

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA



FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL

TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA:

“ANÁLISIS DEL EMPLEO DE BLOQUES DE POLIESTIRENO, BLOQUES DE PÓMEZ Y CASETONES PLÁSTICOS PARA EL ALIVIANAMIENTO DE LOSAS RETICULARES EN EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES.”

AUTOR: LEONARDO SAÚL MACANCELA CÓRDOVA

DIRECTOR: ING. PAÚL ESTEBAN ILLESCAS CÁRDENAS MSc.

AZOGUES – ECUADOR

2019

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN-CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

APROBACIÓN DEL TUTOR

Mediante el presente doy fe que el trabajo de titulación “ANÁLISIS DEL EMPLEO DE BLOQUES DE POLIESTIRENO, BLOQUES DE PÓMEZ Y CASETONES PLÁSTICOS PARA EL ALIVIANAMIENTO DE LOSAS RETICULARES EN EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES” del Sr, Leonardo Saúl Macancela Córdova C.I. 0302308119, para optar el título de INGENIERO CIVIL, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Azogues, a los 31 días del mes de julio de 2019

Atentamente,



ING. PAUL ESTEBAN ILLESCAS CÁRDENAS MSc
TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICADO DE AUTORÍA

El presente trabajo investigativo de proyecto profesional de grado previo a la obtención del título de INGENIERO CIVIL, cuyo tema es: **“Análisis del Empleo de Bloques de Poliestireno, Bloques de Pómez y Casetones Plásticos para el Alivianamiento de Losas Reticulares en Edificaciones Multifamiliares”** correspondiente al trabajo de investigación del autor, además certifico que he cumplido con todas las observaciones realizadas por el tribunal evaluador.

Estudiante:



Leonardo Saúl Macancela Córdova

0302308119

DEDICATORIA

El desarrollo y culminación de este trabajo de titulación, requirió de esfuerzo y mucha dedicación, no hubiese sido posible su culminación, sin los pilares que cimentaron desde el inicio mi formación académica.

Este logro lo dedico a la memoria de mi adorada madre, Sonia Marlene Córdova Coronel, por haberse convertido en el soporte más importante de esta travesía, por demostrarme siempre su cariño incondicional, por su incansable comprensión y ayuda sin importar los obstáculos que se presentaron.

A mi padre, Saúl Leonardo Macancela Bernal que siempre estuvo conmigo y a mi querido hermano Sebastián Fernando, por siempre estar dispuesto a escucharme y ayudarme en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Al culminar esta etapa de la vida quiero agradecer principalmente a Dios, por ser el inspirador de lo conseguido, por otorgarnos la fuerza necesaria en los momentos difíciles, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente.

Al equipo de trabajo MIM ESTUDIO CIVIL Y ARQUITECTÓNICO, conformado por los profesionales: Ing. Paúl Macancela, Ing. Esteban Macancela y Arq. María Eugenia Cajas, que con su amplia experiencia y conocimientos me orientaron al correcto desarrollo y culminación exitosa de esta investigación.

A la familia León Paladines por acompañarme siempre, por ser mi apoyo moral, por abrirme las puertas de su hogar y su corazón, por estar pendientes de mis realizaciones y logros.

De igual forma, agradezco a mi director de trabajo de titulación, Ing. Paúl Illescas MSc. por brindarme sus consejos, experiencias y capacidades.

A los docentes académicos que me han visto crecer como persona y formarme como profesional, gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme realizado.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación, trata acerca del análisis económico de un inmueble habitacional, construido en hormigón armado, con variaciones en elevación del edificio y el material utilizado para el alivianamiento de las losas reticulares.

Los materiales evaluados son: bloques de poliestireno, bloques de pómez y casetones plásticos. Dependiendo del peso específico de cada tipo de alivianamiento, la estructura resistente varía las secciones de sus elementos estructurales, estableciendo una ventaja para aquellos materiales de menor peso específico.

El material que mejores resultados presenta son los bloques de poliestireno expandido (EPS), debido a un análisis estructural se demuestra que este material genera secciones de columnas, vigas y zapatas más pequeñas comparados a los de mayor peso específico. La investigación se encuentra enmarcada dentro del método práctico de investigación científica, utilizando modelos computacionales de análisis matricial para determinar secciones estructurales que cumplan con resistir las solicitudes de diseño y verificar su peso entre las opciones de alivianamiento.

Como resultado se obtuvieron las dimensiones de los elementos estructurales y el presupuesto para cada altura de la edificación; a partir de estos datos, se han construido las gráficas de comprobación en función de los costos de cada sistema constructivos analizado.

PALABRAS CLAVE: POLIESTIRENO EXPANDIDO, BLOQUE PÓMEZ, CASETÓN PLÁSTICO, LOSAS RETICULARES, COMPARACIÓN ECONÓMICA.

CENTRO DE IDIOMAS

TITLE: "ANALISYS OF USING POLYSTYRENE BLOCKS, PUMICE BLOCKS AND PLASTIC PANELS TO LIGHTEN RETICULAR SLABS IN MULTI-FAMILY BUILDINGS."

ABSTRACT

This graduation work is about an economic analysis of a multifamily building, which was built in reinforced concrete, with building elevation variations and material used to lighten reticular slabs.

The evaluated materials are: polystyrene blocks, pumice blocks and plastic panels. Depending on the specific weight of each type of lightening, the resistant structure varies the sections of its structural elements, establishing an advantage for lower weight specific materials.

The material showing the best results is expanded polystyrene (EPS) blocks. Due to a structural analysis, it is shown that this material generates columns sections, beams and footings smaller than those of greater specific weight. This study is structured within a scientific research practical method. It was used computational models of matrix analysis were used to determine structural sections that comply with resisting design requests and to verify their weight among lightening options.

As a result, it was obtained structural elements dimensions and the budget for each building's height. Based on these data, verification graphs have been created according to the cost of each analyzed construction system.

KEYWORDS: EXPANDED POLYSTYRENE, PUMICE BLOCK, PLASTIC PANELS, RETICULAR SLABS, ECONOMIC COMPARISON.



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CUENCA

COMUNIDAD
EDUCATIVA AL
SERVICIO DEL PUEBLO

CENTRO DE IDIOMAS

Cuenca, 15 de julio del 2019

**EL CENTRO DE IDIOMAS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA, CERTIFICA QUE EL
DOCUMENTO QUE ANTECEDE FUE TRADUCIDO POR PERSONAL DEL CENTRO PARA LO CUAL DOY
FE Y SUSCRIBO**

**Abg. Liliana Urgilés Amoroso
COORDINADORA SEDE AZOGUES**



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT.....	VII

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Tema del trabajo de titulación.....	1
1.2 Antecedentes	1
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos	2
1.4.1 Objetivo general.....	2
1.4.2 Objetivos específicos.	3
1.5 Alcance.....	3
1.6 Metodología de trabajo	3

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Losas	5
2.1.1 Definición.....	5
2.1.2 Tipos de losas.	5
2.1.1.1 Losas apoyadas en vigas.....	5
2.1.1.2 Losas sin vigas (entrepisos sin vigas).....	6
2.1.1.3 Losas Por La Distribución Interior Del Hormigón.	6

2.1.3	Comportamiento unidireccional de losas.	7
2.1.4	Comportamiento bidireccional de losas.	8
2.2	Diseño de cargas	10
2.2.1	Definición de carga.	10
2.2.2	Cargas Muertas.	10
2.2.3	Cargas Vivas.	10
2.2.4	Cargas sísmicas.	10
2.2.4.1	Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (Sa).	11
2.2.4.2	Cortante basal.	13
2.2.4.3	Deriva de piso.	13
2.2.5	Combinación de Cargas.	14
2.3	Presupuesto.	15
2.3.1	Presupuesto general.	15
2.3.2	Análisis de precios unitarios (APU).	15
2.3.3	Elaboración del presupuesto.	16
2.3.3.1	Presupuesto técnico.	16
2.3.3.2	Presupuesto económico.	16

CAPÍTULO 3

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

3.1	Definición.	17
3.2	Generalidades del EPS	17
3.2.1	Definición.	17
3.2.2	Propiedades.	17
3.2.2.1	Densidad.	17

3.2.2.2	Rango Elástico.	18
3.2.2.3	Coeficiente de conductividad térmica de espuma de EPS.....	18
3.2.2.4	Ventajas del EPS como material de construcción.....	18
3.3	Sistema Constructivo de losas.....	19
3.3.1	Losas de Hormigón armado.....	19
3.3.2	Losas Reticulares.	20
3.3.3	Losa con viguetas y bovedillas.	22
3.3.4	Losas de hormigón armado viguetas o bovedillas de EPS.....	22

CAPITULO 4

CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO

4.1	Descripción del proyecto arquitectónico y planta tipo	23
4.2	Materiales.....	26
4.2.1	Hormigón.....	26
4.2.2	Acero de Refuerzo.	26
4.2.3	Peso unitario de materiales para el alivianamiento.....	27
4.3	Determinación de los coeficientes y factores para el cálculo de (S_a) y (V).	28
4.4	Normas aplicadas para el diseño en concreto armado	29
4.4.1	Elementos en flexión.....	30
4.4.2	Elementos en flexocompresión.....	31
4.4.2.1	Elementos planos (losas en dos direcciones).....	32
4.5	Análisis para solicitaciones sísmicas	33
4.5.1	Espectro sísmico elástico de aceleraciones (S_a).....	33
4.5.2	Cortante basal de diseño (V).	35



4.6	Aplicación y resultados del modelo en ETABS	40
4.6.1	Diagramas de momento de vigas y columnas.	40
4.6.2	Acero de refuerzo para vigas y columnas.	41
4.6.3	Diseño de zapatas.....	44
4.6.4	Control de derivas de piso.	48

CAPITULO 5

DISEÑO DE LOSAS RETICULARES

5.1	Paño de losa y sección de análisis	49
5.2	Control de deflexiones (h min.).....	50
5.3	Carga muerta de la losa	51
5.4	Cargas de diseño (q)	51
5.5	Diseño a flexión.....	51
5.6	Diseño a corte	55
5.7	Diseño de temperatura y retracción	56
5.8	Armadura y distribución de alivianamientos	567

CAPITULO 6

PRESUPUESTOS Y RESULTADOS

6.1	Cantidades de obra.....	61
6.2	Presupuestos	64
6.3	Comparaciones gráfica-económica de resultados.....	73

CAPITULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1	Conclusiones	77
7.2	Recomendaciones	78

BIBLIOGRAFÍA	79
---------------------------	-----------

ANEXOS.....	81
--------------------	-----------

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Losa en dos direcciones apoyada en una viga.	5
Ilustración 2: Losa Unidireccional.	7
Ilustración 3: Losas que trabajan en dos direcciones.	8
Ilustración 4: Espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.	12
Ilustración 5: Sección típica de losa reticular.	20
Ilustración 6: Planta arquitectónica tipo.	23
Ilustración 7: Planta de Cubierta.	24
Ilustración 8: Planta de losas tipo.....	24
Ilustración 9: Corte Longitudinal y Transversal de la edificación multifamiliar.....	25
Ilustración 10: Espectro sísmico elástico de aceleraciones para edificación residencial de 3 pisos.....	34
Ilustración 11: Espectro sísmico elástico de aceleraciones para edificación residencial de 5 pisos.....	34
Ilustración 12: Espectro sísmico elástico de aceleraciones para edificación residencial de 7 pisos.....	35
Ilustración 13: Diagrama de momentos de vigas vista en Planta.....	40
Ilustración 14: Diagrama de momentos de columnas vista en Elevación.	41
Ilustración 15: Paño de losa de análisis.	49
Ilustración 16: Sección de análisis.	49
Ilustración 17: Armadura teórica para el acero de refuerzo.	57
Ilustración 18: Armadura y distribución de alivianamientos con casetón plástico.....	58
Ilustración 19: Armadura y distribución de alivianamientos con bloque de poliestireno expandido (EPS).	59

Ilustración 20: Armadura y distribución de alivianamientos con bloque de pómez.....	60
Ilustración 21: Análisis comparativo-económico de la edificación residencial de 3 pisos con los sistemas constructivos en estudio.....	73
Ilustración 22: Análisis comparativo-económico de la edificación residencial de 5 pisos con los sistemas constructivos en estudio.....	74
Ilustración 23: Análisis comparativo-económico de la edificación residencial de 7 pisos con los sistemas constructivos en estudio.....	75
Ilustración 24: Gráfica polinómica de líneas de tendencia para los sistemas constructivos en estudio	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Modelos y coeficientes genéricos de losas nervadas rectangulares descritos por sus condiciones de borde.....	9
Tabla 2: Valores de ΔM máximos, expresados como fracción de la altura de piso.	14
Tabla 3: Cargas y pesos unitarios de materiales para el diseño.....	27
Tabla 4: Coeficientes y factores adoptados para el cálculo de (S_a) y (V)	28
Tabla 5: Factores de reducción de resistencia, ϕ	29
Tabla 6: Factor de reducción de resistencia, ϕ , para momento, fuerza axial, o combinación de momento y fuerza axial.....	29
Tabla 7: Altura mínima de vigas no preesforzadas.....	30
Tabla 8: Espesor mínimo de las losas de dos direcciones con vigas entre los apoyos en todos los lados.....	32
Tabla 9: Cuantías mínimas de refuerzo corrugado de retracción y temperatura calculadas sobre el área bruta de concreto.....	33
Tabla 10: Cortante basal para edificación residencial de 3 pisos con alivianamiento de casetón.	35
Tabla 11: Cortante basal para edificación residencial de 3 pisos con alivianamiento de Poliestireno.	36
Tabla 12: Cortante basal para edificación residencial de 3 pisos con alivianamiento de Pómez.	36
Tabla 13: Cortante basal para edificación residencial de 5 pisos con alivianamiento de Casetón.	37
Tabla 14: Cortante basal para edificación residencial de 5 pisos con alivianamiento de Poliestireno.	37

Tabla 15: Cortante basal para edificación residencial de 5 pisos con alivianamiento de Pómez.	38
Tabla 16: Cortante basal para edificación residencial de 7 pisos con alivianamiento de Casetón.	38
Tabla 17: Cortante basal para edificación residencial de 7 pisos con alivianamiento de Poliestireno.	39
Tabla 18: Cortante basal para edificación residencial de 7 pisos con alivianamiento de Pómez.	39
Tabla 19: Tabla representativa del cálculo de acero de refuerzo en vigas.	42
Tabla 20: Tabla representativa del cálculo de acero de refuerzo en columnas.	43
Tabla 21: Diseño de zapata para una edificación residencial multifamiliar.	44
Tabla 22: Diseño por corte de zapata.	45
Tabla 23: Diseño por flexión de zapata.	46
Tabla 24: Resumen de Zapatas.	47
Tabla 25: Control de derivas de piso.	48
Tabla 26: Control de deflexiones en losas.	50
Tabla 27: Carga muerta de la losa.	51
Tabla 28: Carga de diseño para la losa con distinto tipo de alivianamiento.	51
Tabla 29: Coeficientes según el tipo de paño de losa.	51
Tabla 30: Diseño por flexión de losa reticular con alivianamiento de casetón plástico.	52
Tabla 31: Diseño por flexión de losa reticular con alivianamiento de bloque de poliestireno expandido (EPS).	53
Tabla 32: Diseño por flexión de losa reticular con alivianamiento de bloque de pómez.	54
Tabla 33: Diseño por corte de losa reticular.	55
Tabla 34: Diseño por temperatura y retracción.	56

Tabla 34: Cantidades de obra para los sistemas constructivos en estudio de una edificación residencial multifamiliar de 3 pisos.	61
Tabla 35: Cantidades de obra para los sistemas constructivos en estudio de una edificación residencial multifamiliar de 5 pisos.	62
Tabla 36: Cantidades de obra para los sistemas constructivos en estudio de una edificación residencial multifamiliar de 7 pisos.	63
Tabla 37: Presupuesto para la edificación residencial multifamiliar de 3 pisos con alivianamiento de casetón plástico.....	64
Tabla 38: Presupuesto para la edificación residencial multifamiliar de 3 pisos con alivianamiento de bloque de poliestireno expandido (EPS).....	65
Tabla 39: Presupuesto para la edificación residencial multifamiliar de 3 pisos con alivianamiento de bloque pómez.	66
Tabla 40: Presupuesto para la edificación residencial multifamiliar de 5 pisos con alivianamiento de casetón plástico.....	67
Tabla 41: Presupuesto para la edificación residencial multifamiliar de 5 pisos con alivianamiento de bloque de poliestireno expandido (EPS).....	68
Tabla 42: Presupuesto para la edificación residencial multifamiliar de 5 pisos con alivianamiento de bloque pómez.	69
Tabla 43: Presupuesto para la edificación residencial multifamiliar de 7 pisos con alivianamiento de casetón plástico.....	70
Tabla 44: Presupuesto para la edificación residencial multifamiliar de 7 pisos con alivianamiento de bloque de poliestireno expandido (EPS).....	71
Tabla 45: Presupuesto para la edificación residencial multifamiliar de 75 pisos con alivianamiento de bloque pómez.	72

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Tema del trabajo de titulación

Análisis del empleo de bloques de poliestireno, bloques de pómez y casetones plásticos para el alivianamiento de losas reticulares en edificaciones multifamiliares.

1.2 Antecedentes

En un inmueble habitacional construido con hormigón armado, las cargas muertas que se producen por el peso propio de los componentes estructurales, hacen que el uso de elementos aligerantes, influya en el diseño estructural, de modo que, incluir componentes de peso específico bajo, es primordial para obtener un diseño óptimo.

Las losas reticulares alivianadas son una opción para disminuir la carga muerta transmitida hacia las columnas, para conseguirlo existen varios materiales que pueden ser usados como alivianamientos, tales como bloque pómez y encofrado plástico tipo casetón que son los más utilizados en nuestro medio.

Los bloques de espuma de poliestireno expandido (EPS) por sus siglas en inglés, constituyen una alternativa para el alivianamiento de una losa reticular.

En el Ecuador su uso no es común, debido a la falta de conocimientos y confianza en este material por parte de los profesionales de la construcción.

En la presente investigación se realiza una comparación tanto económica como constructiva de una edificación residencial multifamiliar con el sistema de bloques de poliestireno expandido (EPS), y los sistemas tradicionales de bloque pómez y encofrado plástico tipo casetón.

Las soluciones estructurales se dan mediante los métodos de análisis y diseño correspondientes para cada tipo de material, verificando cada caso con la ayuda de modelos computacionales de elementos finitos (MEF), y el software InterPro para el análisis de precios

unitarios, con lo cual se evaluará si el sistema constructivo con bloques de EPS es más rápido y económico.

1.3 Justificación

A nivel mundial, se ha impulsado la aplicación de nuevos materiales para la construcción, derivando en nuevas ideas que permitan acelerar los procesos constructivos, generando ahorro, beneficios ambientales y seguridad de la mano de obra.

En cuanto a diseño y construcción de losas se refiere, a nivel nacional únicamente predominan dos materiales para el alivianamiento de losas reticulares y estos son: el bloque pómez y el encofrado plástico tipo casetón que, si bien presentan varias ventajas como la disponibilidad y bajo costo de adquisición en nuestro medio, también muestran claras desventajas como el peso propio que genera a la estructura el uso de bloques pómez, y la dificultad y costos que implica el recuperar el encofrado plástico de tipo casetón; no obstante, en nuestro país existe un nuevo material adaptable, liviano y aislante, que puede ser empleado para el mismo propósito, los bloques de EPS; es por ello que tanto proyectistas como constructores deben informarse sobre estos nuevos productos en el mercado y adquirir los conocimientos necesarios para trabajar con ellos.

Con este ideal se plantea el presente trabajo de titulación para conocer los beneficios tanto económicos como de tiempos de construcción en una edificación residencial multifamiliar.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general.

- Establecer las ventajas del uso de bloques de EPS para el aligeramiento de losas reticulares mediante una comparación económica con bloque pómez y encofrado plástico tipo casetón de uso común para edificaciones residenciales multifamiliares.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Revisar los sistemas constructivos para losas reticulares: alivianamiento con EPS, bloques de pómez y casetones recuperables.
- Realizar el análisis y diseño estructural para las losas, de cada uno de los sistemas constructivos en estudio.
- Realizar un análisis comparativo de costos y ventajas técnicas de los sistemas constructivos en análisis.

1.5 Alcance

La investigación es aplicada en edificaciones residenciales multifamiliares de 3, 5 y 7 niveles, vigas de 4-6 metros y paños de losas reticulares de 4x4, 4x5, 4x6 y 5x6 metros, los cuales para su análisis estructural se considera bidireccional.

La edificación, conjuntamente con las variaciones en altura y tipo de alivianamiento, se considera ubicada en la ciudad de Azogues.

El peso propio de una estructura se ve influenciado cuando su diseño se basa en una losa reticular alivianada, ya sea con bloque pómez, encofrado plástico tipo casetón o bloques de EPS, dependiendo del material con el que se construya, la edificación tendrá mayor o menor peso propio, así como sus cuantías de refuerzo, por lo que en el análisis comparativo-económico es el principal factor considerado.

1.6 Metodología de trabajo

En la revisión de los sistemas constructivos se indican cada una de las secciones, con las respectivas medidas para los distintos tipos de alivianamiento en estudio obteniendo además sus características físico-mecánicas que permitan evidenciar los beneficios e inconvenientes que tiene cada sistema constructivo.

Seguidamente, se procede con la evaluación y el análisis del peso muerto por metro cuadrado que va a tener cada una de las losas, para considerar el diseño de vigas y columnas

con las secciones mínimas y restricciones sismo-resistentes que indican las normas técnicas de referencia: la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-HM, 2015) y la norma del Instituto Americano de la Construcción (ACI 318S-14), conjuntamente con el diseño estructural de los mismos, aplicando programas computacionales de uso libre.

El análisis de precios unitarios para la comparación económica entre los sistemas de alivianamiento, serán procesados en un software de uso comercial como lo es InterPro, bajo una licencia particular, con precios referenciales de compra de bloques de pómez, bloques de poliestireno expandido, alquiler de casetones plásticos recuperables dados por proveedores dentro de la zona de estudio y rendimientos obtenidos de la base de datos de (ETAPA EP, 2019).

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Losas

2.1.1 Definición.

Es un elemento estructural empleado para proveer una superficie plana a una estructura, cuyas superficies superior e inferior son paralelas o casi paralelas. Las losas pueden tener diferentes apoyos, en el cual el comportamiento de los esfuerzos y deformaciones depende de cómo se encuentre estructuradas las mismas (Nilson, 1999).

2.1.2 Tipos de losas.

Las losas pueden clasificarse de acuerdo al tipo de apoyo:

2.1.1.1 Losas apoyadas en vigas.

El peso es transmitido a vigas perimetrales del panel de la losa. Dependiendo de la relación: largo (L_y) – ancho (L_x), las losas pueden tener una armadura principal en una o dos direcciones. Cuando la correlación $\frac{L_y}{L_x}$ es superior a 2, se considera a la losa constituida paralelamente por franjas, en el sentido de la luz menor y de un ancho unitario (Romo Proaño, 2008).

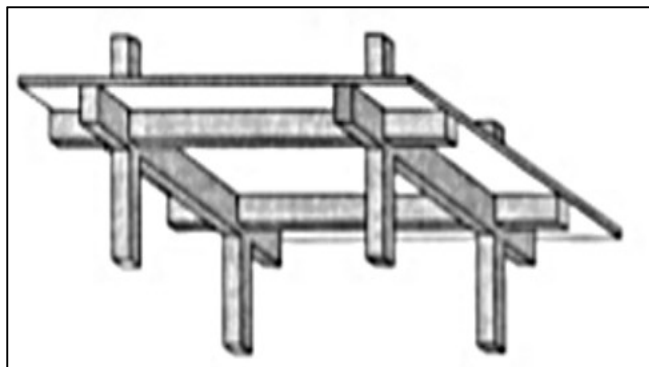


Ilustración 1: Losa en dos direcciones apoyada en una viga.

Fuente: Temas de hormigón armado, (Romo Proaño, 2008).

2.1.1.2 Losas sin vigas (entrepisos sin vigas).

El peso que resisten, son transmitidas a tabiques o columnas, no son adecuadas para zonas de alto riesgo sísmico, no disponen de capacidad resistente suficiente para incursionar dentro del rango inelástico de comportamiento de los materiales con lo que se limita considerablemente su ductilidad. Puede utilizarse capiteles y ábacos para mejorar la integración de las losas planas con las columnas y para mejorar la resistencia de las losas al punzonamiento (Romo Proaño, 2008).

Las losas planas pueden mejorar su comportamiento ante sismos con la incorporación de vigas embebidas con ductilidades apropiadas y son conocidas como “Losas Planas con Vigas Embebidas” y son útiles para edificios de hasta 4 pisos, con luces y cargas pequeñas (Romo Proaño, 2008).

2.1.1.3 Losas Por La Distribución Interior Del Hormigón.

2.1.1.3.1 Losas tipo macizas o sólidas.

Son aquellas en que todo su espesor está construido por hormigón con la adecuada cantidad de armadura generalmente dispuesto en dos direcciones perpendiculares y que deben tomar los esfuerzos de tracción por los momentos flectores, torsores y de corte (Romo Proaño, 2008).

2.1.1.3.2 Losa tipo nervadura.

Son un tipo de variación de la losa maciza, compuestas por nervios de hormigón armado en forma de sección “T”, cumpliendo requerimientos de separación entre sí, para cumplir con su capacidad en resistencia y rigidez (Romo Proaño, 2008).

Se pueden conseguir mediante mampuestos aligerados de hormigón, cerámica aligerada, casetones plásticos recuperables o formaletas de madera (Romo Proaño, 2008).

2.1.3 Comportamiento unidireccional de losas.

Una losa puede ser apoyada únicamente en dos de sus lados, la misma que actuará en un solo sentido, producido por una perpendicular transferencia de cargas a las vigas de apoyo (Nilson, 1999).

Son aquellas en la carga se trasmite en una dirección hacia los muros portantes son generalmente losas rectangulares en las que un lado mide por los menos 2 veces más que el otro lado. Se comportan básicamente como vigas anchas diseñadas tomando como referencia una franja de ancho unitario (Romo Proaño, 2008).

- Cuando las losas rectangulares se apoyan en dos extremos opuestos y carecen de apoyo en su momento.
- Cuando las losas rectangulares se apoyan en dos extremos y carecen de apoyo en los otros dos bordes restantes, trabajan y se diseñan como losas unidireccionales.
- Cuando la losa rectangular se apoya en sus cuatro lados y la relación $\frac{L_y}{L_x}$ es mayor o igual a 2 la losa trabaja fundamentalmente en la dirección más corta y se diseña unidireccionalmente.

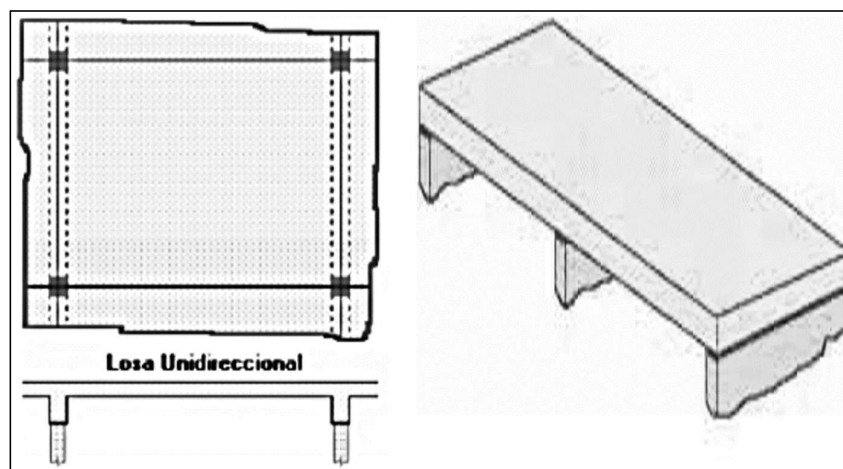


Ilustración 2: Losa Unidireccional.

Fuente: Temas de hormigón armado, (Romo Proaño, 2008).

2.1.4 Comportamiento bidireccional de losas.

En algunos casos las losas pueden estar soportadas en los cuatro lados, actuando estructuralmente en dos sentidos. No obstante, las losas deben considerar requisitos complementarios en relación a sus lados para asegurar que la disposición de las cargas se ejecute en dirección a todos los puntos de apoyo (Nilson, 1999).

A continuación, en la Ilustración 3 se indica la configuración de una losa en una dirección:

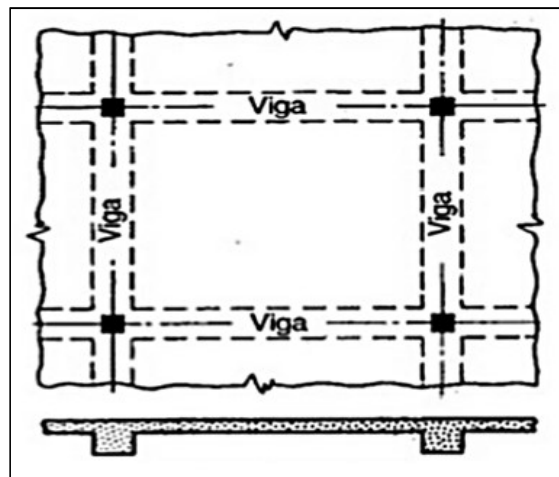
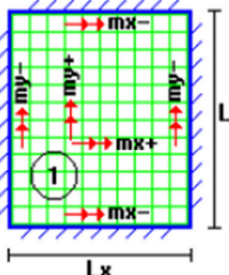
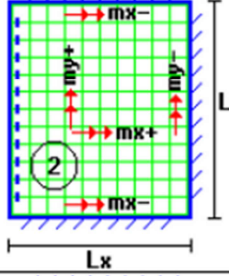
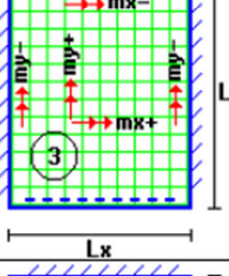
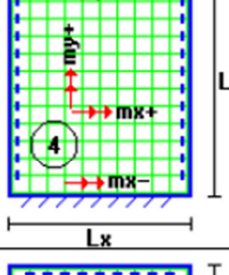
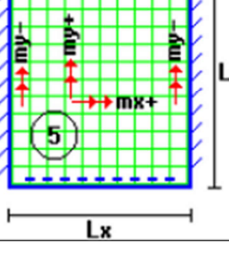


Ilustración 3: Losas que trabajan en dos direcciones.

Fuente: Diseño de estructuras de concreto, (Nilson, 1999).

Las solicitaciones de diseño para las losas bidireccionales dependen de las cargas y las condiciones de apoyo. Existen tablas de diseño (tabla 1) de losas para las cargas y las condiciones de apoyo más frecuentes de empotramiento; apoyo fijo con posibilidad de rotación; borde libre o voladizo (Romo Proaño, 2008).

Tabla 1: Modelos y coeficientes genéricos de losas nervadas rectangulares descritos por sus condiciones de borde.

Losa	Fórmula	Coef	Lx / Ly					
			1.00	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50
	$\Delta = 0.0001 q \cdot \delta \cdot L_x^4 / (E \cdot h^3)$ $M_{y-} = 0.0001 q \cdot m_{y-} \cdot L_x^2$ $M_{y+} = 0.0001 q \cdot m_{y+} \cdot L_x^2$ $M_{x-} = 0.0001 q \cdot m_{x-} \cdot L_x^2$ $M_{x+} = 0.0001 q \cdot m_{x+} \cdot L_x^2$	δ m_{y-} m_{y+} m_{x-} m_{x+}	200	241	281	315	336	339
	$\Delta = 0.0001 q \cdot \delta \cdot L_x^4 / (E \cdot h^3)$ $M_{y-} = 0.0001 q \cdot m_{y-} \cdot L_x^2$ $M_{y+} = 0.0001 q \cdot m_{y+} \cdot L_x^2$ $M_{x-} = 0.0001 q \cdot m_{x-} \cdot L_x^2$ $M_{x+} = 0.0001 q \cdot m_{x+} \cdot L_x^2$	δ m_{y-} m_{y+} m_{x-} m_{x+}	265	347	443	545	635	691
	$\Delta = 0.0001 q \cdot \delta \cdot L_x^4 / (E \cdot h^3)$ $M_{y-} = 0.0001 q \cdot m_{y-} \cdot L_x^2$ $M_{y+} = 0.0001 q \cdot m_{y+} \cdot L_x^2$ $M_{x-} = 0.0001 q \cdot m_{x-} \cdot L_x^2$ $M_{x+} = 0.0001 q \cdot m_{x+} \cdot L_x^2$	δ m_{y-} m_{y+} m_{x-} m_{x+}	265	297	322	339	345	339
	$\Delta = 0.0001 q \cdot \delta \cdot L_x^4 / (E \cdot h^3)$ $M_{y+} = 0.0001 q \cdot m_{y+} \cdot L_x^2$ $M_{x-} = 0.0001 q \cdot m_{x-} \cdot L_x^2$ $M_{x+} = 0.0001 q \cdot m_{x+} \cdot L_x^2$	δ m_{y+} m_{x-} m_{x+}	323	456	644	894	1191	1479
	$\Delta = 0.0001 q \cdot \delta \cdot L_x^4 / (E \cdot h^3)$ $M_{y-} = 0.0001 q \cdot m_{y-} \cdot L_x^2$ $M_{y+} = 0.0001 q \cdot m_{y+} \cdot L_x^2$ $M_{x+} = 0.0001 q \cdot m_{x+} \cdot L_x^2$	δ m_{y-} m_{y+} m_{x+}	323	340	351	354	348	335

Fuente: Diseño de estructuras de concreto, (Romo Proaño, 2008).

2.2 Diseño de cargas

2.2.1 Definición de carga.

Las cargas son fuerzas que se general del peso propio de los materiales de construcción del edificio, ocupantes, efectos del medioambiente, diferenciales de movimiento. Se conoce de dos tipos de cargas, las permanentes que son todas aquellas cuyas variaciones respecto al tiempo son escasas o mínimas (carga muerta), y las cargas variables (carga viva). (ACI 318S-14).

2.2.2 Cargas Muertas.

Se llama carga muerta a las acciones que se generan por el peso propio de la construcción; incluye el peso de la estructura misma y el de los elementos no estructurales como muros y fachadas, la ventanería, los revestimientos de pisos, las instalaciones y todos aquellos elementos que conservan una posición fija en la construcción, de manera que gravitan en forma constante sobre la estructura. La carga muerta es, por tanto, la principal acción permanente (Meli Piralla, 2002).

2.2.3 Cargas Vivas.

La carga viva es la que se debe a la operación y uso de la construcción. Incluye, por tanto, todo aquello que no tiene una posición fija y definitiva dentro de la misma y no puede considerarse como carga muerta. Entran así en la carga viva el peso y las cargas debidos a muebles, mercancías, equipos y personas. La carga viva es la principal acción variable que debe considerarse en el diseño (Meli Piralla, 2002).

2.2.4 Cargas sísmicas.

Son cargas dinámicas que también pueden ser aproximadas a cargas estáticas equivalentes. El sismo es una liberación súbita de energía en las capas interiores de la corteza terrestre que produce un movimiento ondulatorio del terreno (NEC-SE-DS, 2015).

Este movimiento ondulatorio se traduce en una aceleración inducida a la estructura que contando esta con su propia masa y conociendo la segunda ley de Newton se convierte en una fuerza inercial sobre la estructura. Es inercial porque depende directamente de la masa de la estructura sometida al sismo.

$$F = m \cdot a$$

Los efectos del movimiento sísmico sobre las edificaciones son transmitidos a través del suelo sobre el cual se apoya la base de la edificación tiende a seguir el movimiento del suelo mientras que las fuerzas inerciales sobre las edificaciones producidas por el sismo, son de sentido contrario al movimiento del suelo (NEC-SE-DS, 2015).

2.2.4.1 Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (S_a).

El espectro de diseño puede representarse mediante un espectro de respuesta basado en las condiciones geológicas, tectónicas, sismológicas y del tipo de suelo asociadas con el sitio de emplazamiento de la estructura. Es un espectro de tipo elástico para una fracción de amortiguamiento respecto al crítico del 5%, utilizado con fines de diseño para representar los efectos dinámicos del sismo de diseño (NEC-SE-DS, 2015).

Según la (NEC-SE-DS, 2015), el espectro de respuesta elástico de aceleraciones S_a (ilustración 4), expresado como una fracción de la aceleración de la gravedad, para el nivel del sismo de diseño, consistente con:

- El factor de zona sísmica Z .
- El tipo de suelo del sitio de emplazamiento de la estructura.
- Consideración de los valores de los coeficientes de amplificación de suelo.

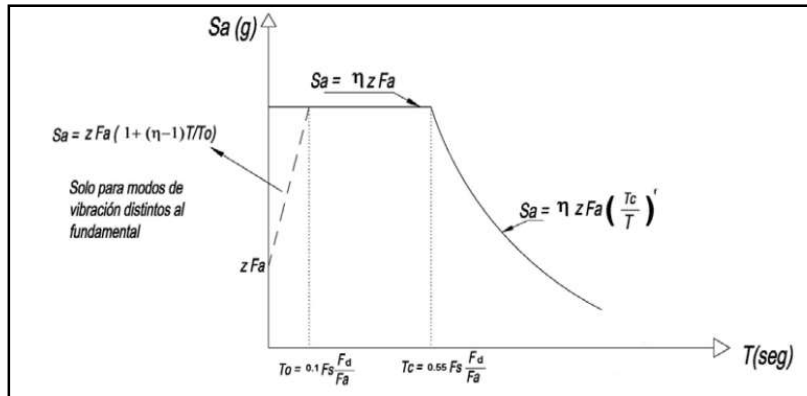


Ilustración 4: Espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

Fuente: Norma ecuatoriana de la construcción (NEC-SE-DS, 2015).

Dónde:

η Razón entre la aceleración espectral $S_a(T = 0.1 \text{ s})$ y el PGA para el período de retorno seleccionado.

F_a Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período cortó.

F_d Coeficiente de amplificación de suelo. (Considera los efectos de sitio)

F_s Coeficiente de amplificación de suelo. (Considera el comportamiento no lineal de los suelos)

S_a Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad g). Depende del período o modo de vibración de la estructura.

T Período fundamental de vibración de la estructura.

T_0 Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

T_c Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

Z Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad g .

2.2.4.2 Cortante basal.

El cortante basal total de diseño V , a nivel de cargas últimas, aplicado a una edificación en un solo sentido particular, se definirá a través de la expresión:

$$V = \frac{IS_a T_a}{R \phi_p \phi_E} W \quad (\text{NEC-SE-DS, 2015})(\text{Ec.1})$$

Dónde:

S_a (T_a) = Espectro de diseño en aceleración.

ϕ_p = Coeficientes de configuración en planta.

ϕ_E = Coeficientes de configuración en elevación.

I = Coeficiente de importancia.

R = Factor de reducción de resistencia sísmica.

V = Cortante basal total de diseño

W = Carga sísmica reactiva.

T_a = Periodo de vibración; véase en la sección.

2.2.4.3 Deriva de piso.

La (NEC-SE-HM, 2015), precisa que se debe realizar un control de las deformaciones, calculando las derivas inelásticas máximas de piso. Quien diseñe debe justificar que la estructura presente deformaciones inelásticas controlables. Se manejará secciones agrietadas y debido a esto se establecerán los valores máximos. Las rigideces utilizadas en un análisis elástico para diseño por resistencia deben representar las rigideces de los elementos inmediatamente antes de la falla. Los valores utilizados son (NEC-SE-DS, 2015) (6.1.6.b):

- 0.5 I_g (Inercia agrietada) para vigas.
- 0.8 I_g (Inercia agrietada) para columnas
- 0.6 I_g (Inercia agrietada) para muros estructurales.

Las derivas de piso calculadas, no pueden exceder los límites permisibles, descritos en la tabla 2:

Tabla 2: Valores de ΔM máximos, expresados como fracción de la altura de piso.

Estructuras de:	ΔM máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS, 2015)(Tabla 7).

2.2.5 Combinación de Cargas.

De ser adecuado, se deberá estudiar cada condición límite de resistencia. Los resultados más perjudiciales, de sismo y de viento, no precisan un análisis simultáneo. Las cimentaciones y demás componentes estructurales, deberán ser diseñadas de tal manera que los efectos de las cargas incrementadas sea menor que la resistencia de diseño, conforme a las siguientes combinaciones (NEC-SE-CG, 2015) (3.4.3):

Combinación 1: $1.4 D$

Combinación 2: $1.2D + 1.6L + 0.5\max[L_r; S; R]$

Combinación 3: $1.2D + 1.6 \max[L_r; S; R] + \max[L; 0.5W]$

Combinación 4: $1.2D + 1.0W + L + 0.5\max[L_r; S; R]$

Combinación 5: $1.2D + 1.0E + L + 0.2S$

Combinación 6: $0.9D + 1.0W$

Combinación 7: $0.9D + 1.0E$

Donde:

D = Carga permanente

E = Carga de sismo

L = Sobrecarga (carga viva)

L_r = Sobrecarga cubierta

S = Carga de granizo

W = Carga de viento

R = Carga de lluvia

2.3 Presupuesto

Se refiere a un documento elaborado en una fecha determinada, la cual es utilizada para efectuar una valoración en términos económicos de los recursos necesarios para realizar un proyecto, obra o una actividad, partiendo de (Razura, 2011):

- Volumen de la obra.
- Cantidad.
- Precio de cada material.
- Métodos de ejecución.
- Condiciones del entorno.
- Rendimiento.
- Costo por mano de obra.

Para el análisis de un presupuesto de construcción se tiene:

2.3.1 Presupuesto general.

Figuran cada uno de los rubros que forman las actividades del proyecto u obra, con inclusión de: unidad de medida de los notariales, nombre de los ítems, valor por unidades, cantidades de obra a realizar, valor parcial por cada etapa (Razura, 2011).

2.3.2 Análisis de precios unitarios (APU).

Los (APU), surgen de la separación que sufre el proyecto en los rubros, los cuales se constituyen de factores como: mano de obra, materiales, equipos, maquinaria y transporte. Para conseguir los precios unitarios se determina el costo directo de cada ítem del proyecto y se adiciona un porcentaje debido a los costos indirectos (Razura, 2011).

El precio unitario nos sirve para especificar el costo total, el mismo que se determina multiplicando la cantidad de cada rubro por el precio unitario. Para realizar el (APU), es importante considerar (Razura, 2011):

- **Rendimientos.** - es la diferencia entre los recursos obtenidos en una actividad y los recursos usados, el mismo que depende de las distintas circunstancias de trabajo. (Razura, 2011).
- **Precio de los materiales.** - los precios de los materiales se obtienen, basándose en los precios de mercado. (Razura, 2011).
- **Unidad de medida.** - es un término utilizado para obtener un punto de comparación entre los distintos elementos de un rubro. (Razura, 2011).

2.3.3 Elaboración del presupuesto.

Cuando se lleve a cabo un presupuesto se debe considerar:

2.3.3.1 Presupuesto técnico.

En primer lugar, se necesita reconocer los grupos que componen la obra, conociendo la cantidad de material que utiliza cada ítem, por medio de cálculos parciales y totales que más adelante constituirán el presupuesto general (Razura, 2011).

2.3.3.2 Presupuesto económico.

Es la aplicación de los precios unitarios al presupuesto técnico, considerando cantidades determinadas en las especificaciones técnicas, planos y las unidades de medidas requeridas, sean éstas metros cuadrados, metros cúbicos, horas máquina, etc. (Razura, 2011).

CAPÍTULO 3

SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

3.1 Definición

Un sistema constructivo es un conjunto de elementos y unidades de un edificio que forman una organización funcional con una misión constructiva común formada desde la estructura, luego la definición y protección de espacios habitables por medio de mampostería o techos (NEC-SE-CG, 2015).

Los sistemas suelen estar contruidos por unidades, estas por elementos y estas a su vez se construyen a partir de unos elementos determinados.

3.2 Generalidades del poliestireno expandido (EPS)

3.2.1 Definición.

El poliestireno expandido se le conoce como un plástico, que por la aplicación de altas temperaturas ha sido expandido por un elemento espumante que lleva dentro la perla original, la que provoca un aumento del volumen de las perlas y una fusión de las mimas (Alvarado, 2003).

3.2.2 Propiedades.

3.2.2.1 Densidad.

La densidad del EPS es de 765kg/m^3 , las perlas del mismo, por efecto de la alta temperatura, se ablandan y al mismo tiempo, el agente de expansión se dilata. En el cual, dependiendo de la duración e intensidad del proceso, se produce un incremento del volumen hasta 50 veces (Alvarado, 2003).

La densidad adoptada para calcular del peso unitario de cada bloque de poliestireno expandido, es de 10 kg/m^3 , información proporcionada por (Poliexpandidos Cía Ltda., 2019) a través del documento en el (Anexo 1), en el cual se especifica una variación en su densidad de $(\pm 1\text{ Kg/m}^3)$

3.2.2.2 *Rango Elástico.*

Admite deformaciones unidireccionales dentro de un rango elástico, del orden del 1% al 1.5%, bajo cargas monotómicas, en donde el rango del comportamiento del material es elástico y lineal (Alvarado, 2003).

El poliestireno expandido, es elástico cuando su rango lineal y elástico, pueden ser incrementados a través de la aplicación de una deformación axial de orden superior.

Un parámetro muy importante, es su módulo de elasticidad, que se modifica de acuerdo a la relación de Poisson en donde su rango elástico varía entre 0.08 y 0,17 y la densidad entre 3.15 Mpa y 10.5 Mpa (Alvarado, 2003).

3.2.2.3 *Coefficiente de conductividad térmica de espuma de EPS.*

Esta es una de las propiedades físicas más importantes de un material aislante, es la cantidad de calor que pasa en un tiempo unitario a través de una capa de material de espesor y superficie unitarios (Imsale, 2015).

3.2.2.4 *Ventajas del EPS como material de construcción.*

- **Bajo coeficiente de conductividad térmica:**

Su coeficiente de conductividad térmica de 0.028 kcal/m, el aire que se encuentra encerrado en las celdillas es una excelente aislante térmica (Imsale, 2015).

- **Estanqueidad:**

El poliestireno expandido, absorbe únicamente cantidades pequeñas de agua, después de un año de inmersión puede absorber un 3% del volumen (Imsale, 2015).

- **Elevada resistencia a la difusión de agua:**

La resistencia disminuye la posibilidad de daños debido a humedades, debido a sus celdillas cerradas (Imsale, 2015).

- **Buena elasticidad:**

Se alcanza el límite superior del poder amortiguante de las distintas espumas elásticas de poliestireno expandido (Imsale, 2015).

- **Buena resistencia mecánica:**

Este material presenta una resistencia apropiada, debido a las características termoplásticas que contiene un alto porcentaje de aire y su baja densidad (Imsale, 2015).

- **Resistencia al envejecimiento:**

Se han realizado ensayos después de 25 años en servicio y se comprobó que la espuma de EPS no presenta pérdida en sus características (Imsale, 2015).

- **Difícil inflamabilidad:**

El poliestireno expandido debe ser calificado como difícilmente inflamable, si es utilizado en la construcción de edificaciones (Imsale, 2015).

3.3 Sistema Constructivo de losas

Las losas de concreto armado debe ser usadas en construcciones definitivas, en regiones que cuenten con los materiales para su elaboración, mano de obra y supervisión calificada (NEC-SE-CG, 2015).

Las misma que son muy resistentes, rígidas, aislantes y pueden construirse de forma que sean necesarias. Las dimensiones, armados y especificaciones y sistema constructivo a emplear estarán en los planos estructurales (NEC-SE-CG, 2015).

3.3.1 Losas de Hormigón armado.

En la construcción de edificaciones se efectúan de forma tradicional, es decir usando mampostería de bloque de hormigón, en el cual su peralte es elevado con un alto consumo de acero (Muzquiz J, 2011).

Presentan inconvenientes como es su peso propio, aumento de encofrado, aumento de sonoridad, y el incremento de acero comparado con otras posibilidades constructivas, el mismo

que provocan mayor consumo de hormigón y de acero, en el cual se incrementa su costo (Muzquiz J, 2011).

El uso de la losa con bloque de 20 cm x 40 cm x 20 cm no es una de las mejores maneras constructivas, ya que el bloque tiene una densidad considerable y la separación entre ejes es corto (Muzquiz J, 2011).

3.3.2 Losas Reticulares.

Se fabrican de acuerdo a un sistema de entramado de trabes cruzadas que conforman una red o retícula, generando espacios intermedios o huecos que pueden ser llenados, indefinidamente o solo durante el fraguado, por bloques huecos u otros materiales cuyo peso volumétrico no sobrepase los 900 kg/m^3 y que tengan una resistencia suficiente a una carga concentrada de 1 tonelada (NEC-SE-CG, 2015).

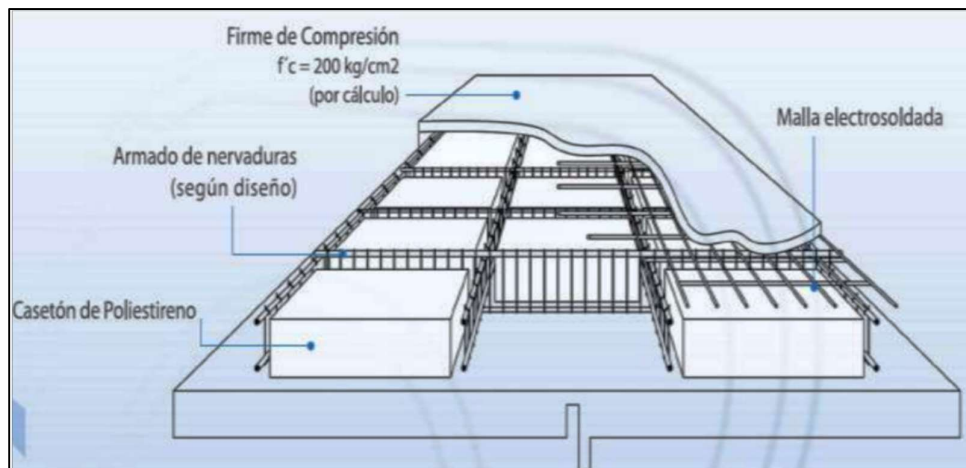


Ilustración 5: Sección típica de losa reticular.

Fuente: (<https://www.slideshare.net/rataastuta/losas-aligeradas-o-encasetonadas>, s.f.).

La combinación de elementos prefabricados de hormigón en forma de cajones con nervios de concreto reforzado colado, conforman una retícula al contorno de sus cuatro lados a los bloques prefabricados (NEC-SE-CG, 2015).

También pueden colocarse, temporalmente a manera de cimbra para el colado de las trabes, casetones de plástico prefabricados (existen en gran variedad de materiales y medidas comerciales), que una vez fraguado el concreto deben retirarse y lavarse para usos posteriores (NEC-SE-CG, 2015).

Este sistema destaca por cuanto su colocación es flexible y variada, convenientemente puede emplearse en edificaciones de baja altura, o en edificaciones de varios niveles. Los cajones prefabricados o casetones se deben colocar sobre una cimbra plana, dispuestos por pares, uno de fondo y otro de tapa que forman una celda interior cerrada, se debe colocar el acero de refuerzo en los nervios que queda entre cada bloque, luego debe colarse el concreto en este mismo espacio formando las nervaduras (NEC-SE-CG, 2015).

Las nervaduras que se forman por los cajones se las llama nervaduras de sección doble “T”, que son elementos resistentes del entrepiso reticular celular. Para que la sección doble “T” sea correcta estructuralmente, debe ser absolutamente compacta la combinación entre los componentes prefabricados y el concreto in situ (Ceballos, 2015).

Las ventajas son:

- Los esfuerzos de corte y esfuerzos de flexión son relativamente bajos y distribuidos en grandes áreas.
- Permitir libremente colocar muros divisorios.
- Apoyar directamente sobre las columnas sin necesidad de vigas de carga entre columna y columna.
- Alta resistencia a grandes cargas concentradas.

Las losas reticulares son más rígidas y más livianas, el volumen del hormigón o concreto simple colado en la obra es reducido, la madera de encofrado tiene mayor duración, ya que sólo se adhiere a las nervaduras, y puede ser reutilizada un mayor número de veces (NEC-SE-CG, 2015).

El sistema reticular celular da a las estructuras un aspecto agradable de ligereza y esbeltez, el entrepiso plano por ambas caras le da un aspecto mucho más limpio a la estructura y permite aprovechar la altura real que hay de piso a techo para el paso de luz natural. La superficie para acabados presenta características óptimas para que el yeso se adhiera perfectamente, dejando una superficie lisa, sin ocasionar grietas (Ceballos, 2015).

3.3.3 Losa con viguetas y bovedillas.

Estos pueden ser de diferentes materiales y medidas, en el cual es evidente la disminución del peso comparado con otros y de igual forma menos cantidad de acero, aunque el grado de empotramiento es menor, de esta manera se considera momentos flectores mayores (Muzquiz J, 2011)

3.3.4 Losas de hormigón armado viguetas o bovedillas de EPS.

El aligeramiento con bloques de poliestireno expandido se basa en remplazar la zona de la sección transversal que no trabaja a flexión de la losa por un material de menor peso, estáticamente inactivo y mejores propiedades aislantes que el hormigón tradicional. El mismo que reduce costos, tiempo y mano de obra (Azqueta, 2006).

El EPS es usado para alivianar losas por su alto porcentaje de aligeramiento y por su bajo peso específico (Azqueta, 2006).

CAPITULO 4

CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO

4.1 Descripción del proyecto arquitectónico y planta tipo

Se realizaron los diseños en concreto armado de cada uno de los elementos estructurales, a partir de una planta arquitectónica tipo, que se repite para cada nivel en estudio de la edificación multifamiliar, ubicada en la ciudad de Azogues, sobre un suelo de perfil tipo “D” (capacidad portante 1.8 kg/cm²).

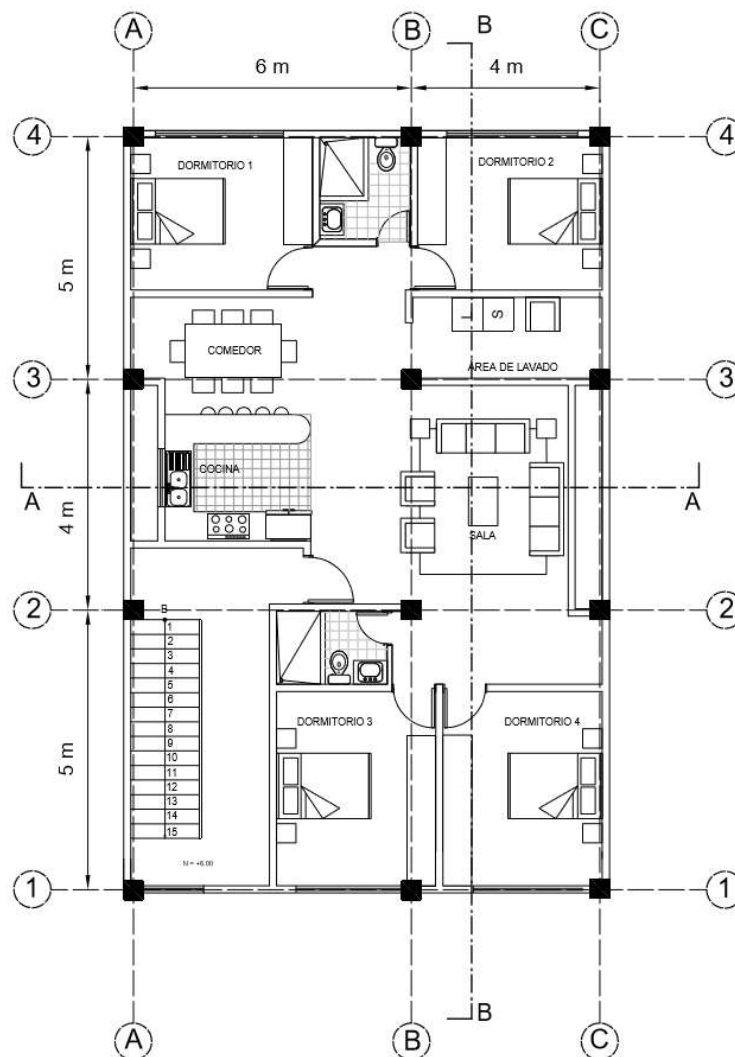


Ilustración 6: Planta arquitectónica tipo.

Fuente: (MIM ESTUDIO CIVIL Y ARQUITECTÓNICO).

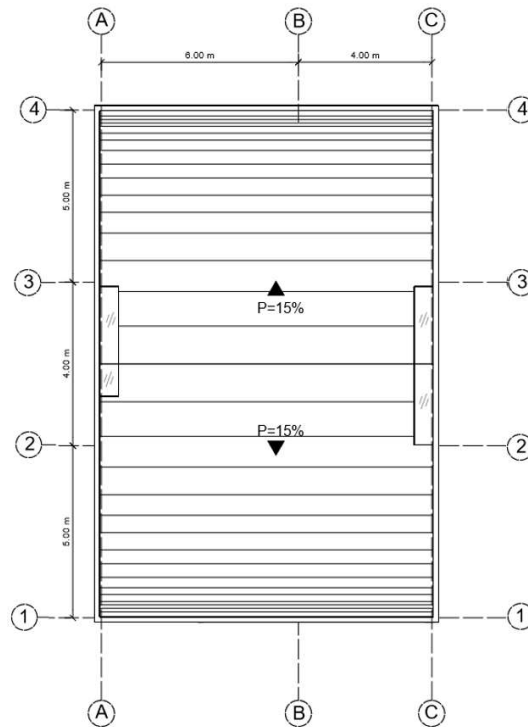


Ilustración 7: Planta de Cubierta.

Fuente: (MIM ESTUDIO CIVIL Y ARQUITECTÓNICO).

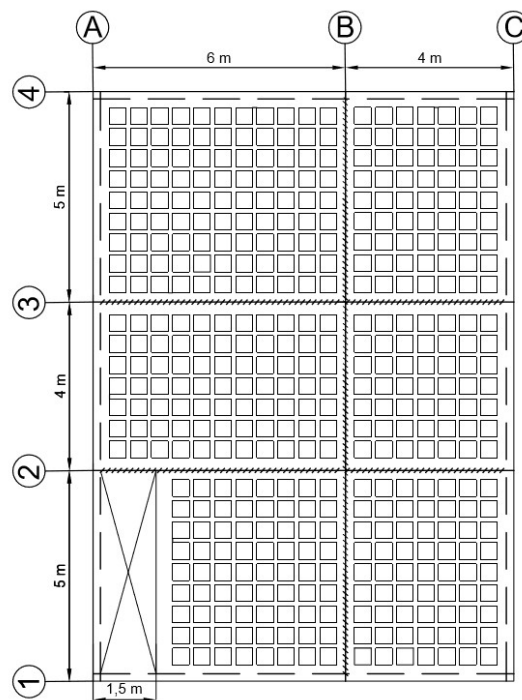


Ilustración 8: Planta de losas tipo.

Fuente: (MIM ESTUDIO CIVIL Y ARQUITECTÓNICO).

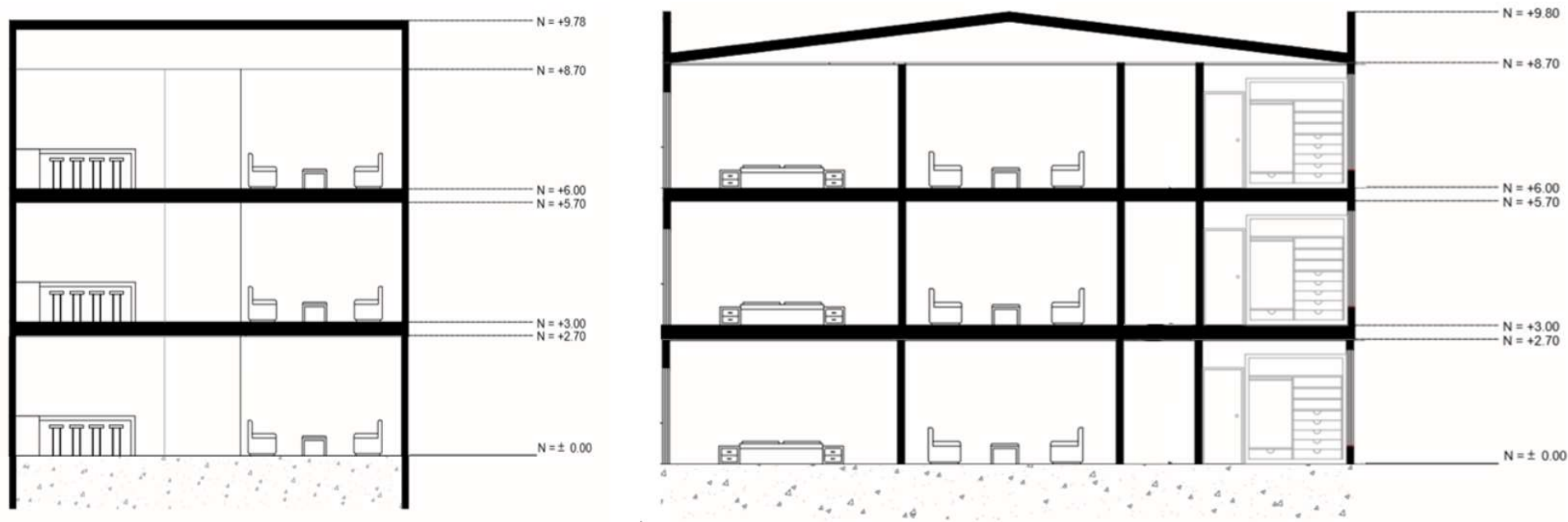


Ilustración 9: Corte Longitudinal y Transversal de la edificación multifamiliar.

Fuente: (MIM ESTUDIO CIVIL Y ARQUITECTÓNICO).

4.2 Materiales

Los materiales usados para el análisis de losas, vigas y columnas son:

4.2.1 Hormigón.

El código (ACI 318S-14), establece mediante la Tabla 19.2.1.1 que la resistencia mínima especificada a compresión (f'_c) para hormigones de peso normal ($w_c=2400 \text{ kg/m}^3$) es de 210 kg/cm^2 , en muros estructurales especiales y pórticos especiales resistentes a momentos, por lo tanto, cumpliendo con la normativa y considerando el medio constructivo de la zona, se implementa una resistencia a compresión de 240 kg/cm^2 en la caracterización virtual del modelo.

Por otra parte, el código permite calcular el módulo de elasticidad del concreto (E_c), para valores de w_c entre 1440 y 2560 kg/m^3 con la ecuación:

$$E_c = w_c^{1.5} 0.14 \sqrt[2]{f'_c} \quad (\text{ACI 318S-14})(E_c.2)$$

$$E_c = 238.536,33 \text{ kg/cm}^2$$

4.2.2 Acero de Refuerzo.

Debido a los esfuerzos de tensión, corte y compresión que ocurren dentro de la estructura, se emplearon en los diseños, barras de acero corrugado a 522 Gr 50, que tiene una densidad de 7850 kg/m^3 , una resistencia a la fluencia del acero ($f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$) y un módulo de elasticidad, E_s , aceptado por la Norma Ecuatoriana (NEC-SE-HM, 2015)(3.4.1) de $2039432.43 \text{ kg/cm}^2$ (200.00 MPa.) para barras y alambres no preesforzados.

4.2.3 Peso unitario de materiales para el alivianamiento.

Para cada material que interviene en los distintos tipos de alivianamientos de losas reticulares en estudio, se debe considerar los pesos unitarios descritos en la tabla 3:

Tabla 3: Cargas y pesos unitarios de materiales para el diseño

Material o Elemento	Peso Unitario	Peso por m2.	Referencia
Casetón Plástico (40x40x20).	---	---	---
Bloque de Poliestireno (40x40x20).	0.32 kg/unid.	1.28 kg/m2	(Anexo 1)
Bloque de Pómez (40x20x20).	12 kg/unid.	96 kg/m2	Tabla 8 (NEC-SE-CG, 2015)
Cerámica, con mortero de cemento.	---	152.96 kg/m2	Tabla 8 (NEC-SE-CG, 2015)
Sobrecarga para residencias multifamiliar.	---	203.94 kg/m2	Tabla 9 (NEC-SE-CG, 2015)
Sobrecarga para cubiertas.	---	71.38 kg/m2	Tabla 9 (NEC-SE-CG, 2015)

Fuente: Autor.

4.3 Determinación de los coeficientes y factores para el cálculo de (S_a) y (V).

Tabla 4: Coeficientes y factores adoptados para el cálculo de (S_a) y (V).

Coeficiente / Factor Adoptado	Criterio
$\eta = 2.48$	Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos (NEC-SE-CG, 2015).
$Z = 0.25$	Tabla 19 (NEC-SE-CG, 2015), para la provincia del Cañar, cantón Azogues.
$F_a = 1.4$	Tabla 3 (NEC-SE-CG, 2015), para un suelo tipo D.
$F_d = 1.45$	Tabla 4 (NEC-SE-CG, 2015), para un suelo tipo D.
$F_s = 1.06$	Tabla 5 (NEC-SE-CG, 2015), para un suelo tipo D.
$r = 1$	Para todos los suelos, con excepción del tipo E (NEC-SE-CG, 2015).
$I = 1$	Tabla 6 (NEC-SE-CG, 2015), categoría: otras estructuras.
$R = 8$	Tabla 15 (NEC-SE-CG, 2015), Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.
$\emptyset_P = 1$	(NEC-SE-CG, 2015), edificación residencial multifamiliar regular en planta.
$\emptyset_E = 1$	(NEC-SE-CG, 2015), edificación residencial multifamiliar regular en elevación.
$C_t = 0.055$	(NEC-SE-CG, 2015) ,tipo de estructura: pórticos especiales de hormigón armado sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras.
$\alpha = 0.9$	(NEC-SE-CG, 2015), tipo de estructura: pórticos especiales de hormigón armado sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras.

Fuente: Autor.

4.4 Normas aplicadas para el diseño en concreto armado

Para todos los diseños de hormigón armado, se utilizó el factor de reducción de resistencia de la tabla 5 y tabla 6, de acuerdo al tipo de elemento y los esfuerzos que estos soporten.

Tabla 5: Factores de reducción de resistencia, ϕ

Acción o Elementos Estructurales		ϕ	Excepciones
(a)	Momento, fuerza axial o momento y fuerza axial combinados	0.65 a 0.9 de acuerdo con 21.2.2	Cerca de los extremos de elementos pretensados donde los torones no se han desarrollado totalmente, ϕ debe cumplir con 21.2.3
(b)	Cortante	0.75	Se presentan requisitos adicionales en 21.2.4 para estructuras diseñadas para resistir efectos sísmicos
(c)	Torsión	0.75	—
(d)	Aplastamiento	0.65	—

Fuente: Tabla 21.2.1 Factores de reducción de resistencia, ϕ (ACI 318S-14)

Tabla 6: Factor de reducción de resistencia, ϕ , para momento, fuerza axial, o combinación de momento y fuerza axial

Deformaciones unitaria neta a tracción, ε_t	Clasificación	ϕ			
		Tipo de refuerzo transversal			
		Espirales que cumplen con 25.7.3		Otro	
$\varepsilon_t \leq \varepsilon_{ty}$	Controlada por compresión	0.75	(a)	0.65	(b)
$\varepsilon_{ty} < \varepsilon_t < 0.005$	Transición ^[1]	$0.75 + 0.15 \frac{(\varepsilon_t - \varepsilon_{ty})}{(0.005 - \varepsilon_{ty})}$	(c)	$0.65 + 0.25 \frac{(\varepsilon_t - \varepsilon_{ty})}{(0.005 - \varepsilon_{ty})}$	(d)
$\varepsilon_t \geq 0.005$	Controlada por tracción	0.90	(e)	0.90	(f)

Fuente: Tabla 21.2.2 Factor de reducción de resistencia, ϕ , para momento, fuerza axial, o combinación de momento y fuerza axial (ACI 318S-14).

4.4.1 Elementos en flexión.

Las vigas diseñadas para cada variación en altura, de la edificación residencial multifamiliar, deben cumplir con los siguientes requisitos (NEC-SE-HM, 2015) (4.2.1):

- Ser parte de sistemas resistentes a cargas sísmicas
- La luz libre sea mayor que 4 veces la altura efectiva de la sección transversal
- El ancho mínimo b sea 250 mm.
- El peralte mínimo cumpla con:

Tabla 7: Altura mínima de vigas no preesforzadas.

Condición de apoyo	Altura mínima, h
Simplemente apoyada	$l/16$
Con un extremo continuo	$l/18.5$
Ambos extremos continuos	$l/21$
En voladizo	$l/8$

Fuente: Tabla 9.3.1.1 Altura mínima de vigas no preesforzadas (ACI 318S-14).

- El valor de A_{smin} proporcionado no debe ser menor que el obtenido por medio de:

$$A_s \geq \max \left[\frac{1.4}{f_y} b_w d; A_{s,min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4f_y} b_w d \right] \quad (\text{NEC-SE-HM, 2015}) (\text{Ec.3})$$

Dónde:

A_{smin} = Área mínima de refuerzo de flexión (mm^2).

b_w = Ancho del alma o diámetro de la sección circular (mm).

d = Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción (mm).

f_y = Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo (MPa).

f'_c = Resistencia especificada a la compresión del Hormigón (MPa).

Si el valor calculado fuera menor que el valor del $A_{s_{min}}$, se procederá a utilizar:

$$A_s = \frac{4}{3} A_{s_{calculado}} \quad (\text{NEC-GUIA-HM, 2015}) (\text{Ec.4})$$

- La capacidad del momento positivo $M(+)$, en cada uno de los extremos del elemento, no debe ser inferior a la mitad de la capacidad del momento negativo $M(-)$ en ese extremo:

$$M^+ \geq 0.5M^- \quad (\text{NEC-SE-HM, 2015}) (\text{Ec.5})$$

4.4.2 Elementos en flexocompresión.

Las columnas diseñadas para cada variación en altura, de la edificación residencial multifamiliar, deben cumplir con los siguientes requisitos (NEC-SE-HM, 4.3.1):

- Sean parte de sistemas estructurales resistentes a cargas sísmicas.
- Soporten fuerzas axiales que excedan $0.10 f_c A_g$ en las combinaciones de carga en que participen las cargas sísmicas.
- La razón entre la dimensión menor de la sección transversal y la dimensión en la dirección ortogonal sea mayor que 0.40 o en su defecto, que su altura libre sea mayor que cuatro veces la dimensión mayor de la sección transversal del elemento.
- La dimensión más pequeña de la sección transversal, medida sobre una línea recta que pasa por su centroide geométrico, no sea menor que 300 mm.
- La cuantía calculada debe encontrarse dentro del siguiente rango:

$$0.01 \leq \frac{\rho_g}{A_g} \leq 0.03 \quad (\text{NEC-SE-HM, 2015}) (\text{Ec.6})$$

Dónde:

ρ_g = Área de refuerzo longitudinal.

A_g = Área bruta de la sección.

4.4.2.1 Elementos planos (losas en dos direcciones).

Las losas reticulares bidireccionales diseñadas con cada tipo de alivianamiento, de la edificación residencial multifamiliar, deben cumplir con los siguientes requisitos (ACI 318S-14), Cap. 8:

- Para losas no preesforzadas con vigas entre apoyos en todos los lados, el espesor total de la losa “ h ” debe cumplir con los límites dados:

Tabla 8: Espesor mínimo de las losas de dos direcciones con vigas entre los apoyos en todos los lados.

$0.2 \leq \alpha_{fm}$	Se aplica espesor mínimo h (mm)	
$0.2 < \alpha_{fm} \leq 2$	Mayor de:	$h = \frac{l_n \left(0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0.2)}$
		125
$\alpha_{fm} > 2$	Mayor de:	$h = \frac{l_n \left(0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta}$
		90

Fuente: Tabla 8.3.1.2 Espesor mínimo de las losas de dos direcciones con vigas (ACI 318S-14).

Donde:

β = es la relación de la luz libre en la dirección larga a la luz libre en la dirección corta de la losa.

α_{fm} = es el valor promedio de α_f .

α_f = es la relación entre la rigidez a flexión de una viga y la rigidez a flexión de una franja de losa limitada lateralmente por los ejes centrales de los paneles adyacentes (si los hay) a cada lado de la viga y se calcula de acuerdo al método de diseño directo.

- Se debe colocar un área mínima de refuerzo a flexión (A_{smin}), cerca de la cara en tracción en la dirección de la luz bajo consideración de acuerdo con:

$$A_{smin} = \frac{1.4}{F_y} \quad (\text{Romo Proaño, 2008}) \quad (\text{Ec.7})$$

- Para asumir los esfuerzos ocasionados por la temperatura y retracción de fraguado generados en el hormigón de la loseta de compresión, y permitir un control eficiente de la fisuración, se requiere la siguiente armadura mínima en las dos direcciones:

Tabla 9: Cuantías mínimas de refuerzo corrugado de retracción y temperatura calculadas sobre el área bruta de concreto.

Tipo de refuerzo	f_y , MPa	Cuantía mínima de refuerzo	
Barras corrugadas	< 420	0.0020	
Barras corrugadas o refuerzo de alambre electrosoldado	≥ 420	Mayor de:	$\frac{0.0018 \times 420}{f_y}$
			0.0014

Fuente: Tabla 24.4.3.2 Cuantías mínimas de refuerzo corrugado de retracción y temperatura calculadas sobre el área bruta de concreto ACI318S-14.

4.5 Análisis para solicitaciones sísmicas

4.5.1 Espectro sísmico elástico de aceleraciones (S_a).

Para el cálculo de los períodos límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones, se utilizan las ecuaciones:

$$T_o = 0.1 * F_s * \frac{F_d}{F_a} \quad (\text{NEC-SE-DS, 2015})(\text{Ec.8})$$

$$T_o = 0.1098$$

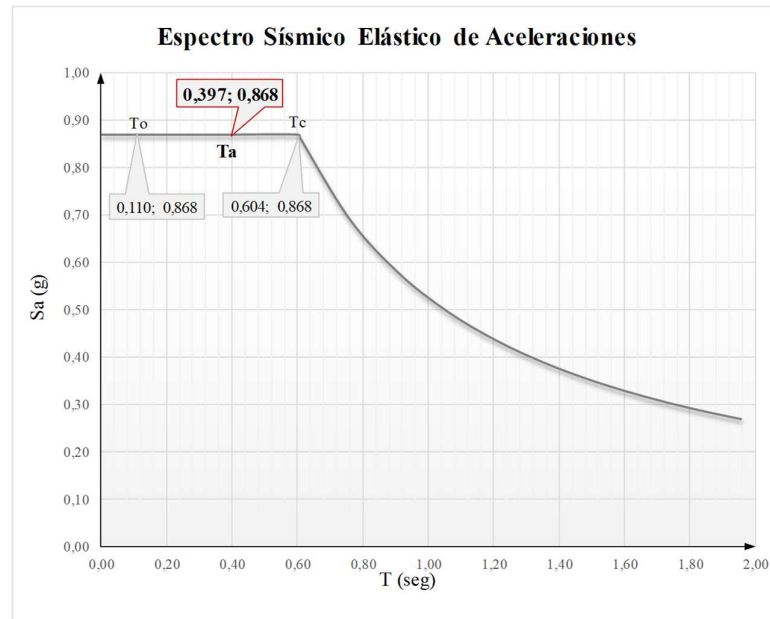
$$T_c = 0.55 * F_s * \frac{F_d}{F_a}$$

$$T_c = 0.6038 \quad (\text{NEC-SE-DS, 2015}) \quad (\text{Ec.9})$$

$T_c =$ 0,604
 $T_o =$ 0,110

$T = C_t h_n^\alpha$ **0,397**

T(seg)	Sa(g)
0,000	0,868
0,055	0,868
0,110	0,868
0,357	0,868
0,397	0,868
0,604	0,868
0,610	0,859
0,760	0,690
0,910	0,576
1,060	0,494
1,210	0,433
1,360	0,385
1,510	0,347
1,660	0,316
1,810	0,290
1,960	0,267



Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (S_a) = **0,868 g**

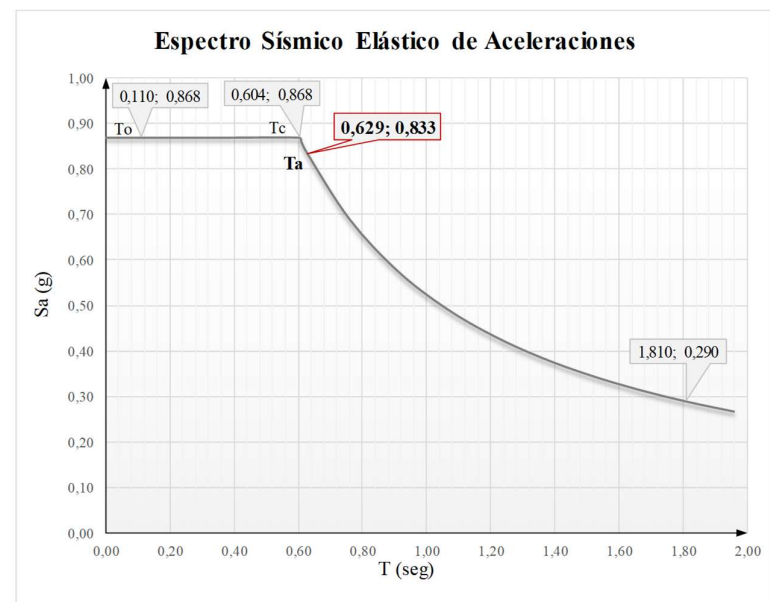
Ilustración 10: Espectro sísmico elástico de aceleraciones para edificación residencial de 3 pisos.

Fuente: Autor.

$T_c =$ 0,604
 $T_o =$ 0,110

$T = C_t h_n^\alpha$ **0,63**

T(seg)	Sa(g)
0,000	0,868
0,055	0,868
0,110	0,868
0,357	0,868
0,604	0,868
0,629	0,833
0,760	0,690
0,910	0,576
1,060	0,494
1,210	0,433
1,360	0,385
1,510	0,347
1,660	0,316
1,810	0,290
1,960	0,267



Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (S_a) = **0,833 g**

Ilustración 11: Espectro sísmico elástico de aceleraciones para edificación residencial de 5 pisos.

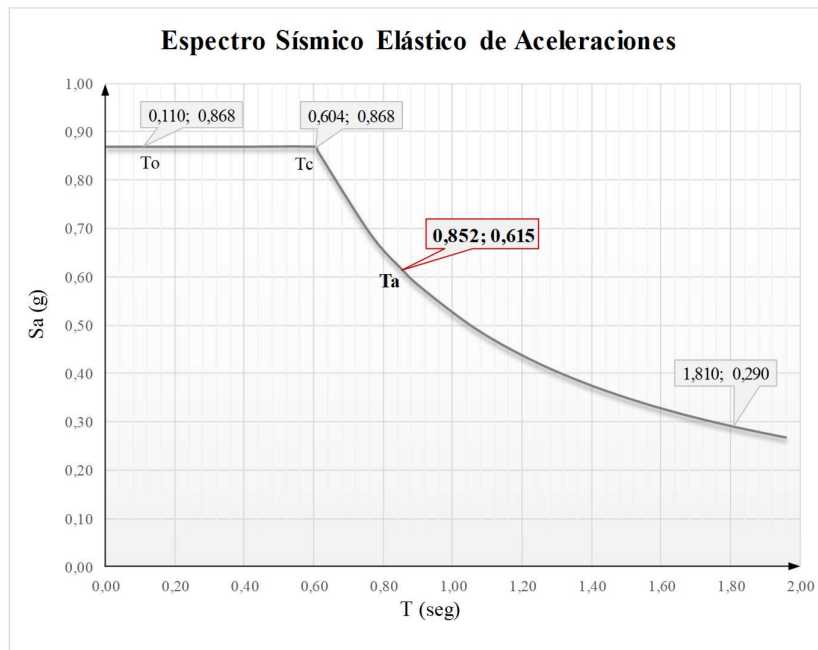
Fuente: Autor.



$T_c = 0,604$
 $T_o = 0,110$

$T = C_t h_n^\alpha = 0,85$

T(seg)	Sa(g)
0,000	0,868
0,055	0,868
0,110	0,868
0,357	0,868
0,604	0,868
0,610	0,859
0,760	0,690
0,852	0,615
0,910	0,576
1,060	0,494
1,210	0,433
1,360	0,385
1,510	0,347
1,660	0,316
1,810	0,290
1,960	0,267



Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (S_a) = **0,615 g**

Ilustración 12: Espectro sísmico elástico de aceleraciones para edificación residencial de 7 pisos.

Fuente: Autor.

4.5.2 Cortante basal de diseño (V).

Tabla 10: Cortante basal para edificación residencial de 3 pisos con alivianamiento de casetón.

Carga muerta (losa)=					292,80	kg/m2				
Carga muerta (acabados)=					152,96	kg/m2				
Determinación de la Cortante Basal de diseño (V)					Distribución vertical de las fuerzas sísmicas laterales					
Altura (m)	Area (m2)	Carga Muerta Total (kg/m2)	Total (kg)	Cortante Basal (V) (kg)	Wi	k	hi^k	Wi x hi^k	Fx (kg)	
9,00	140,00	292,80	40992,00	17264,35	40992,00	1	9,00	368928,00	7073,10	
6,00	132,50	445,76	59063,20		59063,20		6,00	354379,20	6794,17	
3,00	132,50	445,76	59063,20		59063,20		3,00	177189,60	3397,08	
			159118,40					900496,80	17264,35	

Fuente: Autor.

Tabla 11: Cortante basal para edificación residencial de 3 pisos con alivianamiento de Poliestireno.

Carga muerta (losa)=					294,08	kg/m2				
Carga muerta (acabados)=					152,96	kg/m2				
Determinación de la Cortante Basal de diseño (V)					Distribución vertical de las fuerzas sísmicas laterales					
Altura (m)	Area (m2)	Carga Muerta Total (kg/m2)	Total (kg)	Cortante Basal (V) (kg)	Wi	k	hi^k	Wi x hi^k	Fx (kg)	
9,00	140,00	294,08	41171,20	17320,52	41171,20	1	9,00	370540,80	7102,40	
6,00	132,50	447,04	59232,46		59232,46		6,00	355394,76	6812,08	
3,00	132,50	447,04	59232,46		59232,46		3,00	177697,38	3406,04	
			159636,12					903632,94	17320,52	

Fuente: Autor.

Tabla 12: Cortante basal para edificación residencial de 3 pisos con alivianamiento de Pómez.

Carga muerta (losa)=					388,80	kg/m2				
Carga muerta (acabados)=					152,96	kg/m2				
Determinación de la Cortante Basal de diseño (V)					Distribución vertical de las fuerzas sísmicas laterales					
Altura (m)	Area (m2)	Carga Muerta Total (kg/m2)	Total (kg)	Cortante Basal (V) (kg)	Wi	k	hi^k	Wi x hi^k	Fx (kg)	
9,00	140,00	388,80	54432,00	21482,83	54432,00	1	9,00	489888,00	9264,76	
6,00	132,50	541,76	71783,20		71783,20		6,00	430699,20	8145,38	
3,00	132,50	541,76	71783,20		71783,20		3,00	215349,60	4072,69	
			197998,40					1135936,80	21482,83	

Fuente: Autor.

Tabla 13: Cortante basal para edificación residencial de 5 pisos con alivianamiento de Casetón.

Carga muerta (losa)=					292,80	kg/m2				
Carga muerta (acabados)=					152,96	kg/m2				
Determinación de la Cortante Basal de diseño (V)					Distribución vertical de las fuerzas sísmicas laterales					
Altura (m)	Area (m2)	Carga Muerta Total (kg/m2)	Total (kg)	Cortante Basal (V) (kg)	Wi	k	hi^k	Wi x hi^k	Fx (kg)	
15,00	140,00	292,80	40992,00	28863,88	40992,00	1,065	17,87	732510,18	7645,10	
12,00	132,50	445,76	59062,86		59062,86		14,09	832251,70	8686,09	
9,00	132,50	445,76	59062,86		59062,86		10,37	612688,65	6394,54	
6,00	132,50	445,76	59062,86		59062,86		6,74	397892,65	4152,75	
3,00	132,50	445,76	59062,86		59062,86		3,22	190229,19	1985,39	
			277243,44					2765572,37	28863,88	

Fuente: Autor.

Tabla 14: Cortante basal para edificación residencial de 5 pisos con alivianamiento de Poliestireno.

Carga muerta (losa)=					294,08 kg/m2				
Carga muerta (acabados)=					152,96 kg/m2				
Determinación de la Cortante Basal de diseño (V)					Distribución vertical de las fuerzas sísmicas laterales				
Altura (m)	Area (m2)	Carga Muerta Total (kg/m2)	Total (kg)	Cortante Basal (V) (kg)	Wi	k	hi ^k	Wi x hi ^k	Fx (kg)
15,00	140,00	294,08	41171,20	28953,17	41171,20	1,065	17,87	735712,42	7677,18
12,00	132,50	447,04	59232,46		59232,46		14,09	834641,52	8709,51
9,00	132,50	447,04	59232,46		59232,46		10,37	614447,99	6411,78
6,00	132,50	447,04	59232,46		59232,46		6,74	399035,21	4163,94
3,00	132,50	447,04	59232,46		59232,46		3,22	190775,43	1990,75
			278101,04					2774612,57	28953,17

Fuente: Autor.

Tabla 15: Cortante basal para edificación residencial de 5 pisos con alivianamiento de Pómez.

Carga muerta (losa)=					388,80 kg/m2				
Carga muerta (acabados)=					152,96 kg/m2				
Determinación de la Cortante Basal de diseño (V)					Distribución vertical de las fuerzas sísmicas laterales				
Altura (m)	Area (m2)	Carga Muerta Total (kg/m2)	Total (kg)	Cortante Basal (V) (kg)	Wi	k	hi^k	Wi x hi^k	Fx (kg)
15,00	140,00	388,80	54432,00	35560,25	54432,00	1,065	17,87	972677,46	10044,37
12,00	132,50	541,76	71782,86		71782,86		14,09	1011488,56	10445,15
9,00	132,50	541,76	71782,86		71782,86		10,37	744639,58	7689,53
6,00	132,50	541,76	71782,86		71782,86		6,74	483584,31	4993,74
3,00	132,50	541,76	71782,86		71782,86		3,22	231197,66	2387,47
			341563,44					3443587,57	35560,25

Fuente: Autor.

Tabla 16: Cortante basal para edificación residencial de 7 pisos con alivianamiento de Casetón.

Carga muerta (losa)=					292,80 kg/m2				
Carga muerta (acabados)=					152,96 kg/m2				
Determinación de la Cortante Basal de diseño (V)					Distribución vertical de las fuerzas sísmicas laterales				
Altura (m)	Area (m2)	Carga Muerta Total (kg/m2)	Total (kg)	Cortante Basal (V) (kg)	Wi	k	hi^k	Wi x hi^k	Fx (kg)
21,00	140,00	292,80	40992,00	30407,52	40992,00	1	35,88	1470705,94	6172,21
18,00	132,50	445,76	59062,86		59062,86		29,93	1767734,37	7418,77
15,00	132,50	445,76	59062,86		59062,86		24,15	1426612,54	5987,16
12,00	132,50	445,76	59062,86		59062,86		18,58	1097355,70	4605,34
9,00	132,50	445,76	59062,86		59062,86		13,25	782400,67	3283,55
6,00	132,50	445,76	59062,86		59062,86		8,22	485690,53	2038,33
3,00	132,50	445,76	59062,86		59062,86		3,64	214967,02	902,17
			395369,16					7245466,78	30407,52

Fuente: Autor.

Tabla 17: Cortante basal para edificación residencial de 7 pisos con alivianamiento de Poliestireno.

Carga muerta (losa)=					294,08 kg/m2				
Carga muerta (acabados)=					152,96 kg/m2				
Determinación de la Cortante Basal de diseño (V)					Distribución vertical de las fuerzas sísmicas laterales				
Altura (m)	Area (m2)	Carga Muerta Total (kg/m2)	Total (kg)	Cortante Basal (V) (kg)	Wi	k	hi^k	Wi x hi^k	Fx (kg)
21,00	140,00	294,08	41171,20	30499,56	41171,20	1	35,88	1477135,26	6198,27
18,00	132,50	447,04	59232,46		59232,46		29,93	1772810,45	7438,96
15,00	132,50	447,04	59232,46		59232,46		24,15	1430709,09	6003,46
12,00	132,50	447,04	59232,46		59232,46		18,58	1100506,77	4617,88
9,00	132,50	447,04	59232,46		59232,46		13,25	784647,35	3292,49
6,00	132,50	447,04	59232,46		59232,46		8,22	487085,20	2043,88
3,00	132,50	447,04	59232,46		59232,46		3,64	215584,30	904,62
			396565,96					7268478,42	30499,56

Fuente: Autor.

Tabla 18: Cortante basal para edificación residencial de 7 pisos con alivianamiento de Pómez.

Carga muerta (losa)=					388,80 kg/m2				
Carga muerta (acabados)=					152,96 kg/m2				
Determinación de la Cortante Basal de diseño (V)					Distribución vertical de las fuerzas sísmicas laterales				
Altura (m)	Area (m2)	Carga Muerta Total (kg/m2)	Total (kg)	Cortante Basal (V) (kg)	Wi	k	hi^k	Wi x hi^k	Fx (kg)
21,00	140,00	388,80	54432,00	37310,89	54432,00	1	35,88	1952904,61	8121,93
18,00	132,50	541,76	71782,86		71782,86		29,93	2148440,31	8935,14
15,00	132,50	541,76	71782,86		71782,86		24,15	1733853,20	7210,92
12,00	132,50	541,76	71782,86		71782,86		18,58	1333686,36	5546,67
9,00	132,50	541,76	71782,86		71782,86		13,25	950901,43	3954,70
6,00	132,50	541,76	71782,86		71782,86		8,22	590290,67	2454,96
3,00	132,50	541,76	71782,86		71782,86		3,64	261263,13	1086,57
			485129,16					8971339,71	37310,89

Fuente: Autor.

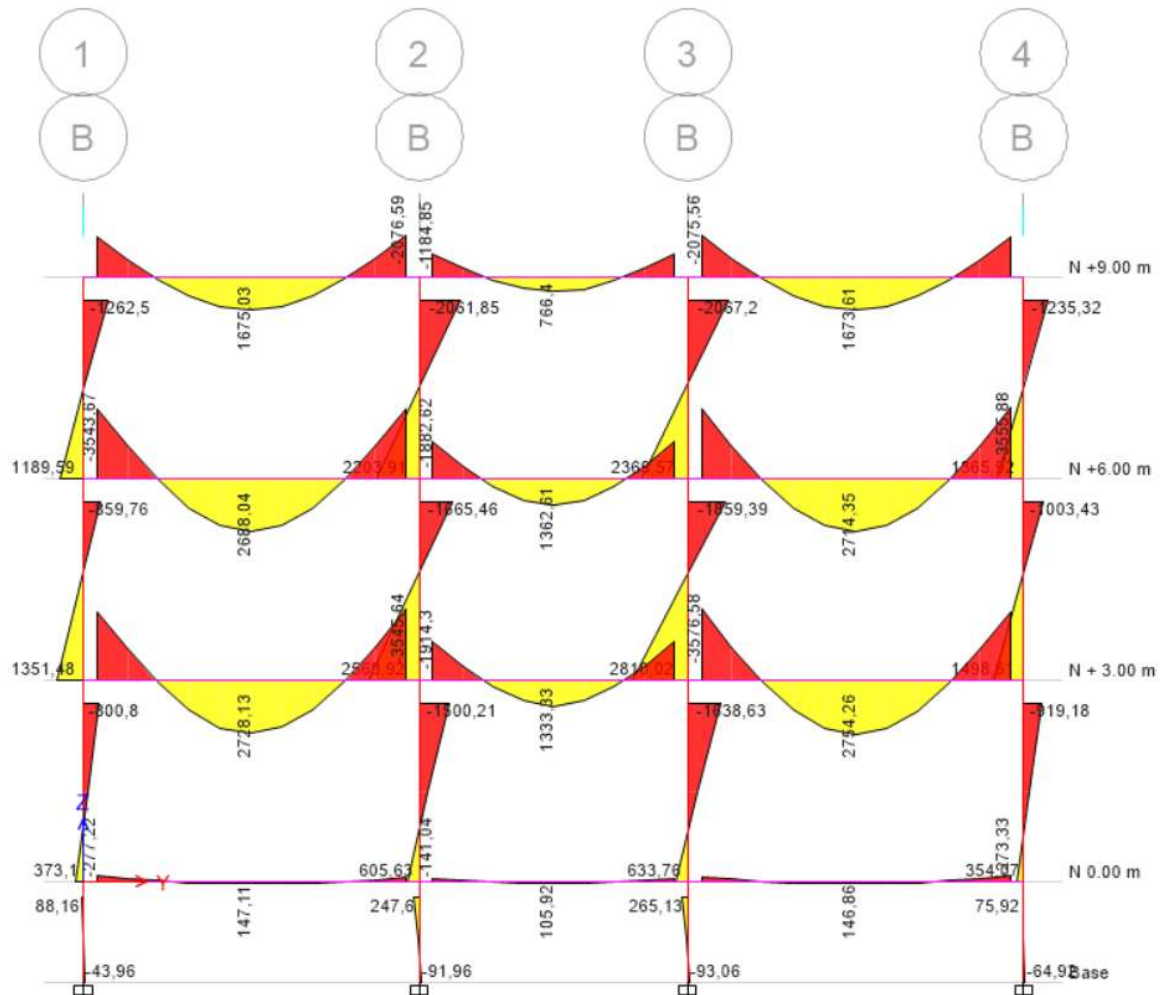


Ilustración 14: Diagrama de momentos de columnas vista en Elevación.

Fuente: (ETABS, 2016).

La Ilustración 13 y la Ilustración 14, muestra los diagramas de momento para vigas y columnas respectivamente, bajo efecto de cargas gravitacionales; obtenidos a través de la aplicación del modelo virtual en un software computacional.

4.6.2 Acero de refuerzo para vigas y columnas.

Los cálculos totales realizados para obtener las áreas de acero requeridas tanto en vigas como columnas, fueron adjuntados en el Anexo 3 y Anexo 4 del presente trabajo.

Tabla 19: Tabla representativa del cálculo de acero de refuerzo en vigas.

Acero para vigas de una edificación residencial multifamiliar de 3 pisos con alivianamiento de Casetón																		
Viga	Nivel	Sección		As Requerido (cm ²)		Momento (Ton-m)		Longitud cm	Max. As Requerido (cm ²)		As Diseño (cm ²)		(NEC_SE_HM 4.2.4)		(NEC_SE_HM 4.2.5)		(NEC_SE_HM 4.2.6)	Peso (kg)
		b (cm)	a (cm)	As (+)	As (-)	M (-)	M (+)		As (+) max.	As (-) max.	As. (+)	As. (-)	ρ max. (+)	ρ max. (-)	As min. (+)	As min. (-)	M (+) ≥ 0.5 M (-)	
B1	N +9.00 m	25	30	1,9	0,99	2147,0	1456,1	500	2,26	2,02	3,01	2,69	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	22,40
				0,73	2,02													
				2,26	1,48													
B2	N +9.00 m	25	30	1,48	0,73	1603,6	801,8	400	2,17	1,1	2,89	2,55	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	17,09
				0,55	0,81													
				2,17	1,1													
B3	N +9.00 m	25	30	2,12	1,05	2148,6	1428,0	500	2,26	1,98	3,01	2,64	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	22,19
				0,73	1,98													
				2,26	1,48													
B4	N +9.00 m	25	30	2,72	1,77	3291,6	2433,3	500	3,53	2,57	3,53	2,57	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	23,94
				1,13	2,57													
				3,53	2,17													
B5	N +9.00 m	25	30	2,08	1,02	2351,1	1175,6	400	2,48	1,62	3,31	2,55	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	18,39
				0,8	1,58													
				2,48	1,62													
B6	N +9.00 m	25	30	2,79	1,81	3285,9	2432,1	500	3,53	2,57	3,53	2,57	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	23,94
				1,12	2,57													
				3,53	2,17													
B7	N +9.00 m	25	30	1,87	0,97	2186,4	1347,9	500	2,3	1,86	3,07	2,55	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	22,04
				0,74	1,86													
				2,3	1,5													
B8	N +9.00 m	25	30	1,25	0,62	1714,8	857,4	400	2,17	1,17	2,89	2,55	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	17,09
				0,58	0,84													
				2,17	1,17													
B9	N +9.00 m	25	30	2,08	1,03	2125,0	1347,3	500	2,23	1,86	2,97	2,55	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	21,68
				0,72	1,86													
				2,23	1,46													
B10	N +9.00 m	25	35	2,58	1,34	3556,5	2252,9	600	3,15	2,58	3,15	3,44	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	31,04
				1,02	2,58													
				3,15	2,06													

Fuente: Autor

Tabla 20: Tabla representativa del cálculo de acero de refuerzo en columnas.

Acero de refuerzo para columnas de una edificación residencial multifamiliar de 3 pisos con alivianamiento de Casetón									
Columna	Nivel	Columna Fuerte - Viga Débil		Sección		As Cal.	Longitud	(NEC_SE_HM 4.2.5)	Peso
		1.2 (B/C) ≤ 1		a (cm)	b (cm)	cm²	cm	ρ min ≤ ρ Cal. ≤ ρ max.	(kg)
C1	N +9.00 m	0,523	CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82
	N +6.00 m	0,357	CUMPLE						
	N + 3.00 m	0,326	CUMPLE						
	N 0.00 m	0,068	CUMPLE						
C2	N +9.00 m	0,687	CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82
	N +6.00 m	0,618	CUMPLE						
	N + 3.00 m	0,552	CUMPLE						
	N 0.00 m	0,067	CUMPLE						
C3	N +9.00 m	0,686	CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82
	N +6.00 m	0,629	CUMPLE						
	N + 3.00 m	0,555	CUMPLE						
	N 0.00 m	0,065	CUMPLE						
C4	N +9.00 m	0,523	CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82
	N +6.00 m	0,375	CUMPLE						
	N + 3.00 m	0,339	CUMPLE						
	N 0.00 m	0,067	CUMPLE						
C5	N +9.00 m	0,491	CUMPLE	40	40	16	1038	CUMPLE	130,37
	N +6.00 m	0,35	CUMPLE						
	N + 3.00 m	0,356	CUMPLE						
	N 0.00 m	0,102	CUMPLE						
C6	N +9.00 m	0,726	CUMPLE	40	40	16	1038	CUMPLE	130,37
	N +6.00 m	0,546	CUMPLE						
	N + 3.00 m	0,526	CUMPLE						
	N 0.00 m	0,098	CUMPLE						
C7	N +9.00 m	0,734	CUMPLE	40	40	16	1038	CUMPLE	130,37
	N +6.00 m	0,574	CUMPLE						
	N + 3.00 m	0,551	CUMPLE						
	N 0.00 m	0,102	CUMPLE						
C8	N +9.00 m	0,517	CUMPLE	40	40	16	1038	CUMPLE	130,37
	N +6.00 m	0,396	CUMPLE						
	N + 3.00 m	0,419	CUMPLE						
	N 0.00 m	0,114	CUMPLE						
C9	N +9.00 m	0,244	CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82
	N +6.00 m	0,186	CUMPLE						
	N + 3.00 m	0,198	CUMPLE						
	N 0.00 m	0,09	CUMPLE						
C10	N +9.00 m	0,31	CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82
	N +6.00 m	0,262	CUMPLE						
	N + 3.00 m	0,263	CUMPLE						
	N 0.00 m	0,094	CUMPLE						
C11	N +9.00 m	0,316	CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82
	N +6.00 m	0,265	CUMPLE						
	N + 3.00 m	0,266	CUMPLE						
	N 0.00 m	0,097	CUMPLE						
C12	N +9.00 m	0,244	CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82
	N +6.00 m	0,2	CUMPLE						
	N + 3.00 m	0,237	CUMPLE						
	N 0.00 m	0,105	CUMPLE						
Total (kg) =								1320,02	

Fuente: Autor

4.6.3 Diseño de zapatas.

A continuación, se presenta el procedimiento de cálculo y diseño para la cimentación de la edificación residencial multifamiliar, los resultados totales se encuentran detallados en el Anexo 5 del documento.

Tabla 21: Diseño de zapata para una edificación residencial multifamiliar.

DATOS		
CARGA AXIAL	54735,16	kgf
MOMENTO EN X	127,01	kgf.m
MOMENTO EN Y	40,30	kgf.m
ALTURA DE DESPLANTE	1,50	m
PESO ESPECIFICO DEL HORMIGON ARMADO	2400,00	kg/m3
PESO ESPECIFICO DEL SUELO DE RELLENO	1750,00	kg/m3
CAPACIDAD SOPORTANTE DEL SUELO	18000,00	kg/m2
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	240,00	kg/cm2
LIMITE DE FLUENCIA DEL REFUERZO	4200,00	kg/cm2
DIMENSION DE LA COLUMNA EN DIRECCION X	0,40	m
DIMENSION DE LA COLUMNA EN DIRECCION Y	0,40	m
RECUBRIMIENTO SEGÚN ACI 318	0,08	m
TIPO DE ZAPATA	ZAPATA AISLADA	

DETERMINACION DEL ESFUERZO EFECTIVO		
PERALTE DE LA ZAPATA =	0,40	m
PESO DE LA ZAPATA =	960,00	kg/m2
PESO DEL SUELO DE RELLENO =	1925,00	kg/m2
ESFUERZO EFECTIVO =	15115,00	kg/m2

DIMENSIONAMIENTO DE LOS LADOS DE LA ZAPATA		
RELACION ENTRE LOS LADOS DE LA ZAPATA =	1,00	
α (dirección x) =	0,00	
β (dirección y) =	0,00	
PARA ZAPATA. AISLADA α = β = 0		
$L_y^3 - \left(\frac{P + 6 \alpha + 6\beta}{r\vartheta}\right)L_y - \frac{1}{r\vartheta}\left(6M_x + \frac{6M_y}{r}\right) = 0$		
	- 0,02	aprox. = 0

LADO DIRECCIÓN Y=	1,75	m
LADO DIRECCIÓN X=	1,75	m
ASUMIMOS =	2,20	m
ASUMIMOS =	2,20	m

Fuente: Autor.

Tabla 22: Diseño por corte de zapata.

VERIFICACION DE LA PRESION DEL SUELO				
EXCENTRICIDAD EN DIRECCION X=	0,00	m		
EXCENTRICIDAD EN DIRECCION Y=	0,00	m		
ESFUERZOS MAXIMOS =	15088,66	kg/m2	CUMPLE	
	15110,43	kg/m2	CUMPLE	
VERIFICACION DEL CORTANTE POR PERFORACION Y EFECTO VIGA				
PERIMETRO ALREDEDOR DEL AREA PENETRADA Y AREA PENETRADA				
ZAPATA AISLADA	2,88	m		
	0,52	m2		
CARGA MAYORADA =	21154,60	kg/m2		
PERALTE EFECTIVO =	0,32	m		
VERIFICACION DEL CORTANTE POR PERFORACION				
RELACION DEL LADO LARGO DE LA COLUMNA AL LADO CORTO =	0,00			
COEFICIENTE DE VARIACIONES EN LA PROPORCION =	40			
ESFUERZO CORTANTE QUE SOPORTA LA ZAPATA (CASO 1) =	157051,02	kg		
ESFUERZO CORTANTE QUE SOPORTA LA ZAPATA (CASO 2) =	No Aplica	kg		
ESFUERZO CORTANTE QUE SOPORTA LA ZAPATA (CASO 3) =	248426,17	kg		
ESFUERZO CORTANTE ULTIMO =	91421,74	kg		
ESFUERZO CORTANTE NOMINAL =	121895,65	kg	CUMPLE	
VERIFICACION DEL CORTANTE POR EFECTO VIGA				
ESFUERZO CORTANTE QUE SOPORTA LA ZAPATA (DIRECCION X) =	57803,50	kg		
ESFUERZO CORTANTE QUE SOPORTA LA ZAPATA (DIRECCION Y) =	57803,50	kg		
ESFUERZO CORTANTE ULTIMO (DIRECCION X) =	26993,28	kg		
ESFUERZO CORTANTE NOMINAL (DIRECCION X) =	35991,03		CUMPLE	
ESFUERZO CORTANTE ULTIMO (DIRECCION Y) =	26993,28	kg		
ESFUERZO CORTANTE NOMINAL (DIRECCION Y) =	35991,03	kg	CUMPLE	

Fuente: Autor.

Tabla 23: Diseño por flexión de zapata.

DISEÑO A FLEXION			
CARGA ULTIMA (DIRECCION X) =	41886,12	kg	
MOMENTO ULTIMO (DIRECCION X) =	1884875,27	kg.cm	
MOMENTO NOMINAL (DIRECCION X) =	2094305,86	kg.cm	
CARGA ULTIMA (DIRECCION Y) =	41886,12	kg	
MOMENTO ULTIMO (DIRECCION Y) =	1884875,27	kg.cm	
MOMENTO NOMINAL (DIRECCION Y) =	2094305,86	kg.cm	
DISEÑO DE ACEROS			
$K = \frac{Mu}{\phi b d^2 f'c}$		$p = \frac{f'c}{fy} * \left(\frac{1 - \sqrt{1 - 2,36k}}{1,18} \right)$	
		As = p*b*d	
K (DIRECCION X) =	0,0387		
K (DIRECCION Y) =	0,0387		
p (DIRECCION X) =	0,0023		
pmin (DIRECCION X) =	0,0033		
padopt (DIRECCION X) =	0,0033		
p (DIRECCION Y) =	0,0023		
pmin (DIRECCION Y) =	0,0033		
padopt (DIRECCION Y) =	0,0033		
As (X) =	23,47	cm2	
φvarilla(X)=	18	mm	
Asvarilla(X)=	2,5447	cm2	
Separación=	22,12	cm	
As (Y) =	23,47	cm2	
φvarilla(Y)=	18	mm	
Asvarilla(Y)=	2,545	cm2	
Separación=	22,12	cm	
DISTRIBUCION DE ACEROS (DIRECCION X)			
1	φ	18	mm @ 22 cm
DISTRIBUCION DE ACEROS (DIRECCION Y)			
1	φ	18	mm @ 22 cm

Fuente: Autor.

Tabla 24: Resumen de Zapatas.

Edificación Residencial Multifamiliar	Sistema Constructivo	Sección de la Columna	Numero de Zapatas	Long. "x"	Long. "y"	Peralte	Acero de Refuerzo
				(m)	(m)	(m)	
3 Niveles	Aliviamiento con casetón plástico	35 cm x 35 cm	8	1,65	1,65	0,30	1 ϕ 14 mm @ 18 cm
		40 cm x 40 cm	4	2,10	2,10	0,35	1 ϕ 16 mm @ 20 cm
	Aliviamiento con bloque de poliestireno	35 cm x 35 cm	8	1,65	1,65	0,30	1 ϕ 14 mm @ 18 cm
		40 cm x 40 cm	4	2,10	2,10	0,35	1 ϕ 16 mm @ 20 cm
	Aliviamiento con bloque de pómez	35 cm x 35 cm	6	1,50	1,50	0,25	1 ϕ 14 mm @ 24 cm
		40 cm x 40 cm	6	2,20	2,20	0,40	1 ϕ 18 mm @ 22 cm
5 Niveles	Aliviamiento con casetón plástico	35 cm x 35 cm	6	1,85	1,85	0,35	1 ϕ 16 mm @ 20 cm
		40 cm x 40 cm	6	2,75	2,75	0,50	1 ϕ 18 mm @ 17 cm
	Aliviamiento con bloque de poliestireno	35 cm x 35 cm	6	1,85	1,85	0,35	1 ϕ 16 mm @ 20 cm
		40 cm x 40 cm	6	2,80	2,80	0,50	1 ϕ 18 mm @ 17 cm
	Aliviamiento con bloque de pómez	35 cm x 35 cm	4	2,00	2,00	0,35	1 ϕ 16 mm @ 20 cm
		40 cm x 40 cm	8	2,95	2,95	0,50	1 ϕ 18 mm @ 17 cm
7 Niveles	Aliviamiento con casetón plástico	40 cm x 40 cm	6	2,30	2,30	0,40	1 ϕ 16 mm @ 17 cm
		45 cm x 45 cm	6	3,35	3,35	0,55	1 ϕ 20 mm @ 19 cm
	Aliviamiento con bloque de poliestireno	40 cm x 40 cm	6	2,30	2,30	0,40	1 ϕ 16 mm @ 17 cm
		45 cm x 45 cm	6	3,35	3,35	0,55	1 ϕ 20 mm @ 19 cm
	Aliviamiento con bloque de pómez	40 cm x 40 cm	4	2,45	2,45	0,40	1 ϕ 16 mm @ 17 cm
		45 cm x 45 cm	8	3,55	3,55	0,60	1 ϕ 22 mm @ 20 cm

Fuente: Autor

4.6.4 Control de derivas de piso.

Tabla 25: Control de derivas de piso.

Deriva Máxima Permisible(ΔM máxima)	0,02		
R (Coeficiente de reducción de resistencia sísmica)	8		
Edificación Residencial Multifamiliar de 3 pisos.			
	Alivianamiento con Casetón	Alivianamiento con Bloque de Poliestireno	Alivianamiento con Bloque Pómez
Deriva Máxima Calculada (ΔM_c)	0,002724	0,002733	0,003392
Se verifica $\Delta M_c < \Delta M_p$ máxima	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Edificación Residencial Multifamiliar de 5 pisos.			
	Alivianamiento con Casetón	Alivianamiento con Bloque de Poliestireno	Alivianamiento con Bloque Pómez
Deriva Máxima Calculada (ΔM_c)	0,004213	0,004226	0,004217
Se verifica $\Delta M_c < \Delta M_p$ máxima	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE
Edificación Residencial Multifamiliar de 7 pisos.			
	Alivianamiento con Casetón	Alivianamiento con Bloque de Poliestireno	Alivianamiento con Bloque Pómez
Deriva Máxima Calculada (ΔM_c)	0,003957	0,003661	0,00373
Se verifica $\Delta M_c < \Delta M_p$ máxima	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

Fuente: Autor.

CAPITULO 5

DISEÑO DE LOSAS RETICULARES

5.1 Paño de losa y sección de análisis

Para el diseño de las losas reticulares alivianadas con: casetón plástico, bloque de poliestireno o bloque de pómez, es necesario determinar el paño de losa crítico y una sección de diseño dentro de la planta tipo, los cuales se han representados en las siguientes ilustraciones respectivamente:

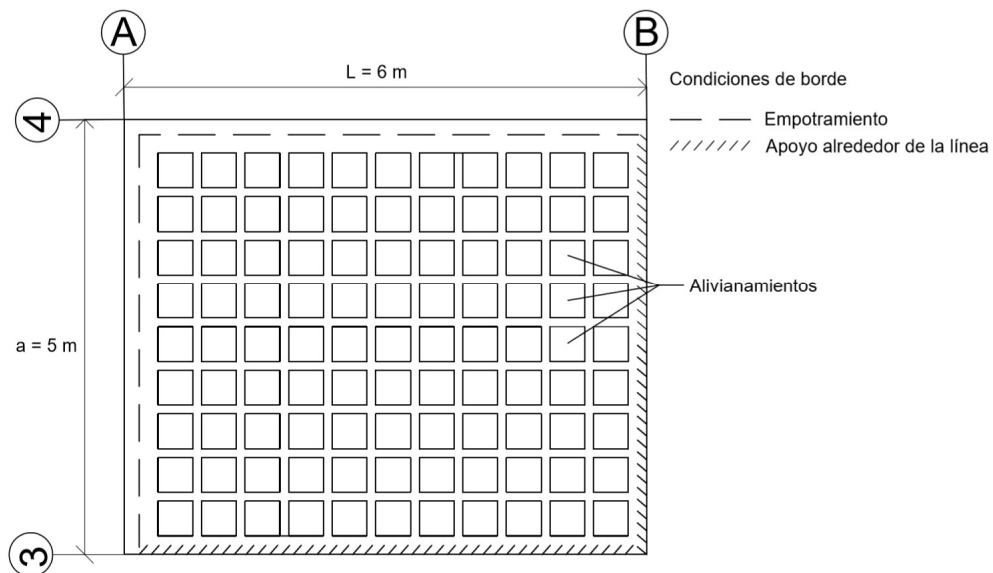


Ilustración 15: Paño de losa de análisis.

Fuente: Autor.

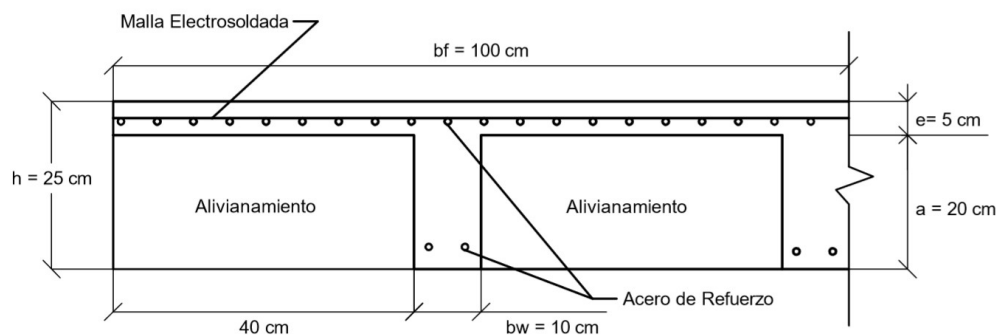


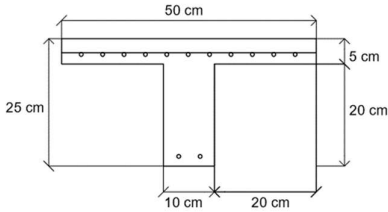
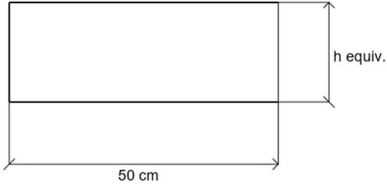
Ilustración 16: Sección de análisis.

Fuente: Autor.



5.2 Control de deflexiones (h min.)

Tabla 26: Control de deflexiones en losas.

			
Área=	450 cm ²	Área=	50*h cm ²
M.estático =	7625 cm ³		
Yg =	16,94 cm		
Inercia=	24548,62 cm ⁴	Inercia=	$\frac{50}{12} * h^3$ cm ⁴
		h equiv.=	18,06 cm
Eje "A"	Inercia Viga= 89322,9 cm ⁴ Inercia Losa h equiv.= 141127 cm ⁴	$\alpha f1=$	0,633
Eje "B"	Inercia Viga= 89322,9 cm ⁴ Inercia Losa h equiv.= 233166 cm ⁴	$\alpha f2=$	0,383
Eje "3"	Inercia Viga= 89322,9 cm ⁴ Inercia Losa h equiv.= 208622 cm ⁴	$\alpha f3=$	0,428
Eje "4"	Inercia Viga= 89322,9 cm ⁴ Inercia Losa h equiv.= 116583 cm ⁴	$\alpha f4=$	0,766
		$\alpha fm=$	0,55
$h_{min} = \frac{600 \left(0,8 + \frac{411,87}{1400} \right)}{36 + 5 * 1,2 * (0,55 - 0,2)}$			
$h_{min} = 17,23$ cm			
$h_{equiva.} \geq h_{min}$			
18,06 cm $\geq$ 17,23 cm		CUMPLE	

Fuente: Autor.

5.3 Carga muerta de la losa

Tabla 27: Carga muerta de la losa.

Peso de la loseta de compresión =	$1\text{m} * 1\text{m} * 0,05\text{m} * 2400 \text{ kg/m}^3$	= 120 kg/m ²
Peso de los nervios =	$(4 * 0.10\text{m} * 0.20\text{m} * 1\text{m} * 2400 \text{ kg/m}^3) - (4 * 0.10\text{m} * 0.10\text{m} * 0.20\text{m} * 2400\text{kg/m}^3)$	= 172,8 kg/m ²
Carga Muerta total		= 292,8 kg/m²

Fuente: Autor.

5.4 Cargas de diseño (q)

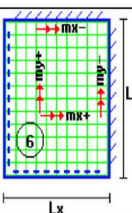
Tabla 28: Carga de diseño para la losa con distinto tipo de alivianamiento.

Carga de diseño (q) = 1.4 D + 1.7 L		Total
$q_{\text{casetón}} = \left[1.4 * \left(292.8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 152.96 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 0 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) \right] + \left(1.7 * 203.94 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right)$		= 970.76 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
$q_{\text{poliest.}} = \left[1.4 * \left(292.8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 152.96 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 1.28 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) \right] + \left(1.7 * 203.94 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right)$		= 972.55 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
$q_{\text{pómez}} = \left[1.4 * \left(292.8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 152.96 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 96 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) \right] + \left(1.7 * 203.94 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right)$		= 1105.16 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

Fuente: Autor.

5.5 Diseño a flexión

Tabla 29: Coeficientes según el tipo de paño de losa.

Losa	Fórmula	Coef	Lx / Ly						Losa	Losa Tipo	Lx	Ly	Lx/Ly	my (-)	my (+)	mx (-)	mx (+)
			1.00	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50									
	$\Delta = 0.0001 q \cdot \delta \cdot L_x^4 / (E \cdot h^3)$ $M_{ly-} = 0.0001 q \cdot m_{ly-} \cdot L_x^2$ $M_{ly+} = 0.0001 q \cdot m_{ly+} \cdot L_x^2$ $M_{lx-} = 0.0001 q \cdot m_{lx-} \cdot L_x^2$ $M_{lx+} = 0.0001 q \cdot m_{lx+} \cdot L_x^2$	δ m_{ly-} m_{ly+} m_{lx-} m_{lx+}	406 839 428 839 428	489 980 525 857 409	572 1120 621 852 369	644 1240 704 827 310	693 1323 761 793 271	712 1353 782 764 238	1-2-A-B (Intercambiar mx y my)	6	4,5	5	0,9	980	525	857	409
									1-2-B-C	6	4	5	0,8	1120	621	852	369
									2-3-A-B (Intercambiar mx y my)	2	4	6	0,7	829	318	1071	590
									2-3-B-C	2	4	4	1,0	597	269	718	354
									3-4-A-B (Intercambiar mx y my)	6	5	6	0,8	852	369	1120	621
									3-4-B-C	6	4	5	0,8	1120	621	852	369

Fuente: Autor.

Tabla 30: Diseño por flexión de losa reticular con alivianamiento de casetón plástico.

DATOS											
f'c=	240	Kg/cm2									
Fy=	4200	Kg/cm2									
q=	970,76	Kg/m2									
ρmin=	0,0033	---									
As min =	1,47	cm2/m									
Φ =	0,90	Tabla 21.2.2 (ACI)									
Diseño a Flexión de losa reticular alivianada con Casetón Plástico											
Losa	M (Kg- m/m)	b	d	As (cm2/m)	As>As min	As Real (cm2/m)	As Real (cm2/nervio)	Ø Varilla	Comparación con losa de Poliestireno	Comparación con losa de Bloque Pómez	
1-2-A-B	Muy(-)	1926	20	22	2,46	CUMPLE	2,46	1,23	1Ø14	No Existe Variación	No Existe Variación
	Muy(+)	1032	100	22	1,25	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(-)	1685	20	22	2,13	CUMPLE	2,13	1,07	1Ø12	No Existe Variación	Aumenta As
	Mux(+)	804	100	22	0,97	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
1-2-B-C	Muy(-)	1740	20	22	2,21	CUMPLE	2,21	1,10	1Ø12	No Existe Variación	Aumenta As
	Muy(+)	965	100	22	1,17	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(-)	1323	20	22	1,66	CUMPLE	1,66	0,83	1Ø12	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(+)	573	100	22	0,69	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
2-3-A-B	Muy(-)	1288	20	22	1,61	CUMPLE	1,61	0,80	1Ø12	No Existe Variación	No Existe Variación
	Muy(+)	494	100	22	0,60	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(-)	1663	20	22	2,10	CUMPLE	2,10	1,05	1Ø12	No Existe Variación	Aumenta As
	Mux(+)	916	100	22	1,11	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
2-3-B-C	Muy(-)	927	20	22	1,15	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
	Muy(+)	418	100	22	0,50	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(-)	1115	20	22	1,39	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	Aumenta As
	Mux(+)	550	100	22	0,66	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
3-4-A-B	Muy(-)	2068	20	22	2,65	CUMPLE	2,65	1,33	1Ø14	No Existe Variación	No Existe Variación
	Muy(+)	896	100	22	1,08	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(-)	2718	20	22	3,57	CUMPLE	3,57	1,78	1Ø16	No Existe Variación	Aumenta As
	Mux(+)	1507	100	22	1,83	CUMPLE	1,83	0,91	1Ø12	No Existe Variación	No Existe Variación
3-4-B-C	Muy(-)	1740	20	22	2,21	CUMPLE	2,21	1,10	1Ø12	No Existe Variación	Aumenta As
	Muy(+)	965	100	22	1,17	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(-)	1323	20	22	1,66	CUMPLE	1,66	0,83	1Ø12	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(+)	573	100	22	0,69	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación

Fuente: Autor.

Tabla 31: Diseño por flexión de losa reticular con alivianamiento de bloque de poliestireno expandido (EPS).

DATOS			Diseño a Flexión de losa reticular alivianada con Bloque de Poliestireno								
f'c=	240	Kg/cm2									
Fy=	4200	Kg/cm2									
q=	972,55	Kg/m2									
pmin=	0,0033	---									
As min =	1,47	cm2/m									
Φ =	0,90	Tabla 21.2.2 (ACI)									
Losa	M (Kg- m/m)	b	d	As (cm2/m)	As>As min	As Real (cm2/m)	As Real (cm2/nervio)	Ø Varilla	Comparacion con losa de Caseton	Comparacion con losa de Bloque Pomez	
1-2-A-B	Muy(-)	1930	20	22	2,46	CUMPLE	2,46	1,23	1Ø14	No Existe Variación	No Existe Variación
	Muy(+)	1034	100	22	1,25	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(-)	1688	20	22	2,14	CUMPLE	2,14	1,07	1Ø12	No Existe Variación	Aumenta As
	Mux(+)	805	100	22	0,97	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
1-2-B-C	Muy(-)	1743	20	22	2,21	CUMPLE	2,21	1,10	1Ø12	No Existe Variación	Aumenta As
	Muy(+)	966	100	22	1,17	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(-)	1326	20	22	1,66	CUMPLE	1,66	0,83	1Ø12	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(+)	574	100	22	0,69	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
2-3-A-B	Muy(-)	1290	20	22	1,61	CUMPLE	1,61	0,81	1Ø12	No Existe Variación	No Existe Variación
	Muy(+)	495	100	22	0,60	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(-)	1667	20	22	2,11	CUMPLE	2,11	1,05	1Ø12	No Existe Variación	Aumenta As
	Mux(+)	918	100	22	1,11	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
2-3-B-C	Muy(-)	929	20	22	1,15	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
	Muy(+)	419	100	22	0,50	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(-)	1117	20	22	1,39	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	Aumenta As
	Mux(+)	551	100	22	0,66	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
3-4-A-B	Muy(-)	2072	20	22	2,66	CUMPLE	2,66	1,33	1Ø14	No Existe Variación	No Existe Variación
	Muy(+)	897	100	22	1,08	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(-)	2723	20	22	3,57	CUMPLE	3,57	1,79	1Ø16	No Existe Variación	Aumenta As
	Mux(+)	1510	100	22	1,83	CUMPLE	1,83	0,92	1Ø12	No Existe Variación	No Existe Variación
3-4-B-C	Muy(-)	1743	20	22	2,21	CUMPLE	2,21	1,10	1Ø12	No Existe Variación	Aumenta As
	Muy(+)	966	100	22	1,17	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(-)	1326	20	22	1,66	CUMPLE	1,66	0,83	1Ø12	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(+)	574	100	22	0,69	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación

Fuente: Autor.

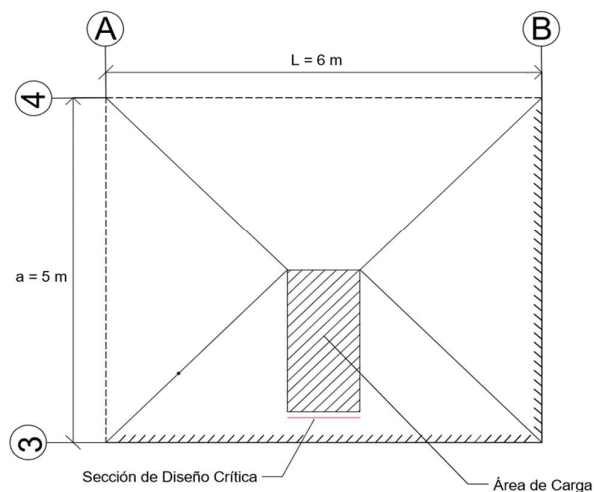
Tabla 32: Diseño por flexión de losa reticular con alivianamiento de bloque de pómez.

DATOS			Diseño a Flexión de losa reticular alivianada con Bloque Pómez								
f'c=	240	Kg/cm2									
Fy=	4200	Kg/cm2									
q=	1105,16	Kg/m2									
ρmin=	0,0033	---									
As min =	1,47	cm2/m									
Φ =	0,90	Tabla 21.2.2 (ACI)									
Losa	M (Kg- m/m)	b	d	As (cm2/m)	As>As min	As Real (cm2/m)	As Real (cm2/nervio)	Ø Varilla	Comparacion con losa de Casetón	Comparacion con losa de Poliestireno	
1-2-A-B	Muy(-)	2193	20	22	2,82	CUMPLE	2,82	1,41	1Ø14	No Existe Variación	No Existe Variación
	Muy(+)	1175	100	22	1,42	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(-)	1918	20	22	2,45	CUMPLE	2,45	1,22	1Ø14	Aumenta As	Aumenta As
	Mux(+)	915	100	22	1,11	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
1-2-B-C	Muy(-)	1980	20	22	2,53	CUMPLE	2,53	1,27	1Ø14	Aumenta As	Aumenta As
	Muy(+)	1098	100	22	1,33	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(-)	1507	20	22	1,90	CUMPLE	1,90	0,95	1Ø12	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(+)	652	100	22	0,79	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
2-3-A-B	Muy(-)	1466	20	22	1,84	CUMPLE	1,84	0,92	1Ø12	No Existe Variación	No Existe Variación
	Muy(+)	562	100	22	0,68	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(-)	1894	20	22	2,41	CUMPLE	2,41	1,21	1Ø14	Aumenta As	Aumenta As
	Mux(+)	1043	100	22	1,26	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
2-3-B-C	Muy(-)	1056	20	22	1,31	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
	Muy(+)	476	100	22	0,57	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(-)	1270	20	22	1,59	CUMPLE	1,59	0,79	1Ø12	Aumenta As	Aumenta As
	Mux(+)	626	100	22	0,76	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
3-4-A-B	Muy(-)	2354	20	22	3,05	CUMPLE	3,05	1,52	1Ø14	No Existe Variación	No Existe Variación
	Muy(+)	1020	100	22	1,23	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(-)	3094	20	22	4,12	CUMPLE	4,12	2,06	1Ø18	Aumenta As	Aumenta As
	Mux(+)	1716	100	22	2,08	CUMPLE	2,08	1,04	1Ø12	No Existe Variación	No Existe Variación
3-4-B-C	Muy(-)	1980	20	22	2,53	CUMPLE	2,53	1,27	1Ø14	Aumenta As	Aumenta As
	Muy(+)	1098	100	22	1,33	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(-)	1507	20	22	1,90	CUMPLE	1,90	0,95	1Ø12	No Existe Variación	No Existe Variación
	Mux(+)	652	100	22	0,79	NO CUMPLE	1,47	0,73	1Ø10	No Existe Variación	No Existe Variación

Fuente: Autor.

5.6 Diseño a corte

Tabla 33: Diseño por corte de losa reticular.



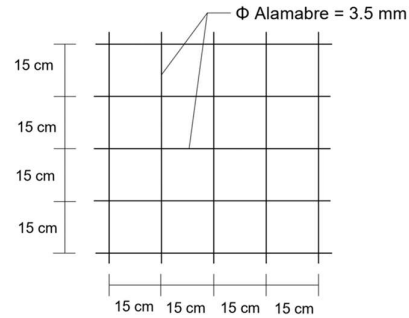
Diseño a Corte de losa reticular alivianada con Casetón Plástico	Diseño a Corte de losa reticular alivianada con Bloque de Poliestireno	Diseño a Corte de losa reticular alivianada con Bloque Pómez
$f'_c = 240 \text{ Kg/cm}^2$	$f'_c = 240 \text{ Kg/cm}^2$	$f'_c = 240 \text{ Kg/cm}^2$
$q = 970,76 \text{ Kg/m}^2$	$q = 972,55 \text{ Kg/m}^2$	$q = 1105,16 \text{ Kg/m}^2$
$b = 20 \text{ cm}$	$b = 20 \text{ cm}$	$b = 20 \text{ cm}$
$d = 22 \text{ cm}$	$d = 22 \text{ cm}$	$d = 22 \text{ cm}$
$\Phi \text{ corte} = 0,75 \text{ Tabla 21.2.1 (ACI318-14)}$	$\Phi \text{ corte} = 0,75 \text{ Tabla 21.2.1 (ACI318-14)}$	$\Phi \text{ corte} = 0,75 \text{ Tabla 21.2.1 (ACI318-14)}$
$F_u = 2091,99 \text{ kg}$	$F_u = 2095,85 \text{ kg}$	$F_u = 2381,62 \text{ kg}$
$V_u = 6,34 \text{ kg/cm}^2$	$V_u = 6,35 \text{ kg/cm}^2$	$V_u = 7,22 \text{ kg/cm}^2$
$V_c = 8,21 \text{ kg/cm}^2$	$V_c = 8,21 \text{ kg/cm}^2$	$V_c = 8,21 \text{ kg/cm}^2$
$V_u < V_c$ CUMPLE	$V_u < V_c$ CUMPLE	$V_u < V_c$ CUMPLE

Fuente: Autor.

5.7 Diseño de temperatura y retracción

Tabla 34: Diseño por temperatura y retracción.

Barras corrugadas o refuerzo de alambre electrosoldado ≥ 420 Mpa			
$\rho_{min} =$	0,0015	-----	
$A_s \text{ min} =$	0,39	cm ² /m	
$esp \text{ max} =$	25	cm	
Malla R-64	(Ver Anexo 2)		
$F_y =$	5000	kg/cm ²	
$F_y =$	490,33	Mpa	
Dia.Alam	3,50	mm	
$esp =$	15	cm	CUMPLE
$A_s =$	0,48	cm ² /m	CUMPLE



Fuente: Autor.

5.8 Armadura y distribución de alivianamientos

La Ilustración 17 muestra la distribución calculada de acero de refuerzo para momentos positivos y negativos, no obstante, constructivamente los valores obtenidos no son prácticos, debido a que el cambio de diámetro de varilla en los paños de losa (A-B-2-3) - (A-B-3-4) y (B-C-2-3) - (B-C-3-4), obliga a emplear una mayor cantidad de tiempo y recursos para realizar esta variación, lo que provoca un aumento en los costos de mano de obra. Por esta razón, para los diseños definitivos, en aquellas zonas en que colindan dos losas se ha escogido el armado de mayor área.

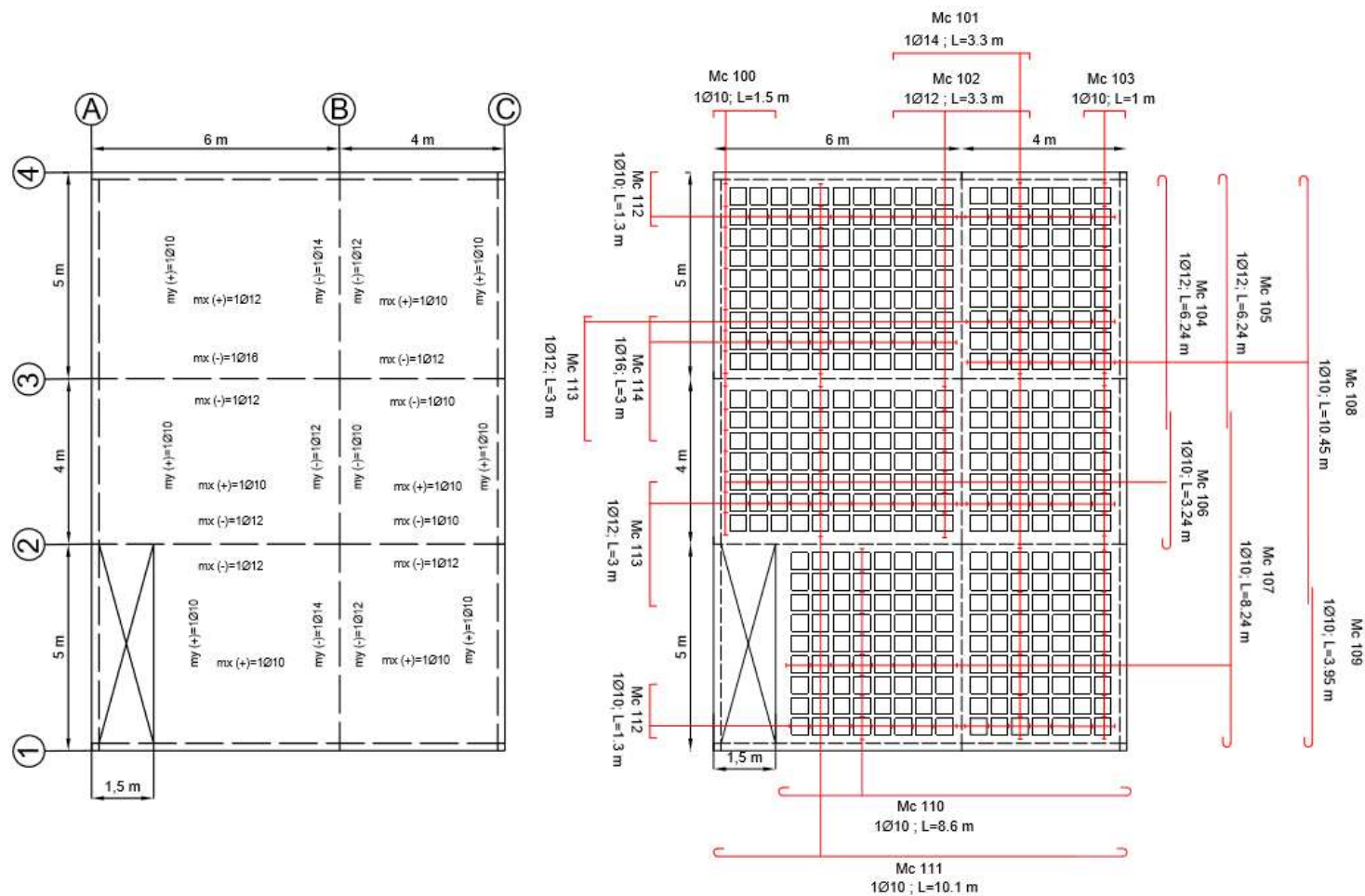


Ilustración 17: Armadura teórica para el acero de refuerzo.

Fuente: Autor.

Losa con Alivianamiento de Casetón

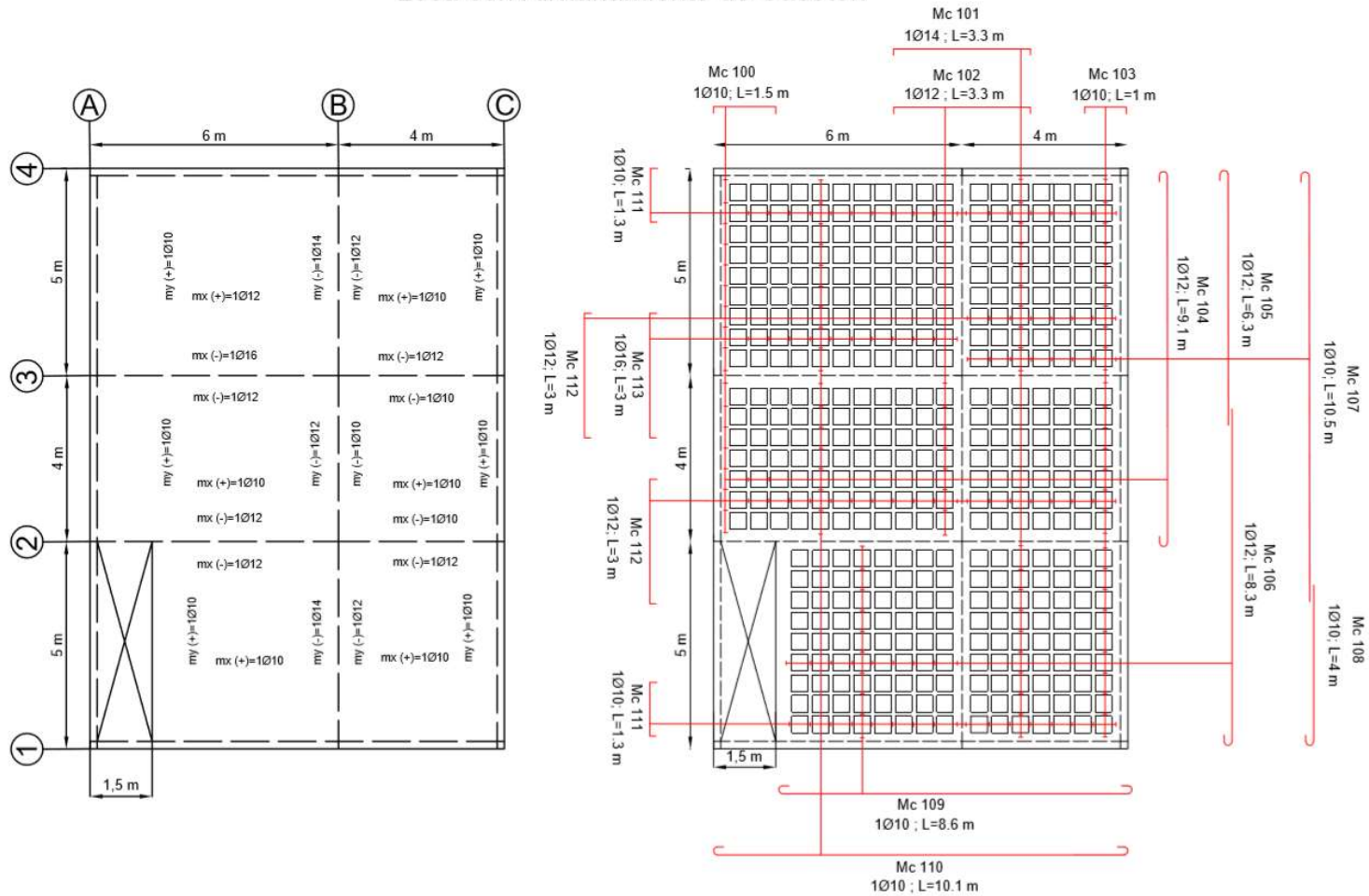


Ilustración 18: Armadura y distribución de alivianamientos con casetón plástico.

Fuente: Autor.

Losa con Alivianamiento de Poliestireno

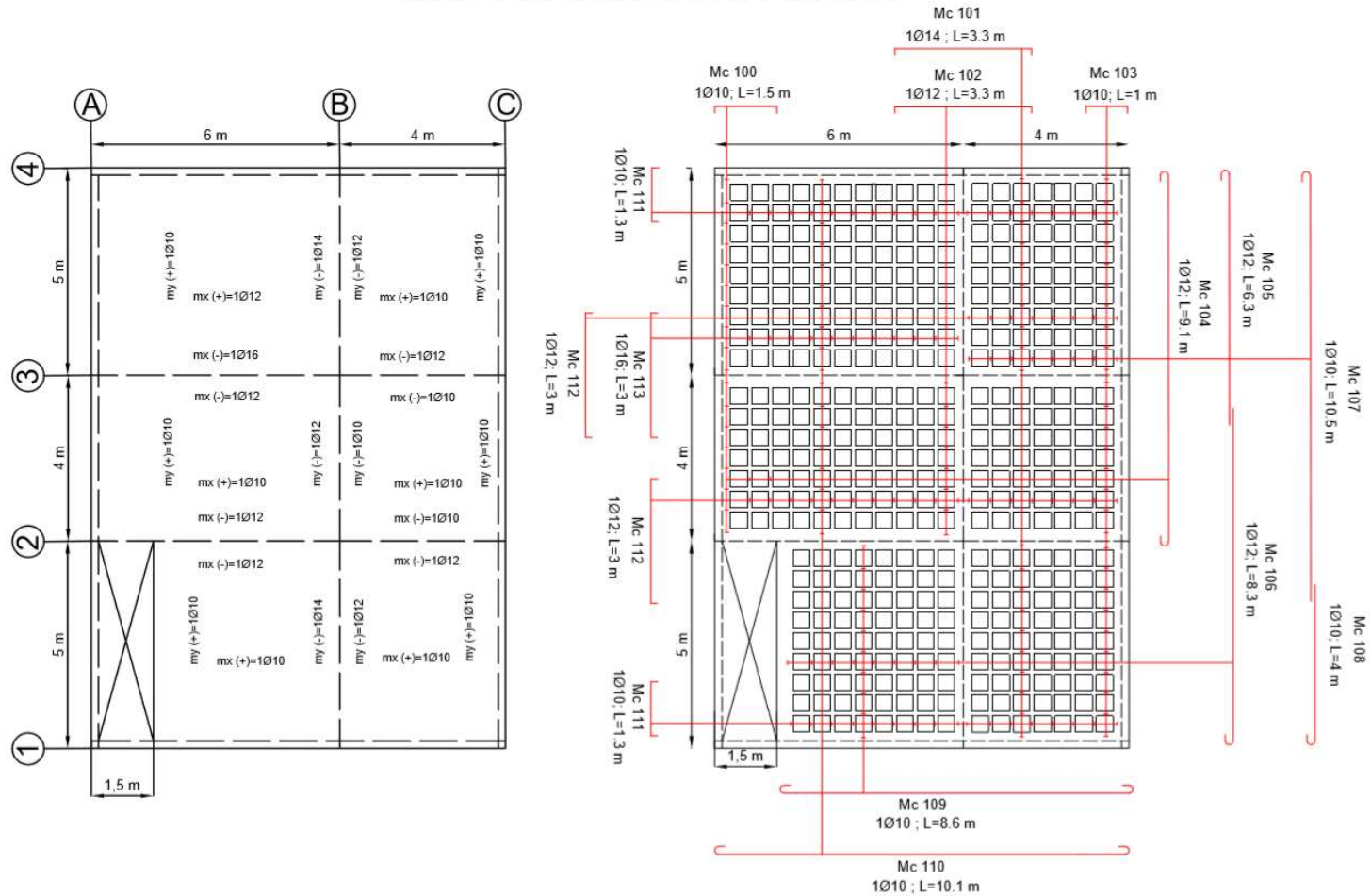


Ilustración 19: Armadura y distribución de alivianamientos con bloque de poliestireno expandido (EPS).

Fuente: Autor.

Losa Con Alivianamiento de Bloque Pómez

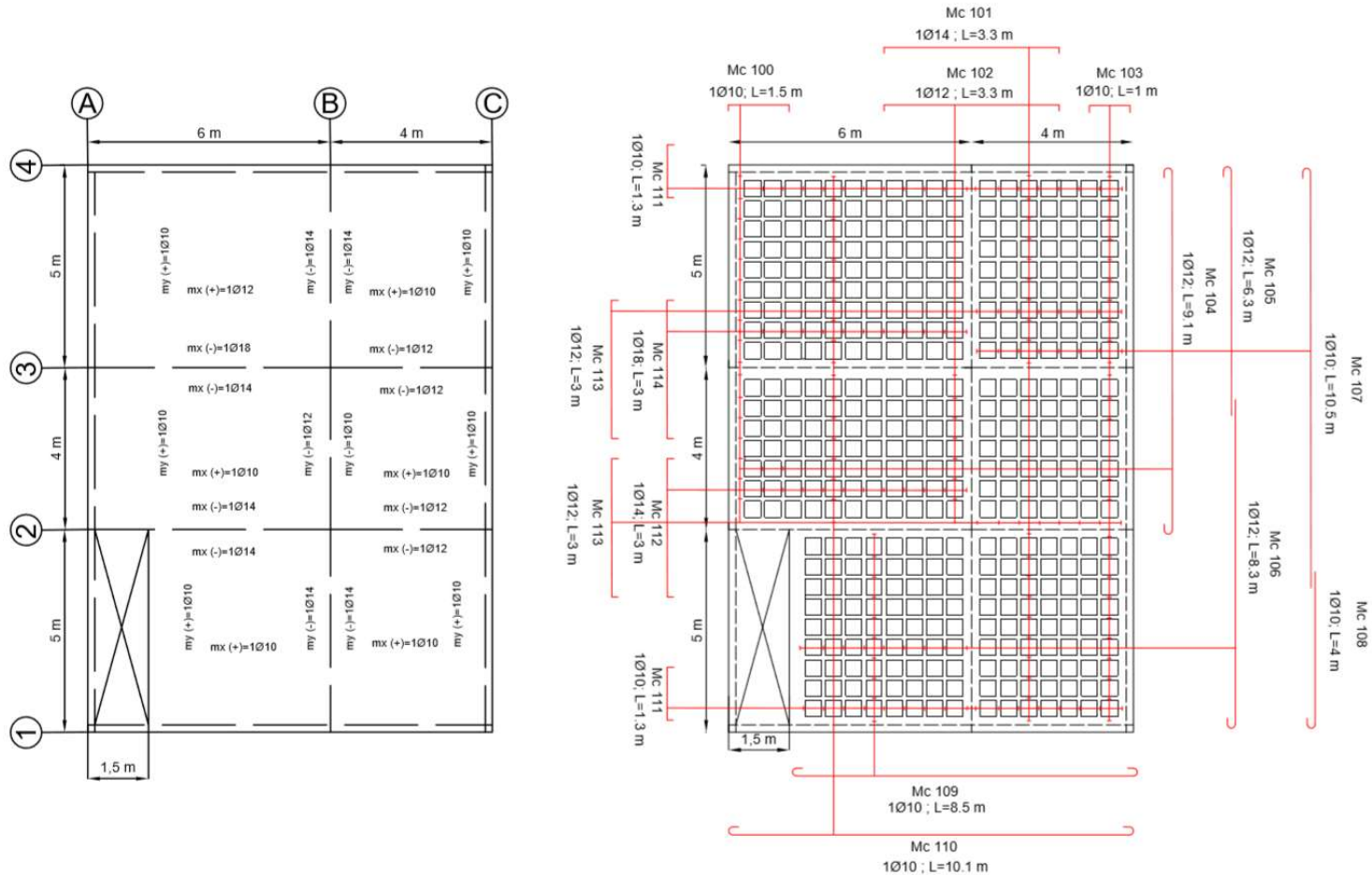


Ilustración 20: Armadura y distribución de alivianamientos con bloque de pómez.

Fuente: Autor.

CAPITULO 6

PRESUPUESTOS Y RESULTADOS

6.1 Cantidades de obra

Debido a la extensión de los cálculos realizados para obtener las áreas y volúmenes de obra para cada tipo de variación en la estructura analizada, a continuación, se sintetiza esta información a través de tablas resumidas de resultados; los cálculos totales fueron adjuntados en el Anexo 6 del presente trabajo.

Tabla 35: Cantidades de obra para los sistemas constructivos en estudio de una edificación residencial multifamiliar de 3 pisos.

Cantidades de Obra de los sistemas constructivos en estudio de una edificación residencial multifamiliar de 3 pisos							
Elemento Estructural	Rubro	3 Pisos Casetón	3 Pisos Poliestireno	3 Pisos Bloque Pómez	% Variación (Casetón-Poliestireno)	% Variación (Casetón-Pómez)	% Variación (Poliestireno-Pómez)
Zapatas	Excavación (m3)	59,13	59,13	63,81	0,00%	7,33%	7,33%
	Hormigón (m3)	12,71	12,71	14,99	0,00%	15,23%	15,23%
	Acero (kg)	590,61	590,61	739,55	0,00%	20,14%	20,14%
	Encofrado (m2)	27,60	27,60	30,12	0,00%	8,37%	8,37%
Columnas	Hormigón (m3)	17,01	17,01	17,80	0,00%	4,42%	4,42%
	Acero (kg)	1320,02	1320,02	1381,14	0,00%	4,43%	4,43%
	Encofrado (m2)	184,80	184,80	189,00	0,00%	2,22%	2,22%
Vigas	Hormigón (m3)	11,88	11,88	11,88	0,00%	0,00%	0,00%
	Acero (kg)	1889,78	1893,37	2091,56	0,19%	9,65%	9,48%
	Encofrado (m2)	179,80	179,80	179,80	0,00%	0,00%	0,00%
Losas	Hormigón (m3)	49,41	49,41	49,41	0,00%	0,00%	0,00%
	Acero (kg)	2070,66	2070,66	2165,22	0,00%	4,37%	4,37%
	Malla R64 (m2)	339,80	339,80	339,80	0,00%	0,00%	0,00%
	Encofrado (m2)	339,80	339,80	339,80	0,00%	0,00%	0,00%

Fuente: Autor.

Tabla 36: Cantidades de obra para los sistemas constructivos en estudio de una edificación residencial multifamiliar de 5 pisos.

Elemento Estructural	Rubro	5 Pisos Casetón	5 Pisos Poliestireno	5 Pisos Bloque Pómez	% Variación (Casetón-Poliestireno)	% Variación (Casetón-Pómez)	% Variación (Poliestireno-Pómez)
Zapatas	Excavación (m3)	98,87	103,05	128,43	4,06%	23,02%	19,76%
	Hormigón (m3)	29,87	31,10	40,41	3,94%	26,07%	23,04%
	Acero (kg)	1508,57	1536,27	2022,80	1,80%	25,42%	24,05%
	Encofrado (m2)	48,54	49,56	58,40	2,06%	16,88%	15,14%
Columnas	Hormigón (m3)	27,97	27,97	29,21	0,00%	4,24%	4,24%
	Acero (kg)	2179,48	2179,48	2275,92	0,00%	4,24%	4,24%
	Encofrado (m2)	297,00	297,00	303,60	0,00%	2,17%	2,17%
Vigas	Hormigón (m3)	20,70	20,70	23,37	0,00%	11,43%	11,43%
	Acero (kg)	3343,54	3350,76	3757,19	0,22%	11,01%	10,82%
	Encofrado (m2)	305,40	305,40	323,10	0,00%	5,48%	5,48%
Losas	Hormigón (m3)	81,74	81,74	81,74	0,00%	0,00%	0,00%
	Acero (kg)	3451,10	3451,10	3608,71	0,00%	4,37%	4,37%
	Malla R64 (m2)	549,80	549,80	545,30	0,00%	-0,83%	-0,83%
	Encofrado (m2)	549,80	549,80	545,30	0,00%	-0,83%	-0,83%

Fuente: Autor.

Tabla 37: Cantidades de obra para los sistemas constructivos en estudio de una edificación residencial multifamiliar de 7 pisos.

Elemento Estructural	Rubro	7 Pisos Casetón	7 Pisos Poliestireno	7 Pisos Bloque Pómez	% Variación (Casetón-Poliestireno)	% Variación (Casetón-Pómez)	% Variación (Poliestireno-Pómez)
Zapatas	Excavación (m3)	148,61	148,61	187,25	0,00%	20,63%	20,63%
	Hormigón (m3)	49,73	49,73	70,10	0,00%	29,05%	29,05%
	Acero (kg)	2439,00	2439,00	3561,59	0,00%	31,52%	31,52%
	Encofrado (m2)	66,30	66,30	83,84	0,00%	20,92%	20,92%
Columnas	Hormigón (m3)	48,94	48,94	50,85	0,00%	3,76%	3,76%
	Acero (kg)	3821,11	3821,11	3970,44	0,00%	3,76%	3,76%
	Encofrado (m2)	459,00	459,00	468,00	0,00%	1,92%	1,92%
Vigas	Hormigón (m3)	31,60	31,60	33,44	0,00%	5,50%	5,50%
	Acero (kg)	4732,35	4740,83	5228,00	0,18%	9,48%	9,32%
	Encofrado (m2)	447,10	447,10	453,90	0,00%	1,50%	1,50%
Losas	Hormigón (m3)	114,07	114,07	114,07	0,00%	0,00%	0,00%
	Acero (kg)	4831,54	4831,54	5052,19	0,00%	4,37%	4,37%
	Malla R64 (m2)	753,10	753,10	751,50	0,00%	-0,21%	-0,21%
	Encofrado (m2)	753,10	753,10	751,50	0,00%	-0,21%	-0,21%

Fuente: Autor.

6.2 Presupuestos

Tabla 38: Presupuesto para la edificación residencial multifamiliar de 3 pisos con alivianamiento de casetón plástico.

Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001		Zapatas				2.837,07
1.001	504001	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	59,13	1,58	93,43
1.002	507005	Hormigón simple f'c = 240 kg/cm2	m3	12,71	116,67	1.482,88
1.003	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	590,61	1,68	992,22
1.004	500346	Encofrado recto	m2	27,60	9,73	268,55
2		Columnas				6.238,69
2.001	507005	Hormigón simple f'c = 240 kg/cm2	m3	17,01	116,67	1.984,56
2.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	1.320,02	1,68	2.217,63
2.003	512037	Encofrado de madera para columnas (2 usos)	m2	184,80	11,02	2.036,50
3		Vigas				5.798,43
3.001	500098	Hormigón Simple 240 kg/cm2	m3	11,88	120,65	1.433,32
3.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	1.889,78	1,68	3.174,83
3.003	512041	Encofrado de madera para vigas (2 usos)	m2	179,80	6,62	1.190,28
4		Losas				14.497,01
4.001	500098	Hormigón Simple 240 kg/cm2	m3	49,41	120,65	5.961,32
4.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	2.070,66	1,68	3.478,71
4.003	512027	Encofrado de madera para losas (2 usos)	m2	339,80	9,10	3.092,18
4.004	513026	Malla electrosoldada R-64	m2	339,80	1,98	672,80
4.005	540090	Caseton para alivianar losas 40x40x20	u	1.360,00	0,95	1.292,00
SUBTOTAL						29.371,20
IVA					12%	3.524,54
TOTAL						32.895,74

Fuente: Autor.

Tabla 39: Presupuesto para la edificación residencial multifamiliar de 3 pisos con alivianamiento de bloque de poliestireno expandido (EPS).

Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001		Zapatas				2.837,07
1.001	504001	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	59,13	1,58	93,43
1.002	507005	Hormigón simple f'c = 240 kg/cm2	m3	12,71	116,67	1.482,88
1.003	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	590,61	1,68	992,22
1.004	500346	Encofrado recto	m2	27,60	9,73	268,55
2		Columnas				6.238,69
2.001	507005	Hormigón simple f'c = 240 kg/cm2	m3	17,01	116,67	1.984,56
2.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	1.320,02	1,68	2.217,63
2.003	512037	Encofrado de madera para columnas (2 usos)	m2	184,80	11,02	2.036,50
3		Vigas				5.804,46
3.001	500098	Hormigón Simple 240 kg/cm2	m3	11,88	120,65	1.433,32
3.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	1.893,37	1,68	3.180,86
3.003	512041	Encofrado de madera para vigas (2 usos)	m2	179,80	6,62	1.190,28
4		Losas				16.387,41
4.001	500098	Hormigón Simple 240 kg/cm2	m3	49,41	120,65	5.961,32
4.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	2.070,66	1,68	3.478,71
4.003	512027	Encofrado de madera para losas (2 usos)	m2	339,80	9,10	3.092,18
4.004	513026	Malla electrosoldada R-64	m2	339,80	1,98	672,80
4.006	540196	Bloque de poliestireno 40x40x20	u	1.360,00	2,34	3.182,40
SUBTOTAL						31.267,63
IVA					12%	3.752,12
TOTAL						35.019,74

Fuente: Autor.

Tabla 40: Presupuesto para la edificación residencial multifamiliar de 3 pisos con alivianamiento de bloque pómez.

Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001		Zapatas				3.385,21
1.001	504001	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	63,81	1,58	100,82
1.002	507005	Hormigón simple f'c = 240 kg/cm2	m3	14,99	116,67	1.748,88
1.003	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	739,55	1,68	1.242,44
1.004	500346	Encofrado recto	m2	30,12	9,73	293,07
2		Columnas				6.479,82
2.001	507005	Hormigón simple f'c = 240 kg/cm2	m3	17,80	116,67	2.076,73
2.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	1.381,14	1,68	2.320,32
2.003	512037	Encofrado de madera para columnas (2 usos)	m2	189,00	11,02	2.082,78
3		Vigas				6.137,42
3.001	500098	Hormigón Simple 240 kg/cm2	m3	11,88	120,65	1.433,32
3.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	2.091,56	1,68	3.513,82
3.003	512041	Encofrado de madera para vigas (2 usos)	m2	179,80	6,62	1.190,28
4		Losas				15.212,79
4.001	500098	Hormigón Simple 240 kg/cm2	m3	49,41	120,65	5.961,32
4.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	2.165,22	1,68	3.637,57
4.003	512027	Encofrado de madera para losas (2 usos)	m2	339,80	9,10	3.092,18
4.004	513026	Malla electrosoldada R-64	m2	339,80	1,98	672,80
4.007	500177	Bloque alivianado de 20x20x40	u	2.719,00	0,68	1.848,92
SUBTOTAL						31.215,24
IVA					12%	3.745,83
TOTAL						34.961,07

Fuente: Autor.

Tabla 41: Presupuesto para la edificación residencial multifamiliar de 5 pisos con alivianamiento de casetón plástico.

Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001		Zapatas				6.647,84
1.001	504001	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	98,87	1,58	156,21
1.002	507005	Hormigón simple f'c = 240 kg/cm2	m3	29,87	116,67	3.484,93
1.003	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	1.508,57	1,68	2.534,40
1.004	500346	Encofrado recto	m2	48,54	9,73	472,29
2		Columnas				10.197,73
2.001	507005	Hormigón simple f'c = 240 kg/cm2	m3	27,97	116,67	3.263,26
2.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	2.179,48	1,68	3.661,53
2.003	512037	Encofrado de madera para columnas (2 usos)	m2	297,00	11,02	3.272,94
3		Vigas				10.136,35
3.001	500098	Hormigón Simple 240 kg/cm2	m3	20,70	120,65	2.497,46
3.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	3.343,54	1,68	5.617,15
3.003	512041	Encofrado de madera para vigas (2 usos)	m2	305,40	6,62	2.021,75
4		Losas				23.841,56
4.001	500098	Hormigón Simple 240 kg/cm2	m3	81,74	120,65	9.861,93
4.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	3.451,10	1,68	5.797,85
4.003	512027	Encofrado de madera para losas (2 usos)	m2	549,80	9,10	5.003,18
4.004	513026	Malla electrosoldada R-64	m2	549,80	1,98	1.088,60
4.005	540090	Caseton para alivianar losas 40x40x20	u	2.200,00	0,95	2.090,00
SUBTOTAL						50.823,48
IVA						12% 6.098,82
TOTAL						56.922,30

Fuente: Autor.

Tabla 42: Presupuesto para la edificación residencial multifamiliar de 5 pisos con alivianamiento de bloque de poliestireno expandido (EPS).

Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001		Zapatas				6.854,41
1.001	504001	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	103,05	1,58	162,82
1.002	507005	Hormigón simple f'c = 240 kg/cm2	m3	31,10	116,67	3.628,44
1.003	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	1.536,27	1,68	2.580,93
1.004	500346	Encofrado recto	m2	49,56	9,73	482,22
2		Columnas				10.197,73
2.001	507005	Hormigón simple f'c = 240 kg/cm2	m3	27,97	116,67	3.263,26
2.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	2.179,48	1,68	3.661,53
2.003	512037	Encofrado de madera para columnas (2 usos)	m2	297,00	11,02	3.272,94
3		Vigas				10.148,88
3.001	500098	Hormigón Simple 240 kg/cm2	m3	20,70	120,65	2.497,46
3.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	3.350,76	1,68	5.629,28
3.003	512041	Encofrado de madera para vigas (2 usos)	m2	305,46	6,62	2.022,15
4		Losas				26.899,56
4.001	500098	Hormigón Simple 240 kg/cm2	m3	81,74	120,65	9.861,93
4.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	3.451,10	1,68	5.797,85
4.003	512027	Encofrado de madera para losas (2 usos)	m2	549,80	9,10	5.003,18
4.004	513026	Malla electrosoldada R-64	m2	549,80	1,98	1.088,60
4.006	540196	Bloque de poliestireno 40x40x20	u	2.200,00	2,34	5.148,00
SUBTOTAL						54.100,57
IVA					12%	6.492,07
TOTAL						60.592,64

Fuente: Autor.

Tabla 43: Presupuesto para la edificación residencial multifamiliar de 5 pisos con alivianamiento de bloque pómez.

Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001		Zapatas				8.884,09
1.001	504001	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	128,43	1,58	202,92
1.002	507005	Hormigón simple f'c = 240 kg/cm2	m3	40,41	116,67	4.714,63
1.003	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	2.022,80	1,68	3.398,30
1.004	500346	Encofrado recto	m2	58,40	9,73	568,23
2		Columnas				10.577,15
2.001	507005	Hormigón simple f'c = 240 kg/cm2	m3	29,21	116,67	3.407,93
2.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	2.275,92	1,68	3.823,55
2.003	512037	Encofrado de madera para columnas (2 usos)	m2	303,60	11,02	3.345,67
3		Vigas				11.270,59
3.001	500098	Hormigón Simple 240 kg/cm2	m3	23,37	120,65	2.819,59
3.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	3.757,19	1,68	6.312,08
3.003	512041	Encofrado de madera para vigas (2 usos)	m2	323,10	6,62	2.138,92
4		Losas				24.933,33
4.001	500098	Hormigón Simple 240 kg/cm2	m3	81,74	120,65	9.861,93
4.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	3.608,71	1,68	6.062,63
4.003	512027	Encofrado de madera para losas (2 usos)	m2	545,30	9,10	4.962,23
4.004	513026	Malla electrosoldada R-64	m2	545,30	1,98	1.079,69
4.007	500177	Bloque alivianado de 20x20x40	u	4.363,00	0,68	2.966,84
SUBTOTAL						55.665,16
IVA					12%	6.679,82
TOTAL						62.344,98

Fuente: Autor.

Tabla 44: Presupuesto para la edificación residencial multifamiliar de 7 pisos con alivianamiento de casetón plástico.

Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001		Zapatas				10.779,42
1.001	504001	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	148,61	1,58	234,80
1.002	507005	Hormigón simple f'c = 240 kg/cm2	m3	49,73	116,67	5.802,00
1.003	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	2.439,00	1,68	4.097,52
1.004	500346	Encofrado recto	m2	66,30	9,73	645,10
2		Columnas				17.187,47
2.001	507005	Hormigón simple f'c = 240 kg/cm2	m3	48,94	116,67	5.709,83
2.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	3.821,11	1,68	6.419,46
2.003	512037	Encofrado de madera para columnas (2 usos)	m2	459,00	11,02	5.058,18
3		Vigas				14.722,69
3.001	500098	Hormigón Simple 240 kg/cm2	m3	31,60	120,65	3.812,54
3.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	4.732,35	1,68	7.950,35
3.003	512041	Encofrado de madera para vigas (2 usos)	m2	447,10	6,62	2.959,80
4		Losas				33.086,23
4.001	500098	Hormigón Simple 240 kg/cm2	m3	114,07	120,65	13.762,55
4.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	4.831,54	1,68	8.116,99
4.003	512027	Encofrado de madera para losas (2 usos)	m2	753,10	9,10	6.853,21
4.004	513026	Malla electrosoldada R-64	m2	753,10	1,98	1.491,14
4.005	540090	Caseton para alivianar losas 40x40x20	u	3.013,00	0,95	2.862,35
SUBTOTAL						75.775,82
IVA					12%	9.093,10
TOTAL						84.868,92

Fuente: Autor.

Tabla 45: Presupuesto para la edificación residencial multifamiliar de 7 pisos con alivianamiento de bloque de poliestireno expandido (EPS).

Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001		Zapatas				10.779,42
1.001	504001	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	148,61	1,58	234,80
1.002	507005	Hormigón simple f'c = 240 kg/cm2	m3	49,73	116,67	5.802,00
1.003	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	2.439,00	1,68	4.097,52
1.004	500346	Encofrado recto	m2	66,30	9,73	645,10
2		Columnas				17.187,47
2.001	507005	Hormigón simple f'c = 240 kg/cm2	m3	48,94	116,67	5.709,83
2.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	3.821,11	1,68	6.419,46
2.003	512037	Encofrado de madera para columnas (2 usos)	m2	459,00	11,02	5.058,18
3		Vigas				14.736,94
3.001	500098	Hormigón Simple 240 kg/cm2	m3	31,60	120,65	3.812,54
3.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	4.740,83	1,68	7.964,59
3.003	512041	Encofrado de madera para vigas (2 usos)	m2	447,10	6,62	2.959,80
4		Losas				37.274,30
4.001	500098	Hormigón Simple 240 kg/cm2	m3	114,07	120,65	13.762,55
4.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	4.831,54	1,68	8.116,99
4.003	512027	Encofrado de madera para losas (2 usos)	m2	753,10	9,10	6.853,21
4.004	513026	Malla electrosoldada R-64	m2	753,10	1,98	1.491,14
4.006	540196	Bloque de poliestireno 40x40x20	u	3.013,00	2,34	7.050,42
SUBTOTAL						79.978,13
IVA					12%	9.597,38
TOTAL						89.575,51

Fuente: Autor.

Tabla 46: Presupuesto para la edificación residencial multifamiliar de 75 pisos con alivianamiento de bloque pómez.

Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001		Zapatas				15.273,66
1.001	504001	Excavación a máquina con retroexcavadora	m3	187,25	1,58	295,86
1.002	507005	Hormigón simple f'c = 240 kg/cm2	m3	70,10	116,67	8.178,57
1.003	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	3.561,59	1,68	5.983,47
1.004	500346	Encofrado recto	m2	83,84	9,73	815,76
2		Columnas				17.760,37
2.001	507005	Hormigón simple f'c = 240 kg/cm2	m3	50,85	116,67	5.932,67
2.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	3.970,44	1,68	6.670,34
2.003	512037	Encofrado de madera para columnas (2 usos)	m2	468,00	11,02	5.157,36
3		Vigas				15.822,39
3.001	500098	Hormigón Simple 240 kg/cm2	m3	33,44	120,65	4.034,54
3.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	5.228,00	1,68	8.783,04
3.003	512041	Encofrado de madera para vigas (2 usos)	m2	453,90	6,62	3.004,82
4		Losas				34.665,00
4.001	500098	Hormigón Simple 240 kg/cm2	m3	114,07	120,65	13.762,55
4.002	513029	Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)	kg	5.052,19	1,68	8.487,68
4.003	512027	Encofrado de madera para losas (2 usos)	m2	751,50	9,10	6.838,65
4.004	513026	Malla electrosoldada R-64	m2	751,50	1,98	1.487,97
4.007	500177	Bloque alivianado de 20x20x40	u	6.012,00	0,68	4.088,16
SUBTOTAL						83.521,42
IVA					12%	10.022,57
TOTAL						93.543,99

Fuente: Autor

6.3 Comparaciones gráfica-económica de resultados

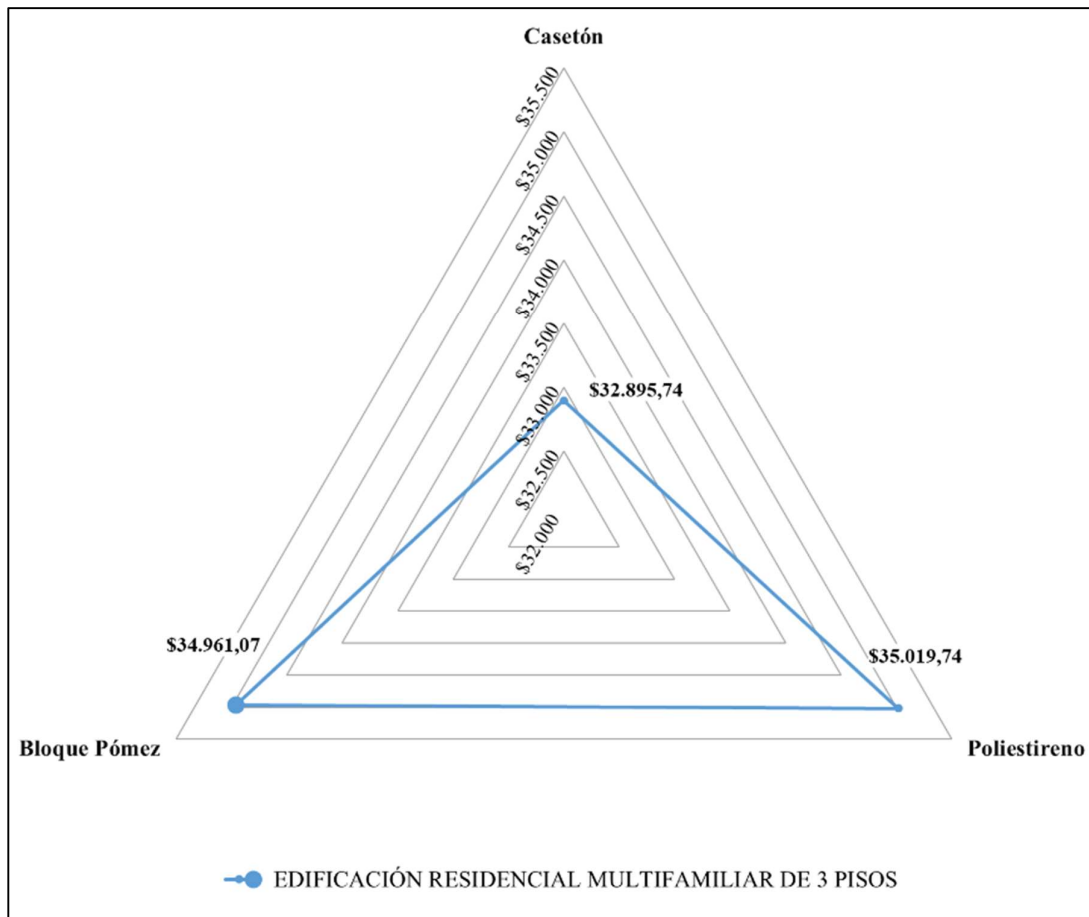


Ilustración 21: Análisis comparativo-económico de la edificación residencial de 3 pisos con los sistemas constructivos en estudio.

Fuente: Autor.

La ilustración 21 indica que, en una edificación residencial multifamiliar de 3 niveles, el alivianamiento con casetón plástico recuperable es el material que menor costo genera en la estructura, seguido del alivianamiento con bloque pómez, con una diferencia entre los dos sistemas constructivos de 6.27%.

Los bloques de poliestireno expandido (EPS), ocasionan el costo más elevado a la estructura, manteniendo una diferencia de 6.46% en comparación a los casetones plásticos recuperables y 0.17% comparado al sistema constructivo de alivianamiento con bloque pómez.

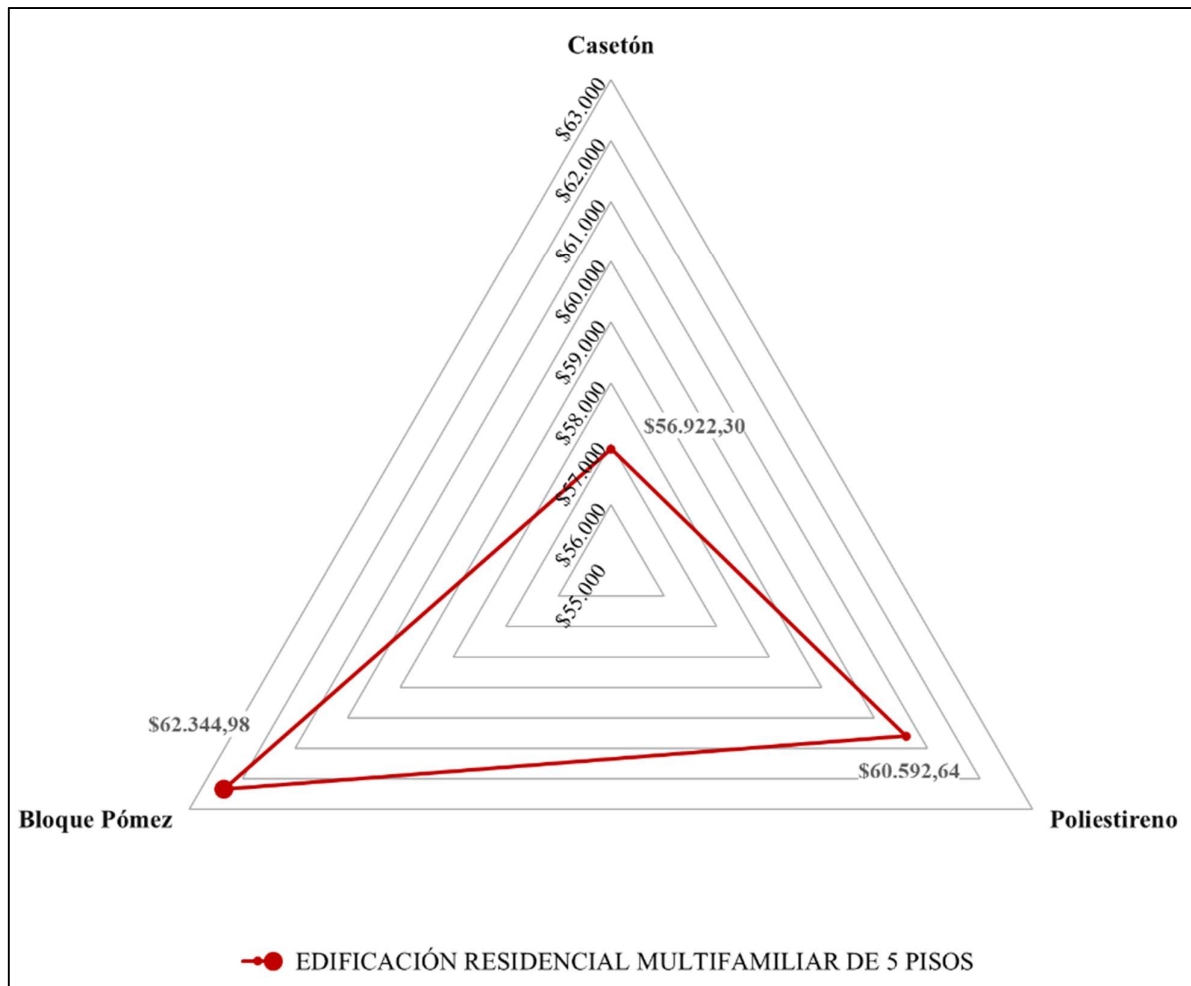


Ilustración 22: Análisis comparativo-económico de la edificación residencial de 5 pisos con los sistemas constructivos en estudio.

Fuente: Autor.

En una edificación residencial de 5 niveles, el mayor costo de la estructura, como se indica en la ilustración 22, se obtiene al emplear bloques de pómez como material de alivianamiento, seguido del sistema constructivo de bloques de poliestireno con una diferencia de 2.89% entre estos dos materiales.

Los casetones plásticos recuperables generan el menor costo, manteniendo una diferencia de 6.45% con el sistema de alivianamiento de bloque de poliestireno expandido y 9.53% con el sistema de alivianamiento de bloque pómez.

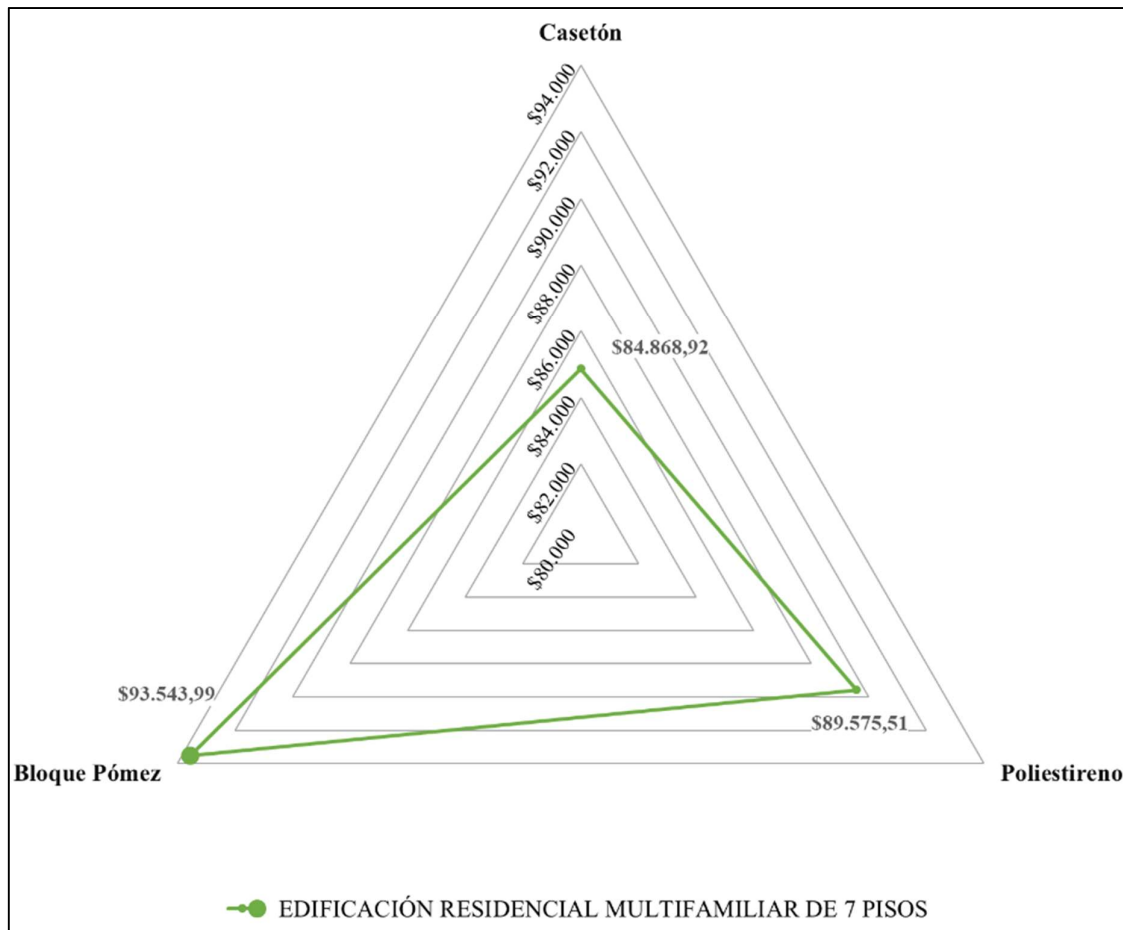


Ilustración 23: Análisis comparativo-económico de la edificación residencial de 7 pisos con los sistemas constructivos en estudio.

Fuente: Autor.

La Ilustración 23 muestra que, los mejores resultados en cuanto a costo, se obtienen con el sistema constructivo de casetones plásticos recuperables empleados para alivianar la estructura de la edificación residencial multifamiliar de 7 niveles, con una ventaja de 5.54% sobre el sistema constructivo de bloque de poliestireno y 10.22% sobre el sistema constructivo con bloque pómez.

El sistema constructivo de alivianamiento de bloque poliestireno expandido(EPS), también presenta una ventaja de 4.43%, en comparación al sistema constructivo de alivianamiento de bloque pómez que es el más costoso para la estructura.

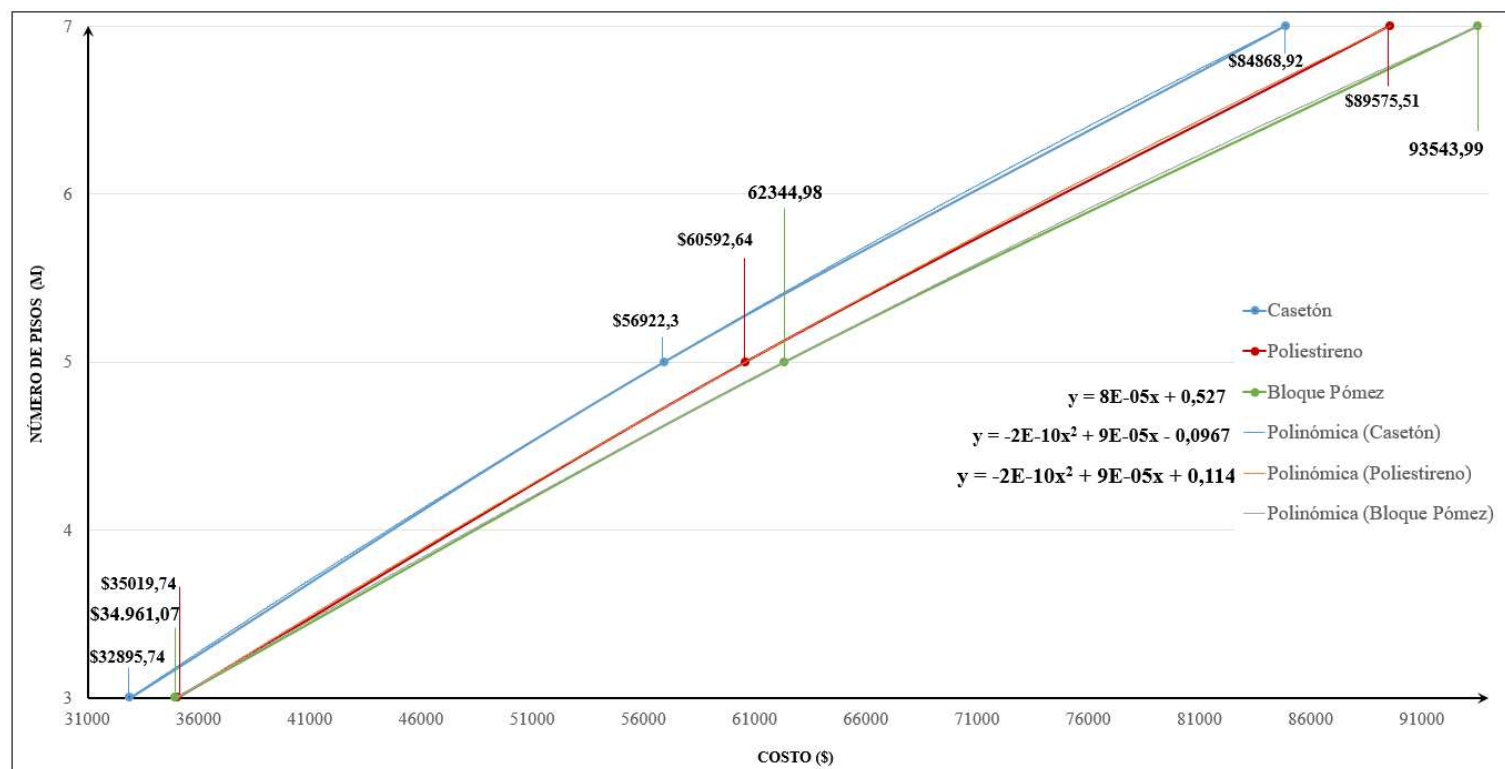


Ilustración 24: Gráfica polinómica de líneas de tendencia para los sistemas constructivos en estudio

Fuente: Autor.

En la Ilustración 24, se presenta un gráfico general del costo de cada sistema constructivo en función del número de pisos de la edificación residencial multifamiliar, obteniendo de cada curva, la línea de tendencia polinómica con su respectiva ecuación; y mediante interpolación o extrapolación dependiendo de cada caso, se puede determinar el costo aproximado de la estructura de una edificación con un número de pisos distinto de los considerados en el estudio actual.

CAPITULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Realizado el análisis y diseño estructural de la edificación residencial multifamiliar de 3, 5 y 7 niveles; y el análisis económico para cada sistema constructivo de losas reticulares se tiene las siguientes conclusiones:

- El sistema constructivo de casetones plásticos como material de alivianamiento, es el que mejores resultados presenta para todas las variaciones en altura de la edificación residencial multifamiliar en cuanto a costos, esto se debe a dos factores: la disminución del peso total de la estructura y el bajo costo de alquiler de este elemento.
- El bajo peso que genera los bloques de poliestireno en el diseño de las losas reticulares, no es suficiente para colocar acero de refuerzo adicional o aumentar la sección de la misma; por otra parte, el peso del bloque pómez sí obliga a colocar mayor acero de refuerzo, pero no aumentar la sección de la losa.
- En todas las variaciones de altura de la edificación, el sistema constructivo de casetones plásticos y el sistema constructivo de bloque de poliestireno expandido (EPS), no exige un aumento de secciones de hormigón de los elementos estructurales, la diferencia entre los dos sistemas constructivos, se da en la cantidad de refuerzo necesario en vigas, un aumento de 0.2%.
- En la edificación residencial de 3 niveles, el bloque de poliestireno expandido resulta el sistema constructivo más caro, debido a que el costo de adquisición de este material no compensa la disminución en peso de los elementos estructurales, sin embargo, a partir de los 5 niveles, esta condición cambia, pues el costo de adquisición es compensado con la disminución de acero de refuerzo y secciones de hormigón, marcando una tendencia para edificaciones de mayor altura.

7.2 Recomendaciones

- Para construcción se recomienda la verificación de la capacidad portante del suelo en la zona de construcción.
- Se recomienda ampliar el análisis de precios unitario de los casetones plásticos, tomando en consideración la vida útil de los mismos, si un constructor los adquiere como bien propio, caso contrario se considera el precio de alquiler, donde la vida útil depende del empresario que los alquila.
- Se puede considerar un pequeño valor adicional como gasto en el alquiler de los casetones plásticos por la pérdida, rotura, extravío de los casetones en obra, etc.

BIBLIOGRAFÍA

- ACI. (2014). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14). U.S.A.
- ACI. (2014). Comentario a Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318RS-14). U.S.A.
- Azqueta, P. (2006). Asociación Argentina de Poliestireno Expandido Bloques de Poliestireno Expandido.
- Behar Rivero, D.S. (2008). Metodología de la Investigación.: Ediciones Shalom.
- Cofre Alvarado, A. (2003). Bovedillas de EPS (Poliestireno Expandido): una alternativa para la construcción de losas prefabricadas. Universidad Austral de Chile.
- Ceballos. (2015). Losas Nervadas o Reticulares.
- ETAPA EP. (2019). Empresa de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca. Ecuador, Cuenca.
- Imsale. (2015). Avances en la construcción. Recuperado el enero de 2016, de [imsale.wixsite.com/imsale](https://www.wixsite.com/imsale)
- Meli Piralla, R. (2002). Diseño Estructural (Segunda ed.). México D.F.: Limusa.
- Muzquiz J. (2011). Revista de Obras Publicas.
- NEC. (2015). Norma Ecuatoriana de la Construcción: Cargas no sísmicas. Recuperado de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec>
- NEC. (2015). Norma Ecuatoriana de la Construcción: Estructuras de Hormigón Armado. Recuperado de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec>

NEC. (2015). Norma Ecuatoriana de la Construcción: Peligro Sísmico: Diseño Sismo Resistente. Recuperado de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec>

NEC. (2015). Norma Ecuatoriana de la Construcción: Guía Práctica para el diseño de estructuras de hormigón armado. Recuperado de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec>

Nilson, A. H. (1999). Diseño de estructuras de concreto (duodécima ed.). Mc Graw Hill.

Romo Proaño, M. (2008). Temas de hormigón armado. Escuela Politécnica del Ejército.

Razura, I. Á. (2011). Costos y Presupuestos.

ANEXOS

Anexo 1: Cotización y especificaciones técnicas del EPS.



POLIEXPANDIDOS

**CALIDAD EN PRODUCTOS
PARA CONSTRUCCION**

QUITO, 07 DE JUNIO DE 2019

SEÑOR
LEONARDO MACANCELA
TELEFONO: 0998912310

PRESENTE
DE MIS CONSIDERACIONES:

POR MEDIO DE LA PRESENTE PONGO A SU CONSIDERACION LA SIGUIENTE
COTIZACION PARA LA PROVISION DE ALIVIANAMIENTOS "AEP 11" EN POLIESTIRENO
EXPANDIBLE

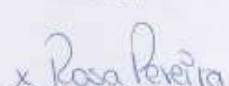
AEP FUO DENSIDAD 11 Kg/m3. (+/- 1 Kg/m3.)

DIMENSIONES			CANTIDAD U	PRECIO UNIT DOLARES	PRECIO TOTAL DOLARES
cm.	cm.	cm.			
40	40	20	500	1.730	865.00
				SUBTOTAL	865.00
				5% DESCUENTO	43.25
				TOTAL PARCIAL	821.75
				12% IVA	98.61
				TOTAL	920.36

TOTAL DE CASETONES **920.36**

FORMA DE PAGO: 60% ANTICIPO PARA FABRICACION Y 40% CONTRA ENTREGA
 TIEMPO DE ENTREGA: 3 DIAS LABORABLES LUEGO DE CONFIRMAR CON EL ANTICIPO
 TRANSPORTE: COSTO ENVIO CAMION \$ 350.00 A AZOGUES
 VALIDEZ DE LA OFERTA: 15 DIAS LABORABLES
 DATOS TRANSFERENCIA: BANCO PICHINCHA, CTA. CORRIENTE, A NOMBRE DE POLIEXPANDIDOS
 EL NÚMERO 3060270604 RUC: 1791350219001

ATENTAMENTE,


ING. SANTIAGO FAJARDO

• Panamericana Norte Km 9 1/2 Calle A- Lote 15 (Una Cuadra al norte del paso
 peatonal del colegio Javeriano)
 • Pbx: 2429 310 / 2429 312 • Fax: 2429 316
 • poliexpandidos@poliex.com.ec • www.poliex.com.ec

Fuente: (Poliexpandidos Cía Ltda., 2019).

Anexo 2: Especificaciones Técnicas de malla electro soldada Armex R-64.

Armex® tradicional

Son armaduras electro soldadas planas para reforzamiento de hormigón. Fabricadas con aceros de alta resistencia, lisos y corrugados, ortogonalmente dispuestos. Listas para ser usadas; facilitando el proceso constructivo, optimizando los diseños estructurales y recursos de obra. Cumplen normas técnicas: NTE INEN 2209, ASTM A-185, ASTM A- 497, CEC-CPE INEN-5, ACI318S-08.

Ventajas

- Mayor rapidez en la ejecución.
Armex® son armaduras listas para colocar en obra.
- Mayor eficiencia, pues eliminan tareas de enderezado, corte, doblado y amarre de barras.
- Máxima adherencia, debido a su corrugación y electrosuelda.
- Mayor resistencia. Su límite de fluencia mínima es de $f_y \text{ mín.} = 5000 \text{ kgf/cm}^2$
- Menor consumo de acero. Puede obtener ahorros del 16% frente al acero convencional.
- Máxima calidad en obra. La soldadura en todas las intersecciones asegura el exacto posicionamiento de las varillas y mejora las longitudes de empalme, minimizando la supervisión técnica.



Mallas Armex® Tipo R con apertura cuadrada

Código	Tipo de malla	Diámetro (mm)		Separación (cm)		Sección de acero as (mm ² / m)		Peso	
		Alambre L.	Alambre T.	Alambre L.	Alambre T.	As L.	As T.	kg / m ²	kg / plancha
188156	R-126	4,0	4,0	10	10	126	126	1,97	29,48
188164	R-196	5,0	5,0	10	10	196	196	3,07	46,06
188166	R-238	5,5	5,5	10	10	238	238	3,72	55,73
188168	R-283	6,0	6,0	10	10	283	283	4,42	66,32
188172	R-385	7,0	7,0	10	10	385	385	6,02	90,27
188176	R-636	9,0	9,0	10	10	636	636	9,95	149,22
188150	R-64	3,5	3,5	15	15	64	64	1,01	15,17
188152	R-84	4,0	4,0	15	15	84	84	1,32	19,81
188154	R-106	4,5	4,5	15	15	106	106	1,67	25,07
188158	R-131	5,0	5,0	15	15	131	131	2,06	30,95
188160	R-158	5,5	5,5	15	15	158	158	2,50	37,45
188161	R-188	6,0	6,0	15	15	188	188	2,97	44,57
188167	R-257	7,0	7,0	15	15	257	257	4,04	60,66
188170	R-335	8,0	8,0	15	15	335	335	5,28	79,23
188173	R-424	9,0	9,0	15	15	424	424	6,69	100,28
188175	R-524	10	10	15	15	524	524	8,25	123,80
188148	R-53	4,5	4,5	30	30	53	53	0,84	12,53

AsL: Área de acero (mm² / m) de los alambres longitudinales.

AsT: Área de acero (mm² / m) de los alambres transversales.

Dimensiones estándar: 6,25 x 2,40 m = 15m²

Medidas y especificaciones especiales bajo pedido

Fuente: Catálogo de productos IDEAL ALAMBREC.

Anexo 3: Cálculo de acero de refuerzo para vigas.

Acres por vigas de una edificación residencial multifamiliar de 3 pisos con albañilerías de Caertero																						
Viga	Suelo	Sección	n [cm]	As (Respalda)				Muro (C)	Longitud [cm]	Max. As (Respalda)				As (Diente)				(NEC_35_RDM 4.2.6)	(NEC_35_RDM 4.2.3)	(NEC_35_RDM 4.2.4)	[Piso]	
				As (C)	As (V)	As (M)	M (C)			As (C) max.	As (V) max.	As (M) max.	As (C)	As (V)	As (M)	p max. (°)	p max. (°)					As min. (°)
B1	N-0.00 m	25	30	119 119 119	1473	14961	500	2.36	2.02	3.01	2.49	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	M (1) 2.83 M (2)	25.40				
B2	N-0.00 m	25	30	119 119 119	16016	16016	800	4.00	2.17	3.1	2.89	2.55	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	27.09				
B3	N-0.00 m	25	30	119 119 119	14846	14846	500	2.36	1.98	3.01	2.64	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	27.18					
B4	N-0.00 m	25	30	119 119 119	20436	20436	500	3.53	2.57	3.53	2.57	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	23.04					
B5	N-0.00 m	25	30	119 119 119	20413	11754	400	2.46	1.62	3.53	2.55	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	18.39					
B6	N-0.00 m	25	30	119 119 119	20819	20821	500	3.53	2.57	3.53	2.57	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	23.04					
B7	N-0.00 m	25	30	119 119 119	13478	13478	500	2.3	1.86	3.07	2.55	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	22.04					
B8	N-0.00 m	25	30	119 119 119	27448	8754	400	2.17	1.17	2.89	2.55	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	17.89					
B9	N-0.00 m	25	30	119 119 119	12159	13473	500	2.23	1.86	2.97	2.55	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	21.68					
B10	N-0.00 m	25	30	119 119 119	25529	25529	400	3.15	2.58	3.15	3.44	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	31.40					
B11	N-0.00 m	25	30	119 119 119	10538	10538	400	1.76	1.11	2.53	2.12	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	14.05					
B12	N-0.00 m	25	30	119 119 119	23030	24268	400	4.87	3.09	4.87	3.09	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	40.32					
B13	N-0.00 m	25	30	119 119 119	17851	18653	400	2.32	1.75	2.32	2.33	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	14.01					
B14	N-0.00 m	25	30	119 119 119	14719	14215	400	4.97	3.08	4.97	3.08	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	40.74					
B15	N-0.00 m	25	30	119 119 119	18843	18847	400	2.37	1.75	2.37	2.33	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	14.47					
B16	N-0.00 m	25	30	119 119 119	22475	22475	400	3.38	2.58	3.38	3.44	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	32.77					
B17	N-0.00 m	25	30	119 119 119	13847	13847	400	1.77	1.16	2.36	2.12	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	14.08					
B1	N-0.00 m	25	30	119 119 119	18853	18853	500	2.17	1.49	2.89	2.55	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	21.36					
B2	N-0.00 m	25	30	119 119 119	20529	42064	400	3.04	1.97	3.04	2.63	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	17.79					
B3	N-0.00 m	25	30	119 119 119	24664	24664	500	3.36	2.61	3.36	2.68	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	25.75					
B4	N-0.00 m	25	30	119 119 119	54083	44029	500	6.17	4.08	6.17	4.88	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	43.37					
B5	N-0.00 m	25	30	119 119 119	22861	22861	400	4.21	2.4	4.21	3.28	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	31.27					
B6	N-0.00 m	25	30	119 119 119	50748	44816	500	6.28	4.93	6.28	4.93	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	44.80					
B7	N-0.00 m	25	30	119 119 119	62833	22263	500	5.92	2.45	5	3.27	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	28.24					
B8	N-0.00 m	25	30	119 119 119	20941	14471	400	3.08	2	3.08	2.87	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	16.85					
B9	N-0.00 m	25	30	119 119 119	23625	23625	500	3.99	2.45	3.99	3.27	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	26.29					
B10	N-0.00 m	25	30	119 119 119	23610	24630	400	4.87	3.07	4.87	3.07	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	37.40					
B11	N-0.00 m	25	30	119 119 119	21183	18952	400	2.81	1.75	2.81	2.33	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	16.05					
B12	N-0.00 m	30	30	149 149 149	69642	48149	400	8.4	6.26	8.40	6.26	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	60.85					
B13	N-0.00 m	25	30	119 119 119	30997	23167	400	4.24	3.09	4.24	3.09	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	23.02					
B14	N-0.00 m	30	30	149 149 149	95533	73263	400	9.02	6.93	9.02	6.93	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	75.12					
B15	N-0.00 m	25	30	119 119 119	31829	23861	400	4.32	3.08	4.32	3.08	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	23.24					
B16	N-0.00 m	25	30	119 119 119	43128	43128	400	5.71	3.99	5.71	3.99	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	41.47					
B17	N-0.00 m	25	30	119 119 119	23598	15930	400	3.1	1.75	3.10	2.33	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	17.08					
B18	N-0.00 m	25	30	119 119 119	36653	24664	400	3.96	2.63	3.96	2.63	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	25.79					
B1	N-3.00 m	25	30	119 119 119	20788	13551	500	2.10	2.15	2.87	2.87	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	22.06					
B2	N-3.00 m	25	30	119 119 119	35654	22615	500	4.3	2.65	4.30	2.65	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	27.28					
B3	N-3.00 m	25	30	119 119 119	14662	48222	500	6.75	4.93	6.75	4.93	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	63.84					
B4	N-3.00 m	25	30	119 119 119	22963	22963	400	4.81	2.37	4.81	3.16	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	25.81					
B5	N-3.00 m	25	30	119 119 119	49216	49216	500	6.75	4.97	6.75	4.97	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	63.84					
B6	N-3.00 m	25	30	119 119 119	40066	23930	500	4.36	2.49	4.36	3.32	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	30.14					
B7	N-3.00 m	25	30	119 119 119	18421	18421	400	3.52	2.17	3.52	2.89	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	30.14					
B8	N-3.00 m	25	30	119 119 119	42273	23878	500	4.66	2.41	4.66	3.21	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	30.86					
B10	N-3.00 m	25	30	119 119 119	25566	25566	500	5.35	3.14	5.35	3.14	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	35.86					
B11	N-3.00 m	25	30	119 119 119	23418	17129	400	3.14	1.75	3.14	2.33	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	17.19					
B12	N-3.00 m	25	30	119 119 119	65816	49961	400	9.05	6.4	9.05	6.40	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	75.77					
B13	N-3.00 m	25	30	119 119 119	33061	23033	400	4.55	3.08	4.55	3.08	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	23.40					
B15	N-3.00 m	25	30	119 119 119	32712	76648	400	5.73	7.07	5.73	7.07	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	76.23					
B16	N-3.00 m	25	30	119 119 119	37897	22992	400	4.68	3.07	4.68	3.07	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	40.33					
B17	N-3.00 m	25	30	119 119 119	43031	43031	400	6.31	3.76	6.31	3.76	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	47.45					
B18	N-3.00 m	25	30	119 119 119	29633	14687	400	3.95	1.89	3.95	2.52	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	30.32					
B1	N-0.00 m	25	30	119 119 119	35654	22615	500	4.3	2.65	4.30	2.65	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	27.28					
B2	N-0.00 m	25	30	119 119 119	18117	34453	500	1.89	1.16	2.29	2.12	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	17.13					
B3	N-0.00 m	25	30	119 119 119	10806	7334	400	1.75	1.42	2.33	2.12	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	14.08					
B4	N-0.00 m	25	30	119 119 119	10903	3452	400	1.85	1.28	2.47	2.12	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	16.02					
B5	N-0.00 m	25	30	119 119 119	11179	18522	400	1.86	1.42	2.48	2.12	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	14.46					
B6	N-0.00 m	25	30	119 119 119	11283	3854	500	1.90	1.4	2.64	2.12	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	18.75					
B7	N-0.00 m	25	30	119 119 119	18861	2786	500	1.87	1.52	2.49	2.12	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	18.12					
B8	N-0.00 m	25	30	119 119 119	11121	4768	400	1.89	1.42	2.52	2.12	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	14.08					
B9	N-0.00 m	25	30	119 119 119	14413	3823	500	1.96	1.35	2.45	2.12	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	16.89					
B10	N-0.00 m	25	30	119 119 119	34764	5722	400	1.83	1.28	2.44	2.12	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	21.30					
B11	N-0.00 m	25	30	119 119 119	18853	3549	400	1.76	1.42	2.55	2.12	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	14.04					
B12	N-0.00 m	25	30	119 119 119	11129	3565	400	2.06	1.42	2.75	2.12	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	22.84					
B13	N-0.00 m	25	30	119 119 119	2882	7810	400	1.99	1.42	2.65	2.12	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	15.06					
B14	N-0.00 m	25	30	119 119 119	11020	3815	400	2.16	1.42	2.16	2.12	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	20.18					
B15	N-0.00 m	25	30	119 119 119	22762	6265	400	2.09	1.5	2.79	2.12	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	15.42					
B16	N-0.00 m	25	30	119 119 119	12174	4887	400	2.12	1.42	2.83	2.12	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	23.32					
B17	N-0.00 m	25	30	119 119 119	13274	18831	400	2.18	1.6	2.18	2.13	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	COMPLETE	13.94					
																			Total (kg)			

[illegible][illegible]

Aerco para vigas de una edificación residencial multifamiliar de 5 pisos con abastecimiento de Coaxial																			
Viga	Nivel	Sección	As Requebrado (mm)		Momento (Ton-m)		Longitud (m)	Max. As Requebrado (mm)		As Doble (mm)		(NFC_M_RM 4.2.6)		(NFC_M_RM 4.2.5)		(NFC_M_RM 4.2.6)		Piso	[kg]
			As (1)	As (2)	M (1)	M (2)		As (1) mm	As (2) mm	As (1)	As (2)	p mm (1)	p mm (2)	As mm (1)	As mm (2)	M (1) 2.8 M (2)			
B1	N+1.00 m	25	30 1.67 1.69	30 1.67 1.69	2218.1 1407.5	1017.5	500	2.53	1.99	3.11	2.05	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	22.61	
B2	N+1.00 m	25	30 1.41 1.43	30 1.41 1.43	1644.1 1017.0	822.07	400	2.17	1.13	2.89	2.35	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	17.89	
B3	N+1.00 m	25	30 1.79 1.82	30 1.79 1.82	1817.6 1147.4	1017.0	500	2.3	1.95	3.07	2.08	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	22.24	
B4	N+1.00 m	25	30 1.92 1.99	30 1.92 1.99	1978.1 1303.3	1403.3	500	3.4	2.57	3.48	2.57	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	23.43	
B5	N+1.00 m	25	30 1.83 1.87	30 1.83 1.87	1964.1 1194.2	1017.0	400	2.5	1.63	3.33	2.35	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	18.47	
B6	N+1.00 m	25	30 1.59 1.69	30 1.59 1.69	1461.4 1051.1	1017.0	500	3.73	2.37	3.73	2.37	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	24.73	
B7	N+1.00 m	25	30 1.72 1.77	30 1.72 1.77	1670.9 1147.3	1017.0	500	2.17	1.86	2.99	2.35	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	21.36	
B8	N+1.00 m	25	30 1.31 1.33	30 1.31 1.33	1043.3 824.74	824.74	400	2.17	1.13	2.89	2.35	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	17.89	
B9	N+1.00 m	25	30 1.59 1.69	30 1.59 1.69	1165.3 1141.1	1017.0	500	2.27	1.86	3.03	2.35	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	21.89	
B10	N+1.00 m	25	30 1.83 1.89	30 1.83 1.89	1526.8 1251.9	1017.0	400	3.33	2.58	3.33	3.44	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	18.94	
B11	N+1.00 m	25	30 1.47 1.49	30 1.47 1.49	1155.1 876.33	876.33	400	1.77	1.16	2.36	2.12	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	18.08	
B12	N+1.00 m	25	30 1.46 1.49	30 1.46 1.49	1167.7 8821.6	8821.6	600	4.09	3.39	4.09	3.39	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	38.05	
B13	N+1.00 m	25	30 1.81 1.83	30 1.81 1.83	1553.3 1051.4	1051.4	400	2.53	1.75	2.53	2.33	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	15.27	
B14	N+1.00 m	25	30 1.43 1.48	30 1.43 1.48	1301 881.2	881.2	400	4.82	3.38	4.82	3.38	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	39.56	
B15	N+1.00 m	25	30 1.93 1.98	30 1.93 1.98	1958.8 1353.3	1353.3	400	2.6	1.75	2.68	2.33	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	15.49	
B16	N+1.00 m	25	30 1.41 1.49	30 1.41 1.49	1038.8 1241.2	1241.2	600	3.42	2.58	3.42	3.44	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	32.31	
B17	N+1.00 m	25	30 1.92 1.97	30 1.92 1.97	1157.7 1015.3	1015.3	400	1.97	1.29	2.63	2.12	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	14.82	
B1	N+1.00 m	25	30 1.61 1.68	30 1.61 1.68	1634.4 1095.5	1095.5	500	2.17	1.51	2.89	2.35	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	21.36	
B2	N+1.00 m	25	30 1.92 1.99	30 1.92 1.99	1838.8 1455.1	1455.1	400	3.01	1.96	3.01	2.61	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	17.89	
B3	N+1.00 m	25	30 1.27 1.29	30 1.27 1.29	1076.8 1045	1045	500	4.01	2.59	4.01	2.59	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	25.91	
B4	N+1.00 m	30	30 1.44 1.48	30 1.44 1.48	1101.7 898.3	898.3	500	5.01	4.09	5.01	4.09	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	38.07	
B5	N+1.00 m	30	30 1.42 1.46	30 1.42 1.46	1058.9 1475.4	1475.4	400	4.42	2.87	4.42	3.83	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	25.89	
B6	N+1.00 m	30	30 1.88 1.93	30 1.88 1.93	1693.3 1028.3	1028.3	500	6.33	4.13	6.38	4.13	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	48.94	
B7	N+1.00 m	30	30 1.27 1.28	30 1.27 1.28	1051.2 1250.9	1250.9	500	3.77	2.46	3.77	3.28	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	27.67	
B8	N+1.00 m	30	30 1.52 1.59	30 1.52 1.59	1692.9 1455.3	1455.3	400	3.01	1.97	3.01	2.63	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	17.76	
B9	N+1.00 m	30	30 1.53 1.56	30 1.53 1.56	1687.5 1250.3	1250.3	500	3.99	2.46	3.99	3.28	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	28.53	
B10	N+1.00 m	30	30 1.42 1.46	30 1.42 1.46	1275 1497.4	1497.4	600	4.99	3.08	4.99	3.08	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	37.67	
B11	N+1.00 m	25	30 1.52 1.55	30 1.52 1.55	1151.2 1166.8	1166.8	400	2.55	1.75	2.55	2.33	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	16.59	
B12	N+1.00 m	30	30 1.47 1.49	30 1.47 1.49	1076.3 1071.6	1071.6	600	7.8	5.41	7.88	5.41	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	48.22	
B13	N+1.00 m	25	30 1.57 1.61	30 1.57 1.61	1583.1 1200	1200	400	4.49	3.08	4.49	3.08	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	23.77	
B14	N+1.00 m	30	30 1.48 1.52	30 1.48 1.52	1077.8 1092.6	1092.6	600	5.43	3.97	5.43	3.97	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	48.72	
B15	N+1.00 m	25	30 1.31 1.33	30 1.31 1.33	1133.4 1204	1204	400	4.4	3.08	4.48	3.08	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	18.12	
B16	N+1.00 m	25	30 1.41 1.43	30 1.41 1.43	1024.4 814.14	814.14	600	5.74	3.7	5.74	3.79	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	44.46	
B17	N+1.00 m	25	30 1.73 1.76	30 1.73 1.76	1464.9 1232.3	1232.3	400	3.31	1.75	3.31	2.33	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	17.72	
B1	N+1.00 m	25	30 1.27 1.29	30 1.27 1.29	1076.8 1045	1045	500	4.01	2.59	4.01	2.59	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	25.91	
B2	N+1.00 m	25	30 1.93 1.98	30 1.93 1.98	1958.8 1353.3	1353.3	500	2.46	1.17	3.28	2.89	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	14.23	
B3	N+1.00 m	25	30 1.42 1.46	30 1.42 1.46	1058.9 1475.4	1475.4	400	3.85	2.17	3.85	2.89	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	21.17	
B4	N+1.00 m	25	30 1.92 1.97	30 1.92 1.97	1157.7 1015.3	1015.3	500	4.73	2.63	4.73	2.63	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	28.81	
B5	N+1.00 m	30	30 1.69 1.72	30 1.69 1.72	1741.8 1012.3	1012.3	500	6.66	4.12	6.68	4.12	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	42.31	
B6	N+1.00 m	30	30 1.59 1.65	30 1.59 1.65	1635 1066	1066	400	5.55	3.1	5.55	4.13	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	38.94	
B7	N+1.00 m	30	30 1.52 1.55	30 1.52 1.55	1702 1486.2	1486.2	500	7.33	4.15	7.33	4.15	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	45.86	
B8	N+1.00 m	30	30 1.97 1.98	30 1.97 1.98	1974.8 1257.4	1257.4	500	4.54	2.85	4.54	3.83	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	15.28	
B9	N+1.00 m	30	30 1.68 1.71	30 1.68 1.71	1641.2 1250.1	1250.1	400	4.04	2.69	4.04	3.39	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	23.95	
B10	N+1.00 m	30	30 1.47 1.49	30 1.47 1.49	1076.3 1071.6	1071.6	500	4.89	3.1	4.89	4.13	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	35.42	
B11	N+1.00 m	30	30 1.81 1.83	30 1.81 1.83	1632.1 1012.3	1012.3	600	5.78	3.19	5.78	4.25	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	47.46	
B12	N+1.00 m	25	30 1.79 1.79	30 1.79 1.79	1987.1 1393.3	1393.3	400	3.36	1.75	3.36	2.33	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	17.88	
B13	N+1.00 m	30	30 1.72 1.76	30 1.72 1.76	1188.1 1170.3	1170.3	400	8.66	5.46	8.66	5.46	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	46.51	
B14	N+1.00 m	30	30 1.69 1.73	30 1.69 1.73	1682 1012.3	1012.3	400	5.45	3.1	5.45	4.13	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	38.08	
B15	N+1.00 m	30	30 1.42 1.46	30 1.42 1.46	1058.9 1475.4	1475.4	400	8.41	6.01	8.41	6.01	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	72.63	
B16	N+1.00 m	30	30 1.43 1.47	30 1.43 1.47	1017.2 1476	1476	400	5.73	3.1	5.73	4.13	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	38.97	
B17	N+1.00 m	30	30 1.22 1.24	30 1.22 1.24	1061.8 1451.8	1451.8	600	7.08	3.8	7.08	3.88	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	51.24	
B1	N+1.00 m	25	30 1.26 1.27	30 1.26 1.27	1062.5 1441.2	1441.2	400	3.92	1.88	3.92	2.33	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	26.18	
B2	N+1.00 m	25	30 1.59 1.65	30 1.59 1.65	1157.7 1015.3	1015.3	500	4.73	2.63	4.73	2.63	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	28.81	
B3	N+1.00 m	25	30 1.31 1.33	30 1.31 1.33	1133.4 1204	1204	400	4.4	3.08	4.48	3.08	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	18.12	
B4	N+1.00 m	25	30 1.41 1.43	30 1.41 1.43	1024.4 814.14	814.14	600	5.74	3.7	5.74	3.79	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	44.46	
B5	N+1.00 m	25	30 1.0																

[illegible][illegible][illegible]

Anexo 4: Cálculo de acero de refuerzo para columnas.

Acero de refuerzo para columnas de una edificación residencial multifamiliar de 3 pisos con albanizado de Cascoón									
Columna	Nivel	Columna Fuerte - Viga Débil	Sección	As Cal.	Longitud	(NEC_SE_HM 4.2.5)	Peso		
		1.2 (B/C) ≤ 1	a (cm)	b (cm)	cm²	cm	ρ min ≤ ρ Cal. ≤ ρ max.	(kg)	
C1	N+0.00 m	0.523 CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82	
	N+6.00 m	0.527 CUMPLE							
	N+3.00 m	0.526 CUMPLE							
	N+0.00 m	0.068 CUMPLE							
	N-9.00 m	0.067 CUMPLE							
C2	N+6.00 m	0.618 CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82	
	N+3.00 m	0.552 CUMPLE							
	N+0.00 m	0.067 CUMPLE							
	N-9.00 m	0.067 CUMPLE							
	N-1.00 m	0.065 CUMPLE							
C3	N+6.00 m	0.629 CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82	
	N+3.00 m	0.525 CUMPLE							
	N+0.00 m	0.067 CUMPLE							
	N-9.00 m	0.067 CUMPLE							
	N-1.00 m	0.065 CUMPLE							
C4	N+6.00 m	0.523 CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82	
	N+3.00 m	0.539 CUMPLE							
	N+0.00 m	0.067 CUMPLE							
	N-9.00 m	0.067 CUMPLE							
	N-1.00 m	0.065 CUMPLE							
C5	N+6.00 m	0.35 CUMPLE	40	40	16	1038	CUMPLE	130,37	
	N+3.00 m	0.356 CUMPLE							
	N+0.00 m	0.067 CUMPLE							
	N-9.00 m	0.067 CUMPLE							
	N-1.00 m	0.065 CUMPLE							
C6	N+6.00 m	0.546 CUMPLE	40	40	16	1038	CUMPLE	130,37	
	N+3.00 m	0.526 CUMPLE							
	N+0.00 m	0.068 CUMPLE							
	N-9.00 m	0.067 CUMPLE							
	N-1.00 m	0.065 CUMPLE							
C7	N+6.00 m	0.523 CUMPLE	40	40	16	1038	CUMPLE	130,37	
	N+3.00 m	0.521 CUMPLE							
	N+0.00 m	0.102 CUMPLE							
	N-9.00 m	0.102 CUMPLE							
	N-1.00 m	0.097 CUMPLE							
C8	N+6.00 m	0.517 CUMPLE	40	40	16	1038	CUMPLE	130,37	
	N+3.00 m	0.539 CUMPLE							
	N+0.00 m	0.102 CUMPLE							
	N-9.00 m	0.102 CUMPLE							
	N-1.00 m	0.097 CUMPLE							
C9	N+6.00 m	0.186 CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82	
	N+3.00 m	0.198 CUMPLE							
	N+0.00 m	0.097 CUMPLE							
	N-9.00 m	0.097 CUMPLE							
	N-1.00 m	0.097 CUMPLE							
C10	N+6.00 m	0.262 CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82	
	N+3.00 m	0.263 CUMPLE							
	N+0.00 m	0.094 CUMPLE							
	N-9.00 m	0.094 CUMPLE							
	N-1.00 m	0.094 CUMPLE							
C11	N+6.00 m	0.265 CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82	
	N+3.00 m	0.266 CUMPLE							
	N+0.00 m	0.097 CUMPLE							
	N-9.00 m	0.244 CUMPLE							
	N-1.00 m	0.244 CUMPLE							
C12	N+6.00 m	0.2 CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82	
	N+3.00 m	0.237 CUMPLE							
	N+0.00 m	0.105 CUMPLE							
	N-9.00 m	0.105 CUMPLE							
	N-1.00 m	0.105 CUMPLE							
Total (kg) =								1320,62	

Acero de refuerzo para columnas de una edificación residencial multifamiliar de 3 pisos con albanizado de Palestreiro									
Columna	Nivel	Columna Fuerte - Viga Débil	Sección	As Cal.	Longitud	(NEC_SE_HM 4.2.5)	Peso		
		1.2 (B/C) ≤ 1	a (cm)	b (cm)	cm²	cm	ρ min ≤ ρ Cal. ≤ ρ max.	(kg)	
C1	N+9.00 m	0.523 CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82	
	N+6.00 m	0.527 CUMPLE							
	N+3.00 m	0.527 CUMPLE							
	N+0.00 m	0.068 CUMPLE							
	N-9.00 m	0.069 CUMPLE							
C2	N+6.00 m	0.619 CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82	
	N+3.00 m	0.553 CUMPLE							
	N+0.00 m	0.067 CUMPLE							
	N-9.00 m	0.068 CUMPLE							
	N-6.00 m	0.63 CUMPLE							
C3	N+3.00 m	0.526 CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82	
	N+0.00 m	0.065 CUMPLE							
	N-6.00 m	0.523 CUMPLE							
	N-9.00 m	0.525 CUMPLE							
	N-3.00 m	0.54 CUMPLE							
C4	N+3.00 m	0.34 CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82	
	N+0.00 m	0.067 CUMPLE							
	N-6.00 m	0.482 CUMPLE							
	N-9.00 m	0.351 CUMPLE							
	N-3.00 m	0.357 CUMPLE							
C5	N+0.00 m	0.062 CUMPLE	40	40	16	1038	CUMPLE	130,37	
	N-9.00 m	0.728 CUMPLE							
	N-6.00 m	0.547 CUMPLE							
	N-3.00 m	0.527 CUMPLE							
	N+0.00 m	0.068 CUMPLE							
C6	N+9.00 m	0.736 CUMPLE	40	40	16	1038	CUMPLE	130,37	
	N+6.00 m	0.575 CUMPLE							
	N+3.00 m	0.52 CUMPLE							
	N+0.00 m	0.102 CUMPLE							
	N-9.00 m	0.102 CUMPLE							
C7	N+9.00 m	0.518 CUMPLE	40	40	16	1038	CUMPLE	130,37	
	N+6.00 m	0.596 CUMPLE							
	N+3.00 m	0.42 CUMPLE							
	N+0.00 m	0.114 CUMPLE							
	N-9.00 m	0.244 CUMPLE							
C8	N+6.00 m	0.186 CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82	
	N+3.00 m	0.198 CUMPLE							
	N+0.00 m	0.09 CUMPLE							
	N-9.00 m	0.311 CUMPLE							
	N-6.00 m	0.263 CUMPLE							
C9	N+6.00 m	0.263 CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82	
	N+3.00 m	0.094 CUMPLE							
	N+0.00 m	0.317 CUMPLE							
	N-9.00 m	0.265 CUMPLE							
	N-6.00 m	0.266 CUMPLE							
C10	N+9.00 m	0.097 CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82	
	N+6.00 m	0.245 CUMPLE							
	N+3.00 m	0.2 CUMPLE							
	N+0.00 m	0.238 CUMPLE							
	N-3.00 m	0.105 CUMPLE							
C11	N+0.00 m	0.105 CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82	
	N-3.00 m	0.238 CUMPLE							
	N-6.00 m	0.2 CUMPLE							
	N-9.00 m	0.245 CUMPLE							
	N+0.00 m	0.2 CUMPLE							
C12	N+0.00 m	0.105 CUMPLE	35	35	12,25	1038	CUMPLE	99,82	
	N-3.00 m	0.238 CUMPLE							
	N-6.00 m	0.2 CUMPLE							
	N-9.00 m	0.245 CUMPLE							
	N+0.00 m	0.2 CUMPLE							
Total (kg) =							1320,82		

Diseño de zapata para columna 35 x 35 cm con alineamiento de casación			
DATOS			
CARGA AXIAL	30671,04	kgf	
MOMENTO EN X	15,67	kgf.m	
MOMENTO EN Y	1,78	kgf.m	
ALTURA DE DESPLANTE	1,50	m	
PESO ESPECIFICO DEL HORMIGON ARMADO	2400,00	kg/m3	
PESO ESPECIFICO DEL SUELO DE RELLENO	1750,00	kg/m3	
CAPACIDAD SOPORTANTE DEL SUELO	18000,00	kg/m2	
RESISTENCIA A LA COMPRESION	240,00	kg/cm2	
LIMITE DE FLUENCIA DEL REFUERZO	4200,00	kg/cm2	
DIMENSION DE LA COLUMNA EN DIRECCION X	0,35	m	
DIMENSION DE LA COLUMNA EN DIRECCION Y	0,35	m	
RECUBRIMIENTO SEGÚN ACI 318	0,08	m	
TIPO DE ZAPATA	ZAPATA AISLADA		

2. DIMENSIONAMIENTO DE LOS LADOS DE LA ZAPATA

RELACION ENTRE LOS LADOS DE LA ZAPATA =
a (dirección x) =
β (dirección y) =

PARA ZAPATA. AISLADA α = β = 0

$$L_x^2 - \left(\frac{P + 6a + 6\beta}{\sigma} \right) L_y - \frac{1}{\sigma} \left(6M_x + \frac{6M_y}{\beta} \right) = 0$$

LADO DIRECCIÓN Y=	1,30	m
LADO DIRECCIÓN X=	1,30	m
ASUMIMOS =	1,65	m
ASUMIMOS =	1,65	m

5.1. DISEÑO DE ACEROS

$$K = \frac{Mu}{\phi b d^2 f_c} \quad p = \frac{L_c}{f_y} \left(\frac{1 - \sqrt{1 - 2.36k}}{1.18} \right) \quad As = p \cdot b \cdot d$$

K (DIRECCION X) =	0,0425
K (DIRECCION Y) =	0,0425
p (DIRECCION X) =	0,0025
pmin (DIRECCION X) =	0,0033
pmax (DIRECCION X) =	0,0033
p (DIRECCION Y) =	0,0025
pmin (DIRECCION Y) =	0,0033
pmax (DIRECCION Y) =	0,0033
As (X) =	12,18 cm2
evarrilla(X)=	14
Avarrilla(X)=	1,5394
Separación=	18,96 cm
As (Y) =	12,18 cm2
evarrilla(Y)=	14
Avarrilla(Y)=	1,539
Separación=	18,96 cm

5.1.1. DISTRIBUCION DE ACEROS (DIRECCION X)

1	φ	14	mm	@	18	cm
---	---	----	----	---	----	----

5.1.2. DISTRIBUCION DE ACEROS (DIRECCION Y)

1	φ	14	mm	@	18	cm
---	---	----	----	---	----	----

Diseño de zapata para columna 40 x 40 cm con alineamiento de casación			
DATOS			
CARGA AXIAL	48476,38	kgf	
MOMENTO EN X	98,91	kgf.m	
MOMENTO EN Y	93,06	kgf.m	
ALTURA DE DESPLANTE	1,50	m	
PESO ESPECIFICO DEL HORMIGON ARMADO	2400,00	kg/m3	
PESO ESPECIFICO DEL SUELO DE RELLENO	1750,00	kg/m3	
CAPACIDAD SOPORTANTE DEL SUELO	18000,00	kg/m2	
RESISTENCIA A LA COMPRESION	240,00	kg/cm2	
LIMITE DE FLUENCIA DEL REFUERZO	4200,00	kg/cm2	
DIMENSION DE LA COLUMNA EN DIRECCION X	0,40	m	
DIMENSION DE LA COLUMNA EN DIRECCION Y	0,40	m	
RECUBRIMIENTO SEGÚN ACI 318	0,08	m	
TIPO DE ZAPATA	ZAPATA AISLADA		

2. DIMENSIONAMIENTO DE LOS LADOS DE LA ZAPATA

RELACION ENTRE LOS LADOS DE LA ZAPATA =
a (dirección x) =
β (dirección y) =

PARA ZAPATA. AISLADA α = β = 0

$$L_x^2 - \left(\frac{P + 6a + 6\beta}{\sigma} \right) L_y - \frac{1}{\sigma} \left(6M_x + \frac{6M_y}{\beta} \right) = 0$$

LADO DIRECCIÓN Y=	1,68	m
LADO DIRECCIÓN X=	1,68	m
ASUMIMOS =	2,19	m
ASUMIMOS =	2,19	m

5.1. DISEÑO DE ACEROS

$$K = \frac{Mu}{\phi b d^2 f_c} \quad p = \frac{L_c}{f_y} \left(\frac{1 - \sqrt{1 - 2.36k}}{1.18} \right) \quad As = p \cdot b \cdot d$$

K (DIRECCION X) =	0,0472
K (DIRECCION Y) =	0,0472
p (DIRECCION X) =	0,0028
pmin (DIRECCION X) =	0,0033
pmax (DIRECCION X) =	0,0033
p (DIRECCION Y) =	0,0028
pmin (DIRECCION Y) =	0,0033
pmax (DIRECCION Y) =	0,0033
As (X) =	18,90 cm2
evarrilla(X)=	16
Avarrilla(X)=	2,0106
Separación=	20,64 cm
As (Y) =	18,90 cm2
evarrilla(Y)=	16
Avarrilla(Y)=	2,011
Separación=	20,64 cm

5.1.1. DISTRIBUCION DE ACEROS (DIRECCION X)

1	φ	16	mm	@	20	cm
---	---	----	----	---	----	----

5.1.2. DISTRIBUCION DE ACEROS (DIRECCION Y)

1	φ	16	mm	@	20	cm
---	---	----	----	---	----	----

Diseño de zapata para columna 35 x 35 cm con alineamiento de poliestireno			
DATOS			
CARGA AXIAL	30722,15	kgf	
MOMENTO EN X	15,76	kgf.m	
MOMENTO EN Y	1,61	kgf.m	
ALTURA DE DESPLANTE	1,50	m	
PESO ESPECIFICO DEL HORMIGON ARMADO	2400,00	kg/m3	
PESO ESPECIFICO DEL SUELO DE RELLENO	1750,00	kg/m3	
CAPACIDAD SOPORTANTE DEL SUELO	18000,00	kg/m2	
RESISTENCIA A LA COMPRESION	240,00	kg/cm2	
LIMITE DE FLUENCIA DEL REFUERZO	4200,00	kg/cm2	
DIMENSION DE LA COLUMNA EN DIRECCION X	0,35	m	
DIMENSION DE LA COLUMNA EN DIRECCION Y	0,35	m	
RECUBRIMIENTO SEGÚN ACI 318	0,08	m	
TIPO DE ZAPATA	ZAPATA AISLADA		

2. DIMENSIONAMIENTO DE LOS LADOS DE LA ZAPATA

RELACION ENTRE LOS LADOS DE LA ZAPATA =
a (dirección x) =
β (dirección y) =

PARA ZAPATA. AISLADA α = β = 0

$$L_x^2 - \left(\frac{P + 6a + 6\beta}{\sigma} \right) L_y - \frac{1}{\sigma} \left(6M_x + \frac{6M_y}{\beta} \right) = 0$$

LADO DIRECCIÓN Y=	1,30	m
LADO DIRECCIÓN X=	1,30	m
ASUMIMOS =	1,65	m
ASUMIMOS =	1,65	m

5.1. DISEÑO DE ACEROS

$$K = \frac{Mu}{\phi b d^2 f_c} \quad p = \frac{L_c}{f_y} \left(\frac{1 - \sqrt{1 - 2.36k}}{1.18} \right) \quad As = p \cdot b \cdot d$$

K (DIRECCION X) =	0,0426
K (DIRECCION Y) =	0,0426
p (DIRECCION X) =	0,0025
pmin (DIRECCION X) =	0,0033
pmax (DIRECCION X) =	0,0033
p (DIRECCION Y) =	0,0025
pmin (DIRECCION Y) =	0,0033
pmax (DIRECCION Y) =	0,0033
As (X) =	12,18 cm2
evarrilla(X)=	14
Avarrilla(X)=	1,5394
Separación=	18,96 cm
As (Y) =	12,18 cm2
evarrilla(Y)=	14
Avarrilla(Y)=	1,539
Separación=	18,96 cm

5.1.1. DISTRIBUCION DE ACEROS (DIRECCION X)

1	φ	14	mm	@	18	cm
---	---	----	----	---	----	----

5.1.2. DISTRIBUCION DE ACEROS (DIRECCION Y)

1	φ	14	mm	@	18	cm
---	---	----	----	---	----	----

Diseño de zapata para columna 40 x 40 cm con alineamiento de poliestireno			
DATOS			
CARGA AXIAL	48563,78	kgf	
MOMENTO EN X	99,17	kgf.m	
MOMENTO EN Y	93,34	kgf.m	
ALTURA DE DESPLANTE	1,50	m	
PESO ESPECIFICO DEL HORMIGON ARMADO	2400,00	kg/m3	
PESO ESPECIFICO DEL SUELO DE RELLENO	1750,00	kg/m3	
CAPACIDAD SOPORTANTE DEL SUELO	18000,00	kg/m2	
RESISTENCIA A LA COMPRESION	240,00	kg/cm2	
LIMITE DE FLUENCIA DEL REFUERZO	4200,00	kg/cm2	
DIMENSION DE LA COLUMNA EN DIRECCION X	0,40	m	
DIMENSION DE LA COLUMNA EN DIRECCION Y	0,40	m	
RECUBRIMIENTO SEGÚN ACI 318	0,08	m	
TIPO DE ZAPATA	ZAPATA AISLADA		

2. DIMENSIONAMIENTO DE LOS LADOS DE LA ZAPATA

RELACION ENTRE LOS LADOS DE LA ZAPATA =
a (dirección x) =
β (dirección y) =

PARA ZAPATA. AISLADA α = β = 0

$$L_x^2 - \left(\frac{P + 6a + 6\beta}{\sigma} \right) L_y - \frac{1}{\sigma} \left(6M_x + \frac{6M_y}{\beta} \right) = 0$$

LADO DIRECCIÓN Y=	1,68	m
LADO DIRECCIÓN X=	1,68	m
ASUMIMOS =	2,19	m
ASUMIMOS =	2,19	m

5.1. DISEÑO DE ACEROS

$$K = \frac{Mu}{\phi b d^2 f_c} \quad p = \frac{L_c}{f_y} \left(\frac{1 - \sqrt{1 - 2.36k}}{1.18} \right) \quad As = p \cdot b \cdot d$$

K (DIRECCION X) =	0,0473
K (DIRECCION Y) =	0,0473
p (DIRECCION X) =	0,0028
pmin (DIRECCION X) =	0,0033
pmax (DIRECCION X) =	0,0033
p (DIRECCION Y) =	0,0028
pmin (DIRECCION Y) =	0,0033
pmax (DIRECCION Y) =	0,0033
As (X) =	18,90 cm2
evarrilla(X)=	16
Avarrilla(X)=	2,0106
Separación=	20,64 cm
As (Y) =	18,90 cm2
evarrilla(Y)=	16
Avarrilla(Y)=	2,011
Separación=	20,64 cm

5.1.1. DISTRIBUCION DE ACEROS (DIRECCION X)

1	φ	16	mm	@	20	cm
---	---	----	----	---	----	----

5.1.2. DISTRIBUCION DE ACEROS (DIRECCION Y)

1	φ	16	mm	@	20	cm
---	---	----	----	---	----	----

Diseño de zapata para columna 40 x 40 cm con alineamiento de pínex			
DATOS			
CARGA AXIAL	54755,16	kgf	
MOMENTO EN X	127,01	kgf.m	
MOMENTO EN Y	40,30	kgf.m	
ALTURA DE DESPLANTE	1,50	m	
PESO ESPECIFICO DEL HORMIGON ARMADO	2400,00	kg/m3	
PESO ESPECIFICO DEL SUELO DE RELLENO	1750,00	kg/m3	
CAPACIDAD SOPORTANTE DEL SUELO	18000,00	kg/m2	
RESISTENCIA A LA COMPRESION	240,00	kg/cm2	
LIMITE DE FLUENCIA DEL REFUERZO	4200,00	kg/cm2	
DIMENSION DE LA COLUMNA EN DIRECCION X	0,40	m	
DIMENSION DE LA COLUMNA EN DIRECCION Y	0,40	m	
RECUBRIMIENTO SEGÚN ACI 318	0,08	m	
TIPO DE ZAPATA	ZAPATA AISLADA		

2. DIMENSIONAMIENTO DE LOS LADOS DE LA ZAPATA

RELACION ENTRE LOS LADOS DE LA ZAPATA =
a (dirección x) =
β (dirección y) =

PARA ZAPATA. AISLADA α = β = 0

$$L_x^2 - \left(\frac{P + 6a + 6\beta}{\sigma} \right) L_y - \frac{1}{\sigma} \left(6M_x + \frac{6M_y}{\beta} \right) = 0$$

LADO DIRECCIÓN Y=	1,75	m
LADO DIRECCIÓN X=	1,75	m
ASUMIMOS =	2,20	m
ASUMIMOS =	2,20	m

5.1. DISEÑO DE ACEROS

$$K = \frac{Mu}{\phi b d^2 f_c} \quad p = \frac{L_c}{f_y} \left(\frac{1 - \sqrt{1 - 2.36k}}{1.18} \right) \quad As = p \cdot b \cdot d$$

K (DIRECCION X) =	0,0387
K (DIRECCION Y) =	0,0387
p (DIRECCION X) =	0,0023
pmin (DIRECCION X) =	0,0033
pmax (DIRECCION X) =	0,0033
p (DIRECCION Y) =	0,0023
pmin (DIRECCION Y) =	0,0033
pmax (DIRECCION Y) =	0,0033
As (X) =	23,47 cm2
evarrilla(X)=	18
Avarrilla(X)=	2,5447
Separación=	22,12 cm
As (Y) =	23,47 cm2
evarrilla(Y)=	18
Avarrilla(Y)=	2,545
Separación=	22,12 cm

5.1.1. DISTRIBUCION DE ACEROS (DIRECCION X)

1	φ	18	mm	@	22	cm
---	---	----	----	---	----	----

5.1.2. DISTRIBUCION DE ACEROS (DIRECCION Y)

1	φ	18	mm	@	22	cm
---	---	----	----	---	----	----

Diseño de zapata para columna 35 x 35 cm con alineamiento de casación			
DATOS			
CARGA AXIAL	38786,04	kgf	
MOMENTO EN X	28,40	kgf.m	
MOMENTO EN Y	76,92	kgf.m	
ALTURA DE DESPLANTE	1,50	m	
PESO ESPECIFICO DEL HORMIGON ARMADO	2400,00	kg/m3	
PESO ESPECIFICO DEL SUELO DE RELLENO	1750,00	kg/m3	
CAPACIDAD SOPORTANTE DEL SUELO	18000,00	kg/m2	
RESISTENCIA A LA COMPRESION	240,00	kg/cm2	
LIMITE DE FLUENCIA DEL REFUERZO	4200,00	kg/cm2	
DIMENSION DE LA COLUMNA EN DIRECCION X	0,35	m	
DIMENSION DE LA COLUMNA EN DIRECCION Y	0,35	m	
RECUBRIMIENTO SEGÚN ACI 318	0,08	m	
TIPO DE ZAPATA	ZAPATA AISLADA		

2. DIMENSIONAMIENTO DE LOS LADOS DE LA ZAPATA

RELACION ENTRE LOS LADOS DE LA ZAPATA =
a (dirección x) =
β (dirección y) =

PARA ZAPATA. AISLADA α = β = 0

$$L_x^2 - \left(\frac{P + 6a + 6\beta}{\sigma} \right) L_y - \frac{1}{\sigma} \left(6M_x + \frac{6M_y}{\beta} \right) = 0$$

LADO DIRECCIÓN Y=	1,50	m
LADO DIRECCIÓN X=	1,50	m
ASUMIMOS =	1,85	m
ASUMIMOS =	1,85	m

5.1. DISEÑO DE ACEROS

$$K = \frac{Mu}{\phi b d^2 f_c} \quad p = \frac{L_c}{f_y} \left(\frac{1 - \sqrt{1 - 2.36k}}{1.18} \right) \quad As = p \cdot b \cdot d$$

K (DIRECCION X) =	0,0379
K (DIRECCION Y) =	0,0379
p (DIRECCION X) =	0,0022
pmin (DIRECCION X) =	0,0033
pmax (DIRECCION X) =	0,0033
p (DIRECCION Y) =	0,0022
pmin (DIRECCION Y) =	0,0033
pmax (DIRECCION Y) =	0,0033
As (X) =	16,65 cm2
evarrilla(X)=	16
Avarrilla(X)=	2,0106
Separación=	20,41 cm
As (Y) =	16,65 cm2
evarrilla(Y)=	16
Avarrilla(Y)=	2,011
Separación=	20,41 cm

5.1.1. DISTRIBUCION DE ACEROS (DIRECCION X)

1	φ	16	mm	@	20	cm
---	---	----	----	---	----	----

5.1.2. DISTRIBUCION DE ACEROS (DIRECCION Y)

Anexo 6: Cálculo de cantidades de obra.

Cantidades de Obra para Edificación Residencial de 3 pisos con albañilería de Cautín									
Elemento Estructural: ZAPATAS									
Rubro:		Excavación (m3)							
Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m3)					
8	1,65	1,65	1,5	32,67					
4	2,10	2,10	1,5	26,46					
			TOTAL: 59,13						
Rubro:		Hormigón (m3)							
Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m3)					
8	1,65	1,65	0,30	6,534					
4	2,10	2,10	0,35	5,174					
			TOTAL: 12,71						
Rubro:		Acero (kg)							
Cantidad	Tipo	Numero	Díametro (mm)	Longitud (m)	Gancho	Longitud total (m)	Peso (kg/m)	Peso total (kg)	
8	C	16	14	1,50	0,2	1,90	1,208	293,89	
4	C	20	16	1,95	0,2	2,35	1,578	296,73	
							TOTAL:	590,61	
Rubro:		Encofrado (m2)							
Cantidad	Numero	Largo (m)	Altura (m)	Área (m2)					
8	4	1,65	0,30	15,84					
4	4	2,10	0,35	11,76					
			TOTAL: 27,6						
Elemento Estructural: COLUMNAS									
Rubro:		Hormigón (m3)							
Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m3)					
8	0,35	0,35	10,5	10,29					
4	0,4	0,4	10,5	6,72					
			TOTAL: 17,01						
Rubro:		Acero (kg)							
Cantidad	Tipo	Peso Total (kg)	Observación						
12	L	1320,02	Ver Anexo 4						
Rubro:		Encofrado (m2)							
Cantidad	Numero	Largo (m)	Altura (m)	Área (m2)					
8	4	0,35	10,5	117,6					
4	4	0,4	10,5	67,2					
			TOTAL: 184,8						
Elemento Estructural: VIGAS									
Rubro:		Hormigón (m3)							
Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m3)					
N+0,00m									
3	14	0,25	0,25	2,63					
4	10	0,25	0,25	2,5					
N+3,00m									
3	14	0,25	0,1	1,05					
2	6	0,25	0,15	0,45					
2	6	0,3	0,15	0,54					
4	4	0,25	0,05	0,2					
1	5	0,25	0,05	0,0625					
N+6,00m									
3	14	0,25	0,1	1,05					
2	6	0,25	0,15	0,45					
2	6	0,3	0,15	0,54					
4	4	0,25	0,05	0,2					
1	5	0,25	0,05	0,0625					
N+9,00m									
3	14	0,25	0,1	1,05					
4	6	0,25	0,15	0,9					
4	4	0,25	0,05	0,2					
			TOTAL: 11,88						
Rubro:		Acero (kg)							
Cantidad	Tipo	Peso Total (kg)	Observación						
12	L	1889,78	Ver Anexo 3						
Rubro:		Encofrado (m2)							
Cantidad	Largo (m)	Base (m)	Altura (m)	Perímetro (m)	Área (m2)	Descuento en losas			
N+0,00m									
3	14	0,25	0,25	0,5	21	0			
4	10	0,25	0,25	0,5	20	0			
N+3,00m									
2	14	0,25	0,1	0,6	16,8	7			
2	6	0,25	0,15	0,65	7,8	3			
2	4	0,25	0,05	0,55	4,4	2			
1	14	0,25	0,1	0,45	6,3	3,5			
2	6	0,3	0,15	0,6	7,2	3,6			
2	4	0,25	0,05	0,35	2,8	2			
1	5	0,25	0,05	0,35	1,75	1,25			
N+6,00m									
2	14	0,25	0,1	0,6	16,8	7			
2	6	0,25	0,15	0,65	7,8	3			
2	4	0,25	0,05	0,55	4,4	2			
1	14	0,25	0,1	0,45	6,3	3,5			
2	6	0,3	0,15	0,6	7,2	3,6			
2	4	0,25	0,05	0,35	2,8	2			
1	5	0,25	0,05	0,35	1,75	1,25			
N+9,00m									
2	14	0,25	0,1	0,6	16,8	7			
2	6	0,25	0,15	0,65	7,8	3			
2	4	0,25	0,05	0,55	4,4	2			
1	14	0,25	0,1	0,45	6,3	3,5			
2	6	0,25	0,15	0,55	6,6	3			
2	4	0,25	0,05	0,35	2,8	2			
					TOTAL: 179,80	65,20			
Elemento Estructural: LOSAS									
Rubro:		Hormigón (m3)							
Losa	Largo (m)	Ancho (m)	Volumen m3/m2		Volumen (m3)				
1-2-A-B	6	5	-		3,66				
1-2-B-C	5	4	-		2,44				
2-3-A-B	6	4	-		2,93				
2-3-B-C	4	4	0,122		1,95				
3-4-A-B	6	5	-		3,66				
3-4-B-C	5	4	-		2,44				
Gradas (-)	5	1,5	-		-0,92				
			TOTAL: 49,41						
Rubro:		Acero (kg)							
Cantidad	Tipo	Díametro (mm)	Longitud (m)	Gancho (m)	Longitud total (m)	Peso (kg/m)	Peso total (kg)		
18	C	10	10	0,04	181,44	0,617	111,9		
13	C	10	8,5	0,04	85,80	0,617	52,9		
12	C	12	6,24	0,05	31,92	0,617	19,0		
3	C	10	3,24	0,04	9,84	0,617	6,1		
9	C	10	8,24	0,04	74,52	0,617	45,9		
8	C	10	10,45	0,04	83,92	0,617	51,7		
8	C	10	3,95	0,04	31,92	0,617	19,7		
17	C	10	1,3	0,12	26,16	0,617	16,1		
20	C	12	3	0,14	65,76	0,888	58,4		
12	C	16	3	0,19	40,61	1,578	64,1		
8	C	12	3	0,14	35,30	0,888	23,4		
12	C	10	1,3	0,12	30,80	0,617	19,0		
18	C	10	1,5	0,12	31,32	0,617	19,3		
8	C	12	3,3	0,14	28,70	0,888	25,5		
20	C	14	3,3	0,17	72,72	1,208	87,9		
28	C	10	1	0,12	34,72	0,617	21,4		
							TOTAL:	2076,66	
Rubro:		Malla Electrosoldada R64 (m2)							
Losa	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)						
1-2-A-B	6	5	30						
1-2-B-C	5	4	20						
2-3-A-B	6	4	24						
2-3-B-C	4	4	16						
3-4-A-B	6	5	30						
3-4-B-C	5	4	20						
			TOTAL: 420						
Vigas (-)	-	-	-65,20						
Gradas (-)	5	1,5	-15						
			TOTAL: 339,80						
Rubro:		Encofrado (m2)							
Losa	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)						
1-2-A-B	6	5	30						
1-2-B-C	5	4	20						
2-3-A-B	6	4	24						
2-3-B-C	4	4	16						
3-4-A-B	6	5	30						
3-4-B-C	5	4	20						
			TOTAL: 420						
Vigas (-)	-	-	-65,20						
Gradas (-)	5	1,5	-15						
			TOTAL: 339,80						

Cantidades de Obra para Edificación Residencial de 3 pisos con alineamiento de Poliestireno									
Elemento Estructural: ZAPATAS									
Rubro:		Excavación (m3)							
Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m3)					
8	1,65	1,65	1,5	32,67					
4	2,10	2,10	1,5	26,46					
			TOTAL: 59,13						
Rubro:		Hormigón (m3)							
Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m3)					
8	1,65	1,65	0,30	6,534					
4	2,10	2,10	0,35	6,174					
			TOTAL: 12,71						
Rubro:		Acero (kg)							
Cantidad	Tipo	Numero	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Gancho (m)	Longitud total (m)	Peso (kg/m)	Peso total (kg)	
8	C	16	14	1,50	0,2	1,9	1,208	293,89	
4	C	20	16	1,95	0,2	2,35	1,578	296,73	
							TOTAL: 590,61		
Rubro:		Encofrado (m2)							
Cantidad	Numero	Largo (m)	Altura (m)	Area (m2)					
8	4	1,65	0,3	15,84					
4	4	2,10	0,35	11,76					
			TOTAL: 27,6						
Elemento Estructural: COLUMNAS									
Rubro:		Hormigón (m3)							
Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m3)					
8	0,35	0,35	10,5	10,29					
4	0,4	0,4	10,5	7,7					
			TOTAL: 17,91						
Rubro:		Acero (kg)							
Cantidad	Tipo	Peso Total (kg)		Observación					
12	L	1320,02		Ver Anexo 4					
Rubro:		Encofrado (m2)							
Cantidad	Numero	Largo (m)	Altura (m)	Area (m2)					
8	4	0,35	10,5	117,6					
4	4	0,4	10,5	67,2					
			TOTAL: 184,8						
Elemento Estructural: VIGAS									
Rubro:		Hormigón (m3)							
Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m3)					
N +0,00m									
3	14	0,25	0,25	2,6					
4	10	0,25	0,25	2,5					
N +3,00m									
3	14	0,25	0,1	1,05					
2	6	0,25	0,15	0,45					
2	6	0,3	0,15	0,54					
4	4	0,25	0,05	0,2					
1	5	0,25	0,05	0,0625					
N +6,00m									
3	14	0,25	0,1	1,05					
2	6	0,25	0,15	0,45					
2	6	0,3	0,15	0,54					
4	4	0,25	0,05	0,2					
1	5	0,25	0,05	0,0625					
N +9,00m									
3	14	0,25	0,1	1,05					
4	6	0,25	0,15	0,9					
4	4	0,25	0,05	0,2					
			TOTAL: 11,88						
Rubro:		Acero (kg)							
Cantidad	Tipo	Peso Total (kg)		Observación					
12	L	1893,37		Ver Anexo 3					
Rubro:		Encofrado (m2)							
Cantidad	Largo (m)	Base (m)	Altura (m)	Perímetro (m)	Area (m2)	Descuento en losas			
N +0,00m									
3	14	0,25	0,25	0,5	21	0			
4	10	0,25	0,25	0,5	20	0			
N +3,00m									
2	14	0,25	0,1	0,6	16,8	7			
2	6	0,25	0,15	0,65	7,8	3			
2	4	0,25	0,05	0,55	4,4	2			
1	14	0,25	0,1	0,45	6,3	3,5			
2	6	0,3	0,15	0,6	7,2	3,6			
2	4	0,25	0,05	0,35	2,8	2			
1	5	0,25	0,05	0,35	1,75	1,25			
N +6,00m									
2	14	0,25	0,1	0,6	16,8	7			
2	6	0,25	0,15	0,65	7,8	3			
2	4	0,25	0,05	0,55	4,4	2			
1	14	0,25	0,1	0,45	6,3	3,5			
2	6	0,3	0,15	0,6	7,2	3,6			
2	4	0,25	0,05	0,35	2,8	2			
1	5	0,25	0,05	0,35	1,75	1,25			
N +9,00m									
2	14	0,25	0,1	0,6	16,8	7			
2	6	0,25	0,15	0,65	7,8	3			
2	4	0,25	0,05	0,55	4,4	2			
1	14	0,25	0,1	0,45	6,3	3,5			
2	6	0,25	0,15	0,55	6,6	3			
2	4	0,25	0,05	0,35	2,8	2			
			TOTAL: 179,80 65,20						
Elemento Estructural: LOSAS									
Rubro:		Hormigón (m3)							
Losa	Largo (m)	Ancho (m)	Volumen m3/m2		Volumen (m3)				
1-2-A-B	6	5	0,122		3,66				
1-2-B-C	5	4			2,44				
2-3-A-B	6	4			2,93				
2-3-B-C	4	4			1,98				
3-4-A-B	6	5			3,66				
3-4-B-C	5	4	0,122		2,44				
Gradán (-)	5	1,5			-0,92				
			TOTAL: 49,41						
Rubro:		Acero (kg)							
Cantidad	Tipo	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Gancho (m)	Longitud total (m)	Peso (kg/m)	Peso total (kg)		
18	C	10	10	0,04	181,44	0,617	111,9		
12	C	10	8,4	0,5	83,90	0,617	52,9		
3	C	10	6,24	0,05	73,46	0,888	67,0		
3	C	10	3,24	0,04	9,84	0,617	6,1		
9	C	10	8,24	0,04	74,52	0,617	45,9		
8	C	10	10,45	0,04	83,92	0,617	51,7		
17	C	10	3,95	0,04	31,92	0,617	19,7		
17	C	10	1,3	0,12	26,18	0,617	16,1		
20	C	12	3	0,14	65,76	0,888	58,4		
12	C	16	3	0,19	40,61	1,578	64,1		
8	C	12	3	0,14	26,30	0,888	23,4		
20	C	10	1,3	0,12	30,80	0,617	19,0		
18	C	10	1,5	0,12	31,32	0,617	19,3		
8	C	12	3,3	0,14	28,70	0,888	25,5		
20	C	14	3	0,17	72,72	1,208	87,9		
28	C	10	1	0,12	34,72	0,617	21,4		
			TOTAL: 2070,66						
Rubro:		Malla Electrosoldada R64 (m2)							
Losa	Largo (m)	Ancho (m)	Area (m2)						
1-2-A-B	6	5	30						
1-2-B-C	5	4	20						
2-3-A-B	6	4	24						
2-3-B-C	4	4	16						
3-4-A-B	6	5	30						
3-4-B-C	5	4	20						
			TOTAL: 420						
Vigas (-)	-	-	-65,20						
Gradán (-)	5	1,5	-15						
			TOTAL: 339,80						
Rubro:		Encofrado (m2)							
Losa	Largo (m)	Ancho (m)	Area (m2)						
1-2-A-B	6	5	30						
1-2-B-C	5	4	20						
2-3-A-B	6	4	24						
2-3-B-C	4	4	16						
3-4-A-B	6	5	30						
3-4-B-C	5	4	20						
			TOTAL: 420						
Vigas (-)	-	-	-65,20						
Gradán (-)	5	1,5	-15						
			TOTAL: 339,80						

Cantidades de Obra para Edificación Residencial de 3 pisos con albiamiento de Bloque Pírex									
Elemento Estructural: ZAPATAS									
Rubro:		Excavación (m3)							
Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m3)					
6	1,5	1,5	1,5	20,25					
6	2,2	2,2	1,5	43,56					
				TOTAL: 63,81					
Rubro:		Hormigón (m3)							
Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m3)					
6	1,5	1,5	0,25	3,375					
6	2,2	2,2	0,4	11,616					
				TOTAL: 14,99					
Rubro:		Acero (kg)							
Cantidad	Tipo	Numero	Díametro (mm)	Longitud (m)	Gancho (m)	Longitud total (m)	Peso (kg/m)	Peso total (kg)	
6	C	12	14	1,35	0,2	1,75	1,208	152,26	
6	C	20	18	2,05	0,2	2,45	1,998	397,29	
								TOTAL: 739,55	
Elemento Estructural: COLUMNAS									
Rubro:		Hormigón (m3)							
Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m3)					
6	0,35	0,35	10,5	7,7175					
6	0,4	0,4	10,5	10,08					
				TOTAL: 17,80					
Rubro:		Acero (kg)							
Cantidad	Tipo	Peso Total (kg)		Observación					
12	L	1381,14		Ver Anexo 4					
Rubro:		Encofrado (m2)							
Cantidad	Numero	Largo (m)	Altura (m)	Área (m2)					
6	4	0,35	10,5	38,2					
6	4	0,4	10,5	100,8					
				TOTAL: 139					
Elemento Estructural: VIGAS									
Rubro:		Hormigón (m3)							
Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m3)					
N = +0,00m									
3	14	0,25	0,25	2,625					
4	10	0,25	0,25	2,5					
N = +3,00m									
3	14	0,25	0,1	1,05					
2	6	0,25	0,15	0,45					
2	6	0,3	0,15	0,54					
4	4	0,25	0,05	0,2					
1	5	0,25	0,05	0,0625					
N = +6,00m									
3	14	0,25	0,1	1,05					
2	6	0,25	0,15	0,45					
2	6	0,3	0,15	0,54					
4	4	0,25	0,05	0,2					
1	5	0,25	0,05	0,0625					
N = +9,00m									
3	14	0,25	0,1	1,05					
4	6	0,25	0,15	0,9					
4	4	0,25	0,05	0,2					
				TOTAL: 11,88					
Rubro:		Acero (kg)							
Cantidad	Tipo	Peso Total (kg)		Observación					
12	L	2091,56		Ver Anexo 3					
Rubro:		Encofrado (m2)							
Cantidad	Largo (m)	Altura (m)	Área (m2)	Perímetro (m)	Área (m2)	Descuento en losas			
N = +0,00m									
3	14	0,25	0,25	0,5	21	0			
4	10	0,25	0,25	0,5	20	0			
N = +3,00m									
2	14	0,25	0,1	0,6	16,8	7			
2	6	0,25	0,05	0,65	7,6	3			
2	4	0,25	0,05	0,55	4,4	2			
1	14	0,25	0,1	0,45	6,3	3,5			
2	6	0,3	0,15	0,6	7,2	3,6			
2	4	0,25	0,05	0,35	2,8	2			
1	5	0,25	0,05	0,35	1,75	1,25			
N = +6,00m									
2	14	0,25	0,1	0,6	16,8	7			
2	6	0,25	0,15	0,65	7,6	3			
2	4	0,25	0,05	0,55	4,4	2			
1	14	0,25	0,1	0,45	6,3	3,5			
2	6	0,3	0,15	0,6	7,2	3,6			
2	4	0,25	0,05	0,35	2,8	2			
1	5	0,25	0,05	0,35	1,75	1,25			
N = +9,00m									
2	14	0,25	0,1	0,6	16,8	7			
2	6	0,25	0,15	0,65	7,6	3			
2	4	0,25	0,05	0,55	4,4	2			
1	14	0,25	0,1	0,45	6,3	3,5			
2	6	0,3	0,15	0,6	7,2	3,6			
2	4	0,25	0,05	0,35	2,8	2			
				TOTAL: 179,80					
				65,20					
Elemento Estructural: LOSAS									
Rubro:		Hormigón (m3)							
Losas	Largo (m)	Ancho (m)	Volumen m3/m2		Volumen (m3)				
1-2-A-B	6	5	0,122		3,66				
1-2-B-C	5	2,44							
2-3-A-B	6	2,93							
2-3-B-C	4	1,95							
3-4-A-B	6	3,66							
3-4-B-C	5	4			2,44				
Gradas (-)	5	1,5			-0,92				
				TOTAL: 49,41					
Rubro:		Acero (kg)							
Cantidad	Tipo	Numero	Díametro (mm)	Longitud (m)	Gancho (m)	Longitud total (m)	Peso (kg/m)	Peso total (kg)	
18	C	10	10	0,04	181,44	0,617	111,9	111,9	
10	C	10	8,5	0,04	85,80	0,617	52,9	52,9	
12	C	12	6,24	0,05	75,46	0,888	67,0	67,0	
3	C	10	3,24	0,04	9,84	0,617	6,1	6,1	
9	C	10	8,24	0,04	74,52	0,617	45,9	45,9	
8	C	10	10,45	0,04	83,92	0,617	51,7	51,7	
8	C	10	3,95	0,04	31,92	0,617	19,7	19,7	
17	C	10	1,3	0,12	26,18	0,617	16,1	16,1	
12	C	14	3	0,17	40,03	1,208	48,4	48,4	
8	C	12	3	0,14	26,30	0,888	23,4	23,4	
12	C	18	3	0,22	41,18	1,998	82,3	82,3	
8	C	12	3	0,14	26,30	0,888	23,4	23,4	
20	C	10	1,3	0,12	30,80	0,617	19,0	19,0	
18	C	10	1,5	0,12	31,32	0,617	19,3	19,3	
20	C	14	3,3	0,17	72,72	1,208	87,9	87,9	
8	C	12	3,3	0,14	28,70	0,888	25,5	25,5	
28	C	10	1	0,12	34,72	0,617	21,4	21,4	
								TOTAL: 2165,22	
Rubro:		Malla Electrosoldada R64 (m2)							
Losas	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)						
1-2-A-B	6	5	30						
1-2-B-C	5	4	20						
2-3-A-B	6	4	24						
2-3-B-C	4	4	16						
3-4-A-B	6	5	30						
3-4-B-C	5	4	20						
			TOTAL: 420						
Vigas (-)	-	-	-65,20						
Gradas (-)	5	1,5	-15						
			TOTAL: 339,80						
Rubro:		Encofrado (m2)							
Losas	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)						
1-2-A-B	6	5	30						
1-2-B-C	5	4	20						
2-3-A-B	6	4	24						
2-3-B-C	4	4	16						
3-4-A-B	6	5	30						
3-4-B-C	5	4	20						
			TOTAL: 420						
Vigas (-)	-	-	-65,20						
Gradas (-)	5	1,5	-15						
			TOTAL: 339,80						

Cantidades de Obra para Edificación Residencial de 5 pisos con aliviamentado de Caserón									
Elemento Estructural: ZAPATAS									
Rubro:		Excavación (m3)							
Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m3)					
6	1.85	1.85	1.5	30.8025					
6	2.75	2.75	1.5	68.0625					
			TOTAL: 98.87						
Rubro:		Hormigón (m3)							
Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m3)					
6	1.85	1.85	0.35	7.18725					
6	2.75	2.75	0.5	22.6875					
			TOTAL: 29.87						
Rubro:		Acero (kg)							
Cantidad	Tipo	Numero	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Gancho (m)	Longitud total (m)	Peso (kg/m)	Peso total (kg)	
6	C	18	16	1.7	0.2	2.1	1.578	357.97	
6	C	32	18	2.6	0.2	3	1.998	1150.61	
							TOTAL: 1508.57		
Rubro:		Encofrado (m2)							
Cantidad	Numero	Largo (m)	Altura (m)	Área (m2)					
6	4	1.85	0.35	15.54					
6	4	2.75	0.5	33					
			TOTAL: 48.54						
Elemento Estructural: COLUMNAS									
Rubro:		Hormigón (m3)							
Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m3)					
6	0.35	0.35	16.5	12.1275					
6	0.4	0.4	16.5	15.84					
			TOTAL: 27.97						
Rubro:		Acero (kg)							
Cantidad	Tipo	Peso Total (kg)		Observación					
12	L	2179.48		Ver Anexo 4					
Rubro:		Encofrado (m2)							
Cantidad	Numero	Largo (m)	Altura (m)	Área (m2)					
6	4	0.35	16.5	138.6					
6	4	0.4	16.5	158.4					
			TOTAL: 297						
Elemento Estructural: VIGAS									
Rubro:		Hormigón (m3)							
Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m3)					
N +0.00m									
3	14	0.25	0.25	2.6					
4	10	0.25	0.25	2.5					
N +3.00m									
1	14	0.25	0.1	0.35					
2	14	0.3	0.15	1.26					
2	6	0.3	0.15	0.54					
2	6	0.35	0.2	0.84					
2	4	0.3	0.15	0.36					
2	4	0.25	0.05	0.1					
1	5	0.25	0.05	0.0625					
N +6.00m									
1	14	0.25	0.1	0.35					
2	14	0.3	0.15	1.26					
2	6	0.3	0.15	0.54					
2	6	0.35	0.2	0.84					
2	4	0.3	0.15	0.36					
2	4	0.25	0.05	0.1					
1	5	0.25	0.05	0.0625					
N +9.00m									
1	14	0.25	0.1	0.35					
2	14	0.3	0.15	1.26					
2	6	0.3	0.15	0.54					
2	6	0.35	0.2	0.84					
2	4	0.3	0.15	0.36					
2	4	0.25	0.05	0.1					
1	5	0.25	0.05	0.0625					
N +12.00m									
2	14	0.25	0.1	0.7					
1	14	0.3	0.15	0.63					
2	6	0.25	0.15	0.45					
2	6	0.35	0.2	0.84					
4	4	0.25	0.05	0.2					
1	5	0.25	0.05	0.0625					
N +15.00m									
3	14	0.25	0.1	1.05					
4	6	0.25	0.15	0.9					
4	4	0.25	0.05	0.2					
			TOTAL: 20.70						
Rubro:		Acero (kg)							
Cantidad	Tipo	Peso Total (kg)		Observación					
12	L	3343.54		Ver Anexo 3					
Rubro:		Encofrado (m2)							
Cantidad	Largo (m)	Altura (m)	Área (m2)	Perímetro (m)	Área (m2)	Descuento en losas			
N +0.00m									
3	14	0.25	0.25	0.5	21	0			
4	10	0.25	0.25	0.5	20	0			
N +3.00m									
1	14	0.25	0.1	0.6	8.4	3.5			
1	14	0.3	0.15	0.75	10.5	4.2			
2	6	0.3	0.15	0.75	9	3.6			
2	4	0.25	0.05	0.55	4.4	2			
1	14	0.3	0.15	0.6	8.4	4.2			
2	6	0.35	0.2	0.75	9	4.2			
2	4	0.3	0.15	0.6	4.8	2.4			
1	5	0.25	0.05	0.35	1.75	1.25			
N +6.00m									
1	14	0.25	0.1	0.6	8.4	3.5			
1	14	0.3	0.15	0.75	10.5	4.2			
2	6	0.3	0.15	0.75	9	3.6			
2	4	0.25	0.05	0.55	4.4	2			
1	14	0.3	0.15	0.6	8.4	4.2			
2	6	0.35	0.2	0.75	9	4.2			
2	4	0.3	0.15	0.6	4.8	2.4			
1	5	0.25	0.05	0.35	1.75	1.25			
N +9.00m									
1	14	0.25	0.1	0.6	8.4	3.5			
1	14	0.3	0.15	0.75	10.5	4.2			
2	6	0.3	0.15	0.75	9	3.6			
2	4	0.25	0.05	0.55	4.4	2			
1	14	0.3	0.15	0.6	8.4	4.2			
2	6	0.35	0.2	0.75	9	4.2			
2	4	0.3	0.15	0.6	4.8	2.4			
1	5	0.25	0.05	0.35	1.75	1.25			
N +12.00m									
2	14	0.25	0.1	0.6	16.8	7			
2	6	0.25	0.15	0.65	7.8	3			
2	4	0.25	0.05	0.55	4.4	2			
1	14	0.3	0.15	0.6	8.4	4.2			
2	6	0.35	0.2	0.75	9	4.2			
2	4	0.25	0.05	0.35	2.8	2			
1	5	0.25	0.05	0.35	1.75	1.25			
N +15.00m									
2	14	0.25	0.1	0.6	16.8	7			
2	6	0.25	0.15	0.65	7.8	3			
2	4	0.25	0.05	0.55	4.4	2			
1	14	0.25	0.1	0.45	6.3	3.5			
2	6	0.25	0.15	0.55	6.6	3			
2	4	0.25	0.05	0.35	2.8	2			
				TOTAL: 305.40 120.20					
Elemento Estructural: LOSAS									
Rubro:		Hormigón (m3)							
Losa	Largo (m)	Ancho (m)	Volumen m3/m2		Volumen (m3)				
1-2-A-B	6	5	3.66		3.66				
1-2-B-C	5	4	2.44		2.44				
2-3-A-B	6	4	2.93		2.93				
2-3-B-C	4	4	1.95		1.95				
3-4-A-B	6	5	3.66		3.66				
3-4-B-C	5	4	2.44		2.44				
Gradas (-)	5	1.5	-0.92		-0.92				
			TOTAL: 81.74						
Rubro:		Acero (kg)							
Cantidad	Tipo	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Gancho (m)	Longitud total (m)	Peso (kg/m)	Peso total (kg)		
18	C	10	10	0.04	10.44	0.617	111.9		
10	C	10	8.5	0.04	85.80	0.617	52.9		
12	C	12	6.24	0.05	75.46	0.888	67.0		
3	C	10	3.24	0.04	9.84	0.617	6.1		
9	C	10	8.24	0.04	74.52	0.617	45.9		
8	C	10	10.85	0.04	83.92	0.617	51.7		
8	C	10	3.95	0.04	31.92	0.617	19.7		
17	C	10	1.3	0.12	26.18	0.617	16.1		
20	C	12	3	0.14	65.76	0.888	58.4		
12	C	16	3	0.19	40.61	1.578	64.1		
8	C	12	0.1	0.12	26.30	0.888	23.4		
20	C	10	1.3	0.12	30.80	0.617	19.0		
18	C	10	1.5	0.12	31.32	0.617	19.3		
8	C	12	3.3	0.14	28.70	0.888	25.5		
20	C	14	3.3	0.17	72.72	1.208	87.9		
28	C	10	1	0.12	34.72	0.617	21.4		
							TOTAL: 3451.10		
Rubro:		Malla Electrosoldada R64 (m2)							
Losa	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)						
1-2-A-B	6	5	30						
1-2-B-C	5	4	20						
2-3-A-B	6	4	24						
2-3-B-C	4	4	16						
3-4-A-B	6	5	30						
3-4-B-C	5	4	20						
			TOTAL: 700						
Vigas (-)	-	-	-120.20						
Gradas (-)	5	1.5	-30						
			TOTAL: 549.80						
Rubro:		Encofrado (m2)							
Losa	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)						
1-2-A-B	6	5	30						
1-2-B-C	5	4	20						
2-3-A-B	6	4	24						
2-3-B-C	4	4	16						
3-4-A-B	6	5	30						
3-4-B-C	5	4	20						
			TOTAL: 700						
Vigas (-)	-	-	-120.20						
Gradas (-)	5	1.5	-30						
			TOTAL: 549.80						

Cantidades de Obra para Edificación Residencial de 7 pisos con aliviamiento de Caserón										
Elemento Estructural: ZAPATAS										
Rubro:		Excavación (m3)								
Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m3)						
6	2.3	2.3	1.5	47.61						
6	3.35	3.35	1.5	101.0025						
				TOTAL: 148.61						
Rubro:		Hormigón (m3)								
Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m3)						
6	2.3	2.3	0.4	12.096						
6	3.35	3.35	0.55	37.03425						
				TOTAL: 49.73						
Rubro:		Acero (kg)								
Cantidad	Tipo	Numero	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Gancho (m)	Longitud total (m)	Peso (kg/m)	Peso total (kg)		
6	C	26	16	2.15	0.2	2.55	1.578	627.86		
6	C	34	20	3.2	0.2	3.6	2.466	1811.14		
								TOTAL: 2439.00		
Rubro:		Encofrado (m2)								
Cantidad	Numero	Largo (m)	Altura (m)	Área (m2)						
6	4	2.3	0.4	22.08						
6	4	3.35	0.55	44.22						
				TOTAL: 66.3						
Elemento Estructural: COLUMNAS										
Rubro:		Hormigón (m3)								
Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m3)						
6	0.4	0.4	22.5	21.6						
6	0.45	0.45	22.5	27.3375						
				TOTAL: 48.94						
Rubro:		Acero (kg)								
Cantidad	Tipo	Peso Total (kg)	Observación							
12	L	3821.11	Ver Anexo 4							
Rubro:		Encofrado (m2)								
Cantidad	Numero	Largo (m)	Altura (m)	Área (m2)						
6	4	0.4	22.5	216						
6	4	0.45	22.5	243						
				TOTAL: 459						
Elemento Estructural: VIGAS										
Rubro:		Hormigón (m3)								
Cantidad	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Volumen (m3)						
N +0.00m										
3	14	0.25	0.25	2.63						
4	10	0.25	0.25	2.50						
N +3.00m										
2	14	0.3	0.15	1.26						
1	14	0.35	0.2	0.98						
4	6	0.35	0.2	1.68						
2	4	0.25	0.05	0.10						
2	4	0.3	0.15	0.36						
1	5	0.25	0.05	0.0625						
N +6.00m										
2	14	0.3	0.15	1.26						
1	14	0.35	0.2	0.98						
4	6	0.35	0.2	1.68						
2	4	0.25	0.05	0.10						
2	4	0.3	0.15	0.36						
1	5	0.25	0.05	0.0625						
N +9.00m										
2	14	0.3	0.15	1.26						
1	14	0.35	0.2	0.98						
4	6	0.35	0.2	1.68						
2	4	0.25	0.05	0.10						
2	4	0.3	0.15	0.36						
1	5	0.25	0.05	0.0625						
N +12.00m										
2	14	0.3	0.15	1.26						
1	14	0.35	0.2	0.98						
4	6	0.35	0.2	1.68						
2	4	0.25	0.05	0.10						
2	4	0.3	0.15	0.36						
1	5	0.25	0.05	0.0625						
N +15.00m										
2	14	0.25	0.1	0.7						
1	14	0.35	0.2	0.98						
2	6	0.3	0.15	0.54						
2	6	0.35	0.2	0.84						
2	4	0.25	0.05	0.1						
2	4	0.3	0.15	0.36						
1	5	0.25	0.05	0.0625						
N +18.00m										
2	14	0.25	0.1	0.7						
1	14	0.3	0.15	0.63						
2	6	0.3	0.15	0.54						
2	6	0.35	0.2	0.84						
4	4	0.25	0.05	0.2						
1	5	0.25	0.05	0.0625						
N +21.00m										
3	14	0.25	0.1	1.05						
4	6	0.25	0.15	0.9						
4	4	0.25	0.05	0.2						
				TOTAL: 31.60						
Rubro:		Acero (kg)								
Cantidad	Tipo	Peso Total (kg)	Observación							
12	L	4732.35	Ver Anexo 3							
Rubro:		Encofrado (m2)								
Cantidad	Largo (m)	Altura (m)	Área (m2)	Perímetro (m)	Área (m2)	Descuento en losas				
N +0.00m										
3	14	0.25	0.25	0.5	21	0				
4	10	0.25	0.25	0.5	20	0				
N +3.00m										
2	14	0.3	0.15	0.75	21	8.4				
2	6	0.35	0.2	0.9	10.8	4.2				
2	4	0.25	0.05	0.55	4.4	2				
1	14	0.35	0.2	0.75	10.5	4.9				
2	6	0.35	0.2	0.75	9	4.2				
2	4	0.3	0.15	0.6	4.8	2.4				
1	5	0.25	0.05	0.35	1.75	1.25				
N +6.00m										
2	14	0.3	0.15	0.75	21	8.4				
2	6	0.35	0.2	0.9	10.8	4.2				
2	4	0.25	0.05	0.55	4.4	2				
1	14	0.35	0.2	0.75	10.5	4.9				
2	6	0.35	0.2	0.75	9	4.2				
2	4	0.3	0.15	0.6	4.8	2.4				
1	5	0.25	0.05	0.35	1.75	1.25				
N +9.00m										
2	14	0.3	0.15	0.75	21	8.4				
2	6	0.35	0.2	0.75	9	4.2				
2	4	0.25	0.05	0.55	4.4	2				
1	14	0.35	0.2	0.75	10.5	4.9				
2	6	0.35	0.2	0.75	9	4.2				
2	4	0.3	0.15	0.6	4.8	2.4				
1	5	0.25	0.05	0.35	1.75	1.25				
N +12.00m										
2	14	0.3	0.15	0.75	21	8.4				
2	6	0.35	0.2	0.9	10.8	4.2				
2	4	0.25	0.05	0.55	4.4	2				
1	14	0.35	0.2	0.75	10.5	4.9				
2	6	0.35	0.2	0.75	9	4.2				
2	4	0.3	0.15	0.6	4.8	2.4				
1	5	0.25	0.05	0.35	1.75	1.25				
N +15.00m										
2	14	0.25	0.1	0.6	16.8	7				
2	6	0.3	0.15	0.75	9	3.6				
2	4	0.25	0.05	0.55	4.4	2				
1	14	0.35	0.2	0.75	10.5	4.9				
2	6	0.35	0.2	0.75	9	4.2				
2	4	0.3	0.15	0.6	4.8	2.4				
1	5	0.25	0.05	0.35	1.75	1.25				
N +18.00m										
2	14	0.25	0.1	0.6	16.8	7				
2	6	0.3	0.15	0.75	9	3.6				
2	4	0.25	0.05	0.55	4.4	2				
N +21.00m										
1	14	0.3	0.15	0.6	8.4	4.2				
2	6	0.35	0.2	0.75	9	4.2				
2	4	0.25	0.05	0.35	2.8	2				
1	5	0.25	0.05	0.35	1.75	1.25				
						TOTAL: 447.10 181.90				
Elemento Estructural: LOSAS										
Rubro:		Hormigón (m3)								
Losa	Largo (m)	Ancho (m)	Volumen (m3)	Volumen (m3)						
1-2-A-B	6	5	3.66	3.66						
2-3-B-C	5	4	2.44	2.44						
1-2-A-B	6	4	2.93	2.93						
2-3-B-C	4	4	1.06	1.06						
3-4-A-B	6	5	3.66	3.66						
3-4-B-C	5	4	2.44	2.44						
Gratán (-)	5	1.5	-0.92	-0.92						
				TOTAL: 114.07						
Rubro:		Acero (kg)								
Cantidad	Tipo	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Gancho (m)	Longitud total (m)	Peso (kg/m)	Peso total (kg)			
18	C	10	10	0.04	101.44	0.617	111.9			
10	C	10	8.5	0.04	85.80	0.617	52.0			
12	C	12	6.24	0.05	75.46	0.888	67.0			
3	C	10	1.3	0.12	25.18	0.617	15.1			
9	C	10	8.24	0.04	74.52	0.617	45.9			
8	C	10	10.45	0.04	81.92	0.617	51.7			
8	C	10	3.95	0.04	34.92	0.617	19.5			
17	C	10	1.3	0.12	25.18	0.617	15.1			
20	C	12	4.1	0.14	65.76	0.888	58.4			
12	C	16	3	0.19	40.61	1.578	64.1			
8	C	12	1.6	0.14	28.30	0.888	24.6			
20	C	10	1.3	0.12	30.80	0.617	19.0			
18	C	10	1.5	0.12	31.32	0.617	19.3			
8	C	12	3.3	0.14	28.70	0.888	25.5			
20	C	14	3.3	0.17	72.72	1.208	87.9			
28	C	10	1	0.12	34.72	0.617	21.4			
								TOTAL: 4831.54		
Rubro:		Malla Electrozincada R64 (m2)								
Losa	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Área (m2)						
1-2-A-B	6	5	30	30						
2-3-B-C	5	4	20	20						
1-2-B-C	4	4	24	24						
2-3-B-C	4	4	16	16						
3-4-A-B	6	5	30	30						
3-4-B-C	5	4	20	20						
				TOTAL: 980						
Vigas (-)	-	-	-181.90	-181.90						
Gratán (-)	-	1.5	-45	-45						
				TOTAL: 753.10						
Rubro:		Encofrado (m2)								
Losa	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)	Área (m2)						
1-2-A-B	6	5	30	30						
2-3-B-C	5	4	20	20						
2-3-A-B	6	4	24	24						
2-3-B-C	4	4	16	16						
3-4-A-B	6	5	30	30						
3-4-B-C	5	4	20	20						
				TOTAL: 980						
Vigas (-)	-	-	-181.90	-181.90						
Gratán (-)	-	1.5	-45	-45						
				TOTAL: 753.10						

Anexo 7: Análisis de precios unitarios.

Item: 1.001
Código: 504001
Descrip.: Excavación a máquina con retroexcavadora
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102004	Retroexcavadora	Hora	1,0000	25,00	0,0385	0,96
Subtotal de Equipo:						0,96

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0,00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0,00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		3,0000	3,51	0,0385	0,41
423011	Operador de retroexcavadora		1,0000	3,93	0,0385	0,15
405006	Técnico obras civiles		1,0000	3,74	0,0154	0,06
Subtotal de Mano de Obra:						0,62

Costo Directo Total: 1,58

COSTOS INDIRECTOS		
	0 %	0,00

Precio Unitario Total	1,58
------------------------------------	-------------

Item: 1.002
Código: 507005
Descrip.: Hormigón simple f' c = 240 kg/cm2
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102010	Concretera un saco	Hora	1,0000	3,15	0,7600	2,39
112001	Herramientas varias	Hora	5,0000	0,40	0,7600	1,52
Subtotal de Equipo:						3,91

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
223002	Cemento Portland Tipo I puesto en	saco	8,0000	7,90		63,20
2EI005	Arena puesta en obra	m3	0,6000	20,00		12,00
2EI006	Grava puesta en obra	m3	1,0000	21,00		21,00
2EA073	Agua	lt	180,0000	0,01		1,80
Subtotal de Materiales:						98,00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0,00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		5,0000	3,51	0,7600	13,34
405006	Técnico obras civiles		1,0000	3,74	0,3800	1,42
Subtotal de Mano de Obra:						14,76

Costo Directo Total: 116,67

COSTOS INDIRECTOS						
					0 %	0,00

Precio Unitario Total	116,67
------------------------------------	---------------

Item: 1.003
Código: 513029
Descripción: Acero de refuerzo (fy=4200 Kg/cm2)
Unidad: kg

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	2,0000	0,40	0,0300	0,02
Subtotal de Equipo:						0,02

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
202001	Acero en varillas	kg	1,0500	1,11		1,17
2EA083	Varios	Global	0,0250	1,60		0,04
209001	Alambre de amarre No. 18 negro re	kg	0,0500	2,05		0,10
Subtotal de Materiales:						1,31

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0,00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		2,0000	3,51	0,0300	0,21
403004	Fierrero		1,0000	3,55	0,0300	0,11
405006	Técnico obras civiles		1,0000	3,74	0,0090	0,03
Subtotal de Mano de Obra:						0,35

Costo Directo Total: 1,68

COSTOS INDIRECTOS						
					0 %	0,00

Precio Unitario Total	1,68
------------------------------------	-------------

Item: 1.004
Código: 500346
Descrip.: Encofrado recto
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
117012	Equipo menor	Hora	1,0000	0,20	0,2000	0,04
Subtotal de Equipo:						0,04

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
253002	Pingos de eucalipto	m	3,5000	0,80		2,80
253005	Tiras de eucalipto 4 x 5 x 300 cm	u	0,5000	1,08		0,54
2EA084	Clavos	kg	0,2000	1,91		0,38
253003	Tabla de encofrado 28 x 3 cm x 300	u	0,9000	2,70		2,43
Subtotal de Materiales:						6,15

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0,00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403005	Carpintero		1,0000	3,55	0,5000	1,78
402015	Peón		1,0000	3,51	0,5000	1,76
Subtotal de Mano de Obra:						3,54

Costo Directo Total: 9,73

COSTOS INDIRECTOS						
					0 %	0,00

Precio Unitario Total	9,73
------------------------------------	-------------

Item: 2.003
Código: 512037
Descrip.: Encofrado de madera para columnas (2 usos)
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1,0000	0,40	0,6000	0,24
Subtotal de Equipo:						0,24

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
253004	Tabla ordinaria de monte 28 x 2.5 x	u	0,7100	2,50		1,78
2EQ003	Tiras de eucalipto 4 x 5 x 300 cm.	u	0,4200	1,07		0,45
2EA084	Clavos	kg	0,2000	1,91		0,38
253002	Pingos de eucalipto	m	1,2600	0,80		1,01
209001	Alambre de amarre No. 18 negro re	kg	0,0750	2,05		0,15
Subtotal de Materiales:						3,77

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0,00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		2,0000	3,51	0,6000	4,21
403001	Albañil		1,0000	3,55	0,6000	2,13
405006	Técnico obras civiles		1,0000	3,74	0,1800	0,67
Subtotal de Mano de Obra:						7,01

Costo Directo Total: 11,02

COSTOS INDIRECTOS						
					0 %	0,00

Precio Unitario Total	11,02
------------------------------------	--------------

Item: 3.001
Código: 500098
Descrip.: Hormigón Simple 240 kg/cm2
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102010	Concretera un saco	Hora	1,0000	3,15	0,7600	2,39
117012	Equipo menor	Hora	1,0000	0,20	0,7600	0,15
102014	Vibrador	Hora	1,0000	1,80	0,7600	1,37
Subtotal de Equipo:						3,91

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
223002	Cemento Portland Tipo I puesto en	saco	8,0000	7,90		63,20
2EI005	Arena puesta en obra	m3	0,6000	20,00		12,00
2EI006	Grava puesta en obra	m3	1,0000	21,00		21,00
2EA073	Agua	lt	180,0000	0,01		1,80
Subtotal de Materiales:						98,00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0,00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		5,0000	3,51	0,7600	13,34
403001	Albañil		1,0000	3,55	0,7600	2,70
403002	Operador de equipo liviano		1,0000	3,55	0,7600	2,70
Subtotal de Mano de Obra:						18,74

Costo Directo Total: 120,65

COSTOS INDIRECTOS						
					0 %	0,00

Precio Unitario Total	120,65
------------------------------------	---------------

Item: 3.003
Código: 512041
Descripción: Encofrado de madera para vigas (2 usos)
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1,0000	0,40	0,2000	0,08
Subtotal de Equipo:						0,08

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
253004	Tabla ordinaria de monte 28 x 2.5 x	u	0,7100	2,50		1,78
2EQ003	Tiras de eucalipto 4 x 5 x 300 cm.	u	0,8000	1,07		0,86
2EA084	Clavos	kg	0,1500	1,91		0,29
253002	Pingos de eucalipto	m	1,6000	0,80		1,28
Subtotal de Materiales:						4,21

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0,00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		2,0000	3,51	0,2000	1,40
403001	Albañil		1,0000	3,55	0,2000	0,71
405006	Técnico obras civiles		1,0000	3,74	0,0600	0,22
Subtotal de Mano de Obra:						2,33

Costo Directo Total: 6,62

COSTOS INDIRECTOS						
					0 %	0,00

Precio Unitario Total	6,62
------------------------------------	-------------

Item: 4.003
Código: 512027
Descrip.: Encofrado de madera para losas (2 usos)
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	3,0000	0,40	0,2000	0,24
Subtotal de Equipo:						0,24

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
253002	Pingos de eucalipto	m	3,5000	0,80		2,80
253004	Tabla ordinaria de monte 28 x 2.5 x	u	0,8000	2,50		2,00
253005	Tiras de eucalipto 4 x 5 x 300 cm	u	0,5000	1,08		0,54
2EA084	Clavos	kg	0,1500	1,91		0,29
Subtotal de Materiales:						5,63

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0,00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		2,0000	3,51	0,2000	1,40
403001	Albañil		1,0000	3,55	0,2000	0,71
405006	Técnico obras civiles		1,0000	3,74	0,3000	1,12
Subtotal de Mano de Obra:						3,23

Costo Directo Total: 9,10

COSTOS INDIRECTOS						
					0 %	0,00

Precio Unitario Total	9,10
------------------------------------	-------------

Item: 4.004
Código: 513026
Descrip.: Malla electrosoldada R-64
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	2,0000	0,40	0,1000	0,08
Subtotal de Equipo:						0,08

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200098	Malla R64	m2	1,0000	1,13		1,13
Subtotal de Materiales:						1,13

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0,00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		2,0000	3,51	0,1000	0,70
405006	Técnico obras civiles		1,0000	3,74	0,0200	0,07
Subtotal de Mano de Obra:						0,77

Costo Directo Total: 1,98

COSTOS INDIRECTOS		
	0 %	0,00

Precio Unitario Total	1,98
------------------------------------	-------------

Item: 4.005
Código: 540090
Descripción: Caseton para alivianar losas 40x40x20
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1,0000	0,40	1,0000	0,40
Subtotal de Equipo:						0,40

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
2EA235	Caseton para aliviar losas 40x40x20	u	1,0000	0,15		0,15
Subtotal de Materiales:						0,15

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0,00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albañil		1,0000	3,55	0,1000	0,36
405006	Técnico obras civiles		1,0000	3,74	0,0100	0,04
Subtotal de Mano de Obra:						0,40

Costo Directo Total: 0,95

COSTOS INDIRECTOS		
	0 %	0,00

Precio Unitario Total	0,95
------------------------------------	-------------

Item: 4.006
Código: 540196
Descripción: Bloque de poliestireno 40x40x20
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1,0000	0,40	1,0000	0,40
Subtotal de Equipo:						0,40

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200906	Bloque de poliestireno 40x40x20	u	1,0000	1,65		1,65
Subtotal de Materiales:						1,65

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0,00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albañil		1,0000	3,55	0,0700	0,25
405006	Técnico obras civiles		1,0000	3,74	0,0100	0,04
Subtotal de Mano de Obra:						0,29

Costo Directo Total: 2,34

COSTOS INDIRECTOS		
	0 %	0,00

Precio Unitario Total	2,34
------------------------------------	-------------

Item: 4.007
Código: 500177
Descrip.: Bloque alivianado de 20x20x40
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100011	Herramienta manual	Hora	1,0000	0,40	0,0200	0,01
Subtotal de Equipo:						0,01

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
200509	Bloque alivianado 20X20X40 CM.VI	u	1,0000	0,45		0,45
Subtotal de Materiales:						0,45

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0,00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		1,0000	3,51	0,0200	0,07
403001	Albañil		1,0000	3,55	0,0200	0,07
404011	Maestro mayor en ejecución de obras civiles		1,0000	3,93	0,0200	0,08
Subtotal de Mano de Obra:						0,22

Costo Directo Total: 0,68

COSTOS INDIRECTOS						
					0 %	0,00

Precio Unitario Total	0,68
------------------------------------	-------------

ANEXOS

BIBLIOTECARIOS

Cuenca, 22 de julio de 2019

Ingeniero
Paúl Illescas Cárdenas
DOCENTE TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA – SEDE AZOGUES
Su despacho.

ASUNTO: Informe de similitud Turnitin

REFERENCIA: Oficio con fecha 22 de julio de 2019

Reciba un cordial y atento saludo, al mismo tiempo que aprovecho para desearle éxitos en sus funciones.

Adjunto al presente el informe de *Similitud Turnitin* del trabajo de titulación "*Análisis del empleo de bloques de poliestireno, bloques de pómez y casetones plásticos para el alivianamiento de lasas reticulares en edificaciones multifamiliares*" elaborado por la estudiante MACANCELA CÓRDOVA LEONARDO SAÚL. El resultado se detalla en el cuadro que se presenta a continuación, con un índice de similitud el 9%:

Macancela_Cordova_E1

INFORME DE ORIGINALIDAD

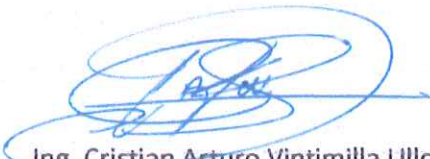
9%	10%	0%	10%
ÍNDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	3%
2	calculistaestructural.com Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante	1%

Particular que pongo a su conocimiento para fines pertinentes.

Atentamente,
DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO


Ing. Cristian Arturo Vintimilla Ulloa MSc.
UNIDAD DE TITULACIÓN - INGENIERÍA CIVIL SEDE AZOGUES

*Recibido
22/07/2019*


INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE
INTERNET

0%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

dspace.ucuenca.edu.ec

Fuente de Internet

3%

2

calculistaestructural.com

Fuente de Internet

1%

3

Submitted to Universidad Catolica De Cuenca

Trabajo del estudiante

1%

4

bibdigital.epn.edu.ec

Fuente de Internet

1%

5

Submitted to Escuela Politecnica Nacional

Trabajo del estudiante

1%

6

documents.tips

Fuente de Internet

1%

7

docplayer.es

Fuente de Internet

1%

8

www.slideshare.net

Fuente de Internet

1%

9

www.repositorio.usac.edu.gt

Fuente de Internet

1%

10

www.ptolomeo.unam.mx:8080

Fuente de Internet

<1 %

11

laarquitecturayconstruccion.blogspot.com

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 75 words

Excluir bibliografía

Activo

Asunto: Permiso del Autor de Tesis para Subir al Reposito Institucional.

Señor.

Byron Alfonso Torres Romo

Bibliotecario Sede Azogues

Universidad Católica De Cuenca

Yo Leonardo Saúl Macancela Córdova, portador de la cédula de ciudadanía Nro. 0302308119. En la calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Análisis del Empleo de Bloques de Poliestireno, Bloques de Pómez y Casetones Plásticos para el Alivianamiento de Losas Reticulares en Edificaciones Multifamiliares”**, de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Así mismo, autorizo a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 114 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Atentamente



Leonardo Saúl Macancela Córdova

C.I: 0302308119



EL Bibliotecario de la Sede Azogues

CERTIFICA:

Que: **MACANCELA CÓRDOVA LEONARDO SAÚL**, con cédula de ciudadanía Nro. **0302308119**, de la Carrera de **Ingeniería Civil**.

No adeuda libros, a esta fecha: **26 de julio de 2019**

Eco. Fabián Rodríguez Herrera

Bibliotecario

Biblioteca Universitaria
MONS. "FROILAN POZO QUEVEDO"