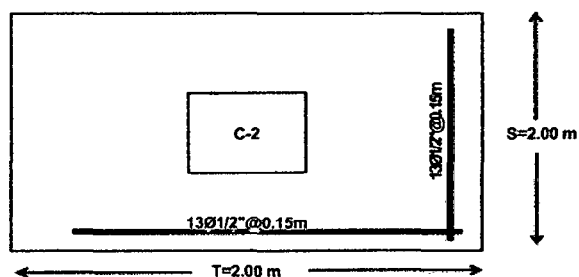
7.3.- Verificacion del area de acero Longitudinal

$$A_{req} = 16.51 \text{ cm}^2 \quad As > A_{req} \quad \text{El Area De Acero Es Suficiente}$$

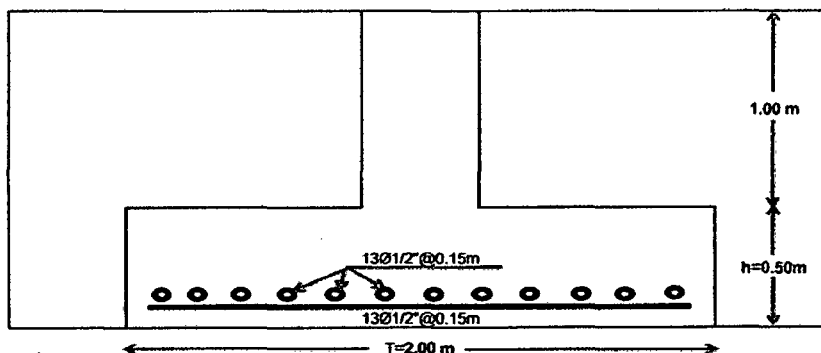
USAR: 13.00 Fierros De Ø1/2" @0.15m

8.- Graficos del Diseño de La zapata

8.1.- En Planta



8.2.- En Seccion



9.-Transferencia de Fuerza en la Interfase de la Columna y Cimentación

9.1.- Resistencia al Aplastamiento Sobre la Columna

$$P_n = \frac{P_u}{\phi}$$

$$P_n = 79.53 \text{ Tn}$$

9.2.- Resistencia al Aplastamiento en la Columna P_{nb}

$$P_{nb} = 0.85 x f_c x A_c$$

$$P_{nb} = 446.25 \text{ Tn}$$

$$P_{nb} > P_n$$

No Existe Aplastamiento

4.2 DISEÑO ESTRUCTURAL SISTEMA “MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA”

Para el Análisis Estructural de la Edificación es necesario conocer el concepto de Muros de Ductilidad Limitada, así como los Requisitos del RNE y los Criterios de Estructuración, para poder llegar a un óptimo Diseño Estructural.

Conceptos básicos de muros de Ductilidad Limitada

Catalogados dentro de los sistemas estructurales de Muros Portantes, este sistema de estructuración se ha venido aplicando en nuestro país, con una gran intensidad, desde comienzos de la década del 2000. Su característica principal consiste en la alta resistencia que poseen debido a la significativa cantidad de áreas de muros estructurales.

Los sistemas para resistir las cargas de gravedad y las cargas laterales de viento o sismo, están compuestos por muros de concreto armado de espesores reducidos, reforzados con acero corrugado convencional en los extremos y malla electro soldada o barras corrugadas en el alma del muro, generalmente en una sola capa de refuerzo, pues los espesores típicos suelen estar entre los 10 y 15 cm.

Dada a la gran rigidez lateral del Muro de Ductilidad Limitada, estos elementos absorben grandes cortantes, que a su vez producen grandes momentos.

Si los muros son Esbeltos se comportan como elementos sometidos a flexo compresión y cortante pudiendo ser diseñados bajo la hipótesis básica de flexión. (Que son las mismas para flexo compresión)

Si los muros son Cortos o bajos el comportamiento a flexo compresión ya no puede ser analizado por las hipótesis usuales de flexión, sino que al parecerse más a la denominada viga pared, ya no cumplen la distribución de deformaciones y esfuerzos de Navier, por lo cual se debe hacer un análisis aplicando la Teoría de Elasticidad.

Requisitos reglamentarios (RNE)

Cuantía Mínima de Refuerzo

De acuerdo a la Norma para Edificaciones con Muros de Ductilidad Limitada, la cuantía mínima de refuerzo vertical y horizontal de los muros deberá cumplir con las siguientes limitaciones:

Si:

$$V_u > 0.5 \phi V_c \implies \rho_h \geq 0.0025 \quad \text{y} \quad \rho_v \geq 0.0025$$

$$V_u < 0.5 \phi V_c \implies \rho_h \geq 0.0020 \quad \text{y} \quad \rho_v \geq 0.0015$$

Si $h_m / l_m \leq 2$ la cuantía vertical del refuerzo no deberá de ser menor que la cuantía horizontal. Estas cuantías son indistintamente aplicables a la resistencia del acero.

DISEÑO POR FLEXIÓN O FLEXOCOMPRESIÓN

Para muros esbeltos ($H/L \geq 1$), serán aplicables los lineamientos generales establecidos para flexo compresión; se investigará la resistencia en base a una

relación Carga Axial-Momento.

Teniendo dimensionadas las secciones del muro de corte, el cálculo del acero se efectuará simplemente haciendo una iteración entre las siguientes expresiones:

$$As = \frac{Mu}{\phi * y * (d - \frac{a}{2})} \quad a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$$

Donde:

Mu = Momento de diseño, calculado por carga muerta y sismo.

ϕ = Factor de reducción de resistencia = 0.90

fy = Esfuerzo de fluencia a usar.

d = Peralte efectivo.

a = Profundidad del bloque equivalente en compresión del concreto.

As = Área de acero por flexión.

f'c = Resistencia del concreto a la compresión.

b = Espesor de la sección.

Para muros de poca esbeltez ($H/L < 1$), y con cargas axiales no significativas, no son válidos los lineamientos establecidos para flexo compresión, debiéndose calcular el área del refuerzo del extremo en tracción para el caso de secciones rectangulares como sigue: (Norma E.060)

$$Mu = \phi * As * fy * Z$$

$$Z = 0.4 * L * \left(1 + \frac{H}{L}\right); \quad 0.5 < \frac{H}{L} < 1$$

$$Z = 1.2 * H; \quad \frac{H}{L} \leq 0.5$$

El esfuerzo vertical deberá distribuirse a lo largo de la longitud del muro, debiéndose concentrar mayor esfuerzo en los extremos. Adicionalmente se colocará refuerzo repartido a lo largo de la longitud de muro, cumpliendo con el acero mínimo de refuerzo vertical.

El refuerzo vertical distribuido no necesita estar confinado por estribos a menos que su cuantía exceda a 0.01 o que sea necesario por compresión. (Norma EMDL)

Si el refuerzo en la fibra en tracción calculado suponiendo comportamiento lineal elástico:

$$\sigma_u = \frac{M_{ux} * Y_t}{I_g} - \frac{P_u}{A_g}$$

Excede de $2\sqrt{f'_c}$, deberá verificarse que el refuerzo en tracción de los extremos provea un momento resistente por lo menos igual a 1.2 veces el momento de agrietamiento (M_{cr}) de la sección (Especificaciones Normativas EMDL)

Donde:

M_{cr} = Momento de agrietamiento.

I_g = Momento de inercia bruta de la sección.

f'_c = resistencia del concreto a la compresión.

P_u = Carga axial última.

A_g = Área bruta de la sección.

Y_t = Distancia del eje centroidal de la sección total a la fibra extrema en tracción (sin considerar el refuerzo) o $L_w/2$

L_w = Longitud del alma de la sección.

DISEÑO POR FUERZA CORTANTE

Los muros con refuerzos de corte debidos a la acción de fuerzas coplanares considerando:

$$V_u \leq \phi * V_n$$

$$\phi * V_n = \phi * V_c + \phi * V_s = \phi(A_c * \alpha * \sqrt{f'c}) + \phi(A_c * \rho_h * f_y)$$

Donde $\phi = 0.85$, " A_c " representa el área de corte en la dirección analizada, " ρ_h " la cuantía horizontal del muro y " α " es un valor que depende del cociente entre la altura total del muro " h_m " (del suelo al nivel más alto) y la longitud del muro en planta " l_m ".

$$\text{si } \left(\frac{h_m}{l_m}\right) \leq 1.5 \quad \alpha = 0.8$$

$$\text{si } \left(\frac{h_m}{l_m}\right) \geq 1.5 \quad \alpha = 0.53$$

$$\text{si } 1.5 < \left(\frac{h_m}{l_m}\right) < 1.5 \quad \alpha \text{ se obtiene interpolando entre } 0.8 \text{ y } 0.53$$

$$\text{y } V_n \text{ no debera exceder de } 2.7\sqrt{f'c * t * d}$$

Cuando un muro está sujeto a esfuerzos de tracción axial significativa o cuando los esfuerzos de compresión sean pequeños ($N_u/Ag < 0.1f_c$), deberá considerarse $V_c = 0$

La fuerza cortante última de diseño (V_u) debe ser mayor o igual que el cortante último proveniente del análisis (V_{ua}) amplificado por el cociente entre el momento nominal asociado al acero colocado (M_n) y el momento proveniente del análisis (M_{ua}), es decir

$$V_u \geq V_{ua} \left(\frac{M_n}{M_{ua}} \right)$$

La distancia " d " de la fibra extrema en compresión al centroide de la fuerzas en tracción del refuerzo se calculará con un análisis basado en la compatibilidad de

deformaciones; la Norma permite usar un valor aproximado de "d" igual 0.8 L

REFUERZO DE MUROS

➤ REFUERZO HORIZONTAL POR CORTE

Cuando V_u exceda a ϕV_c , deberá colocarse refuerzo horizontal por corte. El área de este esfuerzo se calculará con la siguiente fórmula:

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

La cuantía p_h del refuerzo horizontal por corte (referida a la sección total vertical de concreto de la sección en estudio), será mayor o igual a 0.0025. El espaciamiento del refuerzo horizontal no excederá los siguientes valores:

- L/5
- 3t
- 45 cm.

El refuerzo vertical deberá anclarse en los extremos confinado del muro en forma que pueda desarrollar su esfuerzo de fluencia.

➤ REFUERZO VERTICAL POR CORTE

La cuantía p_v del refuerzo vertical por corte (referida a la sección total horizontal del concreto), será igual a:

$$p_v = [0.0025 + 0.5(2.5 - H / L)(p_h - 0.0025)]$$

Pero necesitará ser mayor que el refuerzo horizontal requerido. El espaciamiento del refuerzo vertical no deberá ser mayor que los siguientes valores:

- L/3

- 3t
- 45 cm

Donde la fuerza normal última (N_u) se calcula en función de la carga muerta (N_m) como $N_u=0.9N_m$, el coeficiente de fricción debe tomarse como $\mu=0.6$ y $\phi=0.85$. Excepcionalmente cuando se prepare adecuadamente la junta se tomara $\mu=1$.

CRITERIOS DE ESTRUCTURACIÓN

- La experiencia nos indica que un predimensionamiento adecuado consiste en asegurar una densidad de muros en cada dirección de la planta de 50 cm² por cada m² techado. (se considera el área techada total y se evalúa la densidad en el primer nivel)
- Lo ideal es tener muros de longitudes similares, de tal manera que no haya concentraciones de esfuerzos en algunos muros, en algunos casos se recomienda hacer juntas en muros largos ($\geq 4.00\text{m}$) para tener longitudes similares.
- Cuando se tienen edificios alargados, es conveniente hacer juntas de separación, las que también ayudan a disminuir los efectos de contracción y temperatura.
- Cuando se tienen estacionamientos en el primer piso o en el sótano no es recomendable usar el sistema de Muros de Ductilidad Limitada pues se tiene una discontinuidad y se crea en el primer nivel un piso “blando” que requerirá desarrollar mucha ductilidad, que no es fácil conseguir, a menos que se idee algún otro método o procedimiento a fin de evitar el llamado “piso blando”.

CALCULO DE MASAS Y PESO DE LA EDIFICACIÓN

Para el metrado de cargas de la estructura se consideró los Pesos Unitarios del Anexo 1 y cargas vivas mínimas repartidas (Tabla 1) de la norma E.020. Las cargas

vivas se detallan en el ítem 3.1.2.2 de la presente tesis.

A continuación se muestra un cuadro con las masas de la estructura.

Tabla 13: pesos y masas por nivel

NIVEL	PESO (Ton)	MASA (Ton,s2/m)
1ro	299,99	30,58
2do	280,08	28,55
3do	280,08	28,55
4do	280,08	28,55
5ro	194,14	19,79

Fuente: elaboración propia

Peso de la Edificación (P) = 1334.37 ton

- El Peso (P) se calculó adicionando a la carga permanente y total de la edificación el 25% de la carga viva, considerando una edificación de categoría C.

CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL (REGULARIDAD) DE LA EDIFICACIÓN.

En la Tabla 3.1 se presentan las verificaciones de la regularidad de la estructura en altura y en planta, según lo indicado en el Art. 11 de la Norma E.030.

EVALUACIÓN POR DENSIDAD DE MUROS

Se verificará que el cortante sísmico de la estructura sea menor al cortante admisible del concreto, esto para garantizar que no ocurra falla por corte en los muros ya que estos absorben gran cantidad de la fuerza sísmica. Los muros han sido considerados con espesores de 10 y 12.5 cm, adecuadamente distribuidos en ambos sentidos para evitar una excentricidad mayor a la indicada en la norma.

De la Norma Sismo resistente (E.030) se tiene los siguientes factores para la evaluación de la cortante basal sísmica:

- ✓ Factor de zona (Z) = 0.3

- ✓ Factor de uso o importancia (U) = 1
- ✓ Factor de suelo (S) = 1.2
- ✓ Periodo (T) = h_n / C_t

Donde:

T : Periodo fundamental de la estructura

H_n : Altura total de la edificación (m) = 7.70 m

C_t : Coeficiente p' estimar el periodo predominante = 60

- ✓ Factor de Amplificación Sísmica (C) = $2.5 * (T_p / T)$, $C \leq 2.5$

$$C = 2.5 * (0.6 / 0.225) = 6.67 > 2.5 \longrightarrow C = 2.5$$

- ✓ Coeficiente de reducción sísmica (R) = 4
- ✓ Periodo predominante del suelo (T_p) = 0.6 seg
- ✓ Cortante actuante (V) :

TABLA 14: CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL (MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA)

	Nivel	1 er		2 do		3 er		4 to		Condición	Obs.
Irregularidades Est. en Altura	Parámetros	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y	X-X	Y-Y		
Irregularidades de Rigidez	Total Área Sec.(m ²)	9,65	9,52	9,65	9,31	9,65	9,09	9,65	8,95	$A < 85\% A'$	Cumple
Irregularidad de Masas	Masas (Tn)	30,5		28,5		28,5		28,5		$M < 150\% M'$	Cumple
Irregularidad Geométrica vertical	Área de planta (m ²)	301,05		301,05		301,05		301,05		$A_p < 130\% A'_p$	Cumple
Discontinuidad en los Sistemas R.	Elemento verticales	No		No		No		No		Desalineam.	Cumple

Fuente: elaboracion propia

Irregularidades Est. en Planta	Nivel	1 er	2 do	3 er	4 to	Condición	Obs
Irregularidad Torsional	Desplazamientos (m)	0,0008	0,0017	0,0019	0,0022	$\Delta > 50\% \Delta'$	Cumple
Esquinas Entrantes	Longitud (m)	Lx esquina = 0,30 m, Ly esquina = 1,30 m, 0,20Lx = 2,40 m, 0,20Ly = 2,90 m				$L < 0.2L_t$	Cumple

Fuente: elaboracion propia

$$\text{Luego } V = \frac{Z*U*C*S}{R} * (P) = \frac{0.3*1*1.2*2.5}{4} * 1334.37 = 300.23 \text{ tn}$$

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en la base del edificio no podrá ser menor que el

80 % del valor calculado para estructuras regulares. $V = 0.80 \times (300.23) = 240.19$

Ton.

➤ Esfuerzo Cortante Admisible (V_a) :

Sabemos que:

$$v_a = 0.53 \sqrt{f'_c}$$

$$v_a = 0.53 \sqrt{175}$$

$$v_a = 70.11 \text{ ton/m}^2$$

➤ Esfuerzo último (V_u) :

$$v_u = 0.85 V_a$$

$$v_u = 0.85 \times 70.11$$

$$v_u = 59.59 \text{ Ton/m}^2$$

➤ Determinación de la fuerza resistente:

Debe cumplirse que $V_{rest} > V$

Donde:

V_{rest} : cortante admisible del sistema

V : Cortante actuante

Finalmente se tiene:

Sentido X: $(9.65) \times 59.59 = 575.04 > 240.19 \rightarrow \text{OK!}$

Sentido Y: $(9.15) \times 59.59 = 545.25 > 240.19 \rightarrow \text{OK!}$

CARACTERÍSTICAS DEL MODELO MATEMÁTICO

✓ DATOS DE INGRESO DEL CONCRETO (ton, m, c)

Módulo de elasticidad (E_c)	= 1984313.48 Ton / m ²
Peso por unidad de volumen	= 2.4 Ton / m ³
Coefficiente de Poisson	= 0.2
Coefficiente de expansión térmica	= 9.900E-06
Resistencia a la compresión del concreto (f'_c)	= 1750 Ton / m ²
Esfuerzo de fluencia del acero (f_y)	= 42000 Ton/m ²

✓ TIPO DE MATERIAL: Isotrópico

✓ CARGAS Y PESOS

Peso específico del Concreto armado	= 2.40 ton/m ³
Peso de acabados de piso y techo	= 0.15 ton/m ²
Sobrecargas en techos	= 0.20 ton/m ²

✓ COMBINACIONES DE CARGA

Combo 1 =	1.4 CM + 1.7 CV
Combo 2 =	1.25 CM + 1.25 CV + SIS X
Combo 3 =	1.25 CM + 1.25 CV + SIS Y
Combo 4 =	1.25 CM + SIS X
Combo 5 =	1.25 CM + SIS Y
Combo 6 =	0.90 CM + SIS X
Combo 7 =	0.90 CM + SIS Y
Envolve =	Combo1 + Combo2 + Combo3 + Combo4 + Combo5 + Combo6 + Combo7

✓ **ACELERACIÓN ESPECTRAL**

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas, se utilizara un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definidor por:

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

Donde, para la estructura analizada se tiene:

- Factor de Zona (Z) = 0.30
- Factor de Uso (U) = 1.00
- Factor de Suelo (S) = 1.20
- Coeficiente de Reducción de Fuerza Sísmica (R) = 4.00
- Aceleración de la gravedad (g) = 9.81 m/seg²
- Factor de Amplificación Sísmica (C), definido en el siguiente ítem.

✓ **ESPECTRO DE RESPUESTA**

De acuerdo a las características del sitio, se define el Factor de Amplificación Sísmica (C) por la siguiente expresión:

$$C = 2.5 * (T_p / T), C \leq 2.5$$

Donde:

T_p = Periodo que define la plataforma del espectro

T = Periodo

Tabla 15: periodos de Vibración

C	T (s)	Sa/g
2.50	0.00	0.2250
2.50	0.02	0.2250
2.50	0.04	0.2250
2.50	0.06	0.2250
2.50	0.08	0.2250
2.50	0.10	0.2250
2.50	0.12	0.2250
2.50	0.14	0.2250
2.50	0.16	0.2250
2.50	0.18	0.2250
2.50	0.20	0.2250
2.50	0.25	0.2250
2.50	0.30	0.2250
2.50	0.35	0.2250
2.50	0.40	0.2250
2.50	0.45	0.2250
2.50	0.50	0.2250
2.50	0.55	0.2250
2.50	0.60	0.2250
2.31	0.65	0.2077
2.14	0.70	0.1929
2.00	0.75	0.1800
1.88	0.80	0.1688
1.76	0.85	0.1588
1.67	0.90	0.1500
1.58	0.95	0.1421
1.50	1.00	0.1350
1.36	1.10	0.1227

1.25	1.20	0.1125
1.15	1.30	0.1038
1.07	1.40	0.0964
1.00	1.50	0.0900
0.94	1.60	0.0844
0.88	1.70	0.0794
0.83	1.80	0.0750
0.79	1.90	0.0711
0.75	2.00	0.0675
0.68	2.20	0.0614
0.63	2.40	0.0563
0.58	2.60	0.0519
0.54	2.80	0.0482
0.50	3.00	0.0450
0.38	4.00	0.0338
0.30	5.00	0.0270
0.25	6.00	0.0225
0.21	7.00	0.0193
0.19	8.00	0.0169
0.17	9.00	0.0150

Fuente: elaboracion Propia

Se ha realizado un Análisis de Superposición Modal por Respuesta Espectral.

En el caso de los muros, se modelaron como elementos tipo SHELL, los cuales fueron divididos en elementos de un tamaño máximo de 0.50 m x 0.50 m, para así lograr una mejor distribución de los esfuerzos resultantes. Para ello se tuvo especial cuidado en asignar correctamente las propiedades a los elementos estructurales. (Ver Figura 3.1)

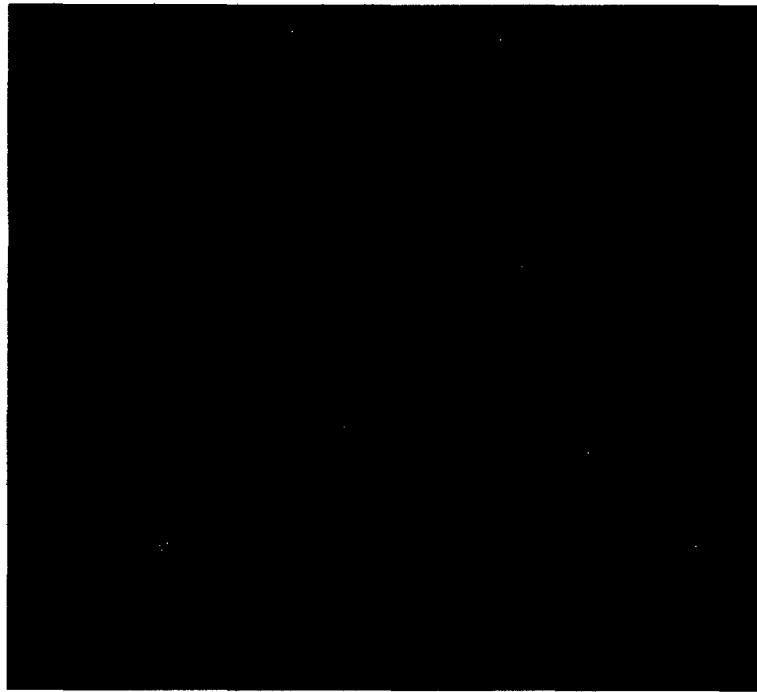


Imagen N° 56: Modelamiento de muros en ETABS

En el caso de la platea de cimentación, al igual que para los muros, se ha modelado como elementos SHELL de 0.50 m x 0.50 m, además se le asignó un comportamiento rígido.

En el caso de las losas de entrepiso, también se las ha modelado como elementos SHELL con divisiones de 0.50 m x 0.50 m.

En el caso de la Interacción Sísmica Suelo Estructura, se ha modelado al suelo como un medio elástico y continuo, gracias a que se ha distribuido el coeficiente K_z en todo el área de la platea con el fin de obtener datos para el diseño de la cimentación. Asimismo, los demás coeficientes de rigidez del suelo se han concentrado en el centro de masas de la platea de cimentación. (Ver Figura 3.2 y 3.3)

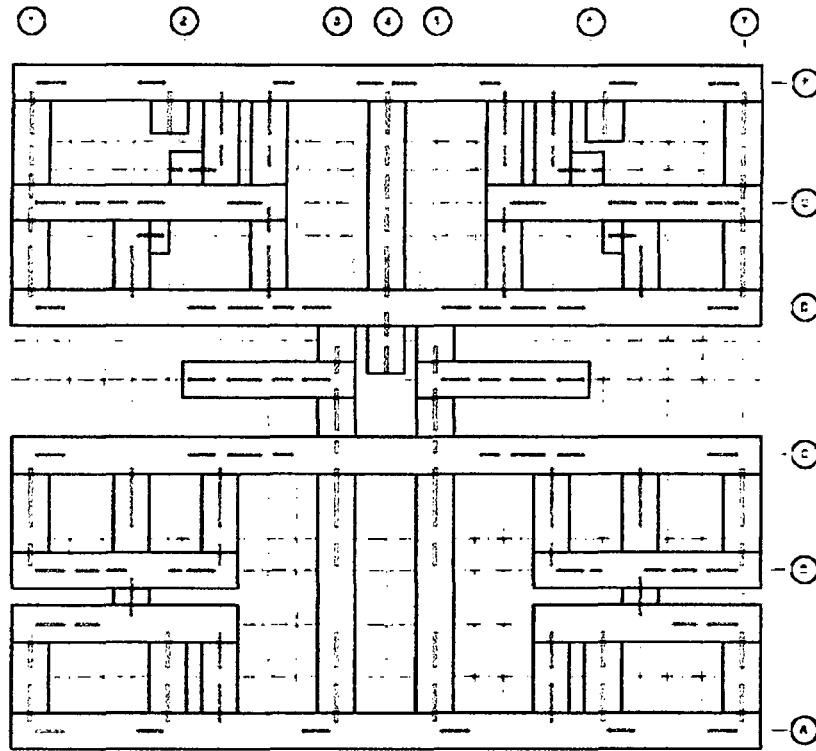


Imagen N° 57: cimentación Corrido

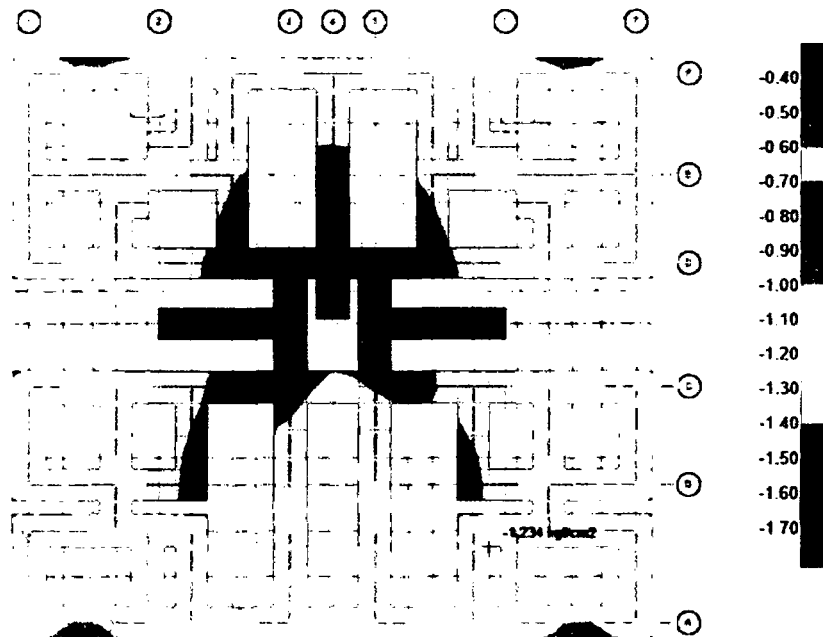


Imagen N° 58: Verificación de resistencia del terreno al peso de la estructura

DISEÑO ESTRUCTURAL

De manera representativa se realizará el diseño del muro M10X, vale decir que para el diseño de los demás muros se siguió un procedimiento similar al descrito a continuación.

MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA

A. DETERMINACIÓN DE LA CUANTÍA MÍNIMA

El muro M9X, presenta las siguientes características:

Características del Elemento	
Resistencia del Concreto (f_c)	175 kg/cm ²
Esfuerzo de fluencia del acero (f_y)	4200 kg/cm ²
Longitud muro (l_m)	8 m
Altura del muro (h_m)	13.50 m
Espesor del muro (t)	0.10 m
Inercia de la sección (I_g)	0.130 m ⁴
Relación (h_m/l_m)	1.69

Empleando la siguiente ecuación, el valor de ϕV_c será:

$$\phi V_c = 13.06 \text{ tn}$$

$$0.5 * \phi V_c = 6.53 \text{ tn}$$

$$V_u = 9.27 \text{ tn}$$

Siendo $V_u > \phi V_c / 2$, la cuantía mínima a emplear será de 0.0025 para los refuerzos horizontal y vertical respectivamente. Aplicando la ecuación 5.9., pero para la cuantía mínima, esta ecuación quedaría de la siguiente manera:

$$S = \frac{A_v}{0.0025 * t} \quad \text{usar varilla de diámetro 8mm @ 0.20 m}$$

B. DISEÑO POR CORTE

Se empleó un concreto de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de acuerdo al requerimiento mínimo de resistencia que han de tener los elementos estructurales sometidos a flexo compresión que deben resistir sismo. De acuerdo a la Norma Peruana, cuando los esfuerzos de compresión son pequeños, es decir, $N_u/A_g < 0.1f_c$ deberá considerar $V_c=0$, para el caso de los muros analizados, hemos considerado también el aporte del concreto para la resistencia al corte.

Empleando un refuerzo por corte igual a $8\text{mm} @ 0.20 \text{ m}$ centrada, la resistencia al corte del acero se calculará de acuerdo a la ecuación 5.7, con un $\phi = 0.85$. Posteriormente se hará la verificación de que el cortante último del análisis V_u amplificado con el factor M_n/M_u no sea mayor al cortante ϕV_n como se señala en la ecuación.

En estos muros se empleó un acero de $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ tanto para el refuerzo concentrado en los extremos como para el distribuido a lo largo del muro. Aunque se podría emplear una malla electrosoldada con $f_y=5000 \text{ kg/cm}^2$ como refuerzo distribuido, esto conduciría a una menor ductilidad de la estructura debido a que esta carece de escalón de fluencia; sin embargo, con una adecuada densidad de muros es probable que no se necesite desarrollar la ductilidad que se le asigno en el diseño a la estructura, pues de acuerdo a las Especificaciones Normativas de EMDL, los muros han de diseñarse para un momento nominal no menor a 1.2 veces el Momento de Agrietamiento, que en este caso, resulta siendo mayor al del Análisis Sísmico.

C. DISEÑO POR FLEXOCOMPRESIÓN

A continuación se presenta el diagrama de interacción del muro M9X, en el cual se observa que los valores de las diferentes combinaciones de Carga Axial – Momento, producto del análisis, caen dentro del área resistente de la sección del

muro.

Este diagrama se graficó suponiendo un acero vertical de ϕ 8mm con separación de 0.20 m. repartido al centro.

A continuación se muestra un cuadro resumiendo el diseño del muro M1X.

1º PISO

Muro M9X		Fuerzas ETABS	
ϕVc	13.06 ton	Pu (ton)	35.71
lm (m)	2.50 m		
tm (m)	0.10 m	Mu (ton.m)	14.96
hm/lm	4.16 m		
ph	0.0025	Vu (ton)	9.27
pv	0.0025		

Malla ϕ 8 mm @ 0.20 m por Corte
--

$$\phi Vs = 17.85 \text{ ton}$$

$$\phi Vn = 30.91 \text{ ton}$$

1.2 Mcr	54.08 ton m
----------------	--------------------

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

$$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$$

para el primer tanteo, tomo $a = d/5$

$$a = 40 \text{ cm}$$

$$As = 7.95 \text{ cm}^2$$

$$As = 7.50 \text{ cm}^2$$

$$As = 7.48 \text{ cm}^2$$

$$a = 18.70 \text{ cm}$$

$$a = 17.66 \text{ cm}$$

$$a = 17.61 \text{ cm}$$

$$As \text{ min vertical} = 7.48 \text{ cm}^2$$

Numero de barras de 8mm ($A_s = 0.50 \text{ cm}^2$) = 11 barras
 Espaciamiento de cada barra = 0.20 m

Acero colocado	CANTIDAD	TOTAL
Malla 8 mm	7.48 cm^2	13.42 cm^2
Refuerzo extremos	3.96 cm^2	

Malla Vertical de 8 mm @ 0.20 m + 2 ø 5/8 (uno en cada extremo)

Mn	Mua	(Mn/Mua)	Vua	Vu
96.98 ton m	54.08 ton m	1.79	9.27 ton	16.62 ton

$$Vu < \phi Vn \quad \text{Ok}$$

Malla Horizontal de 8 mm @ 0.20 m

4.3 ANALISIS ECONOMICO

4.3.1 SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA

4.3.1.1 METRADO DE PARTIDAS

Se determinaron las partidas necesarias para la construcción de la edificación según las delimitaciones presentadas en el ítem 1.1.2 del Capítulo I y respetando los lineamientos del Reglamento de Metrados para Obras de Edificación. En la Página 73 se presenta la Planilla de Metrados.

4.3.1.2 PRESUPUESTO DE OBRA

Se realizaron los Presupuestos para las partidas de Estructuras y de Arquitectura respectivamente. Nótese que sólo está presupuestada la estructura (casco) puesto que las instalaciones sanitarias, eléctricas y acabados no inciden en el análisis comparativo final de los Sistemas Constructivos investigados. En la Página 76 se presenta el Presupuesto de Obra.

PRESUPUESTO DE OBRA

Obra: VIVIENDA MULTIFAMILIAR CON SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD

LIMITADA Hecho por : Bach. Santoyo Curi Julio Cesar

Departamento: Huancavelica **Provincia:** Angaraes **Distrito:** Lircay

Tabla 16: Presupuesto de Vivienda

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01	ESTRUCTURA				252,937.56
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				791.37
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	302.05	0.87	262.78
01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	302.05	1.75	528.59
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,374.20
01.02.01	EXCAVACION PARA PLATEA DE CIMENTACION DE 1.00m A 1.90m DE PROFUNDIDAD EN TERRENO NORMAL	m3	93.73	3.06	286.81
01.02.02	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO A MANO	m3	15.62	2.81	43.89
01.02.03	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO CON EQUIPO	m2	145.84	1.09	158.97
01.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO DIST.= 2.5 km	m3	97.63	9.06	884.53
01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				3,221.05
01.03.01	SOLADO DE CONCRETO C:H 1:12, E=4", PARA PLATEA	m2	156.21	20.62	3,221.05
01.04	CONCRETO ARMADO				247,550.94
01.04.01	PLATEA DE CIMENTACION				29,192.26
01.04.01.01	CONCRETO PARA PLATEA FC=210 KG/CM2	m3	78.11	312.13	24,380.47
01.04.01.02	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2, GRADO 60	kg	1,272.96	3.78	4,811.79
01.04.02	PLACA				127,821.03
01.04.02.01	CONCRETO EN PLACA fc=175 kg/cm2	m3	210.88	303.43	63,987.32
01.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACA	m2	4,217.67	6.37	26,866.56
01.04.02.03	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2, GRADO 60	kg	9,779.67	3.78	36,967.15
01.04.03	LOSA MACIZA				85,537.65
01.04.03.01	CONCRETO EN LOSA MACIZA fc=210 kg/cm2	m3	181.23	317.35	57,513.34
01.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSA MACIZA	m2	1,510.25	13.14	19,844.69
01.04.03.03	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2, GRADO 60	kg	2,163.92	3.78	8,179.62
01.04.04	EQUIPO DE ENCOFRADO METALICO				5,000.00
01.04.04.01	ALQUILER DE ENCOFRADOS METALICO	glb	1.00	5,000.00	5,000.00

Fuente: Elaboración Propia

COSTO DIRECTO

252,937.56

**SON: DOCIENTOS CINCUENTA Y DOS MIL NOVECIENTOS TREINTA Y SIETE
CON 56/100 NUEVOS SOLES**

4.3.2 SISTEMA DE ALBAÑILERÍA CONFINADA

4.3.2.1 METRADO DE PARTIDAS

Se determinaron las partidas necesarias para la construcción de la edificación según las delimitaciones presentadas en el ítem 1.1.2 del Capítulo I y respetando los lineamientos del Reglamento de Metrados para Obras de Edificación. En la Página 81 se presenta la Planilla de Metrados.

4.3.2.2 PRESUPUESTO DE OBRA

Se realizaron los Presupuestos para las partidas de Estructuras y de Arquitectura respectivamente. Nótese que sólo está presupuestada la estructura (casco) puesto que las instalaciones sanitarias, eléctricas y acabados no inciden en el análisis comparativo final de los Sistemas Constructivos investigados. En la Página 84 se presenta el Presupuesto de Obra.

PRESUPUESTO DE OBRA

Obra : VIVIENDA MULTIFAMILIAR CON SISTEMA DE ALBAÑILERÍA

CONFINADA Hecho por : Bach. Santoyo Curi Julio Cesar

Departamento: Huancavelica Provincia: Angaraes Distrito: Lircay

Tabla 17: Presupuesto de Vivienda

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01	ESTRUCTURA				181,283.15
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				791.37
01.01.01	UMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	302.05	0.87	262.78
01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	302.05	1.75	528.59
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,764.68
01.02.01	EXCAVACION PARA CIMIENTOS HASTA 0.60 DE PROFUNDIDAD EN TERRENO NORMAL	m3	46.86	3.82	179.01
01.02.02	EXCAVACION PARA ZAPATAS DE 1.00m A 1.90m DE PROFUNDIDAD EN TERRENO NORMAL	m3	74.05	3.06	226.59
01.02.03	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO A MANO	m3	19.87	2.81	55.83
01.02.04	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO CON EQUIPO	m2	145.84	1.09	158.97
01.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO DIST.= 2.5 km	m3	126.30	9.06	1,144.28
01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				16,151.18
01.03.01	SOLADO DE CONCRETO C:H 1:12, E=4", PARA ZAPATAS	m2	43.56	20.62	898.21
01.03.02	CONCRETO PARA CIMIENTOS CORRIDOS C:H-1:10 + 30% P.G.	m3	46.86	198.58	9,305.46
01.03.03	CONCRETO PARA SOBRECIMENTOS C:H-1:8 + 25% P.M.	m3	17.57	226.48	3,979.25
01.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS H=40cm.	m2	140.59	14.00	1,968.26
01.04	CONCRETO ARMADO				162,575.92
01.04.01	ZAPATAS				10,199.45
01.04.01.01	CONCRETO PARA ZAPATAS FC=210 KG/CM2	m3	30.00	312.13	9,363.90
01.04.01.02	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2, GRADO 60	kg	539.78	3.78	2,040.37
01.04.02	COLUMNAS				40,445.72
01.04.02.01	CONCRETO PARA COLUMNAS fc=210 kg/cm2	m3	43.74	347.14	15,183.90
01.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	364.50	16.08	5,861.16
01.04.02.03	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2, GRADO 60	kg	5,132.45	3.78	19,400.66
01.04.03	VIGAS				26,393.10
01.04.03.01	CONCRETO PARA VIGAS fc=210 kg/cm2	m3	30.02	329.06	9,878.38
01.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL DE VIGAS	m2	200.16	23.87	4,777.82
01.04.03.03	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2, GRADO 60	kg	3,105.00	3.78	11,736.90
01.04.04	LOSA MACIZA				85,537.65
01.04.04.01	CONCRETO EN LOSA MACIZA fc=210 kg/cm2	m3	181.23	317.35	57,513.34
01.04.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSA MACIZA	m2	1,510.25	13.14	19,844.69
01.04.04.03	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2, GRADO 60	kg	2,163.92	3.78	8,179.62
02	ARQUITECTURA				189,584.72
02.01	MUROS Y TABIQUERIA DE ALBAÑILERIA				189,584.72
02.01.01	MURO DE LADRILLO 18 HUECOS DE CABEZA DE 9 x 12.5 x 23 cm. C:A-1	m2	2,108.84	89.90	189,584.72

Fuente: Elaboración Propia

COSTO DIRECTO**370,867.87****SON: TRECIENTOS SETENTA MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y SIETE CON 87/100****NUEVOLES SOLES**

4.4.- DISCUSIÓN

En los resultados obtenidos del análisis realizado a la vivienda se obtuvo los resultados tanto en seguridad y economía que se presentara a continuación en los cuadros.

Tabla 18: PRESUPUESTO DE ALBAÑILERIA CONFINADA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (\$/.)	Parcial (\$/.)
01	ESTRUCTURA				181,283.15
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				791.37
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	302.05	0.87	262.78
01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	302.05	1.75	528.59
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,764.68
01.02.01	EXCAVACION PARA CIMIENTOS HASTA 0.60 DE PROFUNDIDAD EN TERRENO NORMAL	m3	46.86	3.82	179.01
01.02.02	EXCAVACION PARA ZAPATAS DE 1.00m A 1.90m DE PROFUNDIDAD EN TERRENO NORMAL	m3	74.05	3.06	226.59
01.02.03	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO A MANO	m3	19.87	2.81	55.83
01.02.04	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO CON EQUIPO	m2	145.84	1.09	158.97
01.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO DIST.= 2.5 km	m3	126.30	9.06	1,144.28
01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				16,151.18
01.03.01	SOLADO DE CONCRETO C:H 1:12, E=4", PARA ZAPATAS	m2	43.56	20.62	898.21
01.03.02	CONCRETO PARA CIMIENTOS CORRIDOS C:H-1:10 + 30% P.G.	m3	46.86	198.58	9,305.46
01.03.03	CONCRETO PARA SOBRECIMENTOS C:H-1:8 + 25% P.M.	m3	17.57	226.48	3,979.25
01.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS H=40cm.	m2	140.59	14.00	1,968.26
01.04	CONCRETO ARMADO				162,575.92
01.04.01	ZAPATAS				10,199.45
01.04.01.01	CONCRETO PARA ZAPATAS FC=210 KG/CM2	m3	30.00	312.13	9,363.90
01.04.01.02	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2, GRADO 60	kg	539.78	3.78	2,040.37
01.04.02	COLUMNAS				40,445.72
01.04.02.01	CONCRETO PARA COLUMNAS fc=210 kg/cm2	m3	43.74	347.14	15,183.90
01.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	364.50	16.08	5,861.16
01.04.02.03	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2, GRADO 60	kg	5,132.45	3.78	19,400.66
01.04.03	VIGAS				26,393.10
01.04.03.01	CONCRETO PARA VIGAS fc=210 kg/cm2	m3	30.02	329.06	9,878.38
01.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL DE VIGAS	m2	200.16	23.87	4,777.82
01.04.03.03	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2, GRADO 60	kg	3,105.00	3.78	11,736.90
01.04.04	LOSA MACIZA				85,537.65
01.04.04.01	CONCRETO EN LOSA MACIZA fc=210 kg/cm2	m3	181.23	317.35	57,513.34
01.04.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSA MACIZA	m2	1,510.25	13.14	19,844.69
01.04.04.03	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2, GRADO 60	kg	2,163.92	3.78	8,179.62
02	ARQUITECTURA				189,584.72
02.01	MUROS Y TABIQUERIA DE ALBAÑILERIA				189,584.72
02.01.01	MURO DE LADRILLO 18 HUECOS DE CABEZA DE 9 x 12.5 x 23 cm. C:A-	m2	2,108.84	89.90	189,584.72

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19: PRESUPUESTO DE MUROS DE DUCTILIDAD.

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (\$/.)	Parcial (\$/.)
01	ESTRUCTURA				252,937.56
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				791.37
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	302.05	0.87	262.78
01.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	302.05	1.75	528.59
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,374.20
01.02.01	EXCAVACION PARA PLATEA DE CIMENTACION DE 1.00m A 1.90m DE PROFUNDIDAD EN TERRENO NORMAL	m3	93.73	3.06	286.81
01.02.02	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO A MANO	m3	15.62	2.81	43.89
01.02.03	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO CON EQUIPO	m2	145.84	1.09	158.97
01.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO DIST.= 2.5 km	m3	97.63	9.06	884.53
01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				3,221.05
01.03.01	SOLADO DE CONCRETO C:H 1:12, E=4", PARA PLATEA	m2	156.21	20.62	3,221.05
01.04	CONCRETO ARMADO				247,550.94
01.04.01	PLATEA DE CIMENTACION				29,192.26
01.04.01.01	CONCRETO PARA PLATEA $f_c=210$ KG/CM2	m3	78.11	312.13	24,380.47
01.04.01.02	ACERO DE REFUERZO $FY=4200$ KG/CM2, GRADO 60	kg	1,272.96	3.78	4,811.79
01.04.02	PLACA				127,821.03
01.04.02.01	CONCRETO EN PLACA $f_c=175$ kg/cm2	m3	210.88	303.43	63,987.32
01.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACA	m2	4,217.67	6.37	26,866.56
01.04.02.03	ACERO DE REFUERZO $FY=4200$ KG/CM2, GRADO 60	kg	9,779.67	3.78	36,967.15
01.04.03	LOSA MACIZA				85,537.65
01.04.03.01	CONCRETO EN LOSA MACIZA $f_c=210$ kg/cm2	m3	181.23	317.35	57,513.34
01.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSA MACIZA	m2	1,510.25	13.14	19,844.69
01.04.03.03	ACERO DE REFUERZO $FY=4200$ KG/CM2, GRADO 60	kg	2,163.92	3.78	8,179.62
01.04.04	EQUIPO DE ENCOFRADO METALICO				5,000.00
01.04.04.01	ALQUILER DE ENCOFRADOS METALICO	glb	1.00	5,000.00	5,000.00

Fuente: Elaboración Propia

- En el análisis estructural realizado de los dos sistemas (muros de ductilidad limitada y albañilería confinada). El que presentó mejor comportamiento estructural frente a eventos sísmicos con los mismos parámetros de sismicidad y tipos de suelo fue los muros de ductilidad limitada.
- En el análisis económico se puede apreciar que los muros de ductilidad limitada son menos costosos en cuanto a la construcción que el sistema de albañilería confinada
- La construcción masiva de viviendas tanto de ductilidad limitada y albañilería confinada genera un impacto ambiental según la cantidad de viviendas a construir, sin embargo la construcción de viviendas con el sistema de muros de ductilidad limitada genera menos impacto ambiental ya que usa métodos constructivos eficaces como los encofrados y vaciados de concreto.

CONCLUSIONES

- ✓ Habiendo cumplido con los objetivos planteados en ésta investigación, es decir, realizar el análisis y diseño estructural, la evaluación económica y el impacto socioeconómico y ambiental de la edificación en estudio (vivienda multifamiliar de cinco niveles) con los sistemas de Muros de Ductilidad Limitada (MDL) y de albañilería Confinada (AC); y según las delimitaciones establecidas; se concluye que:
- ✓ Tanto el sistema de MDL como el de AC presentan un adecuado y real comportamiento estructural ante la amenaza sísmica, ya que cumplen con los requisitos del Diseño Sismo resistente y del Diseño Estructural que plantea el RNE de Perú. A nivel de costos, tiempos de ejecución e impactos socioeconómicos, el sistema de MDL presenta mayores ventajas frente al sistema de AC, pese a ello aún no ha sido lo suficientemente ensayado como es el caso del sistema de AC el cual ya ha sido probado y mejorado ampliamente a lo largo de los años.
- ✓ Para garantizar un comportamiento elástico de la estructura frente a sismos moderados y que frente a la acción de sismos severos la estructura sea reparable, es necesaria que en cada dirección principal del edificio, la resistencia total a cortante sea proporcionada por una adecuada densidad de muros. De ahí se concluye que en AC los elementos estructurales trabajan con valores cercanos a su capacidad máxima resistente.

RECOMENDACIONES

- Por presentarse en los muros de concreto problemas de fisuración por contracción de fragua, es recomendable una buena configuración estructural, limitar la longitud de los muros a través de juntas; las cuales deben ser consideradas por el estructuralista y no en la construcción, ya que se estaría disminuyendo inapropiadamente su rigidez, esto en el sistema de muros de ductilidad limitada.
- A fin de controlar los desplazamientos laterales, se pobra utilizar vigas de acoplamiento, siendo diseñadas bajo un comportamiento dúctil y con espesor mínimo de 15 cm, esto en el sistema de muros de ductilidad limitada.
- Dotar a la estructura de una adecuada densidad de muros en ambas direcciones y una buena distribución, evitando excentricidades que causen problemas de torsión a la edificación, esto en el sistema de albañilería confinada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Villarreal Castro, Genner.** Interacción Sísmica Suelo-Pilote-Superestructura en Edificaciones en Edificios Altos. Primera Edición Mayo 2005.
2. **Villarreal Castro, Genner.** Interacción Sísmica Suelo-Estructura en Edificaciones con Zapatas Aisladas. Primera Edición Agosto 2006.
3. **Gálvez, Adolfo; Pique, Javier; Scaletti, Hugo; Zavala, Carlos.** Notas sobre el comportamiento de edificaciones con muros de concreto reforzado con malla electrosoldada. CISMID –FIC-UNI.
4. **Sargsian A.E.** Mecánica Estructural. Segunda Edición. 2004
5. **J. Darío Aristizábal-Ochoa.** Estructuras de Vigas Sobre Suelos Elásticos De Rigidez Variable. 1993
6. **Universidad Pontificia de Cataluña.** Área de Geotecnia para Ingeniería Civil y Arquitectura. Capitulo I. Cataluña 2006
7. **Prof.V.M. Ulitsky.** Soil-Structure Interaction: Calculation Methods and Engineering Practice. Volume I. Saint Petersburg-Moscow. 2005
8. **La sociedad internacional de ingeniería geotécnica y mecánica de suelo.** Website: www.issmge.org/
9. **Reconstrucción de ciudades y de la ingeniería geotécnica.** Website: www.georec.spb.ru
10. **Ángel San Bartolomé.** Construcciones de Albañilería Confinada. Edición Octubre 1998. Lima
11. **Flavio Abanto Castillo.** Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería. Segunda Edición. Lima
12. **García Messeguer Álvaro.** Elemento Estructurales - Estructuras de Hormigón Armado. España 2004
13. **Blanco Blasco Antonio.** Estructuración y Diseño de edificaciones de concreto Armado
14. **Norma Técnica Peruana Vigente E 030 Sismo Resistente**
15. **Norma Técnica Peruana Vigente E 060 Concreto Armado**
16. **Norma Técnica Peruana Vigente E 070 Albañilería**

17. **Capítulo Peruano ACI.** Norma de Construcciones en Concreto Estructural y Comentarios (ACI 318-99). Diciembre 2000
18. **Ángel San Bartolomé.** Análisis De Edificios. Segunda Edición Noviembre 1999
19. **Arthur H. Nilson** Diseño de Estructuras de Concreto. Duodécima Edición Junio 2000
20. **Edgard G. Nawy.** Concreto Reforzado Un Enfoque Básico. Primera Edición 1988
21. **Meli Piralla.** Diseño Estructural. México 1994
22. **Teodoro E. Harmsen.** Diseño de Estructuras de Concreto Armado. Tercera Edición. 2002
23. **ETABS.** Nonlinear version 9.5.0 Extended 3D Analysis of Building Systems. Computers and Structures, Inc. Berkeley, California, 2008.
24. **Wikipedia.** Enciclopedia multimedia Website: <http://es.wikipedia.org>
25. **Instituto Geofísico Del Perú** Website: <http://www.igp.gob.pe>

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA Y ALBAÑILERÍA CONFINADA DE UNA VIVIENDA EN LA CIUDAD DE LIRCAY
Bach. SANTOYO CURI Julio Cesar

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA MINAS CIVIL AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL.

RESUMEN

El sistema de Muros de ductilidad Limitada como el de Albañilería Confinada presentan un adecuado y real comportamiento estructural ante la amenaza sísmica, ya que cumplen con los requisitos del Diseño Sismo resistente y del Diseño Estructural que plantea el RNE de Perú, así como incluyen el efecto de la Interacción Sísmica Suelo Estructura. A nivel de costos, tiempos de ejecución e impactos socioeconómicos, el sistema de MDL presenta mayores ventajas frente al sistema de AC, pese a ello aún no ha sido lo suficientemente ensayado como es el caso del sistema de AC el cual ya ha sido probado y mejorado ampliamente a lo largo de los años.

I. INTRODUCCIÓN

El mercado de vivienda popular durante años ha sido atendido principalmente por el sector informal (autoconstrucción), lo que ha producido viviendas de baja calidad con elevados costos financieros y sociales. Existe, en tanto, un severo déficit de ofertas habitacional de calidad y accesibles a sectores mayoritarios de la población, razón por la cual debe de analizarse nuevos sistemas constructivos que garanticen menores costos, tiempos de ejecución y adecuada calidad de las viviendas.

En el presente estudio comparativo, se toman las viviendas multifamiliares como alternativa de solución frente a los problemas antes mencionados, ya sean construidas por los sistemas convencionales (Albañilería Confinada) o sistemas industrializados (Muros de Ductilidad Limitada), a fin de obtener un comportamiento más real, se ha considerado el efecto de flexibilidad de la base llamado Interacción Sísmica Suelo Estructura.

Los parámetros evaluados en la presente investigación fueron los mismos en ambos casos, partiendo de la premisa que toda estructura debe cumplir con las exigencias de las normas de Diseño Sismo resistente y de Diseño Estructural vigentes.

En el primer capítulo se desarrolla el problema, dentro de este capítulo se desarrolla los temas de planteamiento del problema, formulación del problema, objetivo general y específicos y justificación; en el segundo capítulo se desarrolla lo que es el marco teórico, dentro de este capítulo se desarrolla los antecedentes, bases teóricas, hipótesis y variables de estudio; en el tercer capítulo se desarrolla la metodología de investigación y en el cuarto capítulo los resultados.

II. OBJETIVOS

- Analizar cuál de los sistemas estructurales en estudio ofrece un adecuado comportamiento estructural frente a la amenaza sísmica en la construcción de viviendas multifamiliares.
- Analizar los costos y los tiempos de ejecución en la construcción de una vivienda multifamiliar por los sistemas estructurales planteados.

- Evaluar el impacto socioeconómico y ambiental que genera la construcción masiva de viviendas con ambos sistemas.

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo al fin que persigue: Aplicada Tecnológica; porque ya existe enfoques teóricos a cerca de las variables.

Así como también se utiliza el tipo sustantivo: Descriptivo-explicativo, que nos permitirá describir las variables y por ende nos ayudara a la explicación de dichas variables, para el mejor entendimiento del problema de investigación.

3.2 MUESTRA

La muestra en estudio está constituida por una vivienda de tipo multifamiliar de cinco niveles, cuatro departamentos por nivel, con un área construida de aproximadamente 322.60 m² por nivel. Esta será diseñada y analizada por los Sistemas Estructurales de Muros de Ductilidad Limitada y de Albañilería Confinada.

3.3 TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN

La aplicación de una técnica conduce a la obtención de información, la cual debe ser resguardada mediante un instrumento de recolección de datos.

3.4 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Son procedimientos y actividades que nos permitirá obtener información necesaria para dar respuesta a las variables en estudio, para el procesamiento de los datos obtenidos en la recolección de datos se utilizara programas estructurales como SAP 2000, ETABS y SAFE estos resultados serán presentados en cuadros y gráficos.

IV. DISCUSIÓN

En el análisis se puede apreciar que los muros de ductilidad limitada son más costosos en cuanto a la construcción que la albañilería confinada pero es más seguro a sismos de mediana y alta escala.

V. CONCLUSIONES

Habiendo cumplido con los objetivos planteados en esta investigación, es decir, realizar el análisis y diseño estructural, la evaluación económica y el impacto socioeconómico y ambiental de la edificación en estudio (vivienda multifamiliar de cinco niveles) con los sistemas de Muros de Ductilidad Limitada (MDL) y de albañilería Confinada (AC); y según las delimitaciones establecidas; se concluye que:

- Tanto el sistema de MDL como el de AC presentan un adecuado y real comportamiento estructural ante la amenaza sísmica, ya que cumplen con los requisitos del Diseño Sismo resistente y del Diseño Estructural que plantea el RNE de Perú. A nivel de costos, tiempos de ejecución e impactos socioeconómicos, el sistema de MDL presenta mayores ventajas frente al sistema de AC, pese a ello aún no ha sido lo suficientemente ensayado como es el caso del sistema de AC el cual ya ha

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL COMPARATIVO ENTRE EL SISTEMA DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA Y ALBAÑILERÍA CONFINADA DE UNA VIVIENDA EN LA CIUDAD DE LIRCAY
Bach. SANTOYO CURI Julio Cesar

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA MINAS CIVIL AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL.

sido probado y mejorado ampliamente a lo largo de los años

- Para garantizar un comportamiento elástico de la estructura frente a sismos moderados y que frente a la acción de sismos severos la estructura sea reparable, es necesaria que en cada dirección principal del edificio, la resistencia total a cortante sea proporcionada por una adecuada densidad de muros. De ahí se concluye que en AC los elementos estructurales trabajan con valores cercanos a su capacidad máxima resistente.

VI. RECOMENDACIONES

PARA MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA

- Se debe realizar un correcto ingreso de los Coeficientes de Rigidez del Suelo al programa informático de análisis a emplear, especial cuidado se ha de tener en la asignación de restricciones y unidades de medida.
- Cuando exista excesiva densidad de muros se debe considerar convertir algunos muros portantes en tabiques (drywall contra placados, etc), ya que esto permitirían contar con mayor espacio en la construcción, de esta manera se incrementaría los rendimientos y bajarían los costos al construir menos muros.
- Se debe realizar un estudio de suelo completo para determinar el tipo de suelo, su capacidad admisible y de ser el caso, detallar como mejorarlo; también se debe descartar la presencia de sulfatos y otras sales que puedan causar daños a la cimentación.
- Por presentarse en los muros de concreto problemas de fisuración por contracción de fragua, es recomendable una buena configuración estructural, limitar la longitud de los muros a través de juntas; las cuales deben ser consideradas por el estructuralista y no en la construcción, ya que se estaría disminuyendo inapropiadamente su rigidez.
- A fin de controlar los desplazamientos laterales, se pobra utilizar vigas de acoplamiento, siendo diseñadas bajo un comportamiento dúctil y con espesor mínimo de 15 cm
- Utilizar losas macizas o aligeradas armadas en dos direcciones para distribuir adecuadamente las cargas de gravedad y de sismo, así como para compatibilizar los desplazamientos laterales.

PARA MUROS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA

- Proporcionar mayor área de concreto y acero en los muros perimetrales del edificio ya que estos están sometidos a mayores cortantes.
- Se debe emplear una adecuada separación entre confinamientos verticales ($l < 2h$), ya que una

excesiva distancia hace perder el efecto de confinamiento en la parte central del muro.

- De preferencia debe emplearse una losa maciza o aligerada armada en dos direcciones para que los muros no porten una excesiva carga vertical, para así evitar la disminución en la ductilidad del muro.
- Dotar a la estructura de una adecuada densidad de muros en ambas direcciones y una buena distribución, evitando excentricidades que causen problemas de torsión a la edificación.
- Las vigas aisladas y coplanales con los muros deben ser peraltadas para que puedan aprovecharse como disipadores de energía antes que fallen los muros, además estas atenúan las concentraciones de esfuerzos en la losa de techo e incrementan la rigidez lateral del sistema.

VII. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Villarreal Castro, Genner. Interacción Sísmica Suelo-Pilote-Superestructura en Edificaciones en Edificios Altos. Primera Edición Mayo 2005.
- 2.- Villarreal Castro, Genner. Interacción Sísmica Suelo-Estructura en Edificaciones con Zapatas Aisladas. Primera Edición Agosto 2006.
- 3.- Gálvez, Adolfo; Pique, Javier; Scaletti, Hugo; Zavala, Carlos. Notas sobre el comportamiento de edificaciones con muros de concreto reforzado con malla electrosoldada. CISMID-FIC-UNI.
- 4.- Sargsian A.E. Mecánica Estructural. Segunda Edición. 2004.
- 5.- J. Darío Aristizábal-Ochoa. Estructuras de Vigas Sobre Suelos Elásticos De Rigidez Variable. 1993.
- 6.- Universidad Pontificia de Cataluña. Área de Geotecnia para Ingeniería Civil y Arquitectura. Capítulo I. Cataluña 2006.
- 7.- Prof.V.M. Ulitsky. Soil-Structure Interaction: Calculation Methods and Engineering Practice. Volume I. Saint Petersburg-Moscow. 2005.
- 8.- La sociedad internacional de ingeniería geotécnica y mecánica de suelo. Website: www.issmge.org/.
- 9.Reconstrucción de ciudades y de la ingeniería geotécnica. Website: www.georec.spb.ru.
- 10.- Ángel San Bartolomé. Construcciones de Albañilería Confinada. Edición Octubre 1998. Lima.
- 11.- Flavio Abanto Castillo. Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería. Segunda Edición. Lima
- 12.- García Messeguer Álvaro. Elemento Estructurales - Estructuras de Hormigón Armado. España 2004.

Anexos