



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO ESTRUCTURAL DE UN
EDIFICIO EMPLEANDO LOSAS ALIGERADAS CON
POLIESTIRENO EXPANDIDO VERSUS LADRILLO DE ARCILLA**

PRESENTADA POR

ANTHONY BRYAN COSINGA PÉREZ

RODOLFO ANDRÉS GÓMEZ DEL ÁGUILA

ASESOR

ARMANDO NAVARRO PEÑA

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2017



**Reconocimiento - No comercial – Compartir igual
CC BY-NC-SA**

Los autores permiten transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO ESTRUCTURAL DE UN
EDIFICIO EMPLEANDO LOSAS ALIGERADAS CON POLIESTIRENO
EXPANDIDO VERSUS LADRILLO DE ARCILLA**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

**COSINGA PÉREZ, ANTHONY BRYAN
GÓMEZ DEL ÁGUILA, ROLDOFO ANDRÉS**

LIMA – PERÚ

2017

Dedicatoria

A Dios por guiarnos en este proyecto de investigación, darnos la fortaleza y así seguir con el objetivo de ser mejores profesionales.

A sí mismo a nuestros padres por creer en nosotros y darnos confianza para lograr el éxito.

Agradecimiento

Expresamos nuestro agradecimiento a la “Universidad de San Martín de Porres” por apostar en la educación de nuestro país; a nuestros asesores y maestros por sus conocimientos.

A nuestros familiares ya que nos acompañaron y motivaron a seguir adelante en este proyecto.

ÍNDICE

RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN	XVII
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Características del proyecto	1
1.2 Antecedentes	1
1.3 Formulación del problema	2
1.4 Objetivos	3
1.5 Justificación e importancia	3
1.6 Alcances y limitaciones	4
1.7 Viabilidad	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1 Antecedentes de investigación	5
2.2 Reseña histórica	6
2.3 Bases teóricas	7
2.4 Marco conceptual	28
2.5 Formulación de hipótesis	34
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	35
3.1 Tipo de investigación	35
3.2 Diseño de investigación	36
3.3 Variables	36
3.4 Técnica de investigación	37
3.5 Instrumentos de la investigación	38

3.6 Caso de estudio	38
3.7 Procesamiento de datos	38
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	39
4.1 Diseño estructural	39
4.2 Predimensionamiento	39
Fuente: Elaborado por los autores.	114
4.3 Diseño estructural con casetón de poliestireno	115
4.4 Metrados	120
4.5 Análisis de precios unitarios	136
4.6 Costo estructural	148
4.7 Interpretación de resultados	150
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	151
5.1 Discusión	151
CONCLUSIONES	152
RECOMENDACIONES	153
FUENTES DE CONSULTA	154
ANEXOS	156

ÍNDICE DE TABLAS

Página

TABLA 1: Comparación del poliestireno y ladrillo de arcilla expandido en el mercado.	13
TABLA 2: Características de los casetones de eps.	14
TABLA 3: Costo de hora hombre en obras de edificación.	26
TABLA 4: Porcentaje de desperdicio.	28
TABLA 5: Variable dependiente.	37
TABLA 6: Peralte de losa según luces máximas.	39
TABLA 7: Características de la columna excéntrica.	43
TABLA 8: Características de la columna céntrica.	43
TABLA 9: Factores de zona.	44
TABLA 10: Categoría de la edificación y factor de uso.	45
TABLA 11: Factor de uso.	46
TABLA 12: Periodos t_p y t_l .	46
TABLA 13: Coeficiente de amplificación sísmica.	48
TABLA 14: Coeficiente básico de reducción.	49
TABLA 15: Combinaciones de carga.	56
TABLA 16: Cargas vivas mínimas repartidas.	57
TABLA 17: Coeficiente de amplificación sísmica.	60
TABLA 18: Datos de la edificación.	61

TABLA 19: Comparación del poliestireno y ladrillo de arcilla expandido en el mercado.	70
TABLA 20: Momentos y cargas axiales de las columnas en el eje c.	78
TABLA 21: Momentos y cargas axiales de las columnas en el eje b.	94
TABLA 22: Cuadro de zapatas calculadas.	114
TABLA 23: Peso por m² de losa aligerada.	115
TABLA 24: Peso de las losas aligeradas con poliestireno expandido.	116
TABLA 25: Cuadro de desplazamiento y distorsión en el eje x utilizando ladrillo de arcilla.	116
TABLA 26: Cuadro de desplazamiento y distorsión en el eje y utilizando ladrillo de arcilla.	117
TABLA 27: Cuadro de desplazamiento y distorsión en el eje x utilizando poliestireno expandido.	117
TABLA 28: Cuadro de desplazamiento y distorsión en el eje y utilizando poliestireno expandido.	117
TABLA 29: Porcentajes de variación en la deriva inelástica en ambos ejes.	118
TABLA 30: Cortante en ambos ejes utilizando losas aligeradas con ladrillo de arcilla.	118
TABLA 31: Cortante en ambos ejes utilizando losas aligeradas con casetón de poliestireno expandido.	119
TABLA 32: Porcentajes de variación en la cortante basal en ambos ejes.	119
TABLA 33: Metrado del concreto simple.	120
TABLA 34: Metrado de concreto, zapatas.	120
TABLA 35: Metrado de concreto, viga de cimentación.	120

TABLA 36: Metrado de concreto, columnas y placas.	121
TABLA 37: Metrado de concreto, vigas.	122
TABLA 38: Metrado de losa aligerada.	123
TABLA 39: Metrado de concreto, escalera.	124
TABLA 40: Metrado de encofrado, columnas y placas.	125
TABLA 41: Metrado de encofrado, vigas.	126
TABLA 42: Metrado de encofrado, losa aligerada.	127
TABLA 43: Metrado de encofrado, escalera.	127
TABLA 44: Hoja de metrado de acero, zapata.	128
TABLA 45: Metrado de acero, columnas y placas.	129
TABLA 46: Metrado de acero, vigas.	130
TABLA 47: Metrado de acero, losa aligerada.	131
TABLA 48: Metrado para cantidad de ladrillos.	132
TABLA 49: Comparación del volumen del concreto.	132
TABLA 50: Comparación del área de encofrado.	133
TABLA 51: Comparación del peso del acero.	134
TABLA 52: Comparación del ladrillo de arcilla versus el poliestireno expandido.	134
TABLA 53: Consolidación de metrados.	135
TABLA 54: Análisis de costos, concreto para solado.	136

TABLA 55: Análisis de costos, concreto cimiento corrido.	137
TABLA 56: Análisis de costos, concreto columnas y placas.	137
TABLA 57: Análisis de costos, concreto zapata.	138
TABLA 58: Análisis de costos, concreto vigas.	138
TABLA 59: Análisis de costos, concreto en subzapata.	139
TABLA 60: Análisis de costos, concreto vigas de cimentación.	139
TABLA 61: Análisis de costos, concreto en losa aligerada.	140
TABLA 62: Análisis de costos, concreto en escalera.	140
TABLA 63: Análisis de costos, curado de superficie en cimientos.	141
TABLA 64: Análisis de costos, curado de superficie.	141
TABLA 65: Análisis de costos, curado de superficie de subzapta.	142
TABLA 66: Análisis de costos, encofrado y desencofrado.	142
TABLA 67: Análisis de costos, acero corrugado.	143
TABLA 68: Análisis de costo unitario colocación de ladrillo de arcilla.	143
TABLA 69: Análisis de precio unitario colocación del poliestireno expandido.	144
TABLA 70: Análisis de costos, tarrajeo de cielo raso.	146
TABLA 71: Análisis de precio unitario colocación del poliestireno expandido.	147
TABLA 72: Costo estructural con aligerado de ladrillo de arcilla.	148
TABLA 73: Costo estructural con aligerado con polietireno expandido.	149

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

<i>FIGURA N°1:</i> CORTE DE LOSA ALIGERADA CONVENCIONAL.	2
<i>FIGURA N°2:</i> DIMENSIONES DE LOSAS ALIGERADAS CON RELLENOS PERMANENTES.	8
<i>FIGURA N° 3:</i> SISTEMA DE ENTREPISO.	9
<i>FIGURA N°4:</i> DETALLE DE VIGUETA VIGACERO.	11
<i>FIGURA N°5:</i> DETALLE DE VIGUETA PRETENSADA.	11
<i>FIGURA N°6:</i> CORTE DE ALIGERADO CON VIGUETA TIPO TRALICHO.	12
<i>FIGURA N°8:</i> CASETÓN DE POLIESTIRENO EXPANDIDO.	14
<i>FIGURA N°9:</i> BOVEDILLA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO.	15
<i>FIGURA N°11:</i> SECCIONES DE COLUMNAS.	19
<i>FIGURA N°12:</i> SENTIDO DE ALIGERADO.	39
<i>FIGURA N°13:</i> SECCIONES DE VIGAS EN PLANTA.	40
<i>FIGURA N°14:</i> ÁREAS TRIBUTARIAS DE COLUMNAS.	42
<i>FIGURA N°15:</i> PERFIL DEL EDIFICIO.	47
<i>FIGURA N°16:</i> UBICACIÓN DE PLACAS.	51
<i>FIGURA N°17:</i> SOFTWARE ETABS 2016.	52
<i>FIGURA N°18:</i> CREACIÓN DE GRIDS EN ETABS 2016.	53
<i>FIGURA N°19:</i> DEFINICIÓN DE MATERIALES EN ETABS 2016	53

<i>FIGURA N°20:</i> DEFINICIÓN DE SECCIÓN DE VIGA EN ETABS 2016.	54
<i>FIGURA N°21:</i> DEFINICIÓN DE LOSA ALIGERADA EN ETABS 2016.	54
<i>FIGURA N°22:</i> MODELADO DE EDIFICACIÓN ETABS 2016.	55
<i>FIGURA N°23:</i> ASIGNACIÓN DE EMPOTRAMIENTO EN ETABS 2016.	55
<i>FIGURA N°24:</i> DEFINICIÓN DE CARGAS EN ETABS 2016.	56
<i>FIGURA N°25:</i> DEFINICIÓN DE COMBINACIONES DE CARGA EN ETABS 2016.	56
<i>FIGURA N°26:</i> CORTE EN ALTURA CON CARGA VIVA.	57
<i>FIGURA N°27:</i> ASIGNACIÓN DE CARGAS EN ETABS 2016.	58
<i>FIGURA N°28:</i> DEFINICIÓN DEL PESO DE SERVICIO EN ETABS 2016.	59
<i>FIGURA N°29:</i> DIAFRAGMA RÍGIDO EN ETABS 2016.	59
<i>FIGURA N°30:</i> PERIODO FUNDAMENTAL EN ETABS 2016.	60
<i>FIGURA N°31:</i> COEFICIENTE DE CORTANTE BASAL EN ETABS 2016.	61
<i>FIGURA N°32:</i> ESPECTRO DE PSEUDO ACELERACIÓN X-X.	63
<i>FIGURA N°33:</i> ESPECTRO DE PSEUDO ACELERACIÓN Y-Y.	63
<i>FIGURA N°34:</i> DEFINICIÓN DE ESPECTROS EN ETABS 2016.	64
<i>FIGURA N°35:</i> DEFINICIÓN DE ESPECTROS EN ETABS 2016.	64
<i>FIGURA N°36:</i> CUANTÍA DE ACERO EN PÓRTICO DEL EJE 1 EN ETABS 2016.	65
<i>FIGURA N°37:</i> CUANTÍA DE ACERO EN PÓRTICO DEL EJE 2 EN ETABS 2016.	66
<i>FIGURA N°38:</i> CUANTÍA DE ACERO EN PÓRTICO DEL EJE 3 EN ETABS 2016.	66

<i>FIGURA N°39:</i> CUANTÍA DE ACERO EN PÓRTICO DEL EJE 4 EN ETABS 2016.	67
<i>FIGURA N°40:</i> CUANTÍA DE ACERO EN PÓRTICO DEL EJE 5 EN ETABS 2016.	67
<i>FIGURA N°41:</i> CUANTÍA DE ACERO EN PÓRTICO DEL EJE 6.	68
<i>FIGURA N°42:</i> CUANTÍA DE ACERO EN PÓRTICO DEL EJE A EN ETABS 2016.	68
<i>FIGURA N°43:</i> CUANTÍA DE ACERO EN PÓRTICO DEL EJE B EN ETABS 2016.	69
<i>FIGURA N°44:</i> CUANTÍA DE ACERO EN PÓRTICO DEL EJE C EN ETABS 2016.	69
<i>FIGURA N°45:</i> CORTE EN ALTURA CON CARGA VIVA.	70
<i>FIGURA N°46:</i> ACERO LONGITUDINAL EN VIGAS DEL EJE 1-1 DEL PRIMER Y TERCER NIVEL.	71
<i>FIGURA N°47:</i> ACERO LONGITUDINAL EN VIGAS DEL EJE 2-2 DEL PRIMER Y TERCER NIVEL.	72
<i>FIGURA N°48:</i> ACERO LONGITUDINAL EN VIGAS DEL EJE 3-3 DEL PRIMER Y TERCER NIVEL.	73
<i>FIGURA N°49:</i> ACERO LONGITUDINAL EN VIGAS DEL EJE 4- 4 DEL PRIMER Y TERCER NIVEL.	74
<i>FIGURA N°50:</i> ACERO LONGITUDINAL EN VIGAS DEL EJE 5-5 DEL PRIMER Y TERCER NIVEL.	75
<i>FIGURA N°51:</i> ACERO LONGITUDINAL EN VIGAS DEL EJE 6-6 DEL PRIMER Y TERCER NIVEL.	76
<i>FIGURA N°52:</i> DIAGRAMA DE MOMENTOS EN ETABS 2016.	77
<i>FIGURA N°53:</i> DIAGRAMA DE FUERZA AXIAL ENVOLVENTE EN ETABS 2016.	77
<i>FIGURA N°54:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIONES DE COLUMNAS 20MPA ACI.	80
<i>FIGURA N°55:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIONES DE COLUMNAS 25MPA ACI.	81
<i>FIGURA N°56:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIONES DE COLUMNAS 20MPA ACI.	84
<i>FIGURA N°57:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIONES DE COLUMNAS 25MPA ACI.	84

<i>FIGURA N°58:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIONES DE COLUMNAS 20MPA ACI.	87
<i>FIGURA N°59:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIONES DE COLUMNAS 25MPA ACI.	88
<i>FIGURA N°60:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIONES DE COLUMNAS 20MPA ACI.	91
<i>FIGURA N°61:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIONES DE COLUMNAS 25MPA ACI.	91
<i>FIGURA N°62:</i> DIAGRAMA DE MOMENTOS EJE B-B EN ETABS 2016.	92
<i>FIGURA N°63:</i> DIAGRAMA DE CARGA AXIAL ENVOLVENTE EJE B-B EN ETABS 2016.	93
<i>FIGURA N°64:</i> DIAGRAMA DE CARGA AXIAL PESO PROPIO EJE B-B EN ETABS 2016.	93
<i>FIGURA N°65:</i> DIAGRAMA DE CARGA AXIAL CARGA MUERTA EJE B-B EN ETABS 2016.	94
<i>FIGURA N°66:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIONES DE COLUMNAS 20MPA ACI.	97
<i>FIGURA N°67:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIONES DE COLUMNAS 25MPA ACI.	97
<i>FIGURA N°68:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIONES DE COLUMNAS 20MPA ACI.	100
<i>FIGURA N°69:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIONES DE COLUMNAS 25MPA ACI.	101
<i>FIGURA N°70:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIONES DE COLUMNAS 20MPA ACI.	104
<i>FIGURA N°71:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIONES DE COLUMNAS 25MPA ACI.	104
<i>FIGURAS N°72:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIÓN 1 DE COLUMNA EN ETABS 2016.	105
<i>FIGURAS N°73:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIÓN 2 DE COLUMNA EN ETABS 2016.	105
<i>FIGURAS N°74:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIÓN 3 DE COLUMNA EN ETABS 2016.	106
<i>FIGURAS N°75:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIÓN 4 DE COLUMNA EN ETABS 2016.	106
<i>FIGURAS N°76:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIÓN 5 DE COLUMNA EN ETABS 2016.	106

<i>FIGURAS N°77:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIÓN 6 DE COLUMNA EN ETABS 2016.	107
<i>FIGURAS N°78:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIÓN 7 DE COLUMNA EN ETABS 2016.	107
<i>FIGURAS N°79:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIÓN 8 DE COLUMNA EN ETABS 2016.	107
<i>FIGURAS N°80:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIÓN 9 DE COLUMNA EN ETABS 2016.	107
<i>FIGURAS N°81:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIÓN 10 DE COLUMNA EN ETABS 2016.	108
<i>FIGURAS N°82:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIÓN 11 DE COLUMNA EN ETABS 2016.	108
<i>FIGURAS N°83:</i> DIAGRAMA DE INTERACCIÓN 12 DE COLUMNA EN ETABS 2016.	108
<i>FIGURAS N°84:</i> DETALLE TÍPICO DE LOSA ALIGERADA.	115
<i>FIGURAS N°85:</i> PLANO EN PLANTA DE VIGAS TRANSVERSALES Y LONGITUDINALES.	122
<i>FIGURAS N°86:</i> CORTE LONGITUDINAL DE ESCALERA.	124
<i>FIGURA N°87:</i> COMPARACIÓN DEL VOLUMEN DE CONCRETO.	133
<i>FIGURA N°88:</i> COMPARACIÓN DEL ÁREA DEL ENCOFRADO.	133
<i>FIGURA N°89:</i> COMPARACIÓN DEL PESO DEL ACERO.	134
<i>FIGURA N°90:</i> COMPARACIÓN DEL LADRILLO DE ARCILLA VERSUS POLIESTIRENO EXPANDIDO.	135
<i>FIGURA N°91:</i> COMPARACIÓN DEL METRADO GLOBAL EMPLEANDO POLIESTIRENO EXPANDIDO VERSUS LADRILLO DE ARCILLA.	135
<i>FIGURA N°92:</i> UBICACIÓN DE PLACAS.	145
<i>FIGURA N°93:</i> CASIÓN DE POLIESTIRENO EXPANDIDO CON COLA DE MILANO.	147
<i>FIGURA N°94:</i> ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTO DE LA ESTRUCTURA.	150

RESUMEN

El proyecto de tesis “Análisis comparativo del costo estructural de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla” tiene como foco principal, determinar el costo estructural en comparación de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido con las características que adoptan las secciones estructurales en un edificio. Para realizar un análisis comparativo del costo estructural empleando losas aligeradas con casetones de poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla en una edificación, se elaboró un diseño estructural en ambos casos, análisis de precios unitarios y por último los metrados. Obteniendo el costo estructural del edificio con la finalidad de elegir el material más económico que toma cada uno de los casos empleando losas aligeradas con casetones de poliestireno y ladrillo de arcilla.

Se tomó una arquitectura elaborada para un proyecto multifamiliar de 8 niveles, para obtener un correcto diseño estructural se utilizó el Reglamento Nacional de Edificaciones. Se comprobó el efecto que tiene en las secciones de los elementos estructurales el uso de losas aligeradas con poliestireno expandido, el efecto que tiene en los análisis de costos unitarios y la reducción en la cantidad de material, teniendo un visión de la reducción de secciones de los elementos estructurales, en cuanto al volumen de concreto y cuantía del acero, en el rendimiento de la colocación del material, y la cantidad del material. En el Perú se emplea en diferentes sistemas de entre piso convencional y no convencional, en este caso se tuvo en cuenta el sistema convencional teniendo un uso adecuado para implementación de los casetones de poliestireno expandido determinando en cuadros comparativos ambos costos estructurales.

Palabras claves: Costo estructural, Poliestireno expandido, Sistemas de entre piso, Losas aligeradas.

ABSTRACT

The thesis project "Comparative analysis of the structural cost of a building using slabs lightened with expanded polystyrene versus clay brick" has as main focus, determine the structural cost in comparison of a building using slabs lightened with expanded polystyrene with the characteristics adopted by the structural sections in a building. To carry out a comparative analysis of the structural cost using slabs lightened with expanded polystyrene cassettes versus clay brick in a building, a structural design was elaborated in both cases, analysis of unit prices and finally the measurements. Obtaining the structural cost of the building in order to choose the most economical material that each of the cases uses, using slabs lightened with polystyrene and clay brick box.

An elaborate architecture was taken for a multifamily project of 8 levels, in order to obtain a correct structural design, the National Building Regulations were used. The effect of the use of slabs lightened with expanded polystyrene, the effect it has on the unit cost analysis and the reduction in the quantity of material, was verified in the sections of the structural elements, taking into account the reduction of sections of the structural elements, in terms of concrete volume and amount of steel, in the performance of the placement of the material, and the quantity of the material. In Peru it is used in different systems between conventional and unconventional floors, in this case the conventional system was taken into account, having an adequate use for the implementation of expanded polystyrene cassettes, determining in comparative tables both structural costs.

Keywords: Structural cost, expanded polystyrene, floor systems, lightweight slabs.

INTRODUCCIÓN

Las edificaciones en el Perú se han ido desarrollando considerablemente, con diferentes tipos de sistemas de entre piso, en donde se usa diferentes tipos de materiales en las losas aligeradas, en cuales se tiene las bovedillas de arcilla, poliestireno expandido, bovedillas de concreto entre otros. Teniendo en cuenta costo unitario y el tiempo de colocación. Con el objetivo de aprovechar con mayor eficiencia estos materiales se presentas diferentes tipos de viguetas, que de igual manera se evalúa los rendimientos y costo unitario.

El interés específico que se desarrolló en este tema es el costo estructural empleando losas aligeradas con ladrillo de arcilla versus poliestireno expandido en un edificio, tomando la información en el mercado del precio unitario, y el peso de cada material, se evaluó el poliestireno expandido ya que según proveedores en el mercado mencionan que tiene la características de aligerar un porcentaje mucho mayor que el ladrillo de arcilla que común mente se utiliza en las construcciones, esto nos vino una incertidumbre para evaluar el efecto que tiene el peso muerto de las losas aligeradas con poliestireno expandido en los elementos estructurales teniendo en cuenta las dimensiones que adoptan las secciones estructurales por la carga muerta, en el análisis de costos unitarios el rendimiento que tiene en la colocación de losas aligeradas, en el metrado la cantidad de material, obteniendo el costo estructural y elegir el material más económico.

Capítulo I. Planteamiento del problema, presenta las diferentes.

Capítulo II. Marco teórico, presenta los antecedentes de investigaciones, reseña histórica, la base teórica del estudio con su marco conceptual, y por último la formulación de la hipótesis.

Capítulo III. Metodología, se hace un detalle del tipo, nivel y diseño de la investigación realizada, definición de sus variables y la operacionalización, técnicas de la investigación, los instrumentos de recolección de datos, caso de estudio y procesamiento de datos.

Capítulo IV. Presentación de los resultados, se define la contratación de hipótesis y el análisis e interpretación de la investigación realizada.

Capítulo VI. Se presentan la discusión acerca de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Características del proyecto

La característica del proyecto de investigación es cuantitativo de alcance descriptivo, no experimental donde se realiza un análisis comparativo de costo estructural con losas aligeradas entre dos materiales, poliestireno expandido y ladrillo de arcilla.

1.2 Antecedentes

El Perú en los últimos años ha avanzado de manera moderada, teniendo como base las construcciones que se han estado realizando en el país, con distintos tipos de materiales, evaluando diferentes factores, como la producción, el tiempo de ejecución, la calidad del material, certificados etc.

Las técnicas construcción avanzan con el tiempo, permitiéndonos revolucionar criterios. El poliestireno expandido no se está utilizando por los diseñadores y constructores de estructuras, aunque ya se ha utilizado años atrás ahora es cuando su implementación predomina en algunos proyectos.

El poliestireno expandido es bien utilizado para aligerar losas en las construcciones debido a su bajo peso específico y por tanto alto porcentaje de aligeramiento, es el de optimizar los recursos y reducir el coste económico manteniendo los requisitos funcionales y de seguridad previstos.

En losas aligeradas se colocan bloques de poliestireno en forma de viguetas en una de las direcciones de la losa, al hacer esto ocurren dos cosas; una es que se fuerza la losa a trabajar en una dirección, y la otra es que hemos aligerado considerablemente la losa eliminando un volumen de hormigón que no aporta al soporte de la misma, generando así un sistema de viguetas o nervios de hormigón intercalados con nervios de poliestireno.

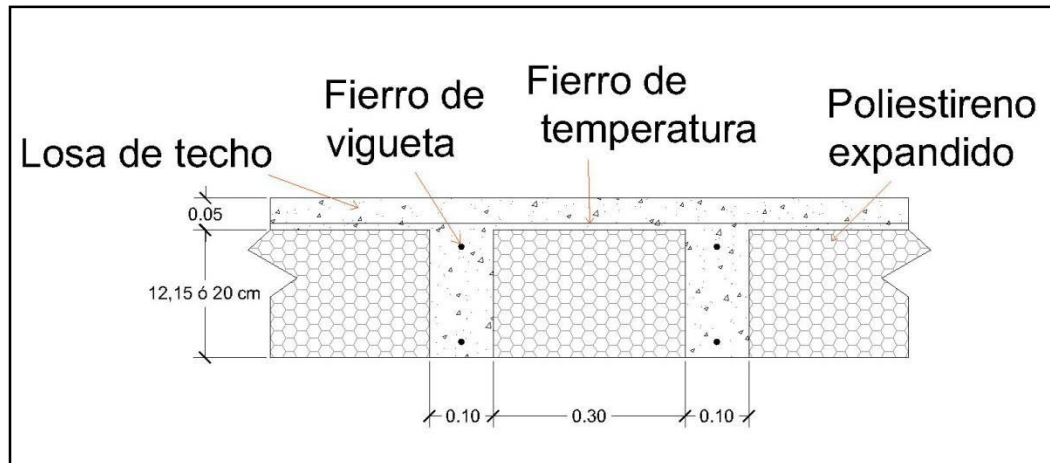


Figura N°1: Corte de losa aligerada convencional.
 [Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

El poliestireno expandido se está empleando de diferentes formas en el campo de la construcción, en este caso losas aligeradas con las propiedades que tiene, favorece en el proceso constructivo. Teniendo en cuenta las propiedades que indican el poliestireno expandido, los proveedores aseguran un ahorro considerable al reducir las secciones de los elementos estructurales, teniendo mejor rendimiento en la colocación del material y ahorro en materiales.

El problema se genera teniendo bajos conocimiento, para verificar lo que realmente sucede con el costo de los elementos estructurales, en muchos casos se cree en el ahorro de los materiales y reducción de carga muerta para la construcción de una edificación empleando losas aligeradas con poliestireno expandido en comparación de losas aligeradas con ladrillo de arcilla, esto se genera por la diferencia de pesos de los materiales.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema general

¿Qué efectos tiene en el costo de la estructura de un edificio el uso de losas aligeradas empleando poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla?

1.3.2 Problemas específicos

- a) ¿Cuáles son las secciones de los elementos estructurales de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla?
- b) ¿Cuáles son los análisis de costos unitarios de la estructura de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla?
- c) ¿Cuál es el metrado de la estructura de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivos generales

Determinar el costo de la estructura de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla, a fin de elegir el material más económico mediante un análisis comparativo de costos.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Calcular las secciones de los elementos estructurales de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla.
- b) Elaborar los análisis de costos unitarios de la estructura de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla.
- c) Elaborar el metrado de la estructura de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla.

1.5 Justificación e importancia

La presente tesis se realizó con la finalidad de escoger el material más económico y darle un uso adecuado del poliestireno expandido en losas aligeradas, ya que en la actualidad hacen mucho uso de ello en las construcciones formales e informales sin haberse proyectado de manera adecuada, y así aumentando el costo de la obra.

El correcto uso del poliestireno en losas aligeradas es muy beneficioso, ya que es un material de bajo peso específico, aparentemente ayuda aminorar carga muerta y así disminuir las secciones, cuantías de vigas y columnas, también el peralte de la cimentación; mejor rendimiento en la colocación del material, por efecto ahorro los materiales de la estructura, de esta manera reducimos el costo de la estructura de los edificios.

El proyecto de investigación tiene como alcance llegar a los diseñadores estructurales e implementar en sus diseños si fuera el caso más económico emplear el poliestireno expandido, aprovechando sus ventajas en favor de la sociedad.

1.6 Alcances y limitaciones

La recolección de datos cuantitativos del poliestireno expandido se obtendrá de las empresas DIPROPOR, ETSA, entre otros.

La presente investigación abarcara al análisis de costo de la estructura.

Los instrumentos a utilizar son los siguientes softwares:

- AUTOCAD
- ETABS 2016
- Excel 2013
- S10

Se partirá el estudio de una arquitectura de un edificio de 8 niveles.

1.7 Viabilidad

Acceso a cotizaciones de distintas empresas del rubro.

Fuentes de información relacionadas con el tema en investigación.

Acceso a la información de la Biblioteca de la Universidad San Martín de Porres.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de investigación

Cofre, A. (2003). *Bovedillas de EPS (poliestireno expandido): una alternativa para la construcción de losas prefabricadas.* Chile, UACh, Facultad de las Ciencias de la Ingeniería, memoria para optar al título de Ingeniero Constructor.

El objetivo general de esta memoria es presentar un nuevo tipo de material para la construcción de losas prefabricadas llamado bovedilla, fabricada con EPS (poliestireno expandido), de amplio uso en otros países, pero poco conocida en el nuestro.

Esta memoria está referida fundamentalmente a un material liviano denominado Bovedilla de EPS (Poliestireno Expandido) utilizado como material prefabricado en losas y a la vez como moldaje incorporado, para ello se da una descripción del mismo. Como también de los materiales que se utilizan para la construcción de dicha losa prefabricada.

Finalmente se analizará las diferentes etapas de construcción del sistema, detalles constructivos y las diferentes consideraciones para un trazado correcto; además se realiza un estudio comparativo técnico y económico entre el sistema propuesto en esta memoria y el sistema tradicional de losa de hormigón armado.

Gutiérrez, A. (2009). *Análisis comparativo del proceso constructivo de losas aligeradas utilizando viguetas prefabricadas FIRTH, viguetas armadas Todocemento y viguetas vaciadas en obra.* Perú, UNI, Facultad de Ingeniería Civil, tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

En el presente trabajo se muestra un análisis al detalle de los aspectos constructivos de losas aligeradas utilizando diferentes sistemas, tanto el convencional vaciado in situ como el sistema prefabricados de Firth con viguetas pretensadas y el sistema armado de Todocemento con viguetas armadas y reforzadas con tralicho (estructura de acero tridimensional electrosoldado).

Se ha realizado un análisis completo de sistemas constructivos, tiempos y costos, para poder lograr obtener una comparación entre los aspectos económicos, constructivos presenta, con el fin de complementar el estudio estructural previamente realizado en otras tesis y a su vez establecer las ventajas y desventajas de los tres sistemas constructivos propuestos para dar las recomendaciones correspondientes para el mejor utilización de cada sistema.

Rodríguez, A. (2015). *Comparación del comportamiento estructural y económico de losas colaborantes unidireccionales con losas aligeradas.* Perú, UNC, Facultad de Ingeniería, tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

El objetivo principal de esta tesis es analizar y comparar comportamiento estructural económico de una losa aligerada y una losa colaborante utilizando placa AD-600, evaluar el efecto de la lámina de acero y establecer un procedimiento válido para diseño y modelamiento. Logrando así comprender mejor el comportamiento de las losas aligeradas y colaborantes.

El concreto armado es uno de los materiales estructurales más usados en la construcción hoy en día. Sin embargo, la construcción compuesta ha representado el peso y el costo de las estructuras. En las estructuras compuestas podemos encontrar el sistema de losa colaborante, el cual está conformado por láminas de acero que trabajan como encofrado y constituyen el refuerzo positivo cuando el concreto fragua.

2.2 Reseña histórica

En 1831 un líquido incoloro, el estireno, fue aislado por primera vez de una corteza de árbol. Hoy día se obtiene mayormente a partir del petróleo.

El poliestireno fue sintetizado por primera vez a nivel industrial en el año 1930. Hacia fines de la década del 50, la firma BASF (Alemania) por iniciativa del Dr. F. Stastny, desarrolla e inicia la producción de un nuevo producto: poliestireno expandible, bajo la marca Styropor. Ese mismo año fue utilizado como aislante en una construcción dentro de la misma planta de BASF donde se realizó el descubrimiento. Al cabo de 45 años frente a escribanos y técnicos de distintos institutos europeos, se levantó parte de ese material, y se

lo sometió a todas las pruebas y verificaciones posibles. La conclusión fue que el material después de 45 años de utilizado mantenía todas y cada una de sus propiedades intactas.

Textos Científicos. (2015). POLIESTIRENO EXPANDIDO. *Recuperado de* <https://www.textoscientificos.com/polimeros/poliestireno-expandido>

2.3 Bases teóricas

2.3.1 Losas

Se refiere a las estructuras de concreto armado utilizando como entrepiso, techos o coberturas de una edificación. (Norma técnica de metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas).

Las losas de piso son los principales elementos horizontales. Ellas son las que transmiten las cargas vivas en movimiento así como las cargas muertas estacionarias, a los apoyos verticales de una estructura. Pueden ser losas sobre vigas, losas compuestas sobre viguetas, o losas sin vigas apoyadas directamente sobre las columnas. Se pueden dimensionar como actuantes en una dirección o en dos direcciones perpendiculares. (Maguiña E., 2013).

2.3.2 Losas aligeradas

La losa aligerada o losa nervada es una combinación monolítica de nervaduras, viguetas, o “costillas” uniformemente separadas, y una losa superior que actúa en una o dos direcciones ortogonales. Los elementos de relleno pueden ser de tipo permanente (como los ladrillos huecos de arcilla o concreto simple) o removibles entre las nervaduras. (Maguiña, E., 2013).

Las limitaciones geométricas de las losas aligeradas con rellenos permanentes se indican en la Figura N°2.

- a. El ancho de las nervaduras no debe ser menor de 100 mm. El peralte del relleno, no mayor que 3,5 veces el ancho mínimo del nervio. Es decir, $b_w \geq 100 \text{ mm}$ y $h \leq 3,5b_{w,\min}$.

- b. La separación libre entre las nervaduras no debe exceder de 750 mm. Dicho en otras palabras, $s \leq 750$ mm.
- c. El espesor de la losa de concreto sobre rellenos permanentes no será menor de 40 mm, ni menor que $1/12$ de la distancia libre entre nervaduras. Esto es, $t \geq 40$ mm, $t \geq s/12$.

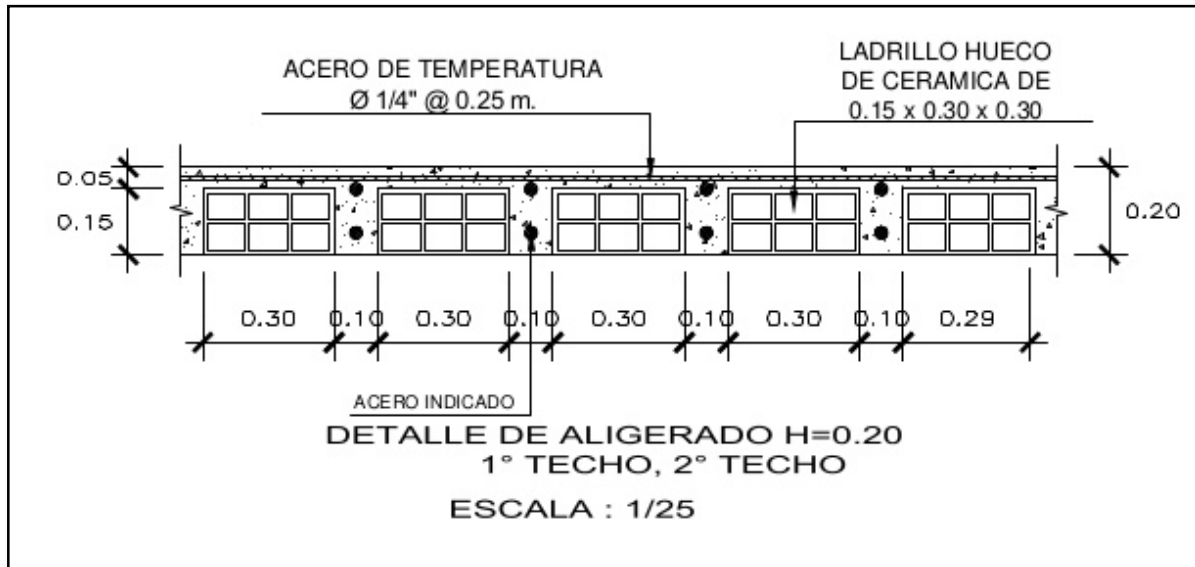


Figura N°2: Dimensiones de losas aligeradas con rellenos permanentes.

Recuperado de <https://pt.slideshare.net/MichelRodriguez1/194847764-detalledelosaaligerada>

Son elementos horizontales que transmiten carga muerta el peso de la estructura, carga viva que vendría hacer la tabiquería móvil, hacia las vigas, columnas placas y cimientto.

Se les denomina losas aligeradas a un tipo de losas en la que parte del concreto se reemplaza por otros materiales como cajones de madera, poliestireno, esferas, etc., y en el caso de viviendas de uno y dos pisos se reemplaza por ladrillos o bloques. De esta forma se disminuye el peso de la losa y se pueden cubrir mayores luces de manera más económica.

2.3.3 Sistemas de entre piso en losas aligeradas

La losa de entrepiso aligerada es uno de los elementos más utilizados en la construcción. Se usan con la finalidad de conseguir estructuras más ligeras y económicas. Las losas son de distintos tipos: losas macizas que son de acero y concreto, y losas aligeradas que tienen el beneficio de disminuir los efectos de las fuerzas originadas por la acción de los sismos, en tanto sean más aligerados estos techos, pueden disminuir las dimensiones de las cimentaciones y de otros elementos de la estructura portante de las edificaciones. (SENCICO-Manual de Instalación de techo aligerado con viguetas prefabricadas de acero, 2014).

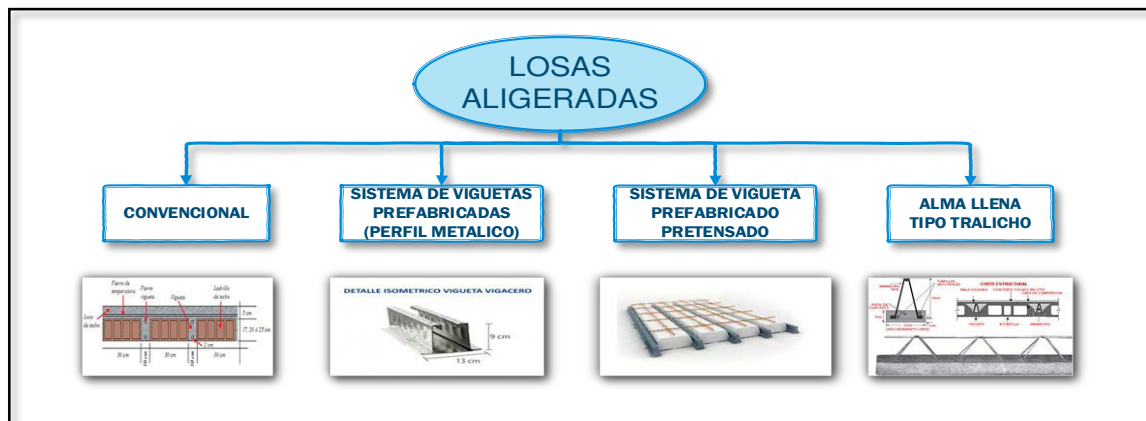


Figura N° 3: Sistema de entrepiso.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

2.3.4 Sistema constructivo convencional

Son aquellos sistemas de edificación que empleen materiales y/o procesos constructivos que están reglamentados por normas nacionales.

Son aquellas edificaciones que cumplen con los requisitos y exigencias mínimas para el análisis, diseño, materiales y construcción, establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones y las Normas Técnicas de Edificación.

Es el conjunto de elementos constructivos cuyo diseño supone características físicas y mecánicas propias, ligadas a un procedimiento constructivo también propio, para producir los elementos compuestos de una construcción y/o la construcción total misma. (SENCICO-Manual de Instalación de techo aligerado con viguetas prefabricadas de acero, 2014).

2.3.5 Sistema constructivo con viguetas prefabricadas

Las viguetas prefabricadas o sistemas no convencionales son parte de losa aligerada, que transmiten las cargas de gravedad hacia las vigas y asegura que la estructura se desplace uniformemente ante las solicitaciones sísmicas (diafragma rígido), lo cual es posible gracias a la adherencia mecánica existente entre la vigueta y la losa vaciada in situ. (TECHOMAX-Manual técnico, 2005)

Componente portante resistente del sistema, formado por alambres de presfuerzo y de concreto de alta resistencia, las cuales son de alma llena mediante fabricación de moldes fijos o extrusión (molde deslizante). (Gutiérrez, 2009)

a) Viguetas prefabricadas de acero galvanizado

Las viguetas prefabricadas de acero galvanizado cumplen con las disposiciones del Capítulo 17, elementos Compuestos de Concreto sometidos a Flexión de la Norma Técnica de Edificaciones E.060 Concreto Armado y por su diseño especial soportan los esfuerzos de tracción a los cuales son sometidas las losas aligeradas que sirven además de encofrado permanente al concreto conjuntamente con los casetones (EPS).

Las viguetas son fabricadas a partir de bobinas de acero galvanizado que provienen de distintas empresas.

El galvanizado es un proceso electroquímico por el que se deposita un metal sobre otro. En el caso del acero se aplica a la lámina un baño en caliente de zinc fundido. La película de zinc que se forma sobre el acero lo protege de dos maneras: protección de barrera y protección galvánica (catódica).

En cada caso cumplen con las normas ASTM A653, ASTM A1008, ASTM A1011 Grado 37 o AISI/SAE 1015 (SENCICO-Manual de Instalación de techo aligerado con viguetas prefabricadas de acero, 2014)



Figura N°4: Detalle de vigueta vigacero.
Recuperado <http://www.vigacero.com.pe>

b) Viguetas pretensadas

Las viguetas tienen una forma “T” invertida, en cuyas alas se apoyan las bovedillas de acilla, evitándose el fondo de encofrado. Por encima de las bovedillas de arcilla, evitándose el fondo de encofrado. Por encima de las bovedillas se coloca una losita de 5 cm, en la cual van embebidas las instalaciones eléctricas, sanitarias, mallas de temperatura y acero negativo. La losa final, está conformada por viguetas por viguetas de sección compuesta, que forman un diafragma rígido y cuyos componentes están integrados mediante una adherencia mecánica.

Las alturas de losas y espaciamientos entre viguetas que se brinda son las siguientes:

17@50cm., 20@50cm., 25@50cm., 30@50cm.

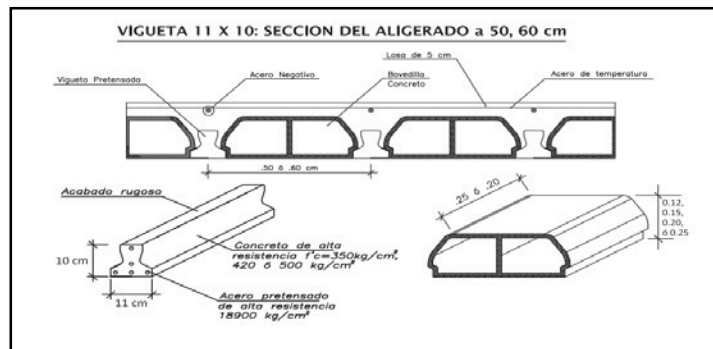


Figura N°5: Detalle de vigueta pretensada.
Recuperado de <http://www.concremax.com.pe/categoria/techomax-losas-aligeradas-pretensadas>

c) Alma llena de tralicho

El sistema de viguetas pretensadas busca reemplazar un sistema de losas aligeradas tradicional, pudiendo cubrir paños más grandes con menor espesor de losa, dado las ventajas que ofrece el pretensado.

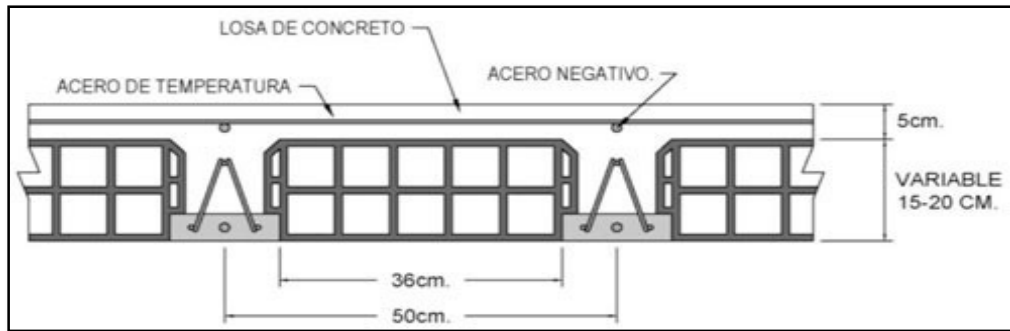


Figura N°6: Corte de Aligerado con vigueta tipo tralicho.
Recuperado de <http://atlasprefabricados.com/DOC-20170316-WA0085.pdf>

Se denomina tralicho a la estructura de acero de alto límite de fluencia (5000 Kg/cm²), compuesto por dos fierros inferiores y uno superior unidos entre sí por un reticulado continuo en zigzag electrosoldado, para impedir el balanceo lateral superior e inferior.

Esta vigueta con tralicho constituye una estructura rígida con momento de inercia propio, que contribuye al aumento de la rigidez que tendría la losa si los fierros superiores e inferiores no estuviesen unidos.

Los reticulados continuos en zigzag unen el concreto preparado en obra con el de la parte inferior de la vigueta, lográndose una armadura apta para absorber los esfuerzos de adherencia. El ancho final de vigueta es de 14 cm.

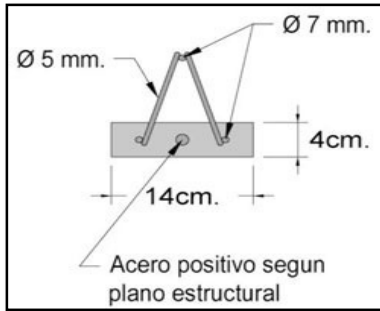


Figura N°7: Corte de vigueta tralicho.

Recuperado de <http://atlasprefabricados.com/DOC-20170316-WA0085.pdf>

2.3.6 Caseto de poliestireno expandido – EPS

El poliestireno expandido es un plástico que ha sido expandido por el efecto del calor, gracias al agente espumante que lleva dentro la perla original. Esta expansión hace que el volumen de las perlas aumente y éstas se unan entre sí (creando celdas cerradas donde queda ocluido el aire) y den lugar a un material con excelentes propiedades aislantes. (Cofre A, 2003).

En el mercado el poliestireno expandido se comercializa por diferentes proveedores, teniendo más al alcance planchas de 1.20 m y equivalente a 4 ladrillos de arcilla, realizando una comparación con el peso y el precio del ladrillo de arcilla que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Comparación del poliestireno y ladrillo de arcilla expandido en el mercado.

Ladrillo	Arcilla	Poliestireno expandido
Peso	8.4 kg	0.8 kg
Dimensiones (m)	0.15x0.30x0.30	0.15x1.2x0.30
Costo unitario	S/. 2.00	S/. 9.50

Fuente: Elaborado por los autores.

El poliestireno expandido (EPS) es un material plástico espumado, derivado del poliestireno y utilizado en el sector del envase y la construcción.



Figura N°8: Casetón de poliestireno expandido.
Recuperado de <http://www.dipropor.com>

La fabricación del material se realiza partiendo de compuestos de poliestireno en forma de perlitas que contienen un agente expansor (habitualmente pentano). Después de una pre-expansión, las perlitas se mantienen en silos de reposo y posteriormente son conducidas hacia máquinas de moldeo. Dentro de dichas máquinas se aplica energía térmica para que el agente expansor que contienen las perlitas, se caliente y éstas aumenten su volumen a la vez que el polímero se plastifica. Durante dicho proceso, el material se adapta a la forma de los moldes que lo contienen. (Martínez, Ros, Pérez, 2012).

En construcción lo habitual es comercializarlo en planchas de distintos grosores y densidades. Los casetones se fabrican con poliestireno expandido EPS tipo F y en densidad: 10, 15 kg/m³. (MANUAL DE INSTALACIÓN DE TECHO ALIGERADO CON VIGUETAS PREFABRICADAS DE ACERO, p. 16)

Tabla 2: Características de los casetones de EPS.

Características de los Casetones de EPS	
Dimensiones	Largo: 1,20 m Ancho: 0,75 m Espesor de 9, 12, 15, 20 a 30 cm
Peso máximo por unidad	1,2 kg/m ² (casetón de 0,09 m de espesor) 1,62 kg/m ² (casetón de 0,12 m de espesor)
Comportamiento Físico Químico	Material autoextinguible e ignífugo, materia prima el poliestireno tipo F, inerte.

Recuperado de <http://www.vigacero.com.pe>

También es habitual el uso de bovedillas de poliestireno expandido para la realización de forjados con mayor grado de aislamiento térmico. (TECHOMAX-Manual técnico, 2005).

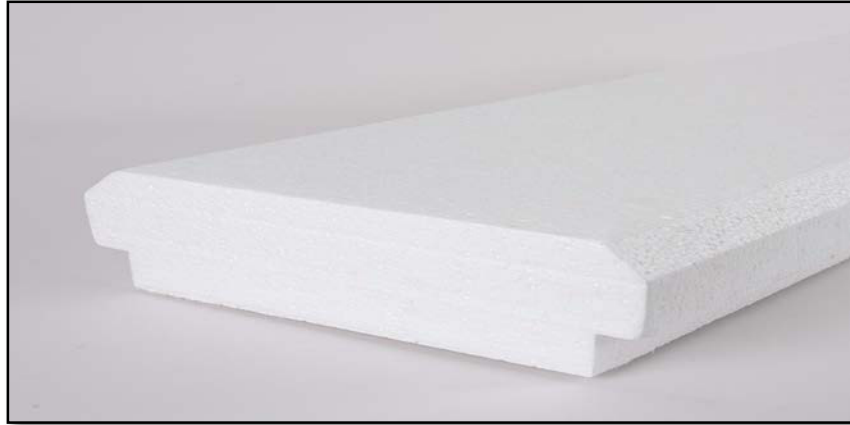


Figura N°9: Bovedilla de poliestireno expandido.

Recuperado de www.dipopor.com

El sistema no tradicional se está desarrollando en el mercado de la construcción a pasos agigantados. El sistema de viguetas pretensadas toman mayor presencia en el mercado y pone a su disposición, el implementar bovedillas autoextinguibles (sin propagar la llama) y no tóxico, con la geometrías de todas las viguetas del mercado, además pudiendo adecuarse a medidas según requerimiento.

Las bovedillas de EPS (Poliestireno Expandido), son insumos modernos y versátiles para conformar elementos estructurales livianos en el campo de la construcción, en el caso de las losas prefabricadas se utiliza como piezas de entrevigado debido principalmente a su aislamiento tanto acústico como térmico y su reducido peso lo que hace fácil su montaje.

Las ventajas que aportan y la facilidad de colocación sin riesgo cumple la misma función que las fabricadas con otros materiales (de cerámico u hormigón, etc.), pero aportan a la construcción toda una serie de beneficios de extras. Esos beneficios unidos

a su inalterabilidad al paso del tiempo y a las condiciones climáticas, hacen que la utilización de las bovedillas de EPS resulte más rentable para una obra terminada con relación a cualquier otro sistema tradicional. (Cofre A, 2003, p.25)

a) Reducción de peso y costo. Lo que representa un considerable número de toneladas de menos peso en fierro, cemento, áridos y mano de obra y que significan un sustancial ahorro en las secciones estructurales de las vigas, pilares, columnas y cimientos de la edificación y, al mismo tiempo, una notable reducción de tiempo de construcción de los edificios. (Cofre A, 2003, p.25)

b) Rapidez de colocación. Debido al poco peso y a la versatilidad del EPS, el Poliestireno Expandido en la forma de bovedillas posibilita grandes rendimientos en la ejecución de las losas estructurales de los edificios, al ser éstas colocadas muy fáciles y rápidamente entre las viguetas que forman parte del monolitismo y rigidez de las mismas. (Cofre A, 2003, p.25)

c) Facilidad de manejo. Permite una rápida descarga, muy importante en zonas urbanas con dificultades de esparcimiento y circulación. Las bovedillas al ser prefabricadas, livianas y tener diseños compactos posibilitan un fácil traslado, descarga y manipulación para su colocación en obra. Este atributo es de especial interés en las zonas urbanas con dificultades de esparcimiento y circulación como asimismo en la propia obra que requiere una facilidad de manejo y rapidez de transporte para el empleo de los materiales. (Cofre A, 2003, p.25)

d) Obtención de secciones más eficientes. Con el empleo de las bovedillas en sus diferentes formas, acorde a la imaginación y al diseño consultado, se pueden reemplazar volúmenes de hormigón por formas de Poliestireno Expandido incorporadas. Se simplifican así notoriamente los moldes, requiriendo un mínimo de apuntalamiento, resultando la edificación global de dimensiones técnicamente más livianas y finalmente más económicas. (Cofre A, 2003, p.26)

e) Mejora el fraguado del hormigón. El Poliestireno Expandido es prácticamente impermeable al agua. Al funcionar como molde incorporado permite mantener la relación agua-cemento en el hormigón y evita pérdidas del mismo. Por su capacidad de aislamiento térmico, el EPS conserva la temperatura del hormigón y por consiguiente permite un mejor fraguado de él, particularmente importante en zonas climáticas rigurosas. (Cofre A, 2003, p.26)

f) Economías sustanciales. Con las bovedillas de EPS se consigue un menor peso de las estructuras, lo que se traduce en un costo menor de ellas y con un valor agregado adicional de seguridad para la edificación en altura si se lo percibe desde el punto de vista de inhibir solicitaciones inducidas por sismos, especialmente recurrentes en nuestro país. Mayor velocidad de mano de obra por la facilidad de manipulación y colocación. Por las excelentes propiedades físico-mecánicas del Poliestireno Expandido (liviandad, adecuada resistencia a la compresión, flexión, corte y buena elasticidad), la relación beneficio-costo es óptima. El EPS en general, cuesta menos que el hormigón. (Cofre A, 2003, p.26)

g) Aislamiento térmico y absorción acústica. Con el EPS por su bajo coeficiente de conductividad térmica se consigue un excelente aislamiento térmico entre plantas de piso en los edificios, muy importante para la utilización económica y racional de las calefacciones individuales por losas radiantes y similares. El uso del Poliestireno Expandido evita resonancias al absorber impactos por ondas acústicas, amortiguándolos e inhibiendo ruidos entre pisos. (Cofre A, 2003, p.27)

2.3.7 Elementos Estructurales.

Los elementos estructurales principales de toda edificación son las losas, vigas, columnas, muros o placas, escaleras y cimentación.

a) Losas:

Las funciones principales de este elemento son:

La primera ligada a cargas por gravedad, ya que transmite a las vigas, cargas propias de la losa, el piso terminado, la sobrecarga, tabiques u otros elementos apoyados en ellos.

La segunda ligada a cargas de sismo, es la obtención de la unidad de la estructura, de manera que esta tenga un comportamiento uniforme en cada piso, logrando que las columnas y muros se deformen una misma cantidad en cada nivel.

Tipos de losas: Losas Macizas, losas nervadas y losas aligeradas. (Blanco B., 1994, p.15)

b) Vigas:

Las vigas tienen la función de transmitir la carga que soporta la losa, hacia las columnas, muros o placas; en conjunto con las columnas forman los pórticos.

Las vigas pueden ser peraltadas o chatas, eso depende de su altura, las vigas peraltadas son aquellas que tienen mayor espesor que la losa, pueden ser invertidas, quiere decir que sobresalen hacia la parte superior de la losa. (Blanco B., 1994, p.25)

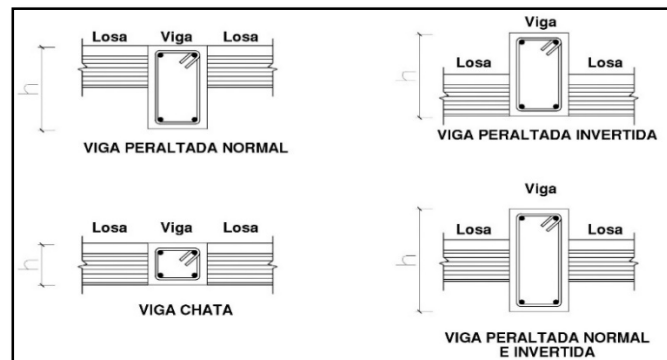


Figura N°10: Secciones de vigas.

[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

c) Columnas:

Son elementos verticales, las cuales soportarán las cargas por gravedad de la estructura que reciben a través de las vigas y losas; y las transferirá hacia la cimentación.

Las columnas pueden tener distintas secciones, como circulares, cuadradas y rectangulares; estas son las más usadas en el rubro de la construcción, por ser más sencillo el armado de su encofrado, en comparación a otras secciones.

Para definir y ubicar las columnas, se debe tener en cuenta la arquitectura ya que estas deben ser continuas desde el nivel superior hasta su cimentación, para poder transferir las cargas de manera adecuada. (Blanco B., 1994, p.30)

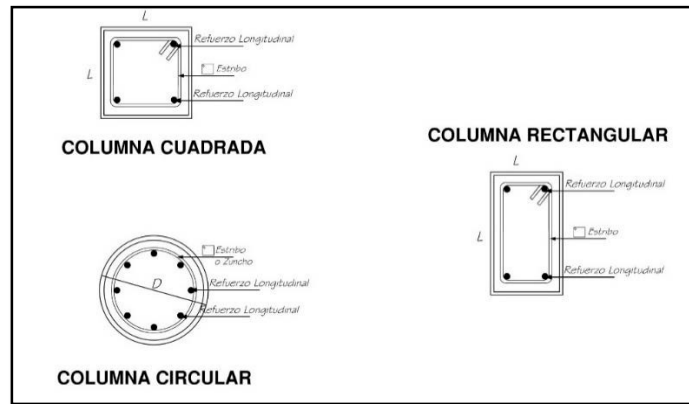


Figura N°11: Secciones de columnas.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

d) Placas:

Son elementos verticales, las cuales soportan cargas por gravedad, pero a diferencia de las columnas, estas tienen un lado muy superior al otro, por lo tanto tienen distinto comportamiento interno, ya que son elementos con gran rigidez lateral y resistencia en dirección de su lado superior.

Las placas son muy útiles para un buen comportamiento ante eventos sísmicos, ya que los pórticos por sí solos, son insuficientes.

Para la ubicación de las placas se debe tener en cuenta la simetría de la estructura, para no generar un efecto torsional en las plantas. (Blanco B., 1994, p.32)

2.3.7 Estructuración

Se requiere un criterio sismo-resistente para estructurar una edificación que se encuentra en una zona altamente sísmica como es nuestra costa peruana, buscando que la estructura tenga un comportamiento elástico para sismos leves frecuentes y un comportamiento inelástico aceptable para sismos raros. Con la finalidad de lograr los comportamientos mencionados se siguió los siguientes criterios en la estructuración:

a) Predimensionamiento

El predimensionamiento de los elementos estructurales es de mucha utilidad, ya que nos da una referencia de las dimensiones de las losas, columnas, vigas y placas; las cuales serán ajustadas en el diseño final de acuerdo a las solicitaciones reales. (Blanco B., 1994, p.5)

b) Simplicidad y simetría

La experiencia nos ha demostrado que las estructuras simples se comportan mejor durante un sismo, esto se debe a dos razones principales:

- I. El comportamiento sísmico de la estructura simple tiene mayor posibilidad de ser predicho en comparación de una compleja.
- II. La idealización de los elementos estructurales en una estructura sencilla es más sencilla que en una compleja.

La simetría de la estructura en las dos direcciones es deseable, ya que de no ser así, se produciría efectos torsionales que son complejos al momento de evaluar y pueden ser muy perjudiciales para la edificación.

Las fuerzas de sismo se podrán idealizar actuando en el centro de masas de cada piso, mientras las fuerzas que absorben los elementos estarán ubicadas en el centro de rigidez; si no existe coincidencia entre el centro de masas y el centro de rigidez el movimiento sísmico no solo ocasionara un movimiento de traslación, sino adicionalmente un giro en la planta estructural, la cual hace incrementar los esfuerzos debidos al sismo, pudiéndose sobrepasar los esfuerzos resistentes.

Los cálculos que se realizan en este aspecto son aproximaciones y mientras más excentricidad existe se tendrán mayores problemas. (Blanco B., 1994, p.5)

c) Resistencia y ductilidad

El sistema estructural de cualquier edificación debe tener una buena cantidad de muros estructurales y columnas que proporcionen una adecuada resistencia y ductilidad. Con una adecuada resistencia se disminuye la posibilidad que en un sismo frecuente se alcance un estado inelástico, y con una alta ductilidad se tendrá una mayor disipación de energía por las rótulas plásticas generadas en un sismo severo. Es preferente que las rótulas se generen en las vigas y no en las columnas para tener un mecanismo de colapso con una buena ductilidad y un daño repartido en más zonas de la edificación. (Blanco B., 1994, p.7)

d) Hiperestaticidad y monolitismo

Se debe lograr que la estructura tenga una disposición hiperestática, con el fin de obtener una mayor capacidad resistente ante solicitaciones sísmicas mediante rótulas plásticas. Estas rótulas plásticas son la mejor opción para disipar la energía proveniente del sismo.

Es necesario que la estructura sea monolítica, que esta trabaje como un solo elemento, para cumplir con las hipótesis planteadas en el modelo. (Blanco B., 1994, p.8)

e) Uniformidad y continuidad en la estructura

Se recomienda que la estructura sea continua en su planta y en su elevación. Se debe evitar cambios bruscos en los elementos verticales. Por ejemplo, si se debe eliminar al algún elemento vertical, hacerlo de manera gradual en los pisos. Con este criterio, podemos evitar el fenómeno de “piso blando”, el cual aumenta la concentración de esfuerzos en los elementos de un determinado nivel. (Blanco B., 1994, p.9)

f) Rigidez lateral

Una buena cantidad de muros estructurales y columnas combinados con vigas de un peralte adecuado proporcionan una mayor rigidez lateral, reduciendo el desplazamiento lateral generado por las fuerzas horizontales y la cantidad de daño de los elementos estructurales. (Blanco B., 1994, p.9)

g) Diafragma rígido

Una losa debe poseer una alta rigidez axial para ser considerada como un diafragma rígido, además de no contar con aberturas grandes. Es importante que la losa se comporte como un diafragma rígido, para poder asumir la distribución de fuerzas horizontales en base a las rigideces de las placas y columnas. (Blanco B., 1994, p.10)

h) Elementos no estructurales

Un punto importante en la estructuración es considerar la influencia de los elementos no estructurales. Estos pueden producir un cambio en el centro de masas o en la distribución de esfuerzos si el peso de estos elementos no hubiese sido considerado en el análisis. Un aspecto positivo es que estos elementos pueden ayudar a disipar energía cuando se agrietan. (Blanco B., 1994, p.11)

i) Cimentación

Para la cimentación de la estructura se debe tener en consideración: la transición de la cortante basal de la estructura hacia el edificio, los momentos volcantes, prever los desplazamientos diferenciales de la cimentación y tener en cuenta el fenómeno de licuefacción. Asimismo, se debe tener en cuenta la posibilidad de giro de la cimentación; en caso se tenga un suelo muy blando, mayor importancia se le debe dar al giro, pues puede cambiar el diseño de la estructura. (Blanco B., 1994, p.13)

j) Diseño en concreto armado

Existen recomendaciones para el diseño sismo-resistente en concreto armado, como: brindarles mayor capacidad resistente a las columnas que a las vigas, de forma que las rótulas se formen primero en las vigas; confinar el concreto, mediante núcleos, en zonas de grandes compresiones; y brindarles a los elementos mayor capacidad por cortante que por flexión, con el fin de generar una falla dúctil. (Blanco B., 1994, p.14)

2.3.9 Metrados

La finalidad de realizar un metrado, en este caso una edificación, es:

- ✓ Establecer el costo de la misma o de sus partes que vendría a ser el costo estructural en este caso.
 - ✓ Determinar la cantidad de materiales necesarios para ejecutarla.
- (Cruz, 2014, p.11)

a) Principios generales

Se trata entonces de realizar las mediciones de longitudes, áreas y volúmenes, que requiere de fórmulas geométricas y planteo aritméticos, por lo común y del dominio general.

Se tomaron los siguientes principios para realizar el metrado de un edificio:

- La interpretación ajustada de un plano no puede lograrse si no se tiene la visión conjunto de la obra.
- Respetar los planos, la medición debe corresponder con la obra. El cómputo se hará siguiendo las indicaciones del plano y las especificaciones.
- Teniendo en cuenta que durante el metrado se pone en evidencia los errores y omisiones cometidas en el dibujo, donde resulta que el computista es también un eficaz colaborador del proyectista.
- Ajustarse a las normas.

- Medir con exactitud los límites razonables de tolerancia se debe lograr un grado de exactitud tanto mayor, cuando sea mayor el costo del rubro que se estudia.
(Cruz, 2014, p.11)

b) Reglamentación

En nuestro país existe el denominado Reglamento de Metrados para Obras de Edificación (DS N° 013-79-VC del 29.04.79). Empleándolo en esta investigación para el adecuado desarrollo. (Cruz, 2014, p.11)

c) Documentos necesarios

Planos definitivos de planta, cortes y elevaciones

Planos de estructuras

Planos de detalles estructurales. (Cruz, 2014, p.11)

d) Técnicas del metrado

Se toman en cuenta siguientes procesos para el mejor entendimiento de los metrado:

- El trabajo se divide, por etapas, cada una de las cuales constituye un rubro del presupuesto (estructuras, arquitectura, sanitarias y eléctricas).
- El trabajo debe ser detallado en todas sus partes para facilitar su revisión, corrección o modificación.

Se buscará un orden, una disposición que permita reducir al mínimo el número de operaciones y el de mediciones.

(Cruz, 2014, p.11)

2.3.10 Costo unitario

Es el costo de una unidad de obra o también llamada partida. Cada partida tiene un costo unitario (mano de obra + materiales + equipo y herramientas) y también un metrado. Al multiplicar el precio unitario de cada partida con el respectivo metrado, constituye el precio que el contratante pagará al contratista como costo directo, es decir, sin incluir los aranceles de impuestos, utilidad y otros. Los costos unitarios se representan por la siguiente fórmula matemática:

$$\text{Costo unitario} = \text{Mo} + \text{Mat} + \text{Herr} + \text{Eq}$$

Donde:

Mo = Mano de obra

Mat = Materiales

Herr = Herramientas.

Eq = Equipo (Cruz, 2014, p.12)

a) Mano de obra

El costo de mano de obra tiene varias categorías como: capataz, operario, oficial y peón.

Para la ejecución de las partidas se considerara los precios vigentes del costo de la mano de obra en el territorio nacional.

El costo de la mano de obra es la sumatoria de los siguientes rubros que están sujetos a las disposiciones legales vigentes:

- Jornal básico comprende la remuneración básica.
- Leyes sociales.
- Bonificación unificada de construcción (BUC).
- Bonificación por movilidad acumulada.

Tabla 3: Costo de hora hombre en obras de edificación.

Item	concepto	Categoría		
		Operario	Oficial	Peón
1.00	Remuneración Básica vigente (RB) (vigente del 01.06.2017 al 31.05.2018)	64.30	52.00	46.50
2.00	Bonificación Unificada de Construcción (BUC) (vigente del 01.06.2017 al 31.05.2018)	20.58	15.60	13.95
3.00	Leyes y beneficios sociales obre RB 113.26%	72.83	58.90	52.67
4.00	Leyes y beneficios sociales obre BUC 113.26%	2.47	1.87	1.67
5.00	Bonificación por movilidad acumulada	7.20	7.20	7.20
6.00	Overol (2 und anuales)	0.40	0.40	0.40
Costo día hombre (DH) S/.		167.79	135.97	122.39
Costo hora hombre (HH) S/.		20.97	17.00	15.30

Fuente: Revista COSTOS (20 Octubre 2017). Edición 283, p. 121.

Mano de obra dentro del régimen especial de construcción civil

En el régimen de construcción civil, se considera trabajador a toda persona natural que realiza labor de construcción, dentro de la definición contenida en la División 45 de la categoría F de la clasificación Internacional Uniforme de las Actividades Económicas (CIIU) de la 3ra. División de la Organización de las Naciones Unidas. De esta manera y en función de lo regulado por el Decreto Supremo de fecha 02 de marzo de 1945, los trabajadores de construcción civil han sido agrupados en 3 categorías, definidos como:

i. Operarios

Donde se encuentra comprendido los siguientes: albañil, carpintero, fierros, pintores, electricistas, gasfiteros, plomeros, almaceneros, chóferes, concreteros y wincheros, mecánicos y todos los calificados en una especialidad de la rama como los que se dedican a la construcción de puentes, caminos y túneles. (Cruz, 2014, p.21)

ii. Ayudantes u Oficiales

Están comprendidos los trabajadores que desempeñan como ayudantes de los operarios. (Cruz, 2014, p.21)

iii. Peones

Son los trabajadores no calificados que son ocupados en diversas tareas de la actividad constructora. (Cruz, 2014, p.22)

b) Materiales

El costo utilizado es de material puesto en obra tomando en cuenta los siguientes puntos:

Precio del material en el centro abastecedor

El precio del material, será aquella que se tome del costo en fábrica sin incluir I.G.V. (Cruz, 2014, p.12)

Costo de flete

Es el costo del transporte desde el centro abastecedor hasta el almacén de la obra, como se indica en el cálculo de flete. (Cruz, 2014, p.12)

Costo de almacenamiento

El presente es el de almacenar, el cual es un servicio auxiliar en la construcción. (Cruz, 2014, p.12)

Mermas

Es la porción de un material que se consume naturalmente. Se considerara el costo de mermas en un porcentaje de desperdicios. (Cruz, 2014, p.12)

Tabla 4: Porcentaje de desperdicio.

Descripción	% de Desperdicio
Mezcla para concreto	5
Mortero	10
Ladrillo para muros	5
Ladrillo para techos	5
Loseta para pisos	5
Mayólicas	5
Clavos	15
Madera	10
Acero corrugado Ø 3/8"	3
Acero corrugado Ø 1/2"	5
Acero corrugado Ø 5/8"	7
Acero corrugado Ø 3/4"	8
Acero corrugado Ø 1"	10

Fuente: Cruz, J. (2014). Como presupuestar obras en edificación (pp. 13). Lima, Perú: GRUPO UNIVERSITARIO S.A.C. 2014.

c) Herramientas

Se refiere a cualquier utensilio pequeño que va a servir al personal en la ejecución de trabajos simples y/o complementarios a los que se hace mediante la utilización de equipos.

Por tener un índice muy bajo, en el presupuesto se considera un porcentaje del 5% de la mano de Obra. (Cruz, 2014, p.13)

d) Maquinaria y equipo

En esta parte importante para mejorar el tiempo de la construcción. Se debe considerar en los costos ya sea como alquiler o como equipo propio. (Cruz, 2014, p.13)

2.4 Marco conceptual

Análisis dinámico: Comprende el análisis de las fuerzas, desplazamientos, velocidades y aceleraciones que aparecen en una estructura o mecanismo como resultado de los desplazamientos y deformaciones. (RNE, 2006)

Análisis estático: Representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales actuando en cada nivel. (RNE, 2006)

Análisis de precios Unitarios: Es un Modelo Matemático que, a través de Costos Directos, Costos Indirectos, Rendimiento, Cantidad, Unidad y otras variables estandarizadas, permite calcular el Precio de un producto bien o servicio. (RNE, 2006)

Análisis lineal: Este análisis está ubicado en el rango elástico, donde el comportamiento de las estructuras se realiza de manera global en la que no importa la capacidad de la sección. Adicional a ello se realiza tanto el análisis estático como dinámico, ambas evaluaciones están relacionadas para poder realizar el análisis de la estructura. (RNE, 2006)

Cantidad: Es el volumen de trabajo indicado en la partida, de acuerdo con la unidad de medida correspondiente. (RNE, 2006)

Coefficiente de amplificación sísmica: Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la respuesta estructural respecto de la aceleración en el suelo. (RNE, 2006)

Columnas: Es un elemento arquitectónico vertical y de forma alargada que normalmente tiene funciones estructurales, aunque también pueden erigirse con fines decorativos. (RNE, 2006)

Comportamiento estructural: Es el análisis de la edificación para evaluar la vulnerabilidad ante daños funcionales. (RNE, 2006)

Cortante basal: Es una fuerza de reacción que se presenta en todos los marcos que compongan una estructura y se localiza en su base. (RNE, 2006)

Costo directo: Es la suma de los costos de material, mano de obra (incluyendo las leyes sociales), equipos, herramientas, y todo los elementos requeridos para la ejecución de una obra. (RNE, 2006)

Deformación cortante basal: Son los cambios o desplazamientos que se generan en la base de la estructura. (RNE, 2006)

Derivas: Son los desplazamientos que se genera por pisos mediante una fuerza horizontal. (RNE, 2006)

Desplazamiento: Es el movimiento que genera una estructura por diferentes fuerzas que actúan sobre la misma. (RNE, 2006)

Ductilidad: Es la propiedad de aquellos materiales que, bajo la acción de una fuerza, pueden deformarse sin llegar a romperse. (RNE, 2006)

Excentricidades: Parámetro que determina el grado de desviación de una sección en cuanto a sus ejes. (RNE, 2006)

Fallas estructurales: Se refiere a un colapso en el cual la estructura se rompe parcial o totalmente. (RNE, 2006)

Irregular: Es un cambio sensible en rigidez, masa, altura en la estructura de una edificación. (RNE, 2006)

Noma E-030 de Diseño Sismorresistente: Conjunto de medidas para el análisis y diseño de una construcción empleando conceptos básicos de diseño sísmico. (RNE, 2006)

Parámetros de diseño: Los parámetros consisten en variables que permiten reconocer, dentro de un conjunto de elementos, a cada unidad por medio de su correspondiente valor numérico. (RNE, 2006)

Periodo: Es el tiempo que este se demora en completar un ciclo de vibración (ir y volver) de una edificación. (RNE, 2006)

Placas: Estructurales que geométricamente se pueden aproximar por una superficie bidimensional y que trabajan predominantemente a flexión. (RNE, 2006)

Precio Unitario: Es el costo total por unidad de medida de cada partida. (RNE, 2006)

Rendimiento: Es la cantidad estimada, por unidad de la partida, que se ejecuta en el período de una jornada laboral. (RNE, 2006)

Reforzamiento: Es una técnica y utilización de diversos materiales con el fin de fortalecer un elemento para prevenir los posibles daños estructurales. (RNE, 2006)

Resistencia: Es la capacidad de un sólido para soportar presiones y fuerzas aplicadas sin quebrarse, deformarse o sufrir deterioros. (RNE, 2006)

Rotura: Es la máxima tensión que un material puede soportar al ser traccionado, que es cuando la sección transversal del elemento se comienza a contraer de manera significativa. (RNE, 2006)

Sistema dual: Edificaciones la cual están construidas en base a placas y columnas también en referencia de pórticos y muros. (RNE, 2006)

Zonificación: Es la clasificación de usos que se realiza dentro de las unidades territoriales en un distrito de manejo integrado de los mismos, conforme a un análisis previo de sus aptitudes, características y cualidades. (RNE, 2006)

Carga: Fuerza u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos. (NTE.020, 2006, p.01)

Carga Muerta: Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que se propone sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo. (NTE.020, 2006, p.01)

Carga Viva: Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos movibles soportados por la edificación. (NTE.020, 2006, p.01)

Agregado: Material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico. (NTE.060, 2009, p.25)

Cemento: Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos. (NTE.060, 2009, p.26)

Columna: Elemento con una relación entre altura y menor dimensión lateral mayor que tres, usado principalmente para resistir carga axial de compresión. (NTE.060, 2009, p.26)

Concreto: Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos. (NTE.060, 2009, p.26)

Concreto armado o reforzado: Concreto estructural reforzado con no menos de la cantidad mínima de acero, preesforzado o no. (NTE.060, 2009, p.26)

Concreto Premezclado: Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra. (NTE.060, 2009, p.26)

Concreto Preesforzado: Concreto estructural al que se le han introducido esfuerzos internos con el fin de reducir los esfuerzos potenciales de tracción en el concreto causados por las cargas. (NTE.060, 2009, p.26)

Losa: Elemento estructural de espesor reducido respecto de sus otras dimensiones usado como techo o piso, generalmente horizontal y armado en una o dos direcciones según el tipo de apoyo existente en su contorno. Usado también como diafragma rígido para mantener la unidad de la estructura frente a cargas horizontales de sismo. (NTE.060, 2009, p.27)

Módulo de elasticidad: Relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión menores que el límite de proporcionalidad del material. (NTE.060, 2009, p.28)

Muro estructural: Elemento estructural, generalmente vertical empleado para encerrar o separar ambientes, resistir cargas axiales de gravedad y resistir cargas perpendiculares a su plano proveniente de empujes laterales de suelos o líquidos. (NTE.060, 2009, p.28)

Muro de corte o Placa: Muro estructural diseñado para resistir combinaciones de fuerzas cortantes, momentos y fuerzas axiales inducidas por cargas laterales. (NTE.060, 2009, p.28)

Pretensado: Método en el cual el acero de preesforzado se tensa antes de la colocación del concreto. (NTE.060, 2009, p.29)

Resistencia Nominal: Resistencia de un elemento o una sección transversal calculada con las disposiciones e hipótesis del método de diseño por resistencia de esta Norma, antes de aplicar el factor de reducción de resistencia. (NTE.060, 2009, p.29)

Resistencia Requerida: Resistencia que un elemento o una sección transversal debe tener para resistir las cargas amplificadas o los momentos y fuerzas internas correspondientes combinadas según lo estipulado en esta Norma. (NTE.060, 2009, p.29)

Viga: Elemento estructural que trabaja fundamentalmente a flexión y cortante. (NTE.060, 2009, p.29)

2.5 Formulación de hipótesis

2.5.1 Hipótesis General

(Hi) El uso de losas aligeradas con poliestireno expandido reduce el costo de la estructura de un edificio en comparación al uso de losas aligeradas con ladrillo de arcilla.

(Ho) El uso de losas aligeradas con poliestireno expandido no reduce el costo de la estructura de un edificio en comparación al uso de losas aligeradas con ladrillo de arcilla.

2.5.2 Hipótesis Específicas

a) (Hi) Las losas aligeradas con poliestireno expandido reducen las secciones de los elementos estructurales de un edificio en comparación de losas aligeradas con ladrillo de arcilla.

(Ho) Las losas aligeradas con poliestireno expandido no reducen las secciones de los elementos estructurales de un edificio en comparación de losas aligeradas con ladrillo de arcilla.

b) (Hi) Las losas aligeradas con poliestireno expandido reducen los análisis de costos unitarios de la estructura de un edificio en comparación de losas aligeradas con ladrillo de arcilla.

(Ho) Las losas aligeradas con poliestireno expandido no reducen análisis de costos unitarios de la estructura de un edificio en comparación de losas aligeradas con ladrillo de arcilla.

c) (Hi) Las losas aligeradas con poliestireno expandido reduce el metrado de la estructura de un edificio en comparación de losas aligeradas con ladrillo de arcilla.

(Ho) Las losas aligeradas con poliestireno expandido no reduce el metrado de la estructura de un edificio en comparación de losas aligeradas con ladrillo de arcilla.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación tiene la finalidad de especificar el enfoque del proyecto, teniendo una de estas características: cuantitativa, cualitativa o mixta. Originándose de ideas potenciales y aplicar técnicas, métodos como herramientas para profundizar la investigación.

El enfoque es cuantitativo presenta un conjunto de procesos secuencial, quiere decir que no podemos emitir pasos. Tiene la necesidad de medir y estimar magnitudes representada mediante números. El alcance descriptivo busca especificar, las propiedades características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

La investigación es descriptiva aplicada, ya que se emplea losas aligeradas con poliestireno expandido para ver el efecto que tiene en el costo de la estructura, obteniendo resultados numéricos identificando cada uno de ellos y se detallara los procedimientos que se realizaron para obtenerlos, representando en tablas estadísticas la comparación del poliestireno expandido y el ladrillo de arcilla. Este proyecto de investigación dará a conocer las características de una edificación, que influyen en el costo estructural, que se realizara el diseño estructural en base a las normas E.0.20-2006 Cargas, E.0.30-2016 Ingeniería Sismorresistente y E.60-2009 concreto armado.

Esta investigación define las características obtenidas para emplear losas aligeradas con poliestireno expandido en un edificio, lo que se observa diferentes parámetros para su aplicación. Dejando como estudio a diferentes edificios, para aplicar dentro del diseño estructural y tener una vista global.

3.2 Diseño de investigación

Es el plan o estrategia concebida para obtener la información que se desea con el fin de responder al planteamiento del problema. (Hernández, Fernández y Baptista., 2014)

El diseño de la investigación **no experimental**, ya que se partirá de una arquitectura y no se manipularán las variables.

Es **prospectiva**, ya que se evaluará los resultados durante la investigación del análisis comparativo de costo, expresado en cuadros y gráficos.

Es **transversal** debido que se tomara con estudio un edificio específico, siendo un solo caso de estudio.

3.3 Variables

Variable independiente:

- a) Ladrillo de arcilla
- b) Poliestireno expandido

Variable dependiente:

Costo Estructural

3.3.1 Operacionalización variables

Tabla 5: Variable dependiente.

VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADORES		
CASETÓN DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	PESO UNITARIO		
	VOLUMEN UNITARIO		
LADRILLO DE ARCILLA	PESO UNITARIO		
	VOLUMEN UNITARIO		
VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICES	INSTRUMENTO
COSTO ESTRUCTURAL	ELEMENTOS ESTRUCTURALES	PREDIMENSIONAMIENTO	ACÁPITE NTE E.060, NTE E.020 Y NTE E.030
		MODELAMIENTO	ETABS
		VERIFICACIÓN	NTE E.060
	ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO	MATERIALES	PROVEEDORES
		MANO DE OBRA	TABLA DE SALARIOS Y BENEFICIOS SOCIALES - EL PERUANO
		EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	PROVEEDORES
	METRADO	LONGITUDES	NORMA TÉCNICA DE METRADO, AUTOCAD
		ÁREAS	NORMA TÉCNICA DE METRADO, AUTOCAD
		VOLUMENES	NORMA TÉCNICA DE METRADO, AUTOCAD

Fuente. Elaborado por los autores.

3.4 Técnica de investigación

En esta investigación se empleará **Estadística Descriptiva**, ya que se recolectará, ordenará, analizará y representará un conjunto de datos, con la finalidad de presentar una comparación de costo que denote la variación de datos, representados por tablas, gráficos y cálculos.

3.5 Instrumentos de la investigación

Los instrumentos que se emplearon para la obtención de datos, para el cálculo estructural el programa Etabs y el presupuesto s10, y Excel. Se presenta con diversos formatos para las comparaciones entre estas dos dimensiones procesando en el software Excel.

3.6 Caso de estudio

Se tomó como caso de estudio una arquitectura de una edificación multifamiliar, el edificio cuenta con dos sótanos, de un nivel de 8 pisos, con un área de 480 m².

3.7 Procesamiento de datos

El Procesamiento de datos se presentará en Cuadros y Gráficos, mediante estadística descriptiva.

Los datos obtenidos se comparan con los resultados de ambos tipos de ladrillos, se confirmara la viabilidad de acuerdo al resultado a fin de elegir el material más económico.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Diseño estructural

4.2 Predimensionamiento

Para el predimensionamiento tomaremos en cuenta distintos criterios, los cuales mencionaremos a continuación:

4.2.1 Predimensionamiento de losas aligeradas

Para el predimensionamiento de losas utilizamos la siguiente fórmula:

$$e = L/25$$

L: Luz menor del paño (sentido de la

Tabla 6: Peralte de losa según luces máximas.

h(m)	Luces máximas recomendadas
0.17	$L \leq 4\text{m}$
0.2	$4\text{m} \leq L \leq 5.5\text{m}$
0.25	$5\text{m} \leq L \leq 6.5\text{m}$
0.3	$6\text{m} \leq L \leq 7.5\text{m}$

Fuente: Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado

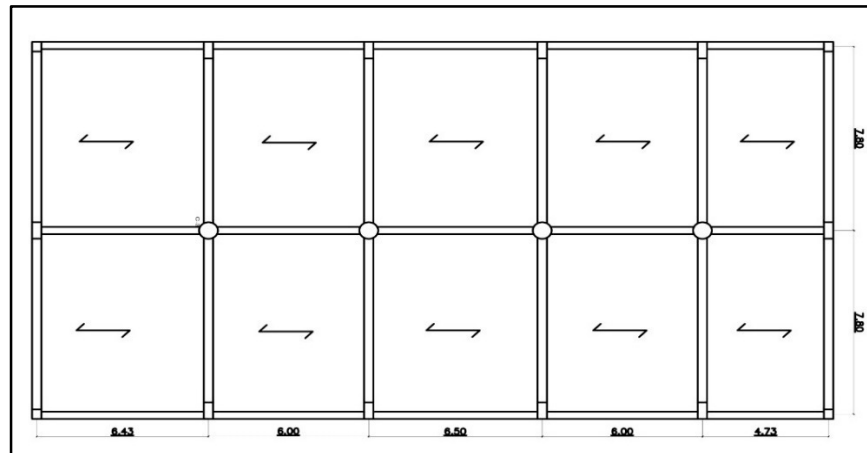


Figura N°12: Sentido de aligerado.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Calculamos:

$$h1 = \frac{L}{25} = \frac{6.40}{25} = 0.25$$

$$h2 = \frac{L}{25} = \frac{6.00}{25} = 0.24$$

$$h3 = \frac{L}{25} = \frac{6.50}{25} = 0.26$$

$$h4 = \frac{L}{25} = \frac{6.00}{25} = 0.24$$

$$h5 = \frac{L}{25} = \frac{4.70}{25} = 0.19$$

Para uniformizar nuestras losas aligeradas tomamos un peralte de 25cm en toda la planta.

4.2.2 Predimensionamiento de vigas

Para el predimensionamiento de vigas utilizamos las siguientes fórmulas:

- **Peralte de la viga**

$$h = \frac{L}{12}$$

$$h = \frac{L}{10}$$

- **Base de la viga**

$$b = 0.5h$$

$$b = 0.3h$$

L: Luz de la viga (eje a eje)
b: Base de la viga
h: Peralte de la viga

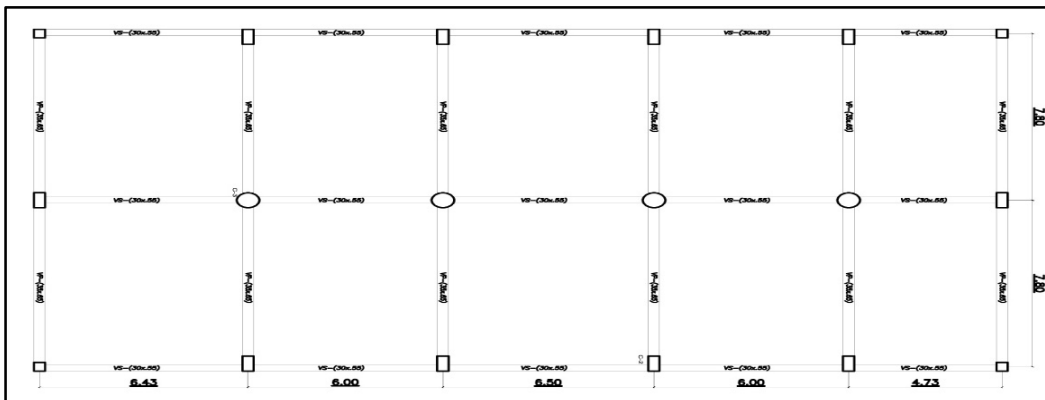


Figura N°13: Secciones de vigas en planta.

[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

- **Viga Principal**

Las luces de las vigas principales tienen un solo valor, que es de 7.8m.

$$h = \frac{L}{12} = \frac{7.80}{12} = 0.65m$$

$$b = \frac{L}{12} = 0.65 \times 0.5 = 0.325m \approx 0.35m$$

- **Viga Secundaria**

Las luces de las vigas secundarias tienen distintos valores, por lo que tomamos el mayor que es de 6.5m, para así uniformizar.

$$h = \frac{L}{12} = \frac{6.50}{12} = 0.55m$$

$$b = \frac{L}{12} = 0.55 \times 0.5 = 0.27m \approx 0.30m$$

Como resultado tenemos vigas principales a lo largo del eje x-x, de medidas 0.35x0.65m y vigas secundarias a lo largo del eje y-y, de medidas 0.30x0.55m.

4.2.3 Predimensionamiento de columnas

Para el predimensionamiento de columnas utilizamos las siguientes fórmulas:

Columnas céntricas:

$$A_{col} = \frac{P \times A \times N}{0.45 \times \sqrt{f'c}}$$

Columnas excéntricas o esquineras:

$$A_{col} = \frac{P \times A \times N}{0.35 \times \sqrt{f'c}}$$

P: Carga de servicio.

A: Área tributaria.

N: Cantidad de niveles.

f'c: Resistencia a la compresión del concreto.

Carga de Servicio:

Categoría A: 1500kg/m²

Categoría B: 1250kg/m²

Categoría C: 1000kg/m²

Áreas Tributarias:

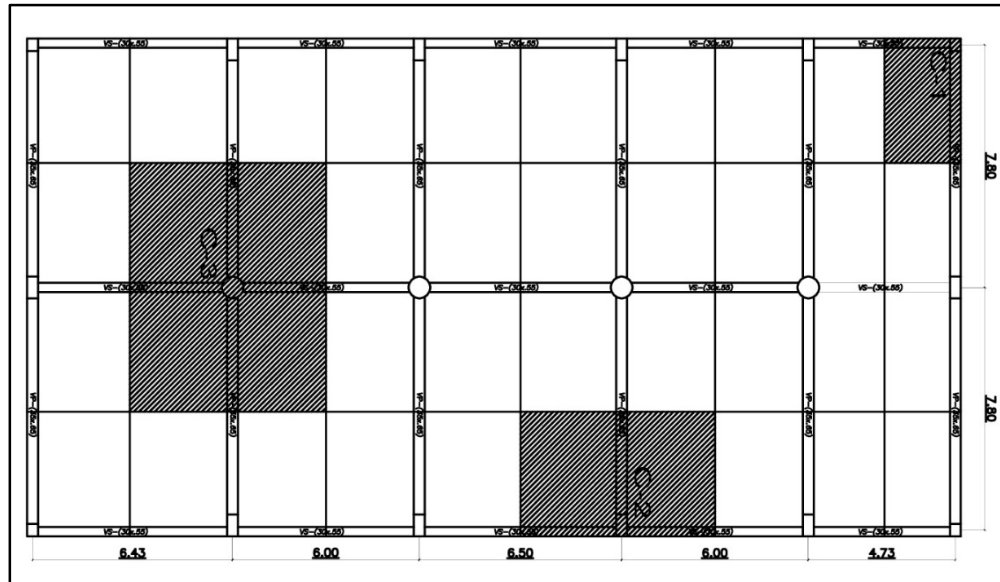


Figura N°14: Áreas tributarias de columnas.

[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Los 3 primeros pisos son salas multiusos, los 5 restantes son departamentos, por lo que asumiremos 1250kg/m² para los niveles con sala multiuso y 1000kg/m² para departamentos.

Columnas Esquinas (C-1):

Tabla 7: Características de la columna esquinera.

COLUMNA ESQUINERA	
AREA	9.80 m ²
P1	1250 kg/m ²
P2	1000 kg/m ²
Pservicio	8500 kg/m ²
f'c	280 kg/cm ²
Área Col	661.11 cm ²
Lado x	30.00 cm
Lado y	22.04 cm

$$P1 = 1250 \times 2 = 2500 \text{ kg/m}^2$$

$$P2 = 1000 \times 6 = 6000 \text{ kg/m}^2$$

Fuente: Elaborado por los autores.

Columnas Excéntrica (C-2):

Tabla 7: Características de la columna excéntrica.

COLUMNA EXCENTRICA	
AREA	26.40 m ²
P1	1250 kg/m ²
P2	1000 kg/m ²
Pservicio	8500 kg/m ²
f'c	280 kg/cm ²
Área Col	2289.80 cm ²
Lado x	35.00 cm
Lado y	65.42 cm

Fuente: Elaborado por los autores.

$$P1 = 1250 \times 2 = 2500 \text{ kg/m}^2$$

$$P2 = 1000 \times 6 = 6000 \text{ kg/m}^2$$

Columnas Céntricas (C-3):

Tabla 8: características de la columna céntrica.

COLUMNA CENTRICA	
AREA	50.40 m ²
P1	1250 kg/m ²
P2	1000 kg/m ²
Pservicio	8500 kg/m ²
f'c	280 kg/cm ²
Área Col	4371.43 cm ²
Lado x	60.00 cm
Lado y	72.86 cm

Fuente: Elaborado por los autores.

$$P1 = 1250 \times 2 = 2500 \text{ kg/m}^2$$

$$P2 = 1000 \times 6 = 6000 \text{ kg/m}^2$$

Una vez calculado obtuvimos las secciones de nuestras columnas:

Columnas Esquineras (C-1) : 35x40 cm

Columnas Excéntricas (C-3) : 35x70 cm

Columnas Céntricas (C-3) : 75 cm de diámetro

Decidimos que la columna céntrica sea de sección circular, ya que aporta rigidez en ambos sentidos y contribuye con la arquitectura

4.2.4 Predimensionamiento de placas:

Para el predimensionamiento de placas utilizamos las siguientes fórmulas:

a) Cortante Basal:

Primero calculamos una cortante basal estimada, mas no definitiva, solo la estimamos para saber una longitud de muro estructural necesaria antes de modelarlo.

$$V = \frac{Z \times U \times C \times S}{R} \times P$$

V : Fuerza cortante en la base de la estructura.

Z : Factor de zona.

U : Factor de uso o importancia.

C : Factor de amplificación sísmica.

S : Factor de amplificación del suelo.

R : Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.

P : Peso total de la edificación.

b) Factor de zona (Z):

Tabla 9: Factores de zona.

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del RNE.

Ya que el proyecto se ubica en el distrito del Callao-Lima, su factor de zona será de 0.45, según la Norma Técnica de Diseño Sismorresistente.

c) Factor de uso o importancia (U):

Tabla 10: Categoría de la edificación y factor de uso.

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”		
CATEGORIA	DESCRIPCION	FACTOR U
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1.3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del RNE.

Nuestra edificación, será utilizada en sus 3 primeros niveles como sala multiusos, y los siguientes como departamentos, por lo que su categoría es de tipo C, con un factor de uso de 1.

d) Factor de amplificación del suelo (S):

Nuestro suelo tendrá de capacidad portante 2.5kg/cm² y será un suelo intermedio según la Norma Técnica de Diseño Sismorresistente.

Por lo tanto el factor de amplificación del suelo será de 1.05

Tabla 11: Factor de uso.

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

Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del RNE.

Tabla 12: Periodos Tp y Tl.

PERIODOS "TP" Y "TL"				
	Perfil de Suelo			
	S0	S1	S2	S3
Tp (s)	0.30	0.40	0.60	1.00
Tl (s)	3.00	2.20	2.00	1.30

Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del RNE.

Tp: Período que define la plataforma del factor C.

Tl : Período que define el inicio de la zona del factor C con Desplazamiento constante.

Factor de amplificación sísmica (C):

Para hallar el factor de amplificación sísmica primero calculamos el periodo y posterior a ello lo comparamos con el Tp y Tl.

Ct : Coeficiente para estimar el período fundamental de un edificio.

CT = 60 Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

Altura total de la edificación:

Es la suma del desplante de cimentación, y todas las alturas de entrepiso de la edificación.

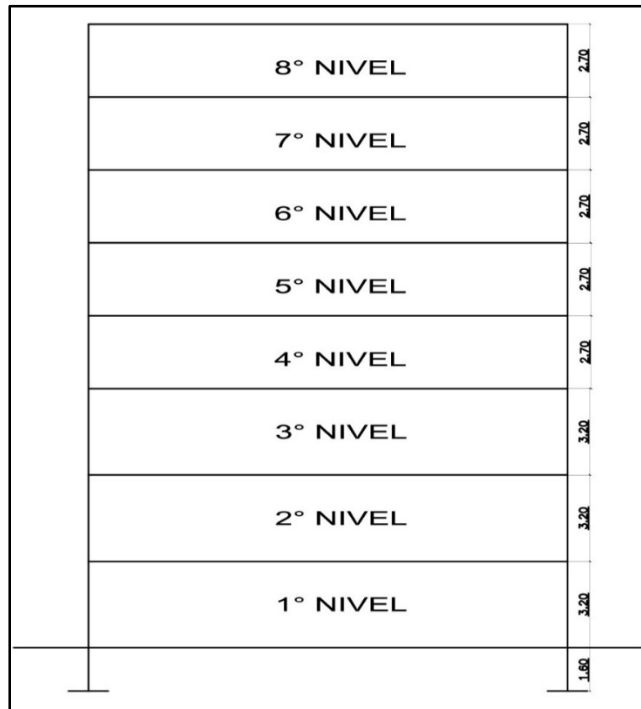


Figura N°15: Perfil del edificio.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Para T menor o igual a 0,5 segundos: k = 1,0.

$$T = \frac{Hn}{Ct} = \frac{1.6 + 2 \times 3.2 + 6 \times 2.7}{60} = 0.4117s$$

Para T mayor que 0,5 segundos: k = (0,75 + 0,5 T) ≤ 2,0.

$$T \leq 0.5s$$

$$k = 1.0$$

Anteriormente hallamos el T_p y el T_l , que tienen los siguientes valores:

$$T_p = 0.6$$

$$T_l = 2.0$$

Tabla 13: Coeficiente de amplificación sísmica.

$T < T_p$	$C = 2.5$
$T_p < T < T_l$	$C = 2.5 \times \left(\frac{T_p}{T}\right)$
$T > T_l$	$C = 2.5 \times \left(\frac{T_p \cdot T_l}{T^2}\right)$

Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del RNE.

Por lo tanto el coeficiente de amplificación sísmica será de 2.5.

Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas (**R**):

Para hallar el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas, primero verificaremos si nuestra edificación presenta irregularidades, tanto en planta, como en altura.

$$R = I_a \times I_p \times R_0$$

R : Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.

I_a : Factor de irregularidad en altura.

I_p : Factor de irregularidad en planta.

R₀: Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas.

Nuestra edificación no presenta irregularidades, ni en planta ni en altura, por lo que nuestros factores de irregularidad serán igual a 1.

Tabla 14: Coeficiente básico de reducción.

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_o
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductibilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del RNE.

$$R = 1 \times 1 \times 7 = 7$$

Por lo tanto nuestro coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas es igual a 7.

CALCULANDO:

$$P = 2 \times 480 \times 1.25 + 6 \times 480 \times 1 = 4080 \text{tn}$$

$$V = \frac{Z_x U_x C_x S}{R} \times P = \frac{0.45 \times 1 \times 2.5 \times 1.05}{7} \times 4080 = 688.5 \text{tn}$$

$$V_u < \phi V_n$$

$$V_c = 0.53 \times \sqrt{f'_c} \times t \times d$$

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_s = A_v \times f'_y \times \frac{d}{s}$$

- V_u : Cortante Ultima
 V_n : Cortante Nominal
 V_c : Cortante del concreto
 V_s : Cortante del acero
 t : Espesor de placa (asume)
 d : Peralte efectivo
 A_v : Área del refuerzo
 s : separación del refuerzo

Hallamos la cortante que aporta el concreto y el acero por metro lineal asumiendo un espesor de 20cm de placa con refuerzo de 3/8”.

$$d = 0.8L = 80\text{cm}$$

$$V_c = 0.53 \times \sqrt{210} \times 20 \times 80 = 12.28\text{tn}$$

$$A_v = 2 \times 0.74 = 1.42\text{cm}^2$$

$$V_s = 1.42 \times 4200 \times \frac{80}{20} = 23.86\text{tn}$$

$$V_n = 12.28 \text{tn} + 23.86 \text{tn} = 36.14 \text{tn}$$

$$V_u < \phi V_n$$

$$688.5 \text{tn} < 0.85 \times 36.14 \text{tn}$$

$$688.5 \text{tn} < 30.72 \text{tn} \times L$$

$$L < 22.42 \text{m}$$

Necesitamos 22.42m de placas con un espesor de 20cm a lo largo de ambos ejes, por lo que ubicaremos dicha longitud de manera simétrica en la planta de nuestra arquitectura, para así no ocasionar efectos de torsión.

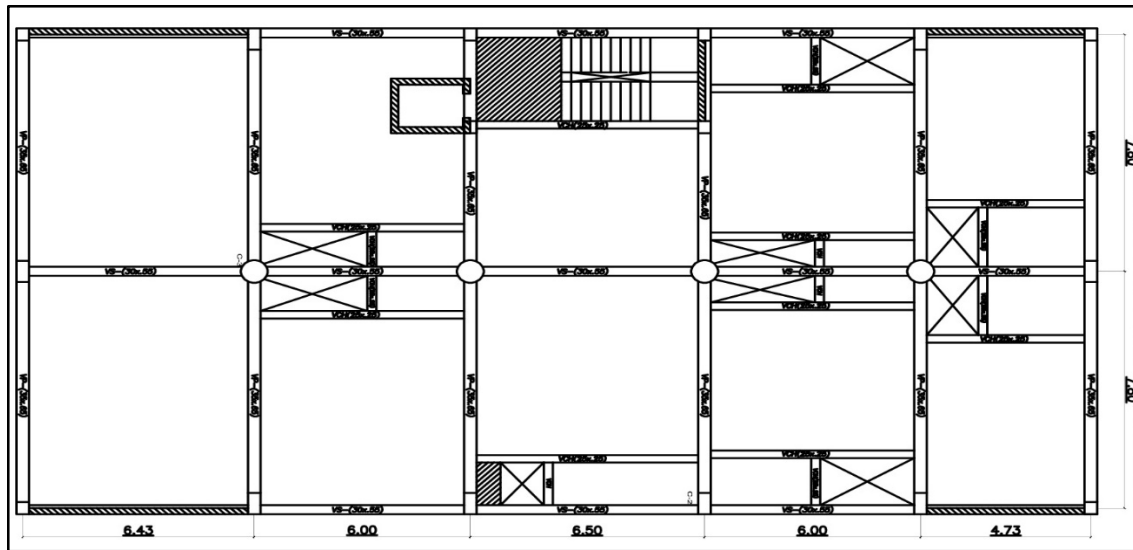


Figura N°16: Ubicación de placas.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

ANÁLISIS SÍSMICO

Es necesario realizar un análisis sísmico de la estructura para estimar el comportamiento del mismo, debido a que nuestro país es altamente sísmico.

Si bien lo adecuado es que la estructura sea diseñada con una resistencia lateral muy elevada, para sismos con período de retorno de 500 o 1000 años, es injustificable realizar un proyecto de tal magnitud debido a su baja probabilidad durante la vida útil de la estructura.

Tomando en cuenta la Norma Técnica de Diseño Sismorresistente, la estructura no tendrá por qué colapsar ante ningún evento sísmico, si podrá sufrir pequeños daños ante sismos leves, los cuales podrán ser reparadas y sufrir grandes daños ante sismos severos, pero dando el tiempo suficiente como para que toda persona que esté dentro del mismo evacue, este es el principio del diseño sismorresistente, evitar pérdidas humanas.

Cada edificio tiene una determinada función en el momento que ocurre el sismo. Por ejemplo, en el caso de los hospitales, estos deben quedar totalmente operativos luego de la actividad; mientras que los edificios de vivienda deben de resguardar la vida de las personas y evitar el colapso.

A continuación, se realiza el análisis estático y dinámico, utilizando ETABS.

4.1.2 Modelamiento



Figura N°17: Software ETABS 2016.

Recuperado de <https://planosantisismicos.wordpress.com/curso-etabs-2016/>

Primero definiremos nuestro ejes, en los cuales colocaremos nuestras vigas y placas, y en cuyas intersecciones nuestras columnas.

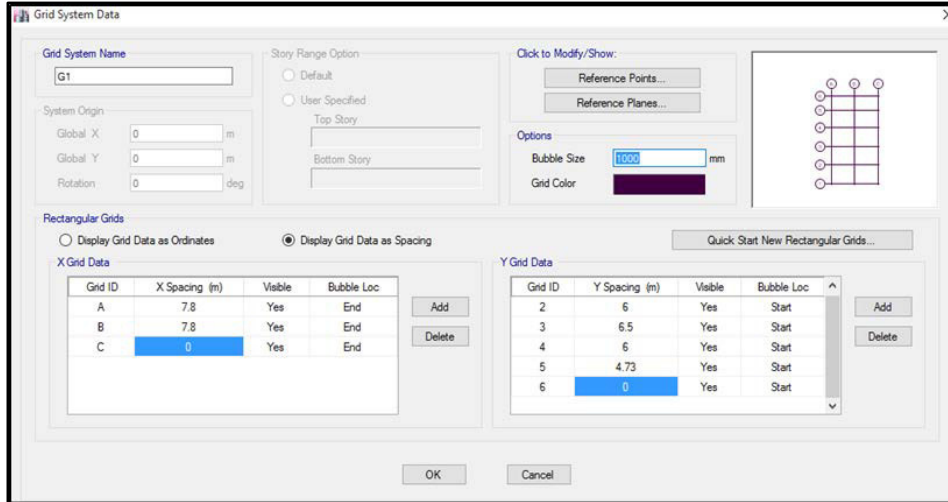


Figura N°18: Creación de Grids en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Definimos nuestros materiales a utilizar, tanto concreto, como acero.

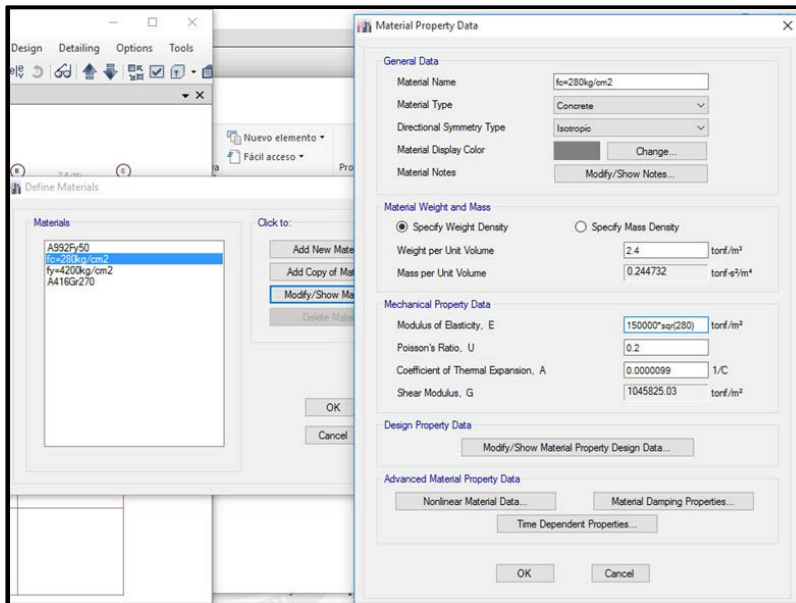


Figura N°19: Definición de materiales en ETABS 2016
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Definimos las secciones de vigas, columnas, losas y placas a utilizar.

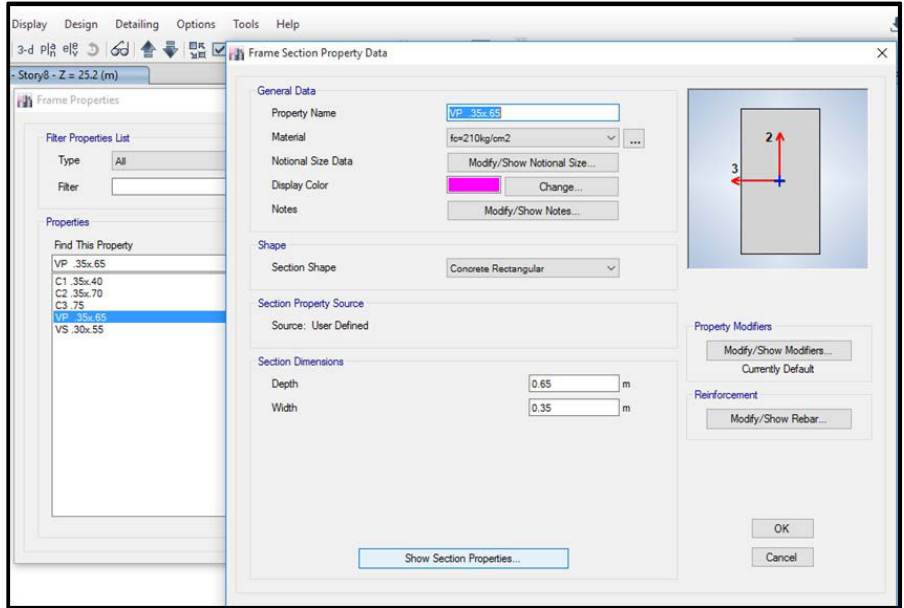


Figura N°20: Definición de sección de viga en ETABS 2016.
 [Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

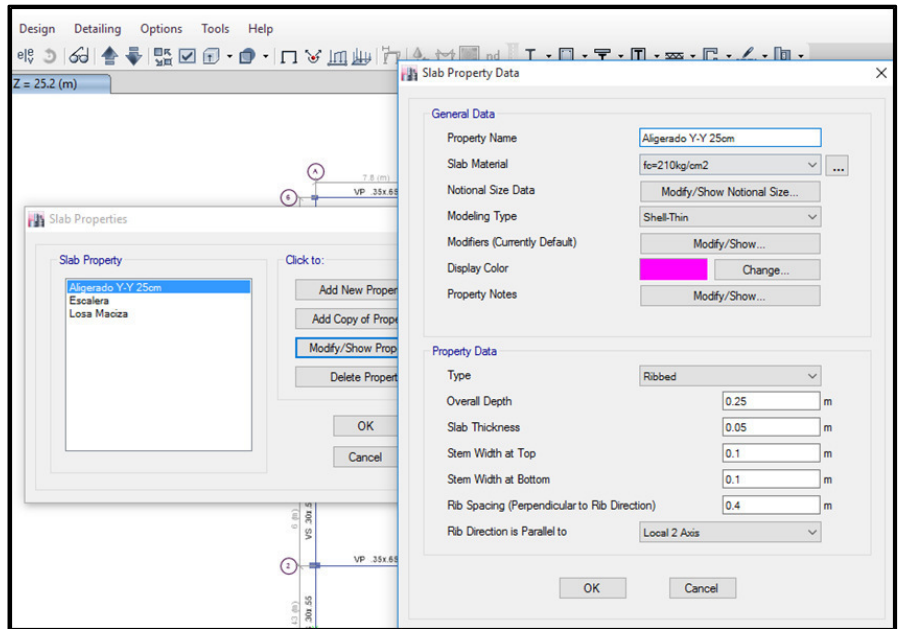


Figura N°21: Definición de losa aligerada en ETABS 2016.
 [Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Luego dibujamos nuestros elementos estructurales según nuestra estructuración.

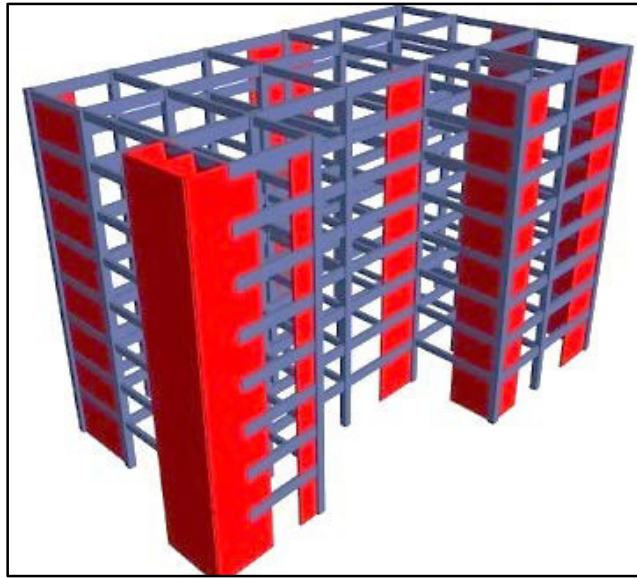


Figura N°22: Modelado de edificación ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Restringimos nuestros grados de libertad mediante la asignación de nuestras columnas y placas como empotradas.

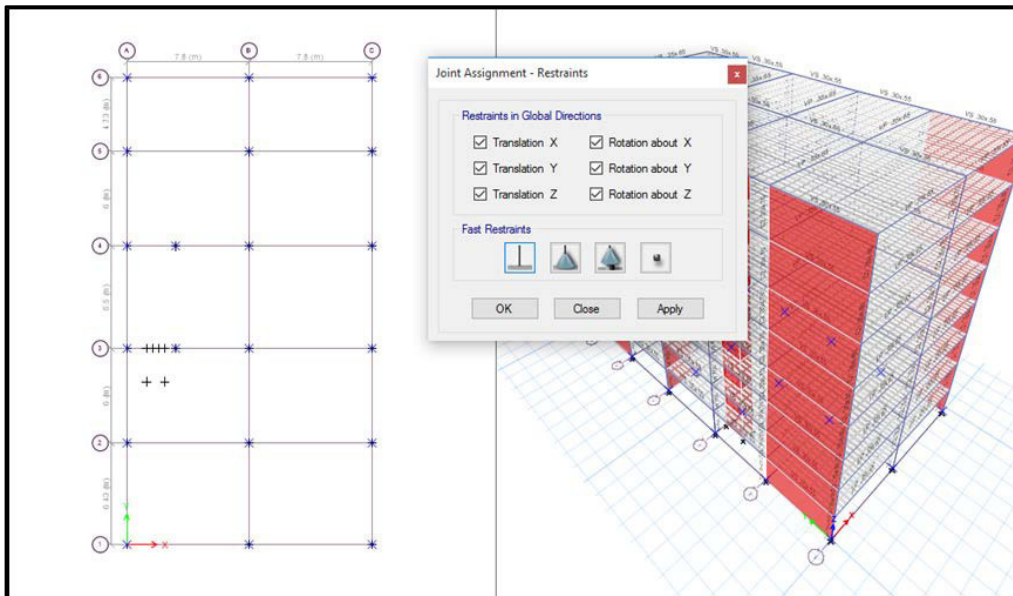


Figura N°23: Asignación de empotramiento en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Definimos nuestros estados de carga

Tabla 15: Combinaciones de carga.

COMBINACION DE CARGA
$U = 1.4D$
$U = 1.2D + 1.6L + 0.5(Lr \text{ ó } S \text{ ó } R)$
$U = 1.2D + 1.6(Lr \text{ ó } S \text{ ó } R) + (1.0L \text{ ó } 0.5W)$
$U = 1.2D + 1.0W + 1.0L + 0.5(Lr \text{ ó } S \text{ ó } R)$
$U = 1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S$
$U = 0.9D + 1.0W$
$U = 0.9D + 1.0E$

Fuente: Reglamento Para Concreto Estructural ACI 318-14S.

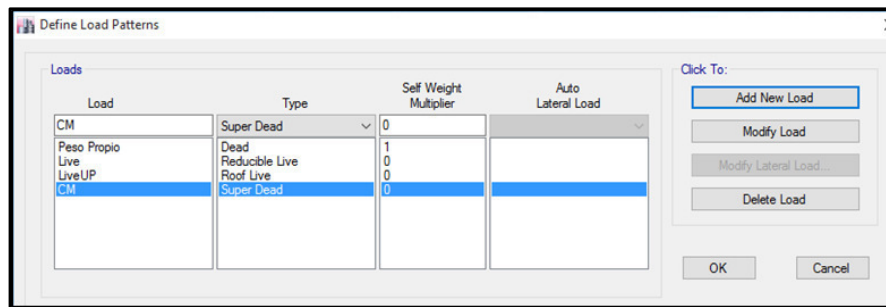


Figura N°24: Definición de cargas en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Ingresamos nuestras combinaciones de carga, para ello utilizamos la norma del ACI 318-14, ya que se familiariza más con el software que estamos utilizando.

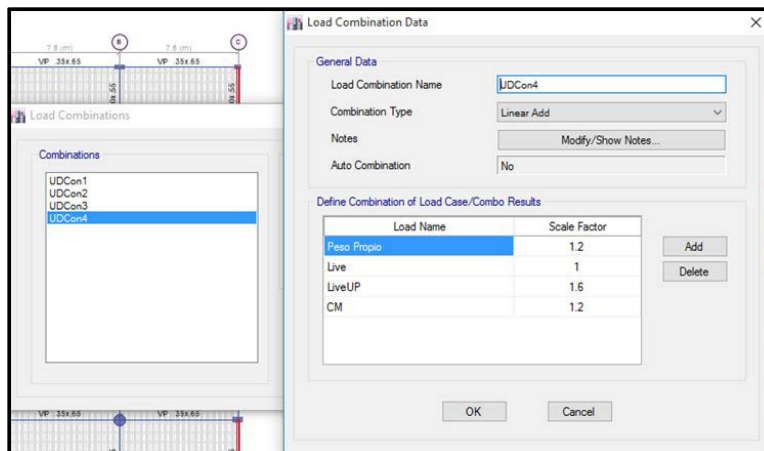


Figura N°25: Definición de combinaciones de carga en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Dibujamos los ductos, y asignamos la carga viva según la Norma Técnica de Carga E.020, de acuerdo al uso.

Tabla 16: Cargas vivas mínimas repartidas.

CARGAS VIVAS MINIMAS REPARTIDAS	
OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (Kgf/m²)
Lugares de Asamblea	
Con asientos fijos	3,0 (300)
Con asientos móviles	4,0 (400)
Salones de baile, restaurantes, museos, gimnasios y vestíbulos de teatros y cines.	4,0 (400)
Graderías y tribunas	5,0 (500)
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Viviendas	
Corredores y escaleras	2,0 (200)

Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del RNE.

La carga viva se asignó de la siguiente manera:

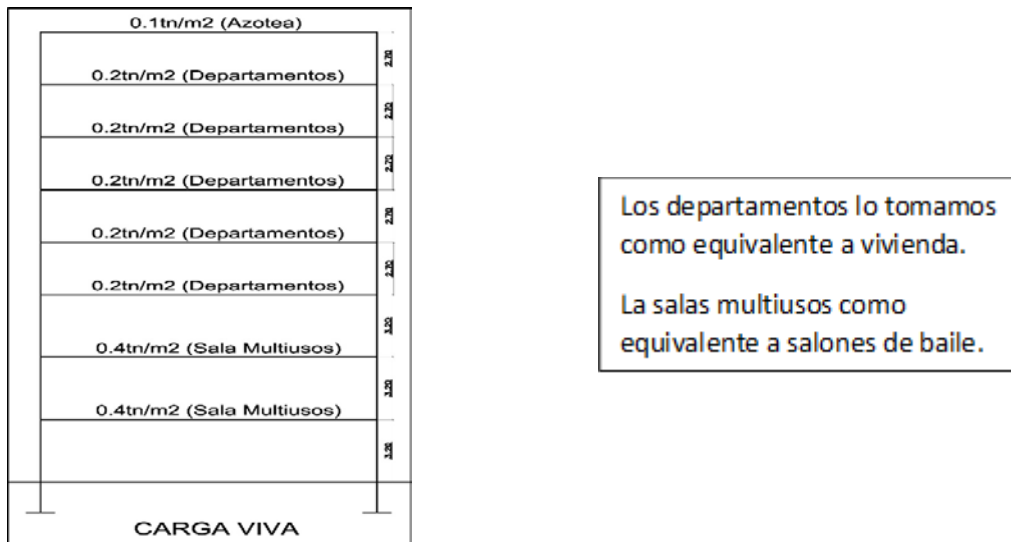


Figura N°26: Corte en altura con carga viva.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Ingresamos la carga a nuestro modelo en el ETABS.

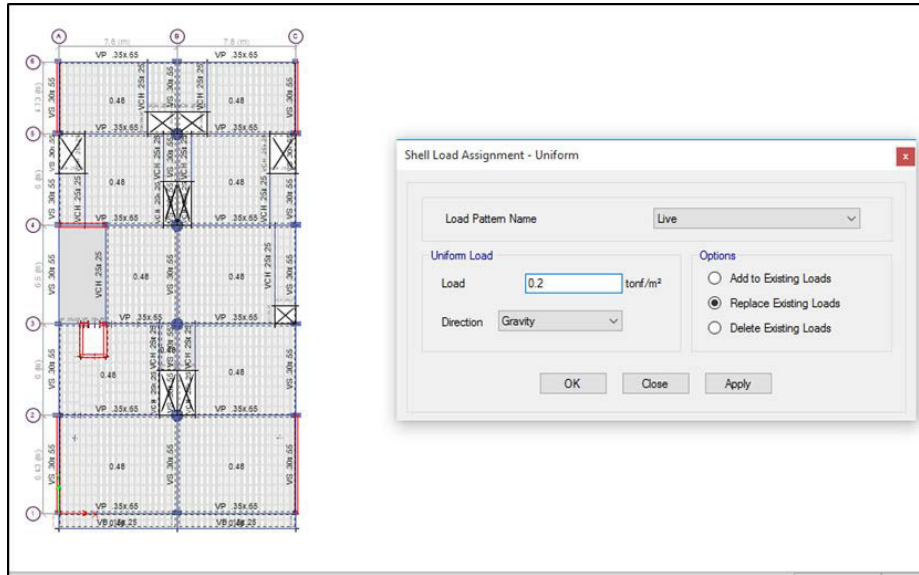


Figura N°27: Asignación de cargas en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Utilizamos la Norma Técnica de Diseño Sismorresistente E.030 para la estimación del peso de la edificación, posterior a ello lo ingresamos al ETABS.

Estimación del Peso (P):

El peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

a. En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.

b. En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25% de la carga viva.

c. En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.

d. En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.

e. En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.

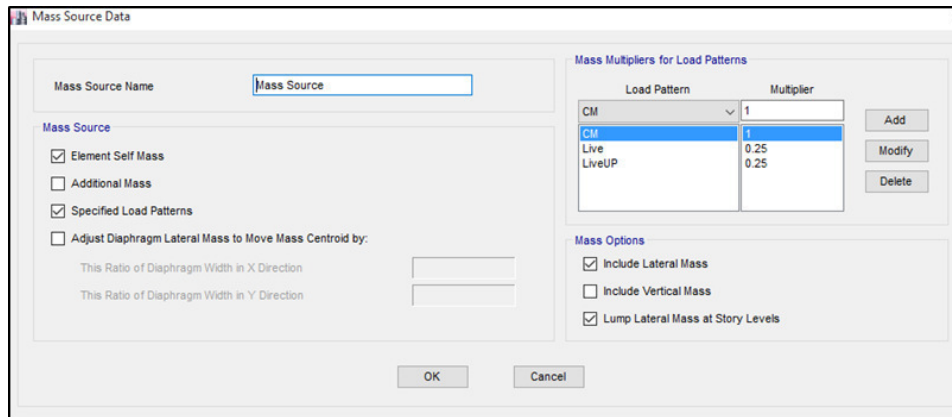


Figura N°28: Definición del peso de servicio en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Asignamos brazo rígido y diafragma rígido.

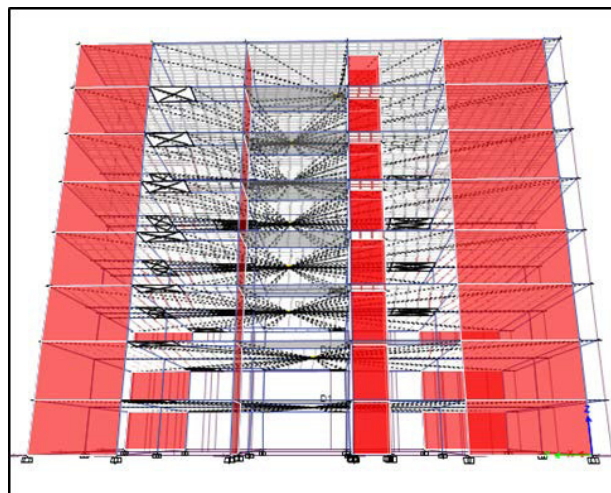


Figura N°29: Diafragma rígido en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Corremos nuestro modelo para obtener el periodo definitivo de nuestra edificación, para luego calcular nuestro coeficiente de cortante basal, según la Norma Técnica de Diseño Sismorresistente E.030, utilizando los siguientes datos obtenidos por las características de nuestro proyecto.

$$C_v = \frac{Z \times U_x \times C_x \times S}{R}$$

Z	0.45
S	1.05
R	7
U	1

Calculamos el coeficiente de amplificación sísmica (C).

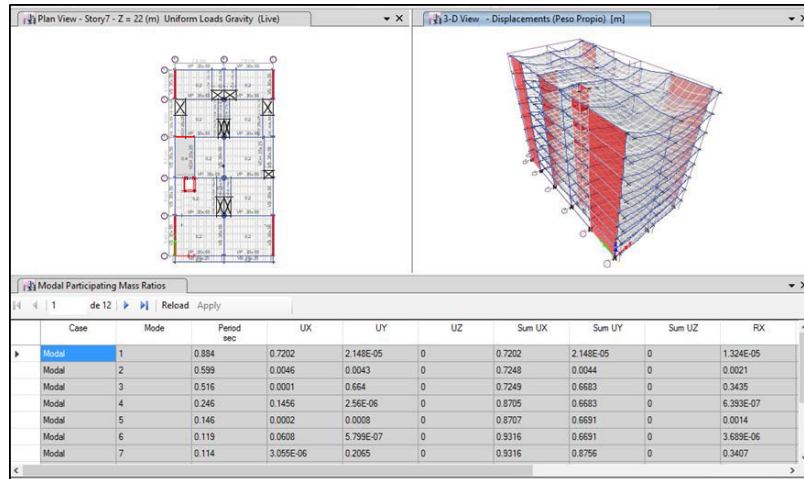


Figura N°30: Periodo fundamental en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Nuestro periodo es igual a 0.884.

Anteriormente hallamos el T_p y el T_l , mediante nuestro tipo de suelo y ubicación del proyecto.

$$T = 0.884$$

$$T_p = 0.6$$

$$T_l = 2.0$$

Tabla 17: Coeficiente de amplificación sísmica.

$T < T_p$	$C = 2.5$
$T_p < T < T_l$	$C = 2.5 \times \left(\frac{T_p}{T}\right)$
$T > T_l$	$C = 2.5 \times \left(\frac{T_p \cdot T_l}{T^2}\right)$

Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del RNE.

Reemplazando

$$C = 2.5 \left(\frac{0.6}{0.884} \right) = 1.7$$

$$\frac{C}{R} = \frac{1.7}{7} = 0.24 \geq 0.125 \text{ OK}$$

$$C_v = \frac{Z_x U_x C_x S}{R} = \frac{0.45 \times 1.0 \times 1.7 \times 1.05}{7} = 0.11475$$

Ingresamos nuestro coeficiente de cortante basal, junto al ratio de excentricidad en nuestras losas, que es de 5% según la Norma Técnica de Diseño Sismorresistente.

Figura N°31: Coeficiente de cortante basal en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Luego hallamos los espectros de pseudo aceleraciones

Tabla 18: Datos de la edificación.

DATOS	FACTORES	DATOS	DIR X-X	DIR Y-Y
Z	0.45	R_o	8	7
U	1.00	I_a	1.00	1.00
S	1.05	I_p	1.00	1.00
T_p	0.60	R	8	7
T_L	2.00	g	1 m/s ²	

Fuente: Elaborado por los autores.

Utilizamos la siguiente formula y asumimos que la gravedad es 1, ya que la ingresaremos dentro del software.

$$S_a = \frac{Z_x U_x C_x S}{R} \times g$$

Tabla 19: Datos para diseño espectral

	Sa Dir X-X	T	Sa Dir Y-Y
0.00	0.148	0.00	0.169
0.02	0.148	0.02	0.169
0.04	0.148	0.04	0.169
0.06	0.148	0.06	0.169
0.08	0.148	0.08	0.169
0.10	0.148	0.10	0.169
0.12	0.148	0.12	0.169
0.14	0.148	0.14	0.169
0.16	0.148	0.16	0.169
0.18	0.148	0.18	0.169
0.20	0.148	0.20	0.169
0.25	0.148	0.25	0.169
0.30	0.148	0.30	0.169
0.35	0.148	0.35	0.169
0.40	0.148	0.40	0.169
0.45	0.148	0.45	0.169
0.50	0.148	0.50	0.169
0.55	0.148	0.55	0.169
0.60	0.148	0.60	0.169
0.65	0.136	0.65	0.156
0.70	0.127	0.70	0.145
0.75	0.118	0.75	0.135
0.80	0.111	0.80	0.127
0.85	0.104	0.85	0.119
0.90	0.098	0.90	0.113
0.95	0.093	0.95	0.107
1.00	0.089	1.00	0.101
1.10	0.081	1.10	0.092
1.20	0.074	1.20	0.084
1.30	0.068	1.30	0.078
1.40	0.063	1.40	0.072
1.50	0.059	1.50	0.068
1.60	0.055	1.60	0.063
1.70	0.052	1.70	0.060
1.80	0.049	1.80	0.056
1.90	0.047	1.90	0.053
2.00	0.044	2.00	0.051
2.25	0.035	2.25	0.040
2.50	0.028	2.50	0.032
2.75	0.023	2.75	0.027
3.00	0.020	3.00	0.023
4.00	0.011	4.00	0.013
5.00	0.007	5.00	0.008
6.00	0.005	6.00	0.006
7.00	0.004	7.00	0.004
8.00	0.003	8.00	0.003
9.00	0.002	9.00	0.003

Fuente: Elaborado por los autores.

Espectro de pseudo – aceleraciones x-x

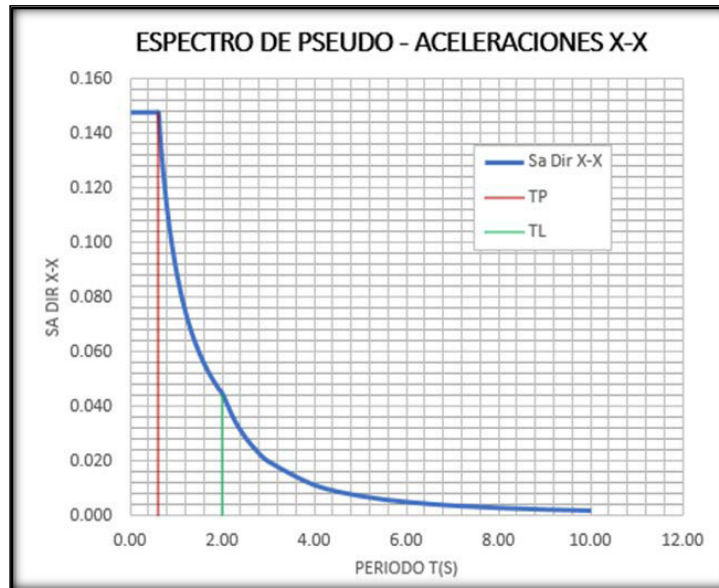


Figura N°32: Espectro de pseudo aceleración x-x.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Espectro de pseudo – aceleraciones y-y

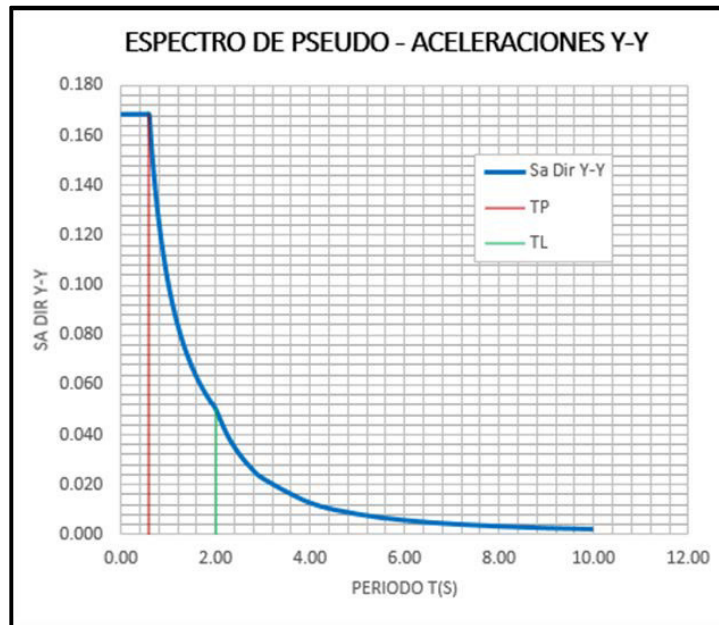


Figura N°33: Espectro de pseudo aceleración y-y.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Ingresamos los espectros al ETABS.

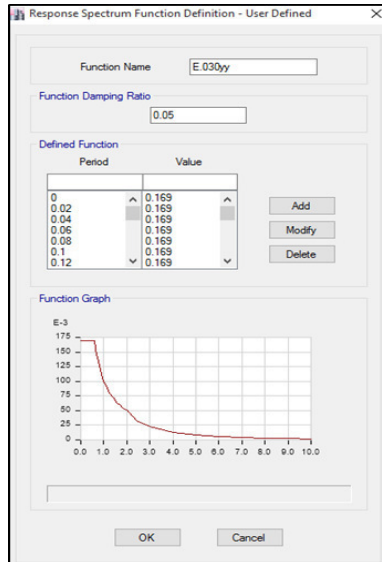


Figura N°34: Definición de espectros en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Generamos nuestros casos de carga utilizando los espectros y considerando la gravedad 9.8067 m/s^2 , estos nos servirán para el Análisis Dinámico

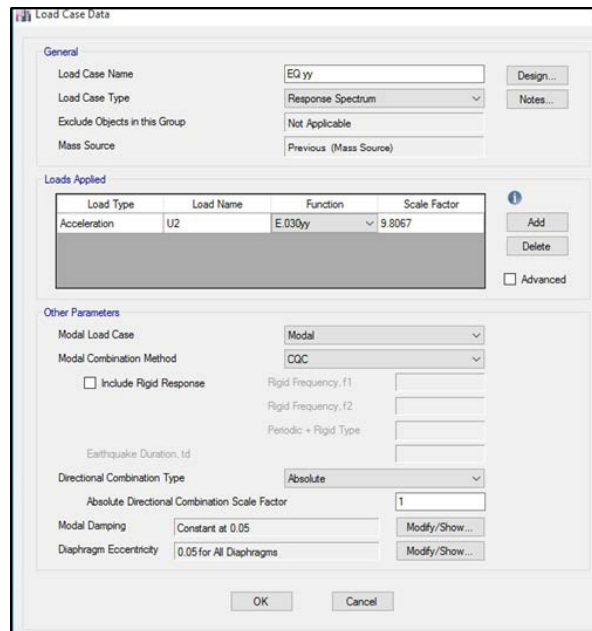


Figura N°35: Definición de espectros en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

4.1.3 Verificación

Realizamos verificaciones de nuestras secciones estructurales utilizando distintas normas como la E.060 y la ACI 314-18.

VIGAS:

Verificamos la cuantía del acero longitudinal utilizando el programa ETABS.

Vigas Principales Eje 1-1, Eje 2-2, Eje 3-3, Eje 4-4, Eje 5-5, Eje 6-6

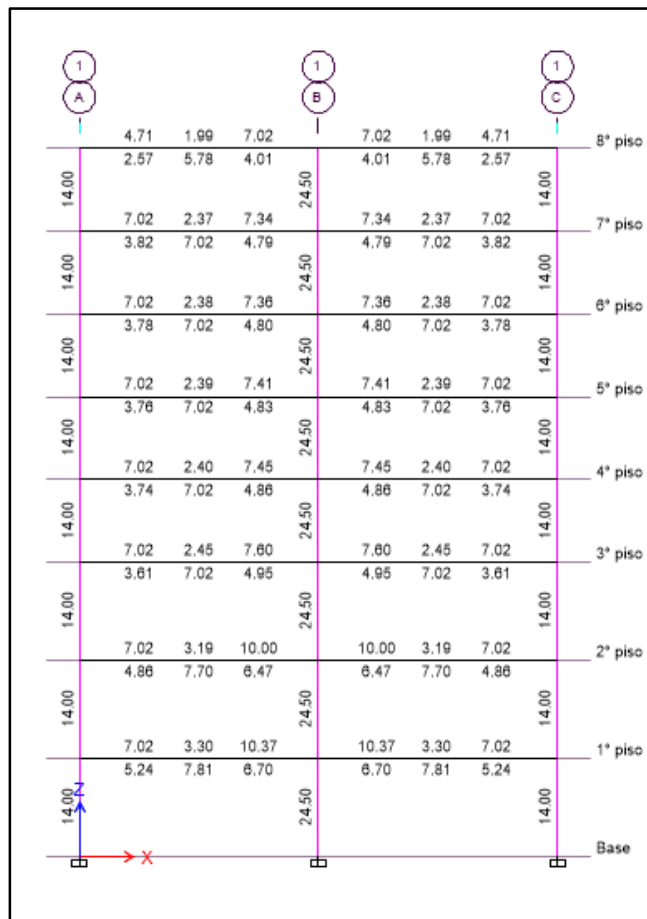


Figura N°36: Cuantía de acero en pórtico del eje 1 en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

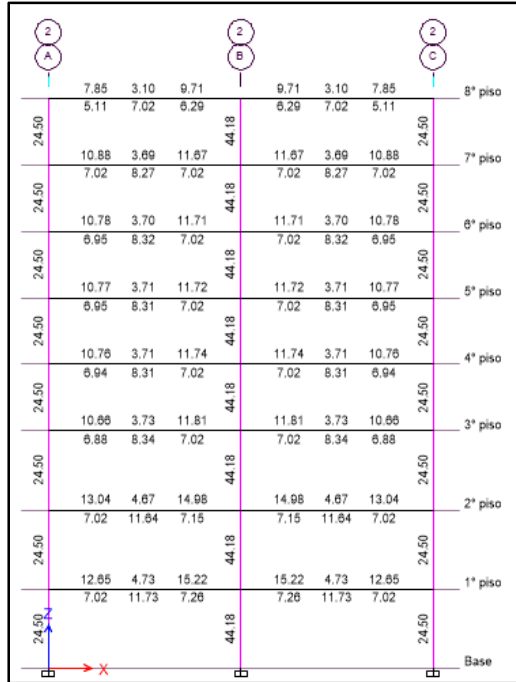


Figura N°37: Cuantía de acero en pórtico del eje 2 en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

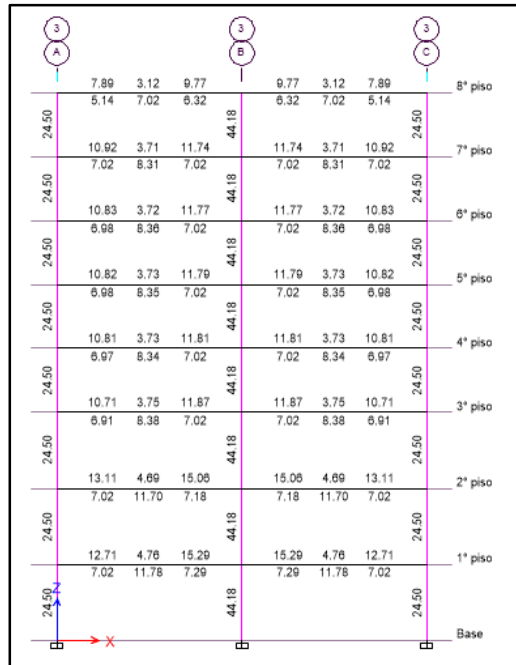


Figura N°38: Cuantía de acero en pórtico del eje 3 en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

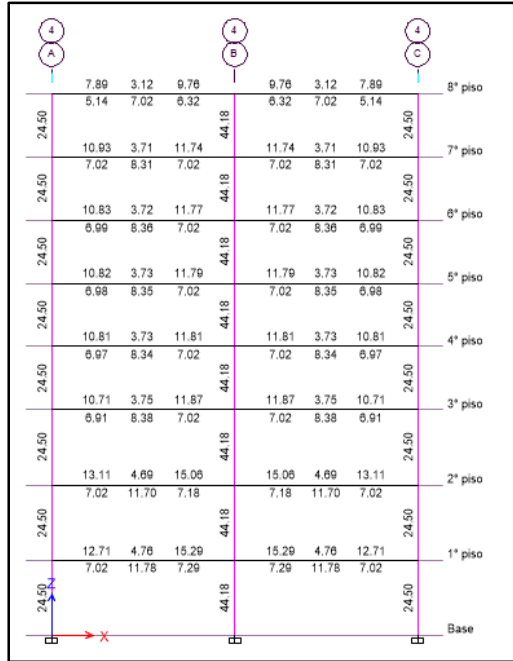


Figura N°39: Cuantía de acero en pórtico del eje 4 en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

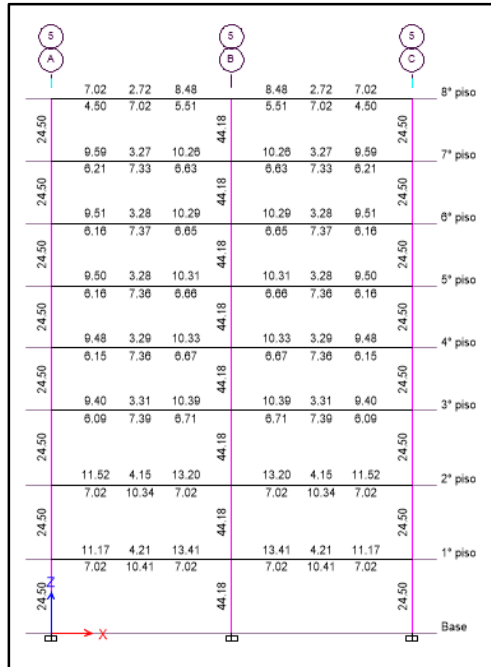


Figura N°40: Cuantía de acero en pórtico del eje 5 en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

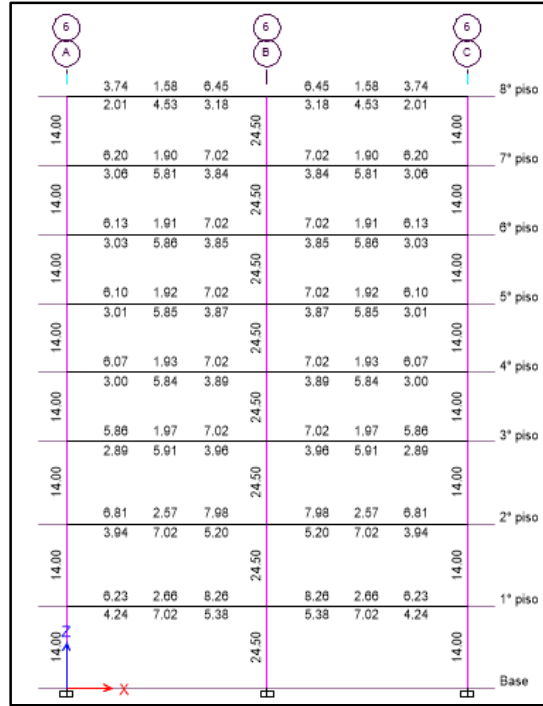


Figura N°41: Cuantía de acero en pórtico del eje 6.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Vigas Secundarias Eje A-A, Eje B-B, Eje C-C.

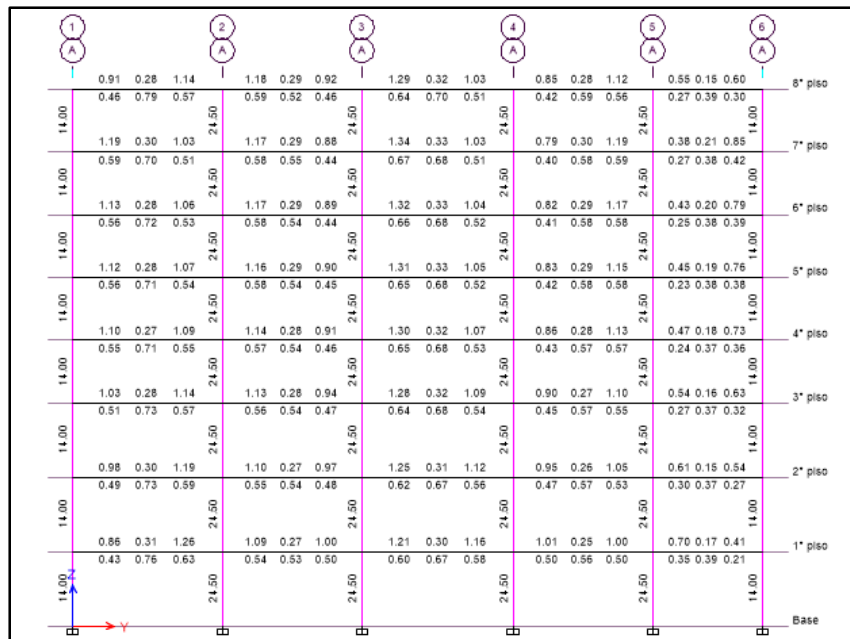


Figura N°42: Cuantía de acero en pórtico del eje A en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

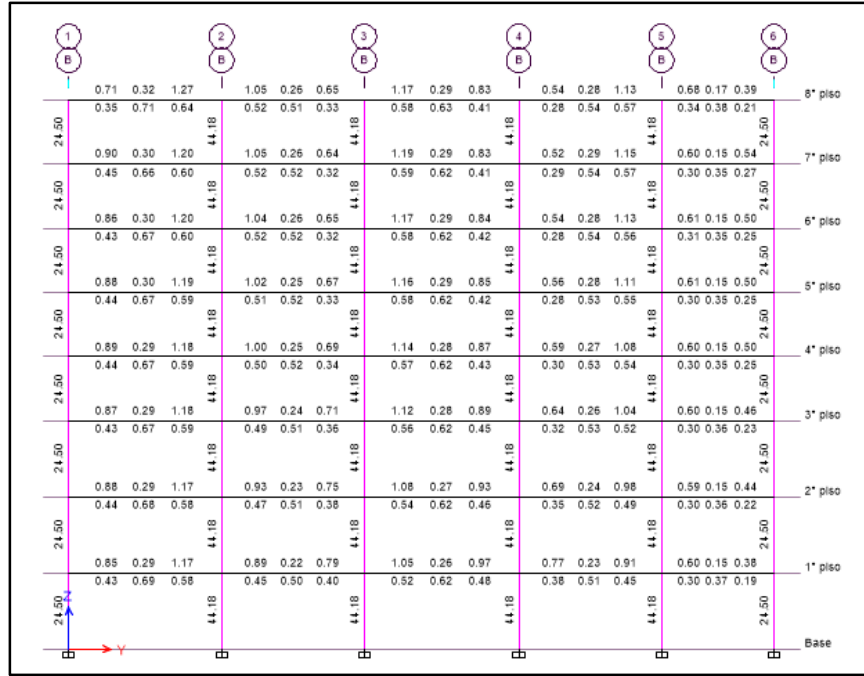


Figura N°43: Cuantía de acero en pórtico del eje B en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

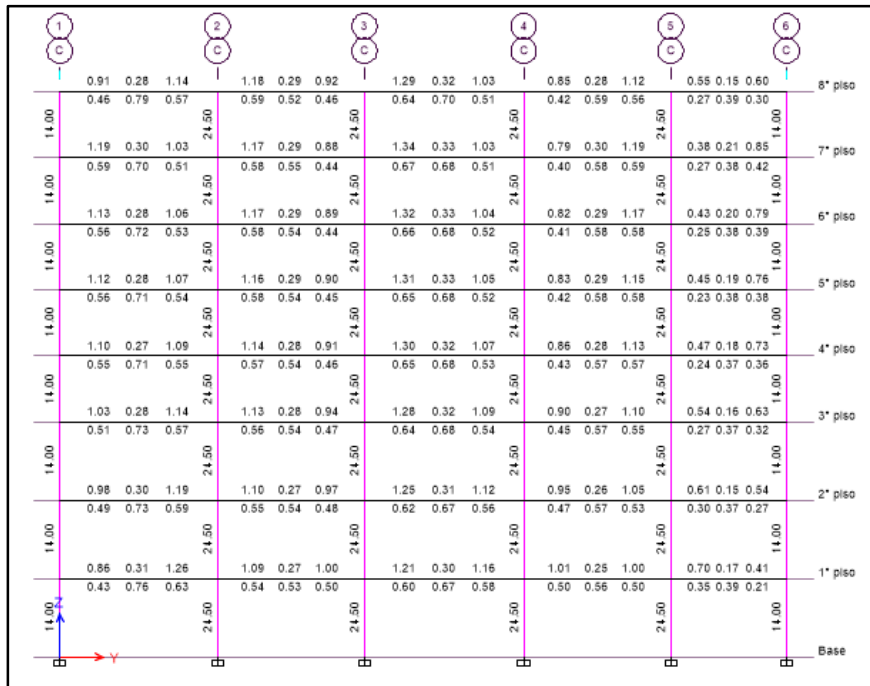


Figura N°44: Cuantía de acero en pórtico del eje C en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Para determinar el acero a utilizar, recurriremos a la siguiente tabla:

Tabla 20: Comparación del poliestireno y ladrillo de arcilla expandido en el mercado.

Pulgadas	kg/ml	1	2	3	4	5	6
3/8"	0.559	0.71	1.42	2.13	2.84	3.55	4.26
1/2"	0.994	1.27	2.54	3.81	5.08	6.35	7.62
5/8"	1.557	1.98	3.96	5.94	7.92	9.9	11.88
3/4"	2.237	2.85	5.7	8.55	11.4	14.25	17.1
7/8"	3.044	3.88	7.76	11.64	15.52	19.4	23.28
1"	3.977	5.07	10.14	15.21	20.28	25.35	30.42
1" 3/8"	7.906	10.07	20.14	30.21	40.28	50.35	60.42

Fuente: Elaborado por los autores.

Calculamos para el primer piso y cuarto piso de cada eje, ya que los 3 primeros pisos se utilizan como sala multiuso, los cuales tendrán una carga viva de 0.4tn/m² y los siguientes como departamentos, los cuales tendrán una carga viva de 0.2tn/m².

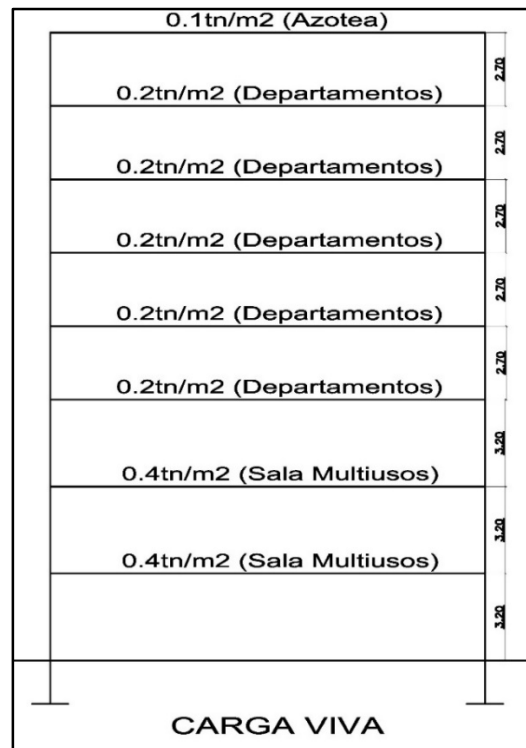


Figura N°45: Corte en altura con carga viva.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

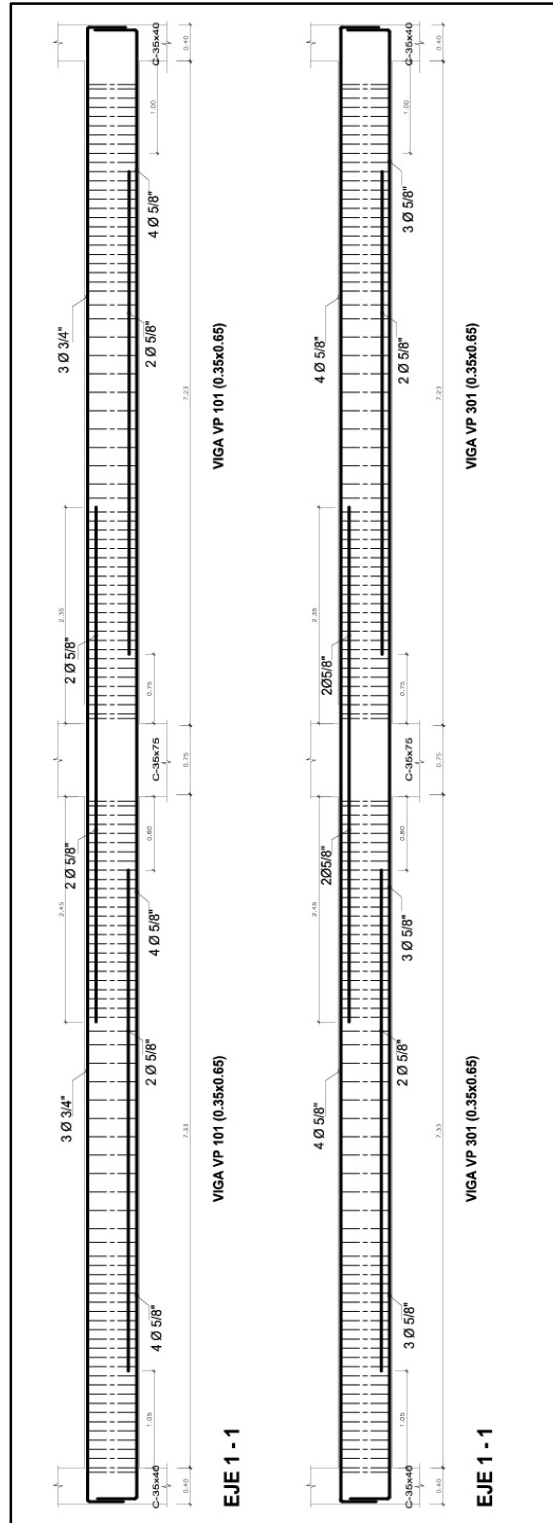


Figura N°46: Acero longitudinal en vigas del eje 1-1 del primer y tercer nivel.
 [Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

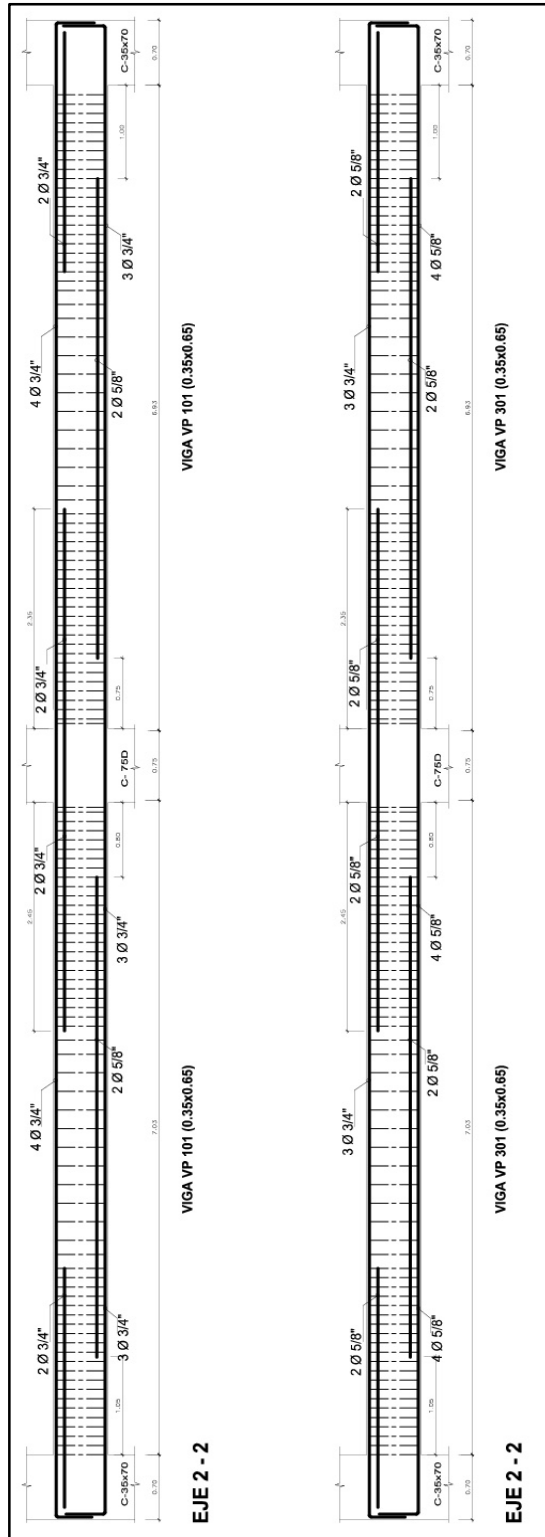


Figura N°47: Acero longitudinal en vigas del eje 2-2 del primer y tercer nivel.
 [Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

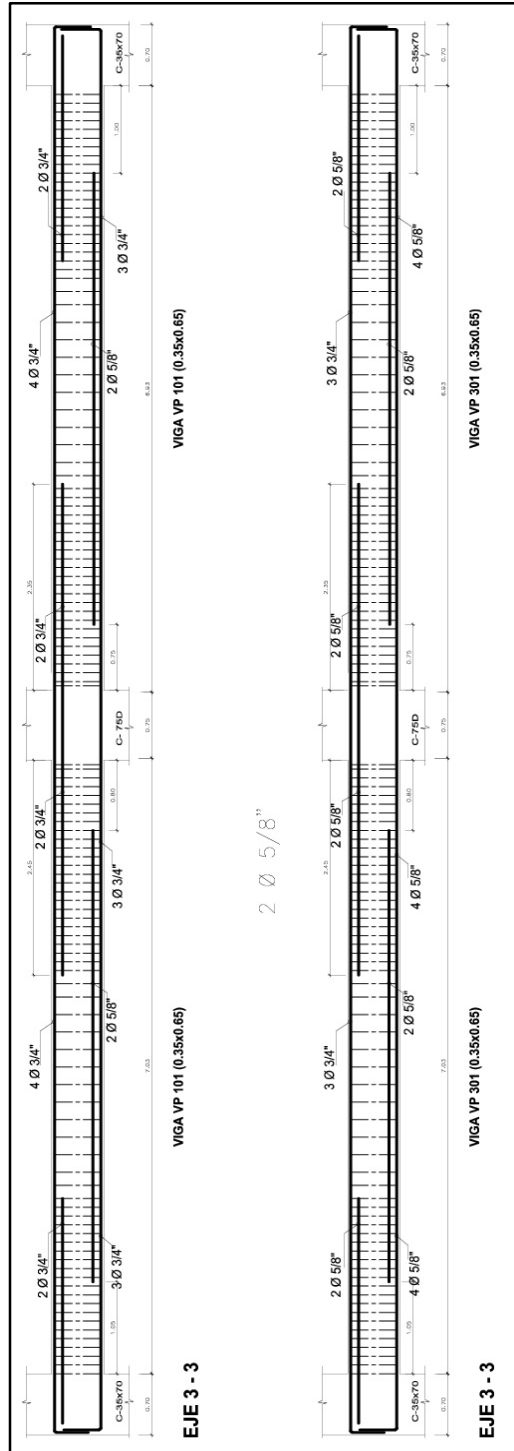


Figura N°48: Acero longitudinal en vigas del eje 3-3 del primer y tercer nivel.
 [Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

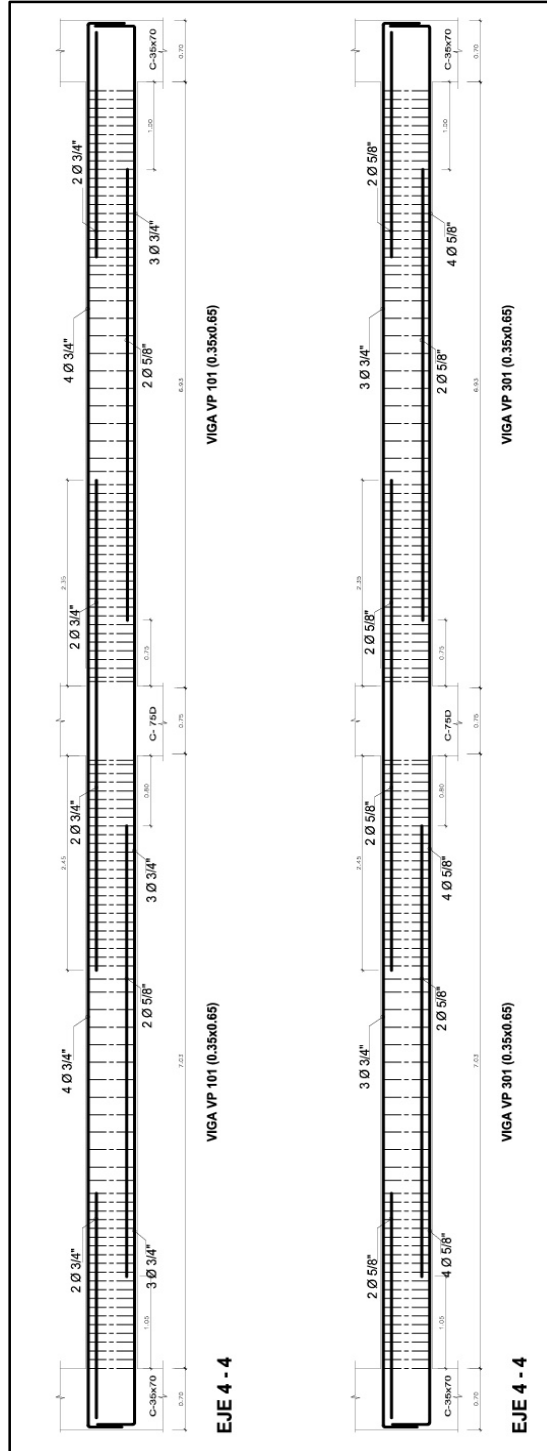


Figura N°49: Acero longitudinal en vigas del eje 4- 4 del primer y tercer nivel.
 [Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

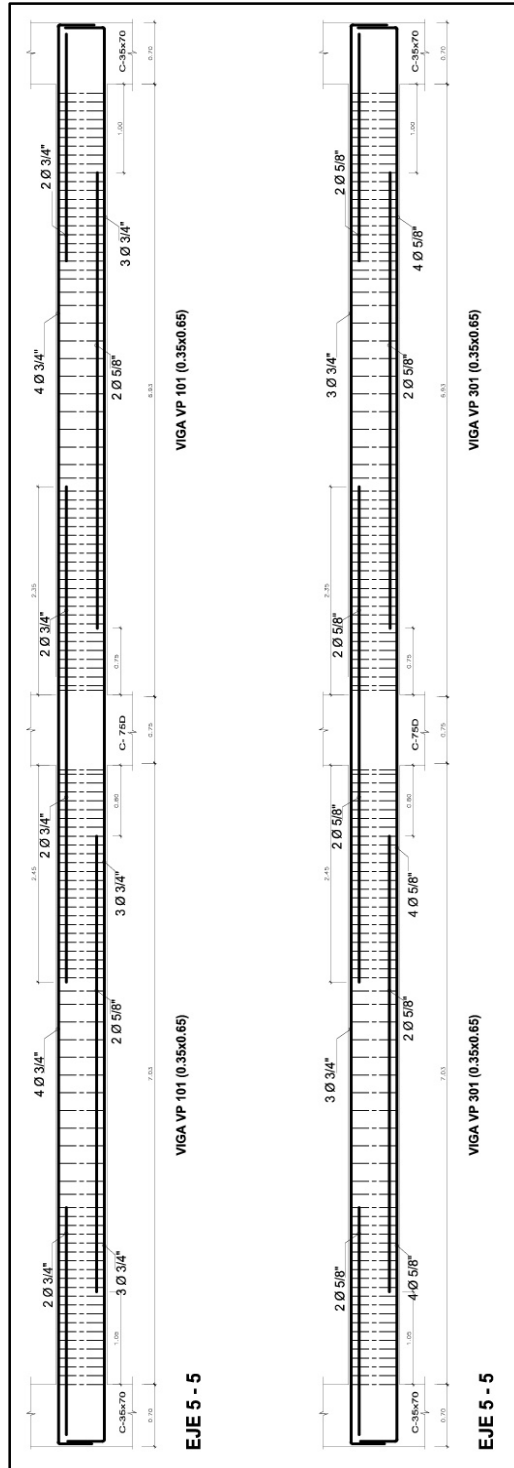


Figura N°50: Acero longitudinal en vigas del eje 5-5 del primer y tercer nivel.
 [Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

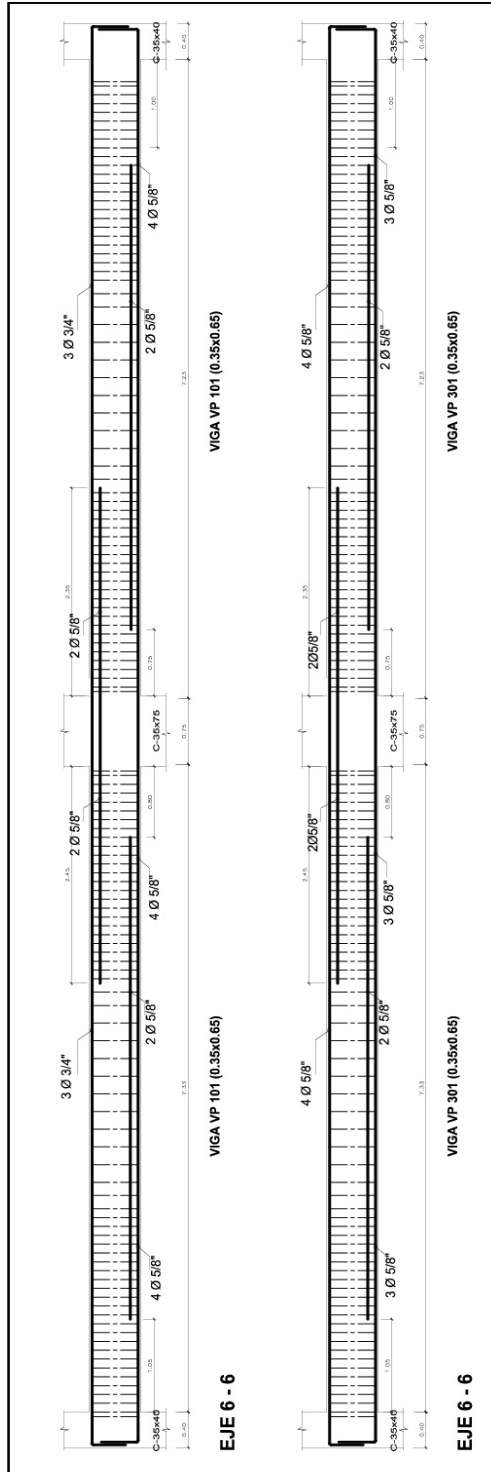


Figura N°51: Acero longitudinal en vigas del eje 6-6 del primer y tercer nivel.
 [Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

COLUMNAS:

COLUMNAS EJE C:

DIAGRAMA DE MOMENTOS

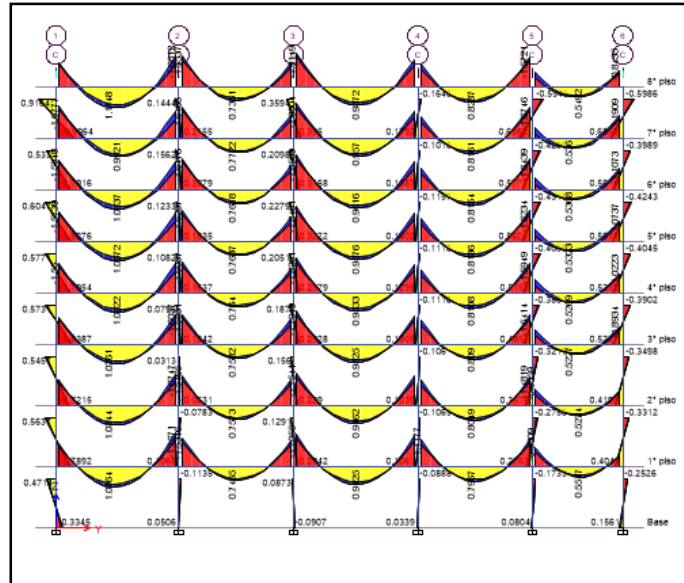


Figura N°52: Diagrama de momentos en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

DIAGRAMA DE FUERZA AXIAL (ENVOLVENTE)

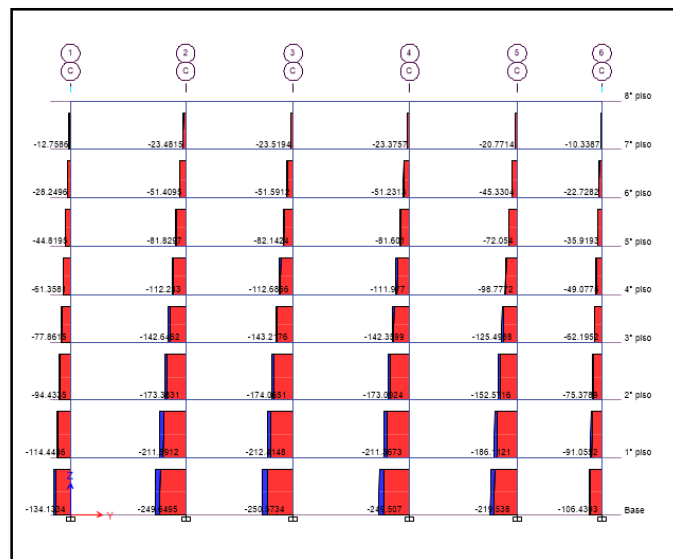


Figura N°53: Diagrama de fuerza axial envolvente en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

DISEÑO:

Analizar efecto de esbeltez para columnas C1, C2, C3 y C4

Tabla 21: Momentos y cargas axiales de las columnas en el eje C.

	C-C1	C-C2	C-C3	C-C4	C-C5	C-C6
M1 (tn)	0.4714	0.1135	0.0873	0.0888	0.1733	0.2526
M2 (tn)	0.3345	0.0506	0.0907	0.0339	0.0804	0.1561
Pu (tn) carga total	134.13	249.65	250.57	249.51	219.54	106.44
Pu (tn) carga muerta	64.80+ 17.94	114.32 +35.68	114.21 +36.02	113.84 +35.81	102.49 +30.62	53.55+ 13.44

Fuente: Elaborado por los autores.

Columna C-C1:

$$b=35 \times 40$$

$$l_c=3.2: l_n=2.925$$

Verificar si la columna es esbelta o corta.

$$E_c = 15000\sqrt{f'_c} = 15000\sqrt{280} = 250998.008 \text{ kg/cm}^2$$

$$I_v = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12}30 \times 55^3 = 415937.5 \text{ cm}^4$$

$$I_g = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12}35 \times 40^3 = 186666.67 \text{ cm}^4$$

$$r = \sqrt{\frac{I_g}{A_g}} = \sqrt{\frac{186666.67}{35 \times 40}} = 11.55 \text{ cm} = 0.1155 \text{ m}$$

$$\psi = \frac{\sum \left(\frac{E_c I_g}{L_c} \right)_{\text{columna}}}{\sum \left(\frac{E_c I_v}{L_v} \right)_{\text{viga}}}$$

$$\psi = \frac{\sum \left(\frac{I_g}{L_c} \right)_{\text{columna}}}{\sum \left(\frac{I_v}{L_v} \right)_{\text{viga}}}$$

$$\psi = \frac{\frac{186666.67}{320} + \frac{186666.67}{320}}{0.5 * \frac{415937.5}{643}} = 3.60071124$$

como: $\psi > 2$

$$k = 0.9\sqrt{1 + \psi_m} = 0.9\sqrt{1 + 2.3036} = 1.636$$

$$\frac{kl_n}{r} = \frac{1.636 * 2.925}{0.1155} = 34.1768$$

$$\frac{kl_n}{r} = 34.177 > 22 \text{ se considera esbelta.}$$

$$\frac{kl_n}{r} = 34.177 > 22 < 100: \text{ se procede a realizar metodo de magnificacion de momentos.}$$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} \geq 1 \text{ . para cargas predominantes de gravedad.}$$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kLu)^2}$$

$$EI = \frac{EcI_g/2.5}{1 + \beta_1}$$

$$\beta_1 = \frac{\text{Carga muerta axial factorizada}}{\text{carga axial total factorizada}} = \frac{82.74}{134.13} = 0.62$$

$$EI = \frac{250998.01 * 186666.67/2.5}{1 + 0.62} = 11591068795 \text{ cm}^2$$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kLu)^2} = \frac{\pi^2 * 11591068795}{(1.634 * 320)^2} = 417076.9 \text{ kg} = 417.08 \text{ tn}$$

Como $M_1 \geq M_2$; por no estar arriostrado $cm = 1$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} = \frac{1}{1 - \frac{134.13}{0.7 * 417.08}} = 1.8499$$

Momento de diseño.

$$M_u = M_2 * \delta_b$$

$$M_u = 0.3345 * \delta_b$$

$$M_u = 0.6188 \text{ tn} - m$$

$$e = \frac{M_n}{P_n} = \frac{\phi M_u}{\phi P_u} = \frac{0.6188}{134.13} = 0.00461m = 0.46133 \text{ cm}$$

$$\frac{e}{h} = \frac{0.46133}{40} = 0.0115$$

$$d' = 5 + 1.27 = 6.27 \text{ cm}$$

$$\gamma = \frac{h - 2 * d'}{h}$$

$$\gamma = \frac{40 - 2 * 6.27}{40} = 0.69 \approx 0.7$$

$$\frac{\phi P_n}{bh} = \frac{134.13 * 1000}{35 * 40} = 95.81 \frac{kg}{cm^2} = 95.81 \frac{kg}{cm^2} * 0.098 = 9.39 MPa$$

$$\frac{\phi Mn}{bh^2} = \frac{1 * 100000}{35 * 40 * 40} = 1.10 \frac{kg}{cm^2} = 1.10 \frac{kg}{cm^2} * 0.098 = 0.11 MPa$$

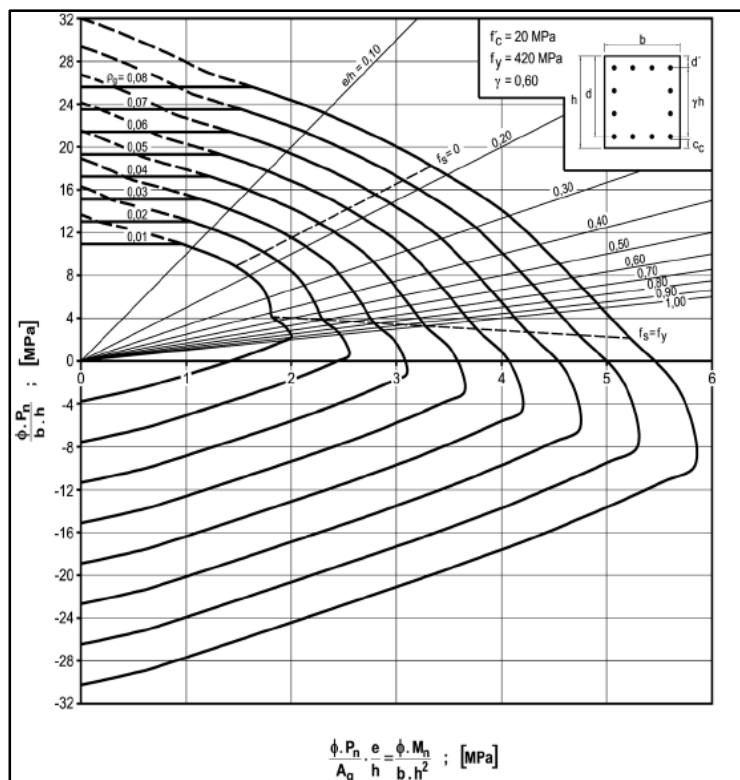


Figura N°54: Diagrama de interacciones de columnas 20MPa ACI.

Recuperado de https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/ejemplos/interaccion2_ejemplos201.pdf

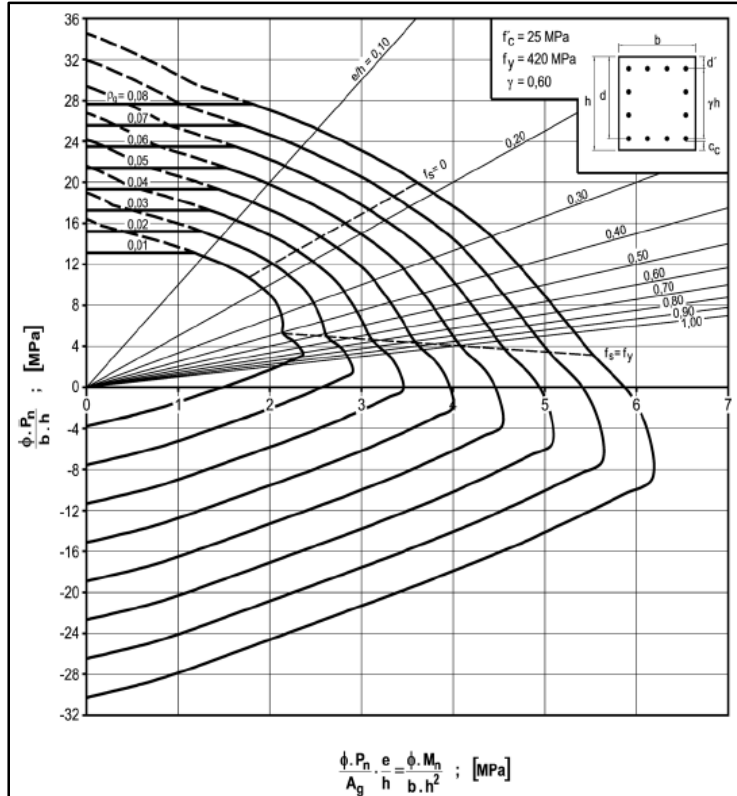


Figura N°55: Diagrama de interacciones de columnas 25MPa ACI.
 Recuperado de https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/ejemplos/interaccion2_ejemplos201.pdf

Interpolando.

ρ	$f'c$
0.009	204
0.007	255
0.006	280

$$x = \rho = 0.006 < 0.01 = \text{cuantia minima}$$

$$As = 0.01 * bh$$

$$As = 0.01 * 35 * 40 = 14cm^2$$

$$USAR: 8 \phi 5/8'' = 15.84 cm^2$$

Columna C-C2:

$$b=35 \times 70$$

$$l_c=3.2; l_n=2.925$$

Verificar si la columna es esbelta o corta.

$$E_c = 15000\sqrt{f'_c} = 15000\sqrt{280} = 250998.008 \text{ kg/cm}^2$$

$$I_v = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12}30 \times 55^3 = 415937.5 \text{ cm}^4$$

$$I_g = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12}35 \times 70^3 = 1000416.7 \text{ cm}^4$$

$$r = \sqrt{\frac{I_g}{A_g}} = \sqrt{\frac{1000416.7}{35 \times 70}} = 20.21 \text{ cm} = 0.2021 \text{ m}$$

$$\psi = \frac{\sum \left(\frac{E_c I_g}{L_c} \right)_{\text{columna}}}{\sum \left(\frac{E_c I_v}{L_v} \right)_{\text{viga}}}$$

$$\psi = \frac{\sum \left(\frac{I_g}{L_c} \right)_{\text{columna}}}{\sum \left(\frac{I_v}{L_v} \right)_{\text{viga}}}$$

$$\psi = \frac{\frac{1000416.7}{320} + \frac{1000416.7}{320}}{0.5 * \frac{415937.5}{643} + 0.5 * \frac{415937.5}{600}} = 9.331553$$

como: $\psi > 2$

$$k = 0.9\sqrt{1 + \psi_m} = 0.9\sqrt{1 + 5.165777} = 2.23479$$

$$\frac{kl_n}{r} = \frac{2.235 * 2.925}{0.2021} = 24.172$$

$$\frac{kl_n}{r} = 24.172 > 22 \text{ se considera esbelta.}$$

$$\frac{kl_n}{r} = 24.172 > 22 < 100: \text{ se procede a realizar metodo de magnificacion de momentos.}$$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} \geq 1. \text{ para cargas predominantes de gravedad.}$$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kLu)^2}$$

$$EI = \frac{EcI_g/2.5}{1 + \beta_1}$$

$$\beta_1 = \frac{\text{Carga muerta axial factorizada}}{\text{carga axial total factorizada}} = \frac{150}{249.65} = 0.60$$

$$EI = \frac{250998.01 * 1000416.7/2.5}{1 + 0.60} = 62742661538 \text{ cm}^2$$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kLu)^2} = \frac{\pi^2 * 62742661538}{(2.2348 * 320)^2} = 1209624.4 \text{ kg} = 1209.62 \text{ tn}$$

Como $M_1 \geq M_2$; por no estar arriostrado $cm = 1$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{Pu}{\phi P_c}} = \frac{1}{1 - \frac{249.65}{0.7 * 1209.62}} = 1.4181$$

Momento de diseño.

$$M_u = M_2 * \delta_b$$

$$M_u = 0.0506 * \delta_b$$

$$M_u = 0.0718 \text{ tn} - m$$

$$e = \frac{M_n}{P_n} = \frac{\phi M_u}{\phi P_u} = \frac{0.0718}{249.65} = 0.0002874 \text{ m} = 0.0287 \text{ cm}$$

$$\frac{e}{h} = \frac{0.0287}{70} = 0.00041$$

$$d' = 5 + 1.27 = 6.27 \text{ cm}$$

$$\gamma = \frac{h - 2 * d'}{h}$$

$$\gamma = \frac{70 - 2 * 6.27}{70} = 0.82 \approx 0.8$$

$$\frac{\phi P_n}{bh} = \frac{249.65 * 1000}{35 * 70} = 101.90 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 101.90 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0.098 = 9.99 \text{ MPa}$$

$$\frac{\phi M_n}{bh^2} = \frac{0.0718 * 100000}{35 * 70 * 70} = 0.042 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 0.042 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0.098 = 0.0041 \text{ Mpa}$$

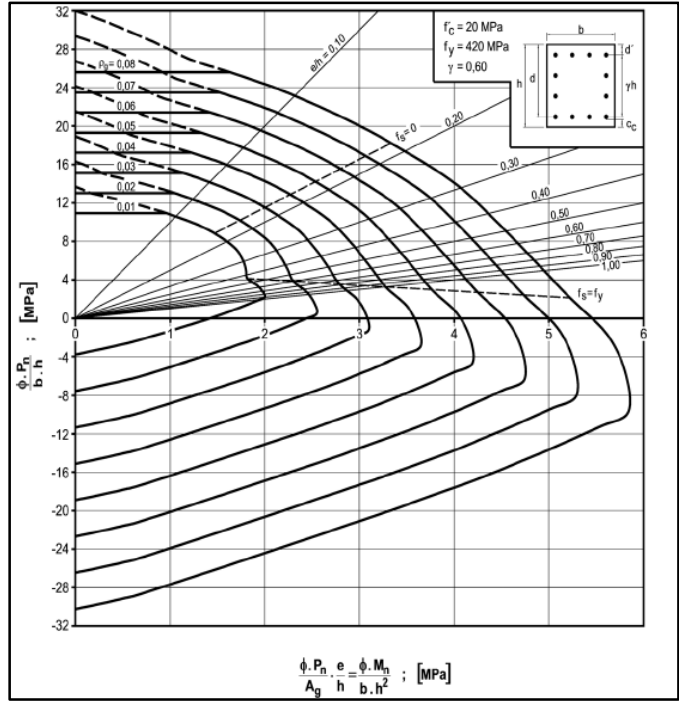


Figura N°56: Diagrama de interacciones de columnas 20MPa ACI.
 Recuperado de https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/ejemplos/interaccion2_ejemplos201.pdf

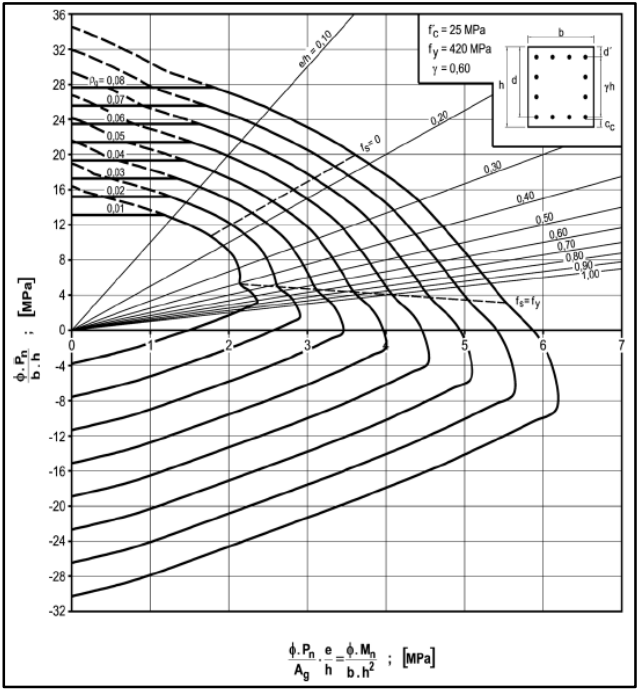


Figura N°57: Diagrama de interacciones de columnas 25MPa ACI.
 Recuperado de https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/ejemplos/interaccion2_ejemplos201.pdf

Interpolando.

ρ	$f'c$
0.010	204
0.008	255
x	280

$$x = \rho = 0.008 < 0.01 = \text{cuantia minima}$$

$$As = 0.01 * bh$$

$$As = 0.01 * 35 * 70 = 24.5 \text{ cm}^2$$

$$USAR: 6 \phi 3/4" + 4 \phi 5/8" = 25.02 \text{ cm}^2$$

Columna C-C5:

$$b=35 \times 70$$

$$lc=3.2: ln=2.925$$

Verificar si la columna es esbelta o corta.

$$Ec = 15000\sqrt{f'c} = 15000\sqrt{280} = 250998.008 \text{ kg/cm}^2$$

$$Iv = \frac{1}{12} bh^3 = \frac{1}{12} 30 \times 55^3 = 415937.5 \text{ cm}^4$$

$$Ig = \frac{1}{12} bh^3 = \frac{1}{12} 35 \times 70^3 = 1000416.7 \text{ cm}^4$$

$$r = \sqrt{\frac{Ig}{Ag}} = \sqrt{\frac{1000416.7}{35 \times 70}} = 20.21 \text{ cm} = 0.2021 \text{ m}$$

$$\psi = \frac{\sum \left(\frac{Ec Ig}{Lc} \right)_{\text{columna}}}{\sum \left(\frac{Ec Iv}{Lv} \right)_{\text{viga}}}$$

$$\psi = \frac{\sum \left(\frac{Ig}{Lc} \right)_{\text{columna}}}{\sum \left(\frac{Iv}{Lv} \right)_{\text{viga}}}$$

$$\psi = \frac{\frac{1000416.7}{320} + \frac{1000416.7}{320}}{0.5 * \frac{415937.5}{600} + 0.5 * \frac{415937.5}{473}} = 7.952$$

como: $\psi > 2$

$$k = 0.9\sqrt{1 + \psi_m} = 0.9\sqrt{1 + 4.476} = 2.1061$$

$$\frac{kl_n}{r} = \frac{2.1061 * 2.925}{0.2021} = 22.7799$$

$$\frac{kl_n}{r} = 22.78 > 22 \text{ se considera esbelta.}$$

$$\frac{kl_n}{r} = 22.78 > 22 < 100: \text{ se procede a realizar metodo de magnificacion de momentos.}$$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} \geq 1. \text{ para cargas predominantes de gravedad.}$$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kLu)^2}$$

$$EI = \frac{EcI_g/2.5}{1 + \beta_1}$$

$$\beta_1 = \frac{\text{Carga muerta axial factorizada}}{\text{carga axial total factorizada}} = \frac{133.11}{219.54} = 0.61$$

$$EI = \frac{250998.01 * 1000416.7/2.5}{1 + 0.61} = 62528924101 \text{ cm}^2$$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kLu)^2} = \frac{\pi^2 * 62528924101}{(2.1061 * 320)^2} = 1357351.35 \text{ kg} = 1357.35 \text{ tn}$$

Como $M_1 \geq M_2$; por no estar arriestrado $c_m = 1$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} = \frac{1}{1 - \frac{219.54}{0.7 * 1357.35}} = 1.3005$$

Momento de diseño.

$$M_u = M_2 * \delta_b$$

$$M_u = 0.0804 * \delta_b$$

$$M_u = 0.1046 \text{ tn} - m$$

$$e = \frac{M_n}{P_n} = \frac{\phi M_u}{\phi P_u} = \frac{0.1046}{219.54} = 0.000476 \text{ m} = 0.04763 \text{ cm}$$

$$\frac{e}{h} = \frac{0.04763}{70} = 0.00068$$

$$d' = 5 + 1.27 = 6.27 \text{ cm}$$

$$\gamma = \frac{h - 2 * d'}{h}$$

$$\gamma = \frac{70 - 2 * 6.27}{70} = 0.82 \approx 0.8$$

$$\frac{\phi P_n}{bh} = \frac{219.54 * 1000}{35 * 70} = 89.61 \frac{kg}{cm^2} = 89.61 \frac{kg}{cm^2} * 0.098 = 8.78 \text{ MPa}$$

$$\frac{\phi M_n}{bh^2} = \frac{0.1046 * 100000}{35 * 70 * 70} = 0.061 \frac{kg}{cm^2} = 0.061 \frac{kg}{cm^2} * 0.098 = 0.006 \text{ Mpa}$$

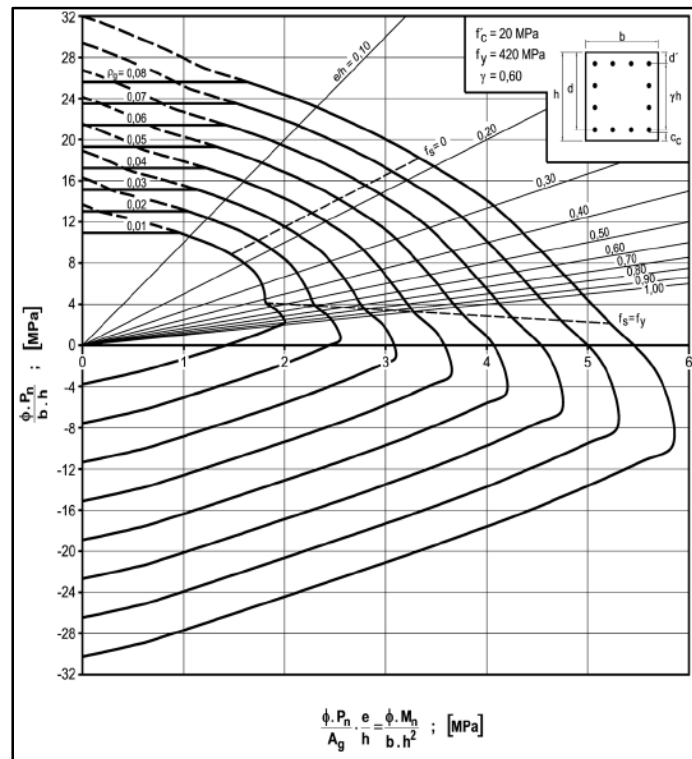


Figura N°58: Diagrama de interacciones de columnas 20MPa ACI.
 Recuperado de https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/ejemplos/interaccion2_ejemplos201.pdf

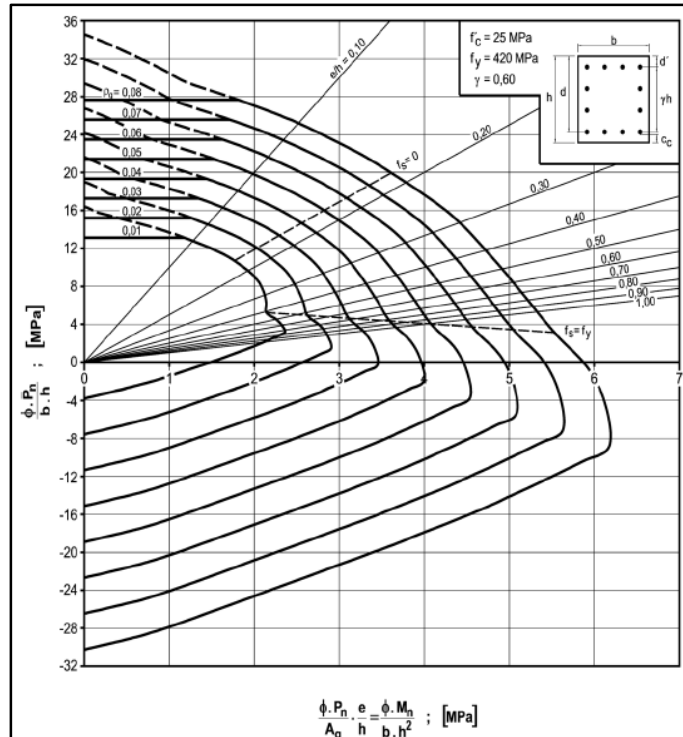


Figura N°59: Diagrama de interacciones de columnas 25MPa ACI.

Recuperado de https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/ejemplos/interaccion2_ejemplos201.pdf

Interpolando.

ρ	$f'c$
0.009	204
0.007	255
0.006	280

$$x = \rho = 0.0086 < 0.01 = \text{cuantia minima}$$

$$As = 0.01 * bh$$

$$As = 0.01 * 35 * 70 = 24.5 \text{ cm}^2$$

$$USAR: 6 \text{ } \emptyset \text{ } 3/4" + 4 \text{ } \emptyset \text{ } 5/8" = 25.02 \text{ cm}^2$$

Columna C-C6:

$$b=35 \times 40$$

$$lc=3.2: ln=2.925$$

Verificar si la columna es esbelta o corta.

$$E_c = 15000\sqrt{f'_c} = 15000\sqrt{280} = 250998.008 \text{ kg/cm}^2$$

$$I_v = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12}30 \times 55^3 = 415937.5 \text{ cm}^4$$

$$I_g = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12}35 \times 40^3 = 186666.67 \text{ cm}^4$$

$$r = \sqrt{\frac{I_g}{A_g}} = \sqrt{\frac{186666.67}{35 \times 40}} = 11.55 \text{ cm} = 0.1155 \text{ m}$$

$$\psi = \frac{\sum \left(\frac{E_c I_g}{L_c} \right)_{\text{columna}}}{\sum \left(\frac{E_c I_v}{L_v} \right)_{\text{viga}}}$$

$$\psi = \frac{\sum \left(\frac{I_g}{L_c} \right)_{\text{columna}}}{\sum \left(\frac{I_v}{L_v} \right)_{\text{viga}}}$$

$$\psi = \frac{\frac{186666.67}{320} + \frac{186666.67}{320}}{0.5 * \frac{415937.5}{473}} = 2.65344$$

como: $\psi > 2$

$$k = 0.9\sqrt{1 + \psi_m} = 0.9\sqrt{1 + 1.8267} = 1.5132$$

$$\frac{kl_n}{r} = \frac{1.513 * 2.925}{0.1155} = 31.61$$

$$\frac{kl_n}{r} = 31.61 > 22 \text{ se considera esbelta.}$$

$$\frac{kl_n}{r} = 31.61 > 22 < 100: \text{ se procede a realizar metodo de magnificacion de momentos.}$$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} \geq 1 \text{ . para cargas predominantes de gravedad.}$$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kLu)^2}$$

$$EI = \frac{E_c I_g / 2.5}{1 + \beta_1}$$

$$\beta_1 = \frac{\text{Carga muerta axial factorizada}}{\text{carga axial total factorizada}} = \frac{66.99}{106.44} = 0.63$$

$$EI = \frac{250998.01 * 186666.67/2.5}{1 + 0.63} = 11502114330 \text{ cm}^2$$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kLu)^2} = \frac{\pi^2 * 11502114330}{(1.513 * 320)^2} = 483692.04 \text{ kg} = 483.69 \text{ tn}$$

Como $M1 \geq M2$; por no estar arriostrado $cm = 1$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{Pu}{\phi P_c}} = \frac{1}{1 - \frac{106.44}{0.7 * 483.69}} = 1.4585$$

Momento de diseño.

$$Mu = M2 * \delta_b$$

$$Mu = 0.1561 * \delta_b$$

$$Mu = 0.22767 \text{ tn} - m$$

$$e = \frac{Mn}{Pn} = \frac{\phi Mu}{\phi Pu} = \frac{0.22767}{106.44} = 0.00214m = 0.214 \text{ cm}$$

$$\frac{e}{h} = \frac{0.214}{40} = 0.005347$$

$$d' = 5 + 1.27 = 6.27 \text{ cm}$$

$$\gamma = \frac{h - 2 * d'}{h}$$

$$\gamma = \frac{40 - 2 * 6.27}{40} = 0.69 \approx 0.7$$

$$\frac{\phi P_n}{bh} = \frac{106.44 * 1000}{35 * 40} = 76.03 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 76.03 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0.098 = 7.45 \text{ MPa}$$

$$\frac{\phi M_n}{bh^2} = \frac{0.2277 * 100000}{35 * 40 * 40} = 0.41 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 0.41 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0.098 = 0.04 \text{ Mpa}$$

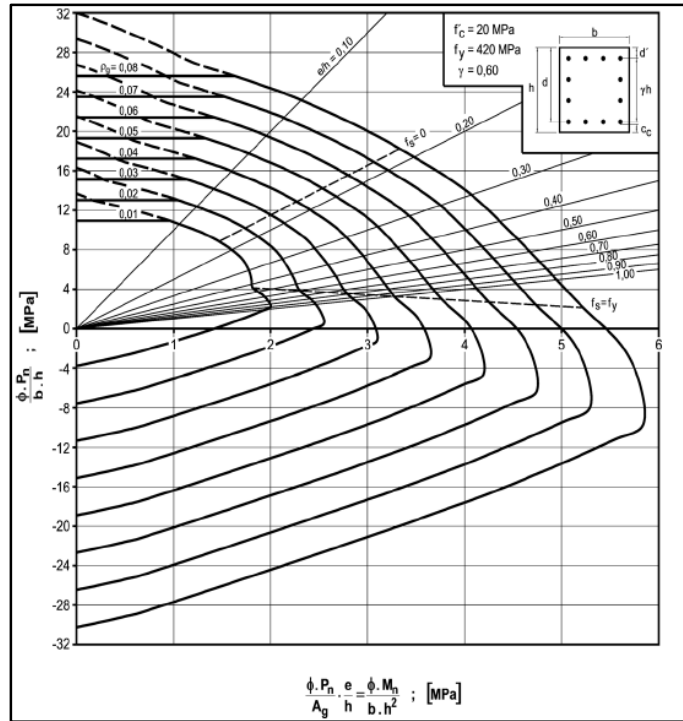


Figura N°60: Diagrama de interacciones de columnas 20MPa ACI.
 Recuperado de https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/ejemplos/interaccion2_ejemplos201.pdf

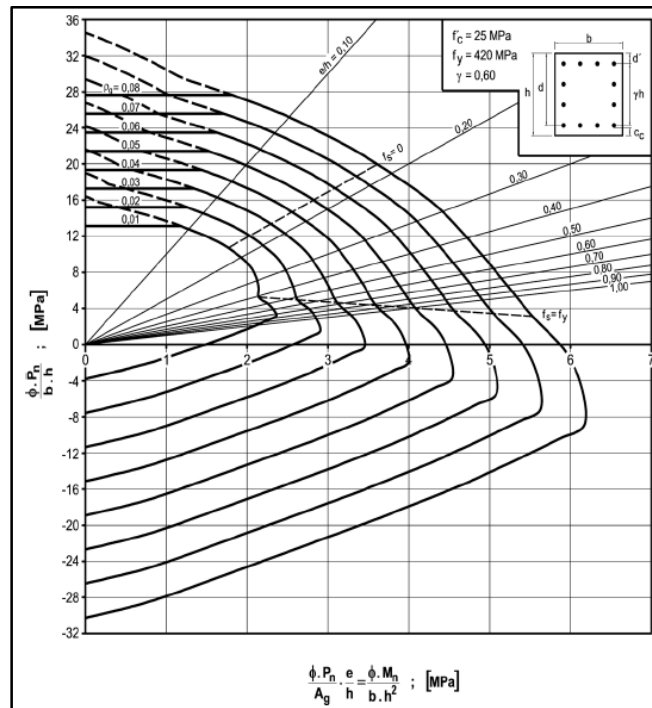


Figura N°61: Diagrama de interacciones de columnas 25MPa ACI.
 Recuperado de https://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/ejemplos/interaccion2_ejemplos201.pdf

Interpolando.

ρ	$f'c$
0.007	204
0.005	255
x	280

$$x = \rho = 0.004 < 0.01 = \text{cuantia minima}$$

$$A_s = 0.01 * bh$$

$$A_s = 0.01 * 35 * 40 = 14 \text{ cm}^2$$

$$\text{USAR: } 8 \text{ } \phi \text{ } 5/8'' = 15.84 \text{ cm}^2$$

COLUMNAS EJE B:

DIAGRAMA DE MOMENTOS

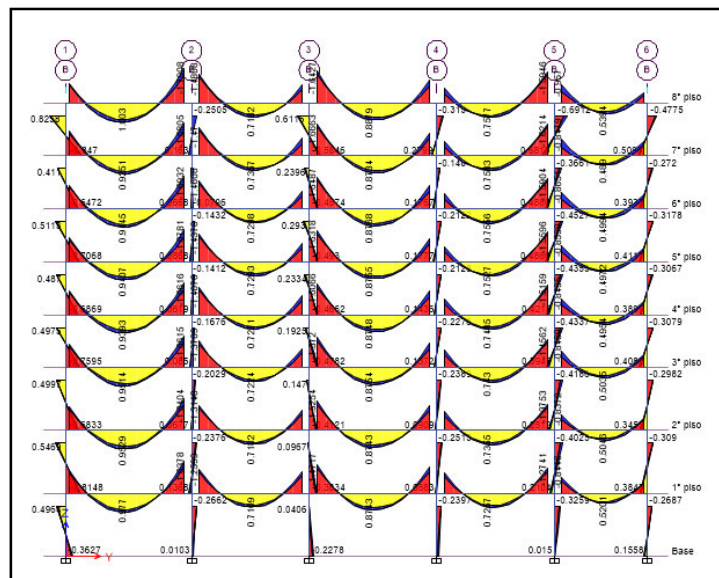


Figura N°62: Diagrama de momentos eje B-B en ETABS 16.0.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

DIAGRAMA DE FUERZA AXIAL (ENVOLVENTE)

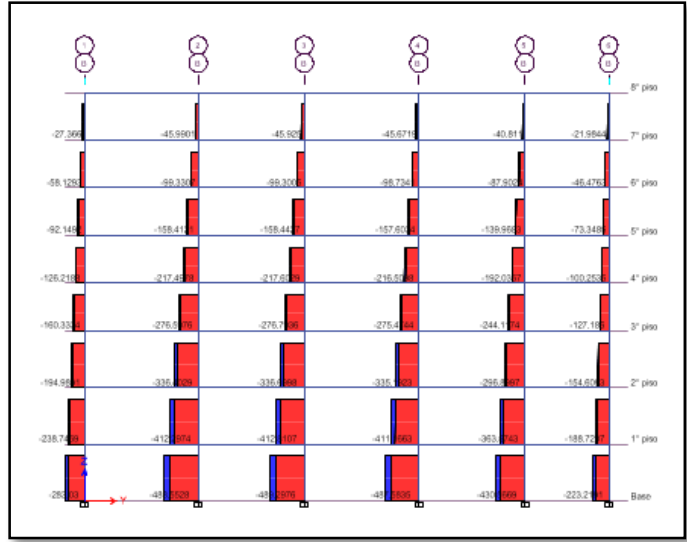


Figura N°63: Diagrama de carga axial envolvente eje B-B en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

DIAGRAMA DE FUERZA AXIAL (PESO PROPIO)

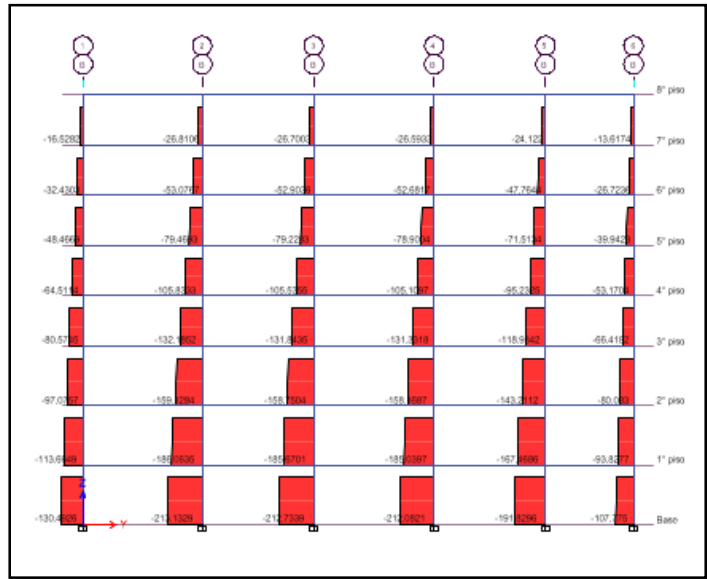


Figura N°64: Diagrama de carga axial peso propio eje B-B en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

DIAGRAMA DE FUERZA AXIAL (CARGA MUERTA)

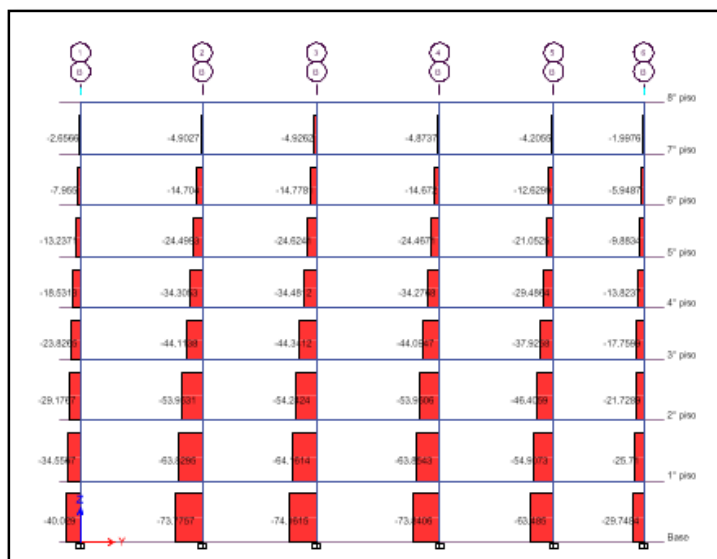


Figura N°65: Diagrama de carga axial carga muerta eje B-B en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

DISEÑO:

Analizar efecto de esbeltez para columnas C1, C2, C3 y C4

Tabla 22: Momentos y cargas axiales de las columnas en el eje B.

	C-B1	C-B2	C-B3	C-B4	C-B5	C-B6
M1 (tn)	0.4964	0.2662	0.0406	0.2397	0.3259	0.2687
M2 (tn)	0.3627	0.0103	0.2278	0.0715	0.015	0.1558
Pu (tn) carga total	283.03	488.55	489.30	487.58	430.57	223.22
Pu (tn) carga muerta	130.49 +40.03	213.13 +73.78	212.73 +74.16	212.08 +73.84	191.83 +63.49	107.78+ 29.75

Fuente: Elaboración propia.

Columna C-B1:

b=35x70

lc=3.2: ln=2.925

Verificar si la columna es esbelta o corta.

$$E_c = 15000\sqrt{f'_c} = 15000\sqrt{280} = 250998.008 \text{ kg/cm}^2$$

$$I_v = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12}30 \times 55^3 = 415937.5 \text{ cm}^4$$

$$I_g = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12}35 \times 70^3 = 1000416.667 \text{ cm}^4$$

$$r = \sqrt{\frac{I_g}{A_g}} = \sqrt{\frac{1000416.667}{35 \times 70}} = 210 \text{ cm} = 0.21 \text{ m}$$

$$\psi = \frac{\sum \left(\frac{E_c I_g}{L_c} \right)_{\text{columna}}}{\sum \left(\frac{E_c I_v}{L_v} \right)_{\text{viga}}}$$

$$\psi = \frac{\sum \left(\frac{I_g}{L_c} \right)_{\text{columna}}}{\sum \left(\frac{I_v}{L_v} \right)_{\text{viga}}}$$

$$\psi = \frac{\frac{1000416.667}{320} + \frac{1000416.667}{320}}{\frac{415937.5}{643}} = 19.3319$$

como: $\psi > 2$

$$k = 0.9\sqrt{1 + \psi_m} = 0.9\sqrt{1 + 10.1659} = 3.00739$$

$$\frac{kl_n}{r} = \frac{3.00739 * 2.925}{0.21} = 41.889$$

$$\frac{kl_n}{r} = 41.889 > 22 \text{ se considera esbelta.}$$

$$\frac{kl_n}{r} = 41.889 > 22 < 100: \text{ se procede a realizar metodo de magnificacion de momentos.}$$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} \geq 1 \text{ . para cargas predominantes de gravedad.}$$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kLu)^2}$$

$$EI = \frac{Ec I_g / 2.5}{1 + \beta_1}$$

$$\beta_1 = \frac{\text{Carga muerta axial factorizada}}{\text{carga axial total factorizada}} = \frac{170.52}{283.03} = 0.60$$

$$EI = \frac{250998.01 * 1000416.667/2.5}{1 + 0.60} = 62678484118 \text{ cm}^2$$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kLu)^2} = \frac{\pi^2 * 626784118}{(3.0074 * 320)^2} = 667264.1 \text{ kg} = 667.264 \text{ n}$$

Como $M_1 \geq M_2$; por no estar arriostrado $cm = 1$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{Pu}{\phi P_c}} = \frac{1}{1 - \frac{283.03}{0.7 * 667.26}} = 1.8499$$

Momento de diseño.

$$M_u = M_2 * \delta_b$$

$$M_u = 0.3627 * \delta_b$$

$$M_u = 0.3627 \text{ tn} - \text{m}$$

$$e = \frac{M_n}{P_n} = \frac{\phi M_u}{\phi P_u} = \frac{0.3627}{283.03} = 0.00325 \text{ m} = 0.3252 \text{ cm}$$

$$\frac{e}{h} = \frac{0.3252}{40} = 0.00465$$

$$d' = 5 + 1.27 = 6.27 \text{ cm}$$

$$\gamma = \frac{h - 2 * d'}{h}$$

$$\gamma = \frac{70 - 2 * 6.27}{70} = 0.82 \approx 0.8$$

$$\frac{\phi P_n}{bh} = \frac{283.03 * 1000}{35 * 70} = 115.52 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 115.52 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0.098 = 11.32 \text{ MPa}$$

$$\frac{\phi M_n}{bh^2} = \frac{0.3627 * 100000}{35 * 70 * 70} = 0.537 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 0.537 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0.098 = 0.0526 \text{ Mpa}$$

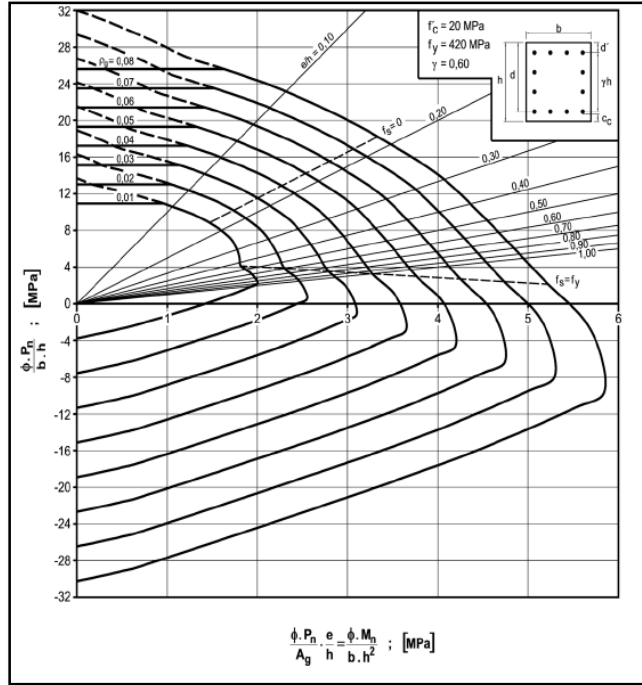


Figura N°66: Diagrama de interacciones de columnas 20MPa ACI.
 [Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

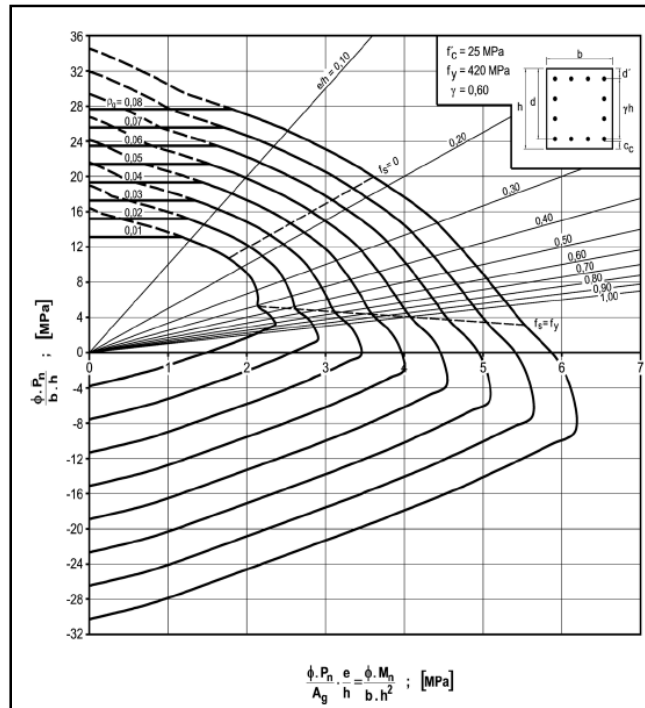


Figura N°67: Diagrama de interacciones de columnas 25MPa ACI.
 [Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Interpolando.

ρ	$f'c$
0.0100	204
0.0085	255
X	280

$$x = \rho = 0.0078 < 0.01 = \text{cuantia minima}$$

$$As = 0.01 * bh$$

$$As = 0.01 * 35 * 70 = 24.5 \text{ cm}^2$$

$$USAR: 6 \emptyset 3/4" + 4 \emptyset 5/8" = 25.02 \text{ cm}^2$$

Columna C-B2:

b= 75 Diámetro

lc=3.2: ln=2.925

Verificar si la columna es esbelta o corta.

$$Ec = 15000\sqrt{f'c} = 15000\sqrt{280} = 250998.008 \text{ kg/cm}^2$$

$$Iv = \frac{1}{12} bh^3 = \frac{1}{12} 30 \times 55^3 = 415937.5 \text{ cm}^4$$

$$Ig = \frac{1}{4} \pi r^4 = \frac{1}{4} \pi \times 37.5^4 = 1553155.55 \text{ cm}^4$$

$$r = \sqrt{\frac{Ig}{Ag}} = \sqrt{\frac{1553155.55}{4417.86}} = 225 \text{ cm} = 0.225 \text{ m}$$

$$\psi = \frac{\sum \left(\frac{Ec Ig}{Lc} \right)_{\text{columna}}}{\sum \left(\frac{Ec Iv}{Lv} \right)_{\text{viga}}}$$

$$\psi = \frac{\sum \left(\frac{Ig}{Lc} \right)_{\text{columna}}}{\sum \left(\frac{Iv}{Lv} \right)_{\text{viga}}}$$

$$\psi = \frac{\frac{1553155.55}{320} + \frac{1553155.55}{320}}{0.5 * \frac{415937.5}{600} + 0.5 * \frac{415937.5}{473}} = 12.35$$

como: $\psi > 2$

$$k = 0.9\sqrt{1 + \psi_m} = 0.9\sqrt{1 + 6.6727} = 2.4929$$

$$\frac{kl_n}{r} = \frac{2.4929 * 2.925}{0.225} = 32.41$$

$$\frac{kl_n}{r} = 32.41 > 22 \text{ se considera esbelta.}$$

$$\frac{kl_n}{r} = 32.41 > 22 < 100: \text{ se procede a realizar metodo de magnificacion de momentos.}$$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} \geq 1 \text{ . para cargas predominantes de gravedad.}$$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kLu)^2}$$

$$EI = \frac{EcI_g/2.5}{1 + \beta_1}$$

$$\beta_1 = \frac{\text{Carga muerta axial factorizada}}{\text{carga axial total factorizada}} = \frac{286.91}{488.55} = 0.587$$

$$EI = \frac{250998.01 * 1553155.55/2.5}{1 + 0.587} = 98241466126 \text{ cm}^2$$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kLu)^2} = \frac{\pi^2 * 98241466126}{(2.493 * 320)^2} = 1522009.65 \text{ kg} = 1522.01 \text{ tn}$$

Como $M_1 \geq M_2$; por no estar arriostrado $c_m = 1$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} = \frac{1}{1 - \frac{488.55}{0.7 * 1522.01}} = 1.8469$$

Momento de diseño.

$$M_u = M_2 * \delta_b$$

$$M_u = 0.0103 * \delta_b$$

$$M_u = 0.019 \text{ tn} - m$$

$$e = \frac{M_n}{P_n} = \frac{\phi M_u}{\phi P_u} = \frac{0.019}{488.55} = 0.000039 = 0.0039 \text{ cm}$$

$$\frac{e}{h} = \frac{0.0039}{75} = 0.000051917$$

$$d' = 5 + 1.27 = 6.27 \text{ cm}$$

$$\gamma = \frac{h - 2 * d'}{h}$$

$$\gamma = \frac{75 - 2 * 6.27}{75} = 0.83 \approx 0.8$$

$$\frac{\phi P_n}{A_c} = \frac{488.55 * 1000}{4417.86} = 110.59 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 110.59 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0.098 = 10.84 \text{ MPa}$$

$$\frac{\phi M_n}{A_c * D} = \frac{0.3627 * 100000}{4417.86 * 75} = 0.00574 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 0.00574 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0.098 = 0.00056 \text{ Mpa}$$

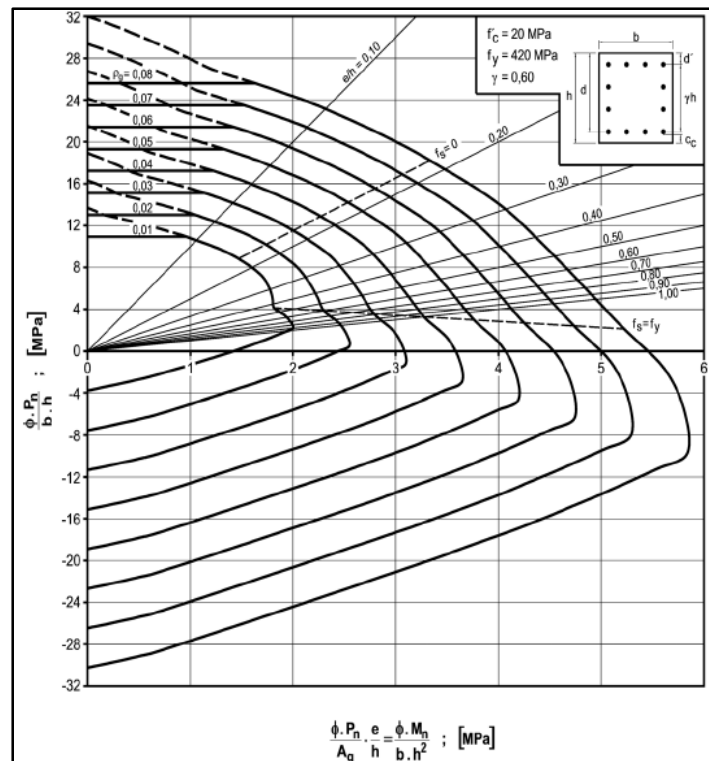


Figura N°68: Diagrama de interacciones de columnas 20MPa ACI.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

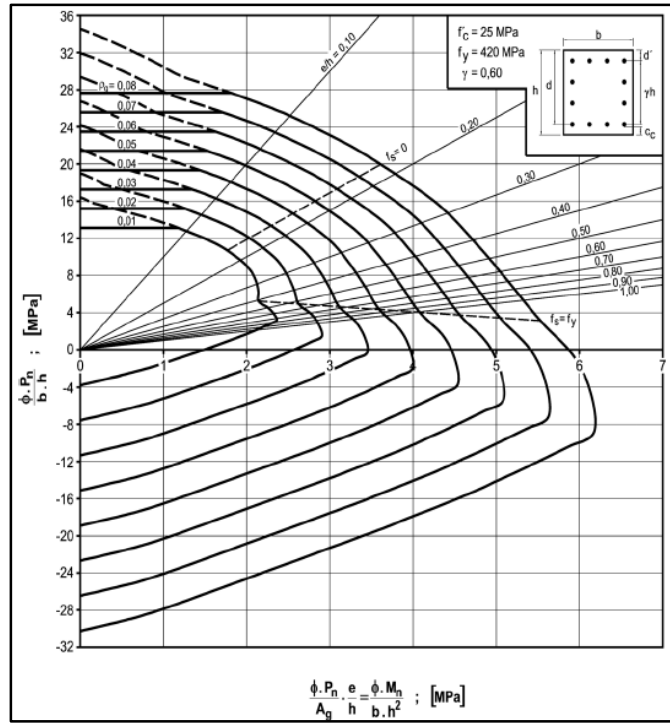


Figura N°69: Diagrama de interacciones de columnas 25MPa ACI.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Interpolando.

ρ	$f'c$
0.0100	204
0.0080	255
X	280

$$x = \rho = 0.0070 < 0.01 = \text{cuantía mínima}$$

$$As = 0.01 * \pi r^2$$

$$As = 0.01 * \pi * 37.5^2 = 44.18 \text{ cm}^2$$

$$USAR: 16 \text{ } \emptyset \text{ } 3/4" = 45.6 \text{ cm}^2$$

Columna C-B3:

b= 75 Diámetro

lc=3.2: ln=2.925

Verificar si la columna es esbelta o corta.

$$E_c = 15000\sqrt{f'_c} = 15000\sqrt{280} = 250998.008 \text{ kg/cm}^2$$

$$I_v = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12}30 \times 55^3 = 415937.5 \text{ cm}^4$$

$$I_g = \frac{1}{4}\pi r^4 = \frac{1}{4}\pi \times 37.5^4 = 1553155.55 \text{ cm}^4$$

$$r = \sqrt{\frac{I_g}{A_g}} = \sqrt{\frac{1553155.55}{4417.86}} = 225 \text{ cm} = 0.225 \text{ m}$$

$$\psi = \frac{\sum \left(\frac{E_c I_g}{L_c} \right)_{\text{columna}}}{\sum \left(\frac{E_c I_v}{L_v} \right)_{\text{viga}}}$$

$$\psi = \frac{\sum \left(\frac{I_g}{L_c} \right)_{\text{columna}}}{\sum \left(\frac{I_v}{L_v} \right)_{\text{viga}}}$$

$$\psi = \frac{\frac{1553155.55}{320} + \frac{1553155.55}{320}}{0.5 * \frac{415937.5}{650} + 0.5 * \frac{415937.5}{600}} = 14.56$$

como: $\psi > 2$

$$k = 0.9\sqrt{1 + \psi_m} = 0.9\sqrt{1 + 7.782} = 2.667$$

$$\frac{kl_n}{r} = \frac{2.667 * 2.925}{0.225} = 34.67$$

$$\frac{kl_n}{r} = 34.67 > 22 \text{ se considera esbelta.}$$

$$\frac{kl_n}{r} = 34.67 > 22 < 100: \text{ se procede a realizar metodo de magnificación de momentos.}$$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} \geq 1. \text{ para cargas predominantes de gravedad.}$$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kLu)^2}$$

$$EI = \frac{EcI_g/2.5}{1 + \beta_1}$$

$$\beta_1 = \frac{\text{Carga muerta axial factorizada}}{\text{carga axial total factorizada}} = \frac{286.89}{489.30} = 0.586$$

$$EI = \frac{250998.01 * 1553155.55/2.5}{1 + 0.586} = 98299744917 \text{ cm}^2$$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kLu)^2} = \frac{\pi^2 * 98299744917}{(2.667 * 320)^2} = 1330630.5 \text{ kg} = 1330.63 \text{ tn}$$

Como $M_1 \geq M_2$; por no estar arriostrado $cm = 1$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{Pu}{\phi P_c}} = \frac{1}{1 - \frac{489.3}{0.7 * 1330.63}} = 2.1067$$

Momento de diseño.

$$Mu = M_2 * \delta_b$$

$$Mu = 0.2278 * \delta_b$$

$$Mu = 0.4799 \text{ tn} - m$$

$$e = \frac{Mn}{Pn} = \frac{\phi Mu}{\phi Pu} = \frac{0.4799}{489.3} = 0.00098 = 0.0981 \text{ cm}$$

$$\frac{e}{h} = \frac{0.0981}{75} = 0.0013077$$

$$d' = 5 + 1.27 = 6.27 \text{ cm}$$

$$\gamma = \frac{h - 2 * d'}{h}$$

$$\gamma = \frac{75 - 2 * 6.27}{75} = 0.83 \approx 0.8$$

$$\frac{\phi P_n}{Ac} = \frac{489.3 * 1000}{4417.86} = 110.75 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 110.75 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0.098 = 10.85 \text{ MPa}$$

$$\frac{\phi Mn}{Ac * D} = \frac{0.4799 * 100000}{4417.86 * 75} = 0.142 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 0.142 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0.098 = 0.0142 \text{ Mpa}$$

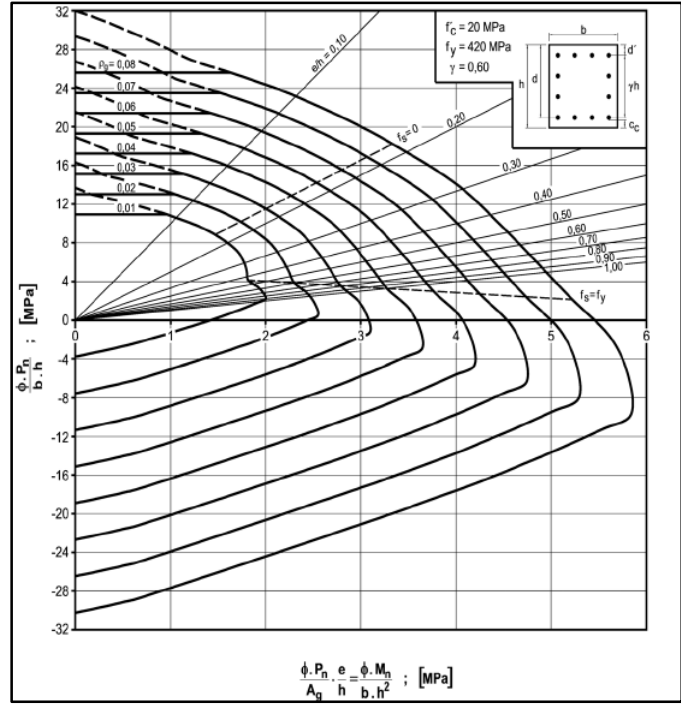


Figura N°70: Diagrama de interacciones de columnas 20MPa ACI.
 [Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

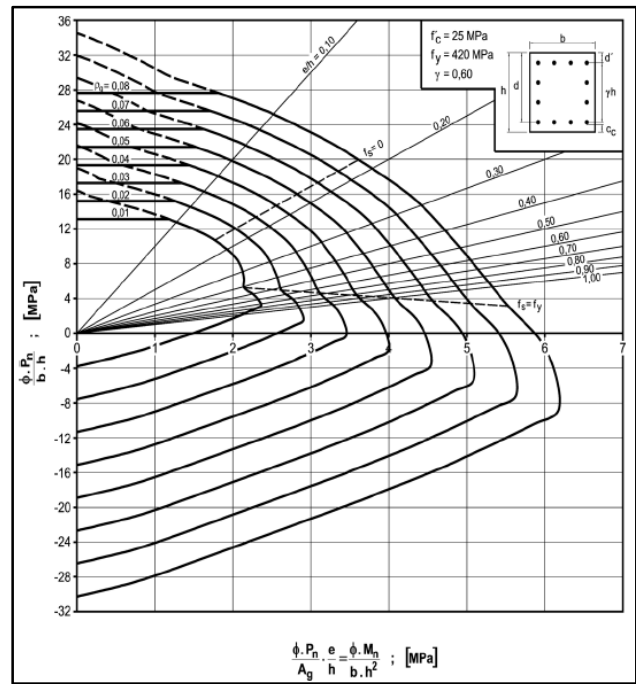


Figura N°71: Diagrama de interacciones de columnas 25MPa ACI.
 [Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Interpolando.

ρ	$f'c$
0.0100	204
0.0075	255
X	280

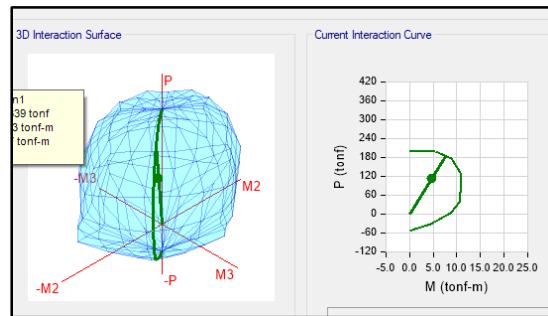
$$x = \rho = 0.0063 < 0.01 = \text{cuantía mínima}$$

$$As = 0.01 * \pi r^2$$

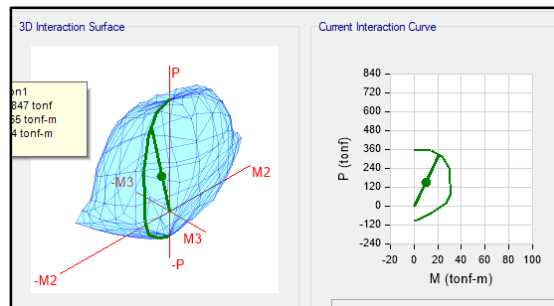
$$As = 0.01 * \pi * 37.5^2 = 44.18 \text{ cm}^2$$

$$USAR: 16 \text{ } \emptyset 3/4" = 45.6 \text{ cm}^2$$

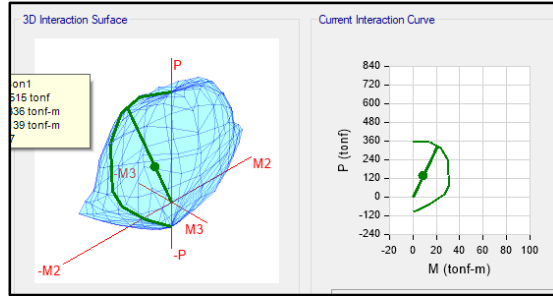
Verificamos las demás columnas mediante el ETABS y los diagramas antes mostrados, cumpliendo todas con la cuantía mínima.



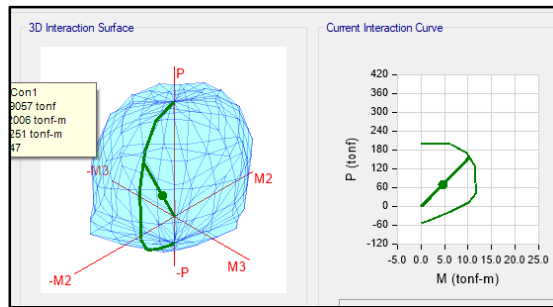
Figuras N°72: Diagrama de interacción 1 de columna en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)



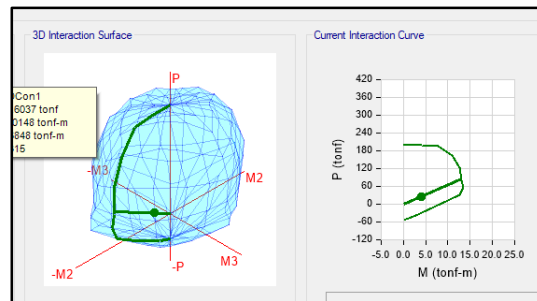
Figuras N°73: Diagrama de interacción 2 de columna en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)



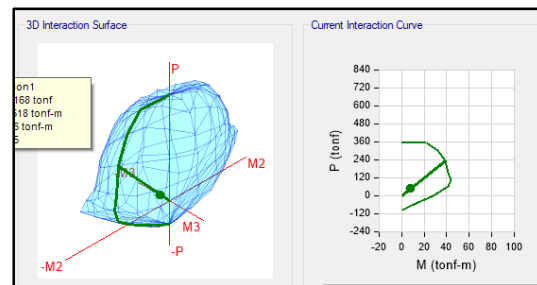
Figuras N°74: Diagrama de interacción 3 de columna en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)



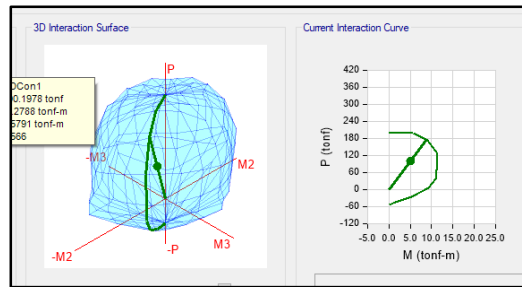
Figuras N°75: Diagrama de interacción 4 de columna en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)



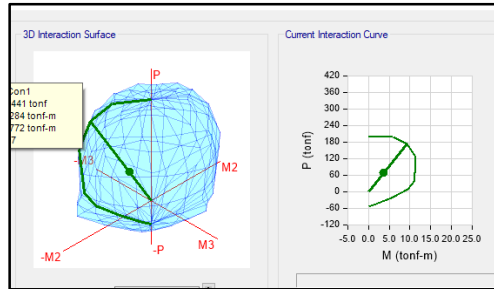
Figuras N°76: Diagrama de interacción 5 de columna en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)



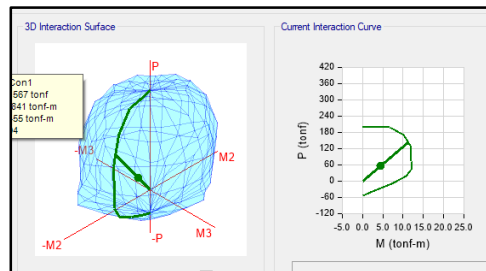
Figuras N°77: Diagrama de interacción 6 de columna en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)



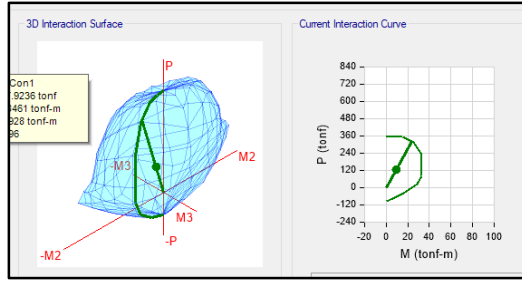
Figuras N°78: Diagrama de interacción 7 de columna en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)



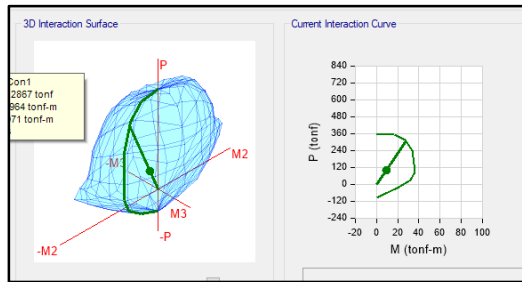
Figuras N°79: Diagrama de interacción 8 de columna en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)



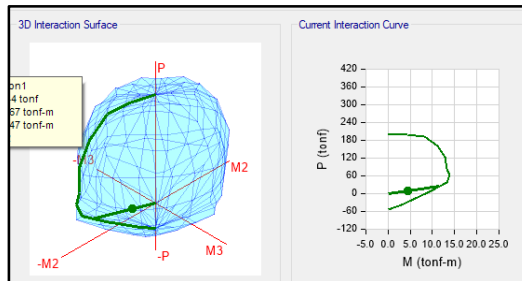
Figuras N°80: Diagrama de interacción 9 de columna en ETABS 2016.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)



Figuras N°81: Diagrama de interacción 10 de columna en ETABS 2016.
 [Elaborado por los autores.] (Lima 2017)



Figuras N°82: Diagrama de interacción 11 de columna en ETABS 2016.
 [Elaborado por los autores.] (Lima 2017)



Figuras N°83: Diagrama de interacción 12 de columna en ETABS 2016.
 [Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

ZAPATAS:

Para el cálculo de zapatas hicimos los siguientes pasos:

1. Dimensionamiento en planta

$$AZ = \frac{P+Pz}{1.33\sigma_s} \quad P=D+L+S$$

Calculo del peso propio de la zapata

σ_s	Pz
4	0.04P
3	0.06P
2	0.08P
1	0.10P

2. Dimensionamiento en altura

$$P_u = 1.4D + 1.7L$$

$$P_u = 1.25 (D+L) + S$$

$$P_u = 0.9D + S$$

Se escoge el mayor.

Por longitud de anclaje

$$L_d \geq d$$

Corte por punzonamiento.

$$b_o = 2(b+d) + 2(t+d)$$

$$A_o = (b+d) (t+d)$$

$$A_o \cdot \sigma_{tu} + V_{vo} - P_u = 0$$

$$V_{vo} = P_u - A_o \cdot \sigma_{tu}$$

$$\sigma_{tu} = \frac{P_u}{(A)(B)}$$

$$V_{vo} = \sigma_{tu} (A \cdot B - A_o)$$

Esfuerzo actuante ultimo:

$$V_{vo} = \frac{V_{vo}}{\phi * b_o * d} \leq V_{co}$$

$$V_{co} = 0.27 * (2 + \frac{4}{B}) \sqrt{f'c} \leq 11 \sqrt{f'c}$$

$$B = \frac{\text{Lado largo de la columna}(t)}{\text{Lado corto de la columna}(b)}$$

$$V_{vo} \leq V_{co}$$

Se asume valores para “d” hasta que se cumpla.

3. Corte por flexión

$$V_u = \sigma_{tu} * B * (m-d)$$

$$V_u = \frac{V_u}{\phi * d * B}$$

$$V_u = \frac{\sigma_{tu} (m - d)}{\phi * d} \leq 0.53 * \sqrt{f'c}$$

Asumimos valores para “d” hasta que:

$$V_u \leq 0.53 * \sqrt{f'c}$$

4. Sin esfuerzo en compresión:

$$M_u = \sigma_{tu} * \frac{B * m^2}{2}$$

DISEÑO DE ZAPATA

VALORES OBTENIDOS DEL ETABS			
Carga	P(ton)	Mx-x(ton-m) ³⁻³	My-y(ton-m) ²⁻²
CM	286	0.1756	1.69
CV	88.6	0.04	0.7935
SX	3.43	3.20	0.16
SY	3.28	0.33	5.20

DATOS DE DISEÑO DE ZAPATA

PS= 378.03 Tn Del Etabs
 Pu= 553.76 Tn Del Etabs
 S/C= 500 Kg/m²
 f'c = 210 Kg/cm²
 fy = 4200 Kg/cm²
 □□ t = 5.00 Kg/cm²
 □□ c □□ 2.40 Tn/m³
 □□ s □□ 1.80 Tn/m³
 Hf = 1.75 m
 Df = 1.60 m
 NPT = 0.15 m
 NTN = 0.00 m
 f'c col = 210 Kg/cm²

SOLUCIÓN

Dimensiones de la Columna

Dy 0.35 m
 Dx 0.70 m

ESFUERZO NETO DEL SUELO

Carga de Gravedad

$$\square_h = \square_t - hf \times \square_{prom} - S/C$$

$$\square_h = 46.14 \text{ Tn/m}^2$$

$$\square_{prom} = (\square_s + \square_c) / 2$$

$$\square_{prom} = \square \text{ 2.10tn}$$

Carga de Gravedad+sismo

$$\square_h = 1.3 \square_t - hf \times \square_{prom} - S/C$$

$$\square_h = 61.14$$

ÁREA DE PLANTA DE LA ZAPATA

$$A_{zap} = P_s / \square_h$$

A zap = 6.30 m²
 Para cumplir
 I_{v1}=I_{v2}
 Ly = 1.40 m Lvy= 0.88
 Lx= 2.00 m Lvx= 0.85
 A zap = 2.80 m²

VERIFICACIÓN DE PRESIÓN

$$\sigma = \frac{R}{A} \pm \frac{6 \Sigma M_{X-X}}{Lx^2 Ly} \pm \frac{6 \Sigma M_{Y-Y}}{Lx Ly^2}$$

□= 75.844 porGravedad
 □= 76.685 Grav+sismox
 □u= 78.088 Grav+sismoy

DETERMINACIÓN DE LA REACCIÓN AMPLIFICADA DEL SUELO

Diseño= 121.35 porGravedad
 Diseño= 95.856 Grav+sismox
 Diseño= 97.61 Grav+sismoy

$\sigma_{diseño} = \text{MAX}(\text{PRESIONES})$

$\sigma_{diseño} = 121.35 \text{ ton/m}^2$

Entonces hz = 0.60 m
 datos (número de acero)
 5/8 0.0159 m
 recubr. r = 0.075 m
 dprom = 71 cm r = 7.5 cm

VERIFICACIÓN DEL CORTE POR PUNZONAMIENTO

$$A_o = (Dx + d)(Dy + d)$$

$$\sigma_{diseño} = 1.25 * \text{MAX}(\text{PRESIONES})$$

A_o = 1.49 m² A_{total} = 5.04m²

σ_u = 97.61 ton/m²

$$V_u = \sigma_u (A_{total} - A_o)$$

V_u = 346.28 ton

$$\phi V_c = \phi 1.06 \sqrt{f_c} b_o d$$

$$b_o = 2(Dx + Dy + 2d)$$

b_o = 285.75 cm

La resistencia de diseño ϕV_c , será el menor de los siguientes valores.

$$V_c = 264.57 \text{ ton}$$

$$V_c = 803.74 \text{ ton} \quad V_c \text{ min} = 264.57 \text{ ton}$$

$$V_c = 264.57 \text{ ton}$$

Condicion de Diseño $V_u \leq V_c$

VERIFICACIÓN DEL CORTE POR FLEXIÓN

PARA LA DIRECCION X-X

Condicion de Diseño $V_u \leq V_c$

$$0.85$$

$$V_c = 97.218 \text{ Tn} \quad V_c = 0.53 \sqrt{f_c} * L_y * d \quad L_{vx} = 0.85 \text{ m}$$

$$V_u = 28.877 \text{ Tn} \quad V_u = \sigma_u * L_y * (L_{vx} - d)$$

$$V_u \leq$$

$$\square \square V_c$$

PARA LA DIRECCION Y-Y

$$\square \square V_c = 111.11 \text{ Tn} \quad V_c = 0.53 \sqrt{f_c} * L_x * d \quad L_{vy} = 0.88 \text{ m}$$

$$V_u = 38.859 \text{ Tn} \quad V_u = \sigma_u * L_y * (L_{vy} - d)$$

$$V_u \leq V_c$$

DISEÑO POR FLEXIÓN

PARA LA DIRECCION X-X

$$M_u = \square * f_c * L_y * d^2 * \square * (1 - 0.59 * \square)$$

$$\square = \square \square \sqrt{c} / f_y$$

$$A_s = \square * L_y * d$$

$$\square = 0.9$$

$$M_u = 74.05 \text{ Tn*m}$$

$$\square \square = 0.037986$$

$$\square \square = 0.001899$$

$$A_s = 28.284 \text{ cm}^2$$

PARA LA DIRECCIÓN Y-Y

$$M_u = 89.679$$

$$\square = \square \square \sqrt{c} / f_y$$

$$A_s = \square * L_x * d$$

$$\square = 0.90$$

$$\square \square = 0.04031$$

$$\square \square = 0.00190$$

$$A_s = 26.324 \text{ cm}^2$$

VERIFICACIÓN DE ACERO MÍNIMO

$$A_{s_min} = \square * \text{temp} * L_y * d$$

$$\square = 0.0018$$

$$A_{smin} = 26.80 \text{ cm}^2 \quad \text{ok}$$

Entonces usar $As = 24.28 \text{ cm}^2$

Numero de Varillas $n = As / A_{\square}$
confirmar tipo de acero

$\square\square\square$ 5/8 $A_{\square\square\square} = 1.98 \text{ cm}^2$
 $n = 13$
 $n = 13$ varillas

ESPACIAMIENTO

$s = 0.15 \text{ m}$
entonces usar $13 \text{ } \varnothing 5/8 @ 0.15 \text{ m}$

EN DIRECCIÓN TRANSVERSAL

$A_{st} = 26.32 \text{ cm}^2$

Número de varillas

$n = 13$ varillas
 $n = 9$ varillas
 $s = 15 \text{ Cm}$
 $s = 15 \text{ cm}$
usar $13 \varnothing 5/8 @ 0.15 \text{ m}$

Calculamos el resto de zapatas de la misma manera obteniendo como resultado:

Tabla 23: Cuadro de zapatas calculadas.

CUADRO DE ZAPATAS				
TIPO	DIMENSIONES	H	CANT.	PARRILLA
Z1	1.30 x 3.05	0.6	01 unidad	doble malla $\varnothing 5/8'' @0.15$
Z2	1.40 x 2.70	0.6	01 unidad	doble malla $\varnothing 5/8'' @0.15$
Z3	1.30 x 2.00	0.6	03 unidad	doble malla $\varnothing 5/8'' @0.15$
Z4	1.70 x 2.20	0.6	01 unidad	doble malla $\varnothing 5/8'' @0.15$
Z5	2.00 x 2.00	0.6	04 unidad	doble malla $\varnothing 5/8'' @0.15$
Z6	1.40 x 2.00	0.6	05 unidad	doble malla $\varnothing 5/8'' @0.15$
Z7	1.80 x 4.00	0.6	01 unidad	doble malla $\varnothing 5/8'' @0.15$
Z8	1.40 x 1.40	0.6	02 unidad	doble malla $\varnothing 5/8'' @0.15$
Z9	1.05 x 2.00	0.6	01 unidad	doble malla $\varnothing 5/8'' @0.15$

Fuente: Elaborado por los autores.

4.3 Diseño estructural con casetón de poliestireno

Para esto quitamos el peso del ladrillo de arcilla al peso de la losa aligerada, el cual sacaremos de la Norma Técnica de Edificación E.020.

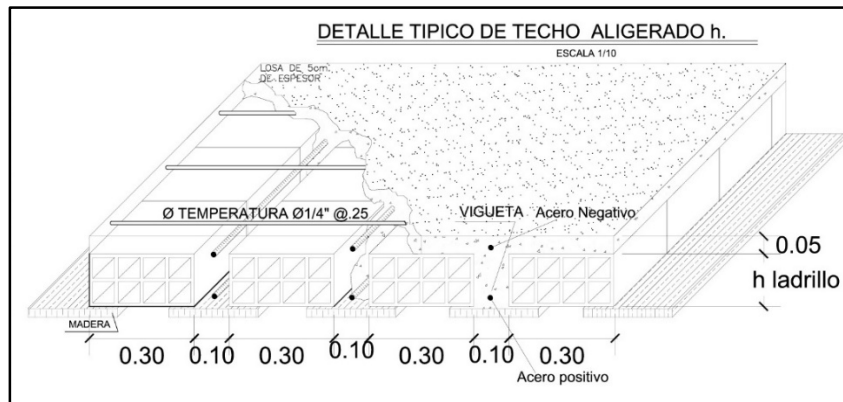
Hicimos esto, ya que el peso del ladrillo es despreciable al tener una densidad de 10kg/m³.

Tabla 24: Peso por m² de losa aligerada.

Peralte de losa	Peso por m ²
17cm	260 kg/m ²
20cm	300 kg/m ²
25cm	350 kg/m ²
30cm	380 kg/m ²

Fuente: Norma Técnica E.020 de Cargas del RNE.

Por cada metro cuadrado de losa aligerada tenemos 8.33 unidades de ladrillo.



Figuras N°84: Detalle típico de losa aligerada.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Conociendo estos datos, elaboramos el siguiente cuadro, en el cual apreciamos el ahorro de peso por metro cuadrado de losas aligerada, al emplear casetones de poliestireno expandido en lugar del ladrillo de arcilla.

Tabla 25: Peso de las losas aligeradas con poliestireno expandido.

LUCES	ESPEJOR DE LOSA	H DEL LADRILLO	PESO DEL LADRILLO DE ARCILLA	PESO DEL LADRILLO EN/ M2	PESO DE LOSA EN /M2	PESO DE LA LOSA EN/M2 POLIESTIRENO	% DE AHORRO POR M2
4.25m	17cm	12cm	7.2kg	60kg/m2	260kg/m2	200kg/m2	23.0%
5.00m	20cm	15cm	8.4kg	70kg/m2	300kg/m2	230kg/m2	23.3%
6.25m	25cm	20cm	10.2kg	85kg/m2	350kg/m2	265kg/m2	24.3%
7.30m	30cm	25cm	12kg	100kg/m2	380kg/m2	280kg/m2	26.3%

Fuente: Elaborado por los autores.

Pasamos a modelarlo en ETABS, teniendo él cuenta el nuevo peso de la losa aligerada por metro cuadrado.

En nuestro caso utilizamos losas de 25cm, por lo que nuestro peso por metro cuadrado de losa aligerada es de 265kg/m2.

Verificaremos desplazamiento, derivas elásticas, derivas inelásticas, etc.

Ya que el control de desplazamientos se hizo colocando placas, las secciones de las columnas no sufren variación alguna, la cuantía de acero tampoco, ya que se manejó en los mínimos según cálculo.

Análisis con arcilla:

Tabla 26: Cuadro de desplazamiento y distorsión en el eje X utilizando ladrillo de arcilla.

ARCILLA	DESPLAZAMIENTO X	ALTURA	DISTORSIÓN	INELÁSTICO
8° piso	28.649	22.6	0.0010	0.0058
7° piso	26.15	20	0.0011	0.0069
6° piso	23.175	17.4	0.0013	0.0080
5° piso	19.728	14.8	0.0015	0.0089
4° piso	15.862	12.2	0.0016	0.0095
3° piso	11.727	9.6	0.0016	0.0097
2° piso	6.57	6.4	0.0014	0.0081
1° piso	2.226	3.2	0.0007	0.0042

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 27: Cuadro de desplazamiento y distorsión en el eje Y utilizando ladrillo de arcilla.

ARCILLA	DESPLAZAMIENTO Y	ALTURA	DISTORSIÓN	INELÁSTICO
8° piso	9.731	22.6	0.00050	0.00301
7° piso	8.427	20	0.00052	0.00313
6° piso	7.071	17.4	0.00053	0.00318
5° piso	5.691	14.8	0.00053	0.00316
4° piso	4.322	12.2	0.00050	0.00301
3° piso	3.018	9.6	0.00044	0.00266
2° piso	1.598	6.4	0.00033	0.00200
1° piso	0.53	3.2	0.00017	0.00099

Fuente: Elaborado por los autores.

Análisis con poliestireno expandido:

Tabla 28: Cuadro de desplazamiento y distorsión en el eje X utilizando poliestireno expandido.

POLIESTIRENO	DESPLAZAMIENTO X	ALTURA	DISTORSIÓN	INELÁSTICO
8° piso	26.624	22.6	0.0009	0.0054
7° piso	24.273	20	0.0011	0.0064
6° piso	21.486	17.4	0.0012	0.0074
5° piso	18.27	14.8	0.0014	0.0083
4° piso	14.677	12.2	0.0015	0.0089
3° piso	10.842	9.6	0.0015	0.0089
2° piso	6.07	6.4	0.0013	0.0075
1° piso	2.055	3.2	0.0006	0.0039

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 29: Cuadro de desplazamiento y distorsión en el eje Y utilizando poliestireno expandido.

POLIESTIRENO	DESPLAZAMIENTO Y	ALTURA	DISTORSIÓN	INELÁSTICO
8° piso	9.014	22.6	0.00047	0.00280
7° piso	7.8	20	0.00049	0.00291
6° piso	6.539	17.4	0.00049	0.00296
5° piso	5.258	14.8	0.00049	0.00293
4° piso	3.99	12.2	0.00046	0.00278
3° piso	2.784	9.6	0.00041	0.00246
2° piso	1.473	6.4	0.00031	0.00185
1° piso	0.488	3.2	0.00015	0.00092

Fuente: Elaborado por los autores.

Variación de la deriva en porcentajes

Tabla 30: Porcentajes de variación en la deriva inelástica en ambos ejes.

NIVEL	Porcentaje x	Porcentaje y
8° piso	94.08	93.1
7° piso	93.68	92.99
6° piso	93.3	92.83
5° piso	92.94	92.62
4° piso	92.74	92.48
3° piso	92.53	92.32
2° piso	92.43	92.23
1° piso	92.32	92.08

Fuente: Elaborado por los autores.

Esto quiere decir que aminoramos en un 6% a 8% de la deriva inelástica utilizando losas aligeradas con poliestireno expandido.

Análisis con arcilla

Ahora verificamos la variación de la cortante.

Tabla 31: Cortante en ambos ejes utilizando losas aligeradas con ladrillo de arcilla.

Vx	Vy
-59.3114	-51.8994
-137.6266	-120.4278
-205.7608	-180.0475
-263.714	-230.7585
-311.4863	-272.5609
-349.7825	-306.0713
-377.386	-330.2253
-391.1878	-342.3023

Fuente: Elaborado por los autores.

Análisis con poliestireno expandido:

Tabla 32: Cortante en ejes utilizando losas aligeradas con casetón de poliestireno expandido.

V _x	V _y
-59.0075	-51.6335
-129.9961	-113.7509
-191.7563	-167.7931
-244.2879	-213.7601
-287.591	-251.6517
-322.367	-282.0818
-347.568	-304.1335
-360.1685	-315.1594

Fuente: Elaborado por los autores.

En el siguiente cuadro apreciamos la variación de la cortante en ambos ejes, representado en porcentaje:

Tabla 33: Porcentajes de variación en la cortante basal en ambos ejes.

V _x	V _y
99.488	99.488
94.456	94.456
93.194	93.194
92.634	92.634
92.329	92.329
92.162	92.162
92.099	92.099
92.070	92.070

Fuente: Elaborado por los autores.

Esto quiere decir que por cada metro de placa necesaria utilizando ladrillo de arcilla, podemos ahorrar 70cm de placa al utilizar poliestireno expandido.

4.4 Metrados

Se empleó los siguientes formatos para los metrados, iniciando por los volúmenes de concreto simple, seguido del concreto armado.

En concreto simple encontramos al cimiento corrido y sobrecimiento.

Tabla 34: Metrado del concreto simple.

OBRA		: Proyecto de tesis		METRADO				Hoja N°		DE	
PROPIETARIO		: Gomez y Cosinga									
Partida N°	Especificaciones	N° Veces	Medidas				Parcial	Total	Und		
			Largo	Ancho	Altura	Área					
1.0	CONCRETO SIMPLE										
1.1	Cimiento corrido							20.96	M3		
1.1.1	CC-1 EJE A-A ENTRE 1-10	1	12.50	0.60	0.80		6.00				
1.1.2	CC-1 EJE I-1 ENTRE 1-10	1	12.50	0.60	0.80		6.00				
1.1.3	CC-2 EJE 1-1 ENTRE A-I	1	11.20	0.50	0.80		4.48				
1.1.4	CC-2 EJE 1-1 ENTRE A-I	1	11.20	0.50	0.80		4.48				
1.2	Sobrecimiento							3.93	M3		
1.2.1	SC-1 EJE A-A ENTRE 1-10	1	12.50	0.15	0.60		1.13				
1.2.2	SC-1 EJE I-1 ENTRE 1-10	1	12.50	0.15	0.60		1.13				
1.2.3	SC-2 EJE 1-1 ENTRE A-I	1	11.20	0.15	0.50		0.84				
1.2.4	SC-2 EJE 1-1 ENTRE A-I	1	11.20	0.15	0.50		0.84				

Fuente: Elaborado por los autores.

Para el concreto armado se empleó las siguientes plantillas.

Tabla 35: Metrado de concreto, zapatas.

Partida N°	Especificaciones	N° Veces	Medidas				Parcial	Total	Und
			Largo	Ancho	Altura	Área			
2.0	CONCRETO ARMADO						1075.06	M3	
2.1.0	ZAPATAS						51.42	m3	
2.1.1	Z-1	4	1.40	1.40	0.70		5.49		
2.1.2	Z-2	4	1.60	2.00	0.70		8.96		
2.1.3	Z-3	4	2.00	1.40	0.70		7.84		
2.1.4	Z-4	4	2.00	2.00	0.70		11.20		
2.1.5	Z-5	1	3.95	2.00	0.70		5.53		
2.1.6	Z-6	1	1.25	2.00	0.70		1.75		
2.1.7	Z-7	1	2.60	3.20	0.70		5.82		

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 36: Metrado de concreto, viga de cimentación.

Partida N°	Especificaciones	N° Veces	Medidas				Parcial	Total	Und
			Largo	Ancho	Altura	Área			
2.2.0	VIGAS DE CIMENTACION						11.41	M3	
2.2.1	VC-1 (LONGITUDINAL)	1	26.65	0.35	0.60		5.60		
2.2.2	VC-1 (TRANVERSAL)	1	4.70	0.35	0.60		0.99		
2.2.3	Z-CORRIDA	1	13.40	0.60	0.60		4.82		

Fuente: Elaborado por los autores.

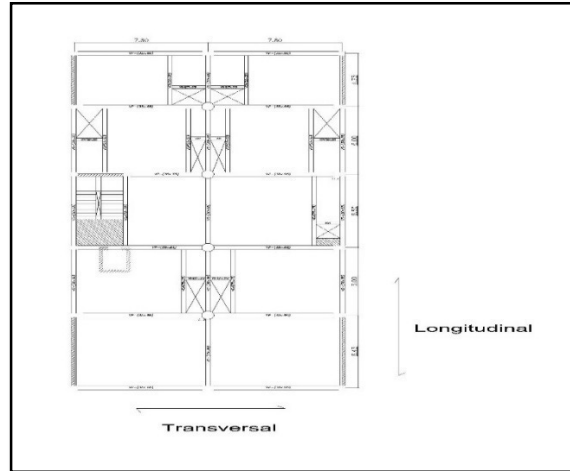
De acuerdo a los resultados del diseño estructural se calculó el metrado de las secciones de los elementos estructurales.

Tabla 37: Metrado de concreto, columnas y placas.

Partida N°	Especificaciones	N° Veces	Medidas				Parcial	Total	Und
			Largo	Ancho	Altura	Área			
2.3.0	COLUMNAS Y PLACAS							470.40 m3	
2.3.1	1re Piso						93.40	m3	
2.3.2	C1 0.4x0.35	4	0.40	0.35	4.93		2.76		
2.3.3	C2 0.35x0.70	4	0.35	0.70	4.93		4.83		
2.3.4	C3 D=0.75 (CIRCULAR)	4			4.93	1.77	34.83		
2.3.5	PL-1	2			4.93	2.20	21.69		
2.3.6	PL-2	2			4.93	1.70	16.76		
2.3.7	PL- ACENSOR	1			4.93	2.54	12.52		
2.3.8	2do Piso							60.62 m3	
2.3.9	C1 0.4x0.35	4	0.40	0.35	3.20		1.79		
2.3.10	C2 0.35x0.70	4	0.35	0.70	3.20		3.14		
2.3.11	C3 D=0.75	4			3.20	1.77	22.61		
2.3.12	PL-1	2			3.20	2.20	14.08		
2.3.13	PL-2	2			3.20	1.70	10.88		
2.3.14	PL- ACENSOR	1			3.20	2.54	8.13		
2.3.15	3ro Piso						60.62	m3	
2.3.16	4to Piso							51.15 m3	
2.3.17	C1 0.4x0.35	4	0.40	0.35	2.70		1.51		
2.3.18	C2 0.35x0.70	4	0.35	0.70	2.70		2.65		
2.3.19	C3 D=0.75	4			2.70	1.77	19.08		
2.3.20	PL-1	2			2.70	2.20	11.88		
2.3.21	PL-2	2			2.70	1.70	9.18		
2.3.22	PL- ACENSOR	1			2.70	2.54	6.86		
2.3.23	5to Piso						51.15	m3	
2.3.24	6to Piso						51.15	m3	
2.3.25	7mo Piso						51.15	m3	
2.3.26	8vo Piso						51.15	m3	
	CISTERNA								
			5.00						

Fuente: Elaborado por los autores.

Se consideró vigas transversales a las que se encuentran horizontal y las longitudinales en vertical, como se muestra en la figura.



Figuras N°85: Plano en planta de vigas transversales y longitudinales.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Tabla 38: Metrado de concreto, vigas.

Partida N°	Especificaciones	N° Veces	Medidas			Parcial	Total	Und
			Largo	Ancho	Área			
2.4.0	VIGAS						264.47	m3
2.4.1	1re PISO						31.15	m3
2.4.2	<i>TRANSVERSALES</i>							
2.4.3	VP 0.35x0.65	2	14.50	0.35	0.65	6.60		
2.4.4	VP 0.35x0.65	4	13.86	0.35	0.65	12.61		
2.4.5	VCH 0.25x0.25	1	6.45	0.25	0.25	0.40		
2.4.6	<i>LONGITUDINALES</i>							
2.4.7	VS 0.35x0.55	1	26.65	0.35	0.55	5.13		
2.4.8	VS 0.35x0.55	2	17.45	0.30	0.55	5.76		
2.4.9	VCH 0.25x0.25	1	10.35	0.25	0.25	0.65		
2.4.10	2do PISO						31.68	m3
2.4.11	<i>TRANSVERSALES</i>							
2.4.12	VP 0.35x0.65	2	14.50	0.35	0.65	6.60		
2.4.13	VP 0.35x0.65	4	13.86	0.35	0.65	12.61		
2.4.14	VCH 0.25x0.25	1	10.65	0.25	0.25	0.67		
2.4.15	<i>LONGITUDINALES</i>							
2.4.16	VS 0.35x0.55	1	26.65	0.35	0.55	5.13		
2.4.17	VS 0.35x0.55	2	17.45	0.30	0.55	5.76		
2.4.18	VCH 0.25x0.25	1	14.60	0.25	0.25	0.91		
2.4.19	3ro PISO						33.61	m3
2.4.20	<i>TRANSVERSALES</i>							
2.4.21	VP 0.35x0.65	2	14.50	0.35	0.65	6.60		
2.4.22	VP 0.35x0.65	4	13.86	0.35	0.65	12.61		
2.4.23	VCH 0.25x0.25	1	12.48	0.25	0.25	0.78		
2.4.24	<i>LONGITUDINALES</i>							
2.4.25	VS 0.35x0.55	1	26.65	0.35	0.55	5.13		
2.4.26	VS 0.35x0.55	2	17.45	0.30	0.55	5.76		
2.4.27	VCH 0.25x0.25	1	43.66	0.25	0.25	2.73		
2.4.28	4to PISO					33.61	33.61	m3
2.4.29	5to PISO					33.61	33.61	m3
2.4.30	6to PISO					33.61	33.61	m3
2.4.31	7mo PISO					33.61	33.61	m3
2.4.32	8vo PISO					33.61	33.61	m3

Fuente: Elaborado por los autores.

Para el cálculo del concreto se utilizó la siguiente expresión.

$$V_{total \text{ de losa}} = 1 \times 1 \times 0.20$$

$$V_{del \text{ ladrillo}} = 8.3 \times 0.20 \times 0.30 \times 0.30$$

$$V_c = V_t - V_{lad}$$

$$V_c = 1 \times 1 \times 0.20 - (8.3 \times 0.20 \times 0.30 \times 0.30) = 0.1006$$

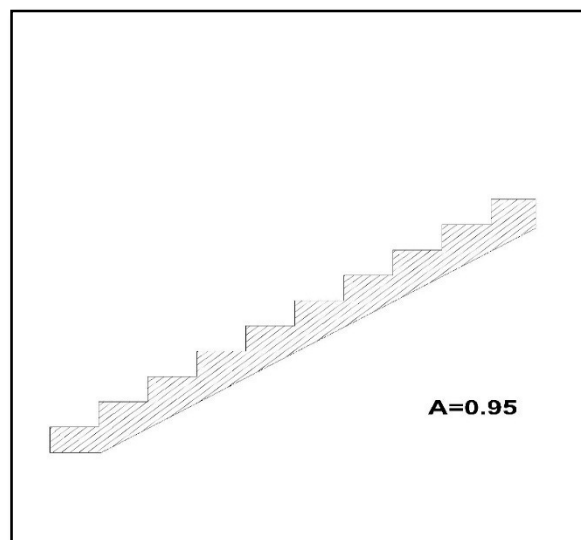
Se tomó las áreas calculadas por el AutoCAD de cada paño del aligerado.

Tabla 39: Metrado de losa aligerada.

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	Área (m2)	M3 Concreto/m2	PARCIAL	TOTAL	UNIDAD
2.5.0	LOSA ALIGERADA							257.70	m3
2.5.1	1RE PISO							34.00	m3
2.5.2	A1	2			45.85	0.0875	8.02		
2.5.3	A2	1			39.50	0.0875	3.46		
2.5.4	A3	1			37.54	0.0875	3.28		
2.5.5	A4	1			41.90	0.0875	3.67		
2.5.6	A5	1			35.34	0.0875	3.09		
2.5.7	A6	2			37.45	0.0875	6.55		
2.5.8	A7	2			33.85	0.0875	5.92		
2.5.9	2re PISO							33.18	m3
2.5.10	A1	2			45.85	0.0875	8.02		
2.5.11	A2	1			37.50	0.0875	3.28		
2.5.12	A3	1			33.86	0.0875	2.96		
2.5.13	A4	1			41.90	0.0875	3.67		
2.5.14	A5	1			35.34	0.0875	3.09		
2.5.15	A6	2			35.60	0.0875	6.23		
2.5.16	A7	2			33.85	0.0875	5.92		
2.5.17	3re PISO							31.75	m3
2.5.18	A1	2			45.85	0.0875	8.02		
2.5.19	A2	1			37.50	0.0875	3.28		
2.5.20	A3	1			33.86	0.0875	2.96		
2.5.21	A4	1			41.90	0.0875	3.67		
2.5.22	A5	1			35.34	0.0875	3.09		
2.5.23	A6	2			32.63	0.0875	5.71		
2.5.24	A7	2			28.67	0.0875	5.02		
2.5.25	4to PISO						31.75	31.75	m3
2.5.26	5to PISO						31.75	31.75	m3
2.5.27	6to PISO						31.75	31.75	m3
2.5.28	7mo PISO						31.75	31.75	m3
2.5.29	8vo PISO						31.75	31.75	m3

Fuente: Elaborado por los autores.

Se calculó el área de la escalera en el AutoCAD



Figuras N°86: Corte longitudinal de escalera.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Tabla 40: Metrado de concreto, escalera.

Partida N°	Especificaciones	N° Veces	Medidas				Parcial	Total	Und
			Largo	Ancho	Altura	Área			
2.6.0	ESCALERA						19.66	m ³	
2.6.1	1re PISO	2		1.30		0.95	2.46		
2.6.2	2do PISO	2		1.30		0.95	2.46		
2.6.3	3ro PISO	2		1.30		0.95	2.46		
2.6.4	4to PISO	2		1.30		0.95	2.46		
2.6.5	5to PISO	2		1.30		0.95	2.46		
2.6.6	6to PISO	2		1.30		0.95	2.46		
2.6.7	7mo PISO	2		1.30		0.95	2.46		
2.6.8	8vo PISO	2		1.30		0.95	2.46		

Fuente: Elaborado por los autores.

Para el cálculo de encofrado se usó la siguiente plantilla de metrado.

Tabla 41: Metrado de encofrado, columnas y placas.

Partida N°	Especificaciones	N° Veces	Medidas				Parcial	Total	Und
			Largo	Ancho	Altura	Área			
3.0.0	ENCOFRADO						7175.72	m2	
3.1.0	COLUMNAS Y PLACAS						2272.54	m2	
3.1.1	1re Piso						200.16		
3.1.2	C1 0.4x0.35	4	1.50		4.93	7.40	29.58		
3.1.3	C2 0.35x0.70	4	2.10		4.93	10.35	41.41		
3.1.4	C3 D=0.75	4	4.71		4.93	23.22	92.88		
3.1.5	PL-1	2	15.15		4.93	74.69	149.38		
3.1.6	PL-2	2	12.10		4.93	59.65	119.31		
3.1.7	PL- ACENSOR	1	16.40		4.93	80.85	80.85		
3.1.8	2do Piso						333.25		
3.1.9	C1 0.4x0.35	4	1.50		3.20	4.80	19.20		
3.1.10	C2 0.35x0.70	4	2.10		3.20	6.72	26.88		
3.1.11	C3 D=0.75	4	4.71		3.20	15.07	60.29		
3.1.12	PL-1	2	15.15		3.20	48.48	96.96		
3.1.13	PL-2	2	12.10		3.20	38.72	77.44		
3.1.14	PL- ACENSOR	1	16.40		3.20	52.48	52.48		
3.1.15	3ro Piso						333.25		
3.1.16	4to Piso						281.18		
3.1.17	C1 0.4x0.35	4	1.50		2.70	4.05	16.20		
3.1.18	C2 0.35x0.70	4	2.10		2.70	5.67	22.68		
3.1.19	C3 D=0.75	4	4.71		2.70	12.72	50.87		
3.1.20	PL-1	2	15.15		2.70	40.91	81.81		
3.1.21	PL-2	2	12.10		2.70	32.67	65.34		
3.1.22	PL- ACENSOR	1	16.40		2.70	44.28	44.28		
3.1.23	5to Piso						281.18		
3.1.24	6to Piso						281.18		
3.1.25	7mo Piso						281.18		
3.1.26	8vo Piso						281.18		

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 42: Metrado de encofrado, vigas.

Partida N°	Especificaciones	N° Veces	Medidas				Parcial	Total	Und
			Largo	Ancho	Altura	Área			
3.2.0	VIGAS							1723.50 m2	
3.2.1	1re PISO						207.80		
3.2.2	<i>TRANSVERSALES</i>								
3.2.3	VP 0.35x0.65	2	14.50		1.50		43.50		
3.2.4	VP 0.35x0.65	4	13.86		1.50		83.16		
3.2.5	VCH 0.25x0.25	1	6.45		0.25		1.61		
3.2.6	<i>LONGITUDINALES</i>								
3.2.7	VS 0.35x0.55	1	26.65		1.25		33.31		
3.2.8	VS 0.35x0.55	2	17.45		1.25		43.63		
3.2.9	VCH 0.25x0.25	1	10.35		0.25		2.59		
3.2.10	2do Piso						209.91		
3.2.11	<i>TRANSVERSALES</i>								
3.2.12	VP 0.35x0.65	2	14.50		1.50		43.50		
3.2.13	VP 0.35x0.65	4	13.86		1.50		83.16		
3.2.14	VCH 0.25x0.25	1	10.65		0.25		2.66		
3.2.15	<i>LONGITUDINALES</i>								
3.2.16	VS 0.35x0.55	1	26.65		1.25		33.31		
3.2.17	VS 0.35x0.55	2	17.45		1.25		43.63		
3.2.18	VCH 0.25x0.25	1	14.60		0.25		3.65		
3.2.19	3ro Piso						217.63		
3.2.20	<i>TRANSVERSALES</i>								
3.2.21	VP 0.35x0.65	2	14.50		1.50		43.50		
3.2.22	VP 0.35x0.65	4	13.86		1.50		83.16		
3.2.23	VCH 0.25x0.25	1	12.48		0.25		3.12		
3.2.24	<i>LONGITUDINALES</i>								
3.2.25	VS 0.35x0.55	1	26.65		1.25		33.31		
3.2.26	VS 0.35x0.55	2	17.45		1.25		43.63		
3.2.27	VCH 0.25x0.25	1	43.66		0.25		10.92		
3.2.28	4to Piso						217.63		
3.2.29	5to Piso						217.63		
3.2.30	6to Piso						217.63		
3.2.31	7mo Piso						217.63		
3.2.32	8vo Piso						217.63		

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 43: Metrado de encofrado, losa aligerada.

Partida N°	Especificaciones	N° Veces	Medidas				Parcial	Total	Und
			Largo	Ancho	Altura	Área			
3.3.0	LOSA ALIGERADA							2945.18	m2
3.3.1	1re PISO							388.58	
3.3.2	A1	2				45.85	91.70		
3.3.3	A2	1				39.50	39.50		
3.3.4	A3	1				37.54	37.54		
3.3.5	A4	1				41.90	41.90		
3.3.6	A5	1				35.34	35.34		
3.3.7	A6	2				37.45	74.90		
3.3.8	A7	2				33.85	67.70		
3.3.9	2re PISO							379.20	
3.3.10	A1	2				45.85	91.70		
3.3.11	A2	1				37.50	37.50		
3.3.12	A3	1				33.86	33.86		
3.3.13	A4	1				41.90	41.90		
3.3.14	A5	1				35.34	35.34		
3.3.15	A6	2				35.60	71.20		
3.3.16	A7	2				33.85	67.70		
3.3.17	3re PISO							362.90	
3.3.18	A1	2				45.85	91.70		
3.3.19	A2	1				37.50	37.50		
3.3.20	A3	1				33.86	33.86		
3.3.21	A4	1				41.90	41.90		
3.3.22	A5	1				35.34	35.34		
3.3.23	A6	2				32.63	65.26		
3.3.24	A7	2				28.67	57.34		
3.3.25	4to PISO							362.90	
3.3.26	5to PISO							362.90	
3.3.27	6to PISO							362.90	
3.3.28	7mo PISO							362.90	
3.3.29	8vo PISO							362.90	

Fuente: Elaborado por los autores.





















Tabla 44: Metrado de encofrado, escalera.

Partida N°	Especificaciones	N° Veces	Medidas				Parcial	Total	Und
			Largo	Ancho	Altura	Área			
3.4.0	ESCALERA							234.50	
3.4.1	1re PISO							29.31	
3.4.2	Laterales	4				1.40	5.60		
3.4.3	Fondo	2	5.28	1.30			13.73		
3.4.4	Pasos	24		1.30	0.32		9.98		
3.4.5	2do PISO							29.31	
3.4.6	3ro PISO							29.31	
3.4.7	4to PISO							29.31	
3.4.8	5to PISO							29.31	
3.4.9	6to PISO							29.31	
3.4.10	7mo PISO							29.31	
3.4.11	8vo PISO							29.31	

Fuente: Elaborado por los autores.

Se empleó los siguientes formatos para el metrado del acero de la estructura:

Tabla 45: Hoja de metrado de acero, zapata.

Partida N°	DESCRIPCIÓN	DISEÑO DEL ACERO	DIAMETRO	N° VECES	N° PIEZAS	LONGITUDES DE ACERO				PARCIAL (ML)	P. ESPEC (KG/ML)	PARCIAL(kg)
						1/4"	3/8"	1/2"	5/8"			
4.0	ACERO											38542.81
4.1	ZAPATAS											2999.9475
4.1.1	Z1		5/8"	8	9				1.4	100.8	1.55	156.24
			5/8"	8	9				1.4	100.8	1.55	156.24
4.1.2	Z2		5/8"	8	10				1.6	128	1.55	198.4
			5/8"	8	13				2	208	1.55	322.4
4.1.3	Z3		5/8"	8	13				2	208	1.55	322.4
			5/8"	8	9				1.4	100.8	1.55	156.24
4.1.4	Z4		5/8"	8	13				2	208	1.55	322.4
			5/8"	8	13				2	208	1.55	322.4
4.1.5	Z5		5/8"	2	26				3.95	205.4	1.55	318.37
			5/8"	2	13				2	52	1.55	80.6
4.1.6	Z6		5/8"	2	8				1.25	20	1.55	31
			5/8"	2	13				2	52	1.55	80.6
4.1.7	Z7		5/8"	2	17				2.6	88.4	1.55	137.02
			5/8"	2	21				3.2	134.4	1.55	208.32
4.1.8	VIGA DE CIMENTACION LONGITUDINAL		5/8"	2	1				26.65	53.3	1.55	82.615
			5/8"	1	1				26.65	26.65	1.55	41.3075
4.1.9	VIGA DE CIMENTACION LONGITUDINAL		5/8"	2	1				4.7	9.4	1.55	14.57
			5/8"	1	1				4.7	4.7	1.55	7.285
4.1.10	ZAPATA CORRIDA		5/8"	1	1				13.4	13.4	1.55	20.77
			5/8"	1	1				13.4	13.4	1.55	20.77

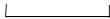







Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 46: Metrado de acero, columnas y placas.

Partida N°	DESCRIPCIÓN	DISEÑO DEL ACERO	DIAMETRO	N° VECES	N° PIEZAS	LONGITUDES DE ACERO				PARCIAL (ML)	P. ESPEC (KG/ML)	PARCIAL(kg)
						1/4"	3/8"	1/2"	5/8"			
4.2	COLUMNAS Y PLACAS											19228.88
4.2.1	C-1		5/8"	7	8				25.45	1425.2	1.55	2209.06
4.2.2	C-2		5/8"	6	6				25.45	916.2	1.55	1420.11
			3/4"	6	4		25.45			610.8	2.24	1368.192
4.2.3	C-3		5/8"	1	4				4.9	19.6	1.55	30.38
			3/4"	1	6		4.9			29.4	2.24	65.856
4.2.4	C-4		3/4"	4	16				25.45	1628.8	2.24	3648.512
4.2.5	ESTRIBO											
4.2.6	C-1		3/8"	7	88		1.5			924	0.56	517.44
4.2.7	C-2		3/8"	6	88		3.55			1874.4	0.56	1049.664
4.2.8	C-3		3/8"	1	15		3.6			54	0.56	30.24
4.2.9	C-4		3/8"	4	88		1.884			663.168	0.56	371.37408
4.2.10	PL-01		3/8"	1	44		5.7			250.8	0.56	140.448
			3/8"	1	160		22.45			3592	0.56	2011.52
4.2.11	PL-02		3/8"	1	48		6.1			292.8	0.56	163.968
			3/8"	1	160		22.45			3592	0.56	2011.52
4.2.12	PL-03		3/8"	2	34		4.4			299.2	0.56	167.552
			3/8"	2	160		22.45			7184	0.56	4023.04

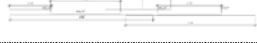


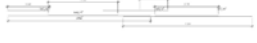



Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 47: Metrado de acero, vigas.

Partida N°	DESCRIPCIÓN	DISEÑO DEL ACERO	DIAMETRO	N° VECES	N° PIEZAS	LONGITUDES DE ACERO				PARCIAL (ML)	P. ESPEC (KG/ML)	PARCIAL(kg)
						1/4"	3/8"	1/2"	5/8"			
4.3	VIGAS											13383.67
4.3.1	1ER PISO											2977.512
4.3.2	ACERO LONGITUDINAL EN VIGAS PERALTADA (TRANSVERSAL)		1/2"	6	8			17.4		835.2	0.99	826.848
4.3.3	ACERO LONGITUDINAL EN VIGAS SOLERA (LONGITUDINAL)		1/2"	3	6			33.2		597.6	0.99	591.624
4.3.4	ESTRIBOS (TRANSVERSAL)		3/8"	6	140			2.1		1764	0.56	987.84
4.3.5	ESTRIBOS (LONGITUDINAL)		3/8"	3	200			1.7		1020	0.56	571.2
4.3.6	2DO PISO											1486.594
4.3.7	ACERO EN VIGAS PERALTADA (LONGITUDINAL)		1/2"	6	8			17.2		825.6	0.99	817.344
4.3.8	ACERO EN VIGAS PERALTADA (LONGITUDINAL)		1/2"	3	6			33.1		595.8	0.99	589.842
4.3.9	ESTRIBOS (TRANSVERSAL)		3/8"	1	4			4.25		17	0.56	9.52
4.3.10	ESTRIBOS (LONGITUDINAL)		3/8"	2	4			15.6		124.8	0.56	69.888
4.3.11	3re PISO	LONGITUDINAL	1/2"							1421.4	0.99	1407.186
4.3.12		TRANSVERSAL	3/8"							141.8	0.56	79.408
4.3.13	4to PISO	LONGITUDINAL	1/2"							1421.4	0.99	1407.186
4.3.14		TRANSVERSAL	3/8"							141.8	0.56	79.408
4.3.15	5to PISO	LONGITUDINAL	1/2"							1421.4	0.99	1407.186
4.3.16		TRANSVERSAL	3/8"							141.8	0.56	79.408
4.3.17	6to PISO	LONGITUDINAL	1/2"							1421.4	0.99	1407.186
4.3.18		TRANSVERSAL	3/8"							141.8	0.56	79.408
4.3.19	7mo PISO	LONGITUDINAL	1/2"							1421.4	0.99	1407.186
4.3.20		TRANSVERSAL	3/8"							141.8	0.56	79.408
4.3.21	8vo PISO	LONGITUDINAL	1/2"							1421.4	0.99	1407.186
4.3.22		TRANSVERSAL	3/8"							141.8	0.56	79.408

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 48: Metrado de acero, losa aligerada.

Partida N°	DESCRIPCIÓN	DISEÑO DEL ACERO	DIAMETRO	N° VECES (viguetas)	N° PIEZAS	LONGITUDES DE ACERO			PARCIAL (ML)	P. ESPEC (KG/ML)	PARCIAL(kg)	TOTAL
						1/4"	3/8"	1/2"				
4.4	ALIGERADO											2930.32
4.4.1	TECHO 1										2930.32	
4.4.2	ALIGERADO TIPO 1		1/2"	20	2			15.87	634.80	0.99	628.45	
4.4.3	ALIGERADO TIPO 2		1/2"	16	1			15.87	253.92	0.99	251.38	
4.4.4	ALIGERADO TIPO 3		1/2"	15	1			33	495.00	0.99	490.05	
4.4.5	ALIGERADO TIPO 4		1/2"	19	1			15	285.00	0.99	282.15	
4.4.6	ALIGERADO TIPO 5		1/2"	12	1			28.6	343.20	0.99	339.77	
4.4.7	ALIGERADO TIPO 6		1/2"	16	2			13	416.00	0.99	411.84	
4.4.8	ALIGERADO TIPO 7		1/2"	19	2			14	532.00	0.99	526.68	
4.4.9	TECHO 2										2909.57	
4.4.10	ALIGERADO TIPO 1		1/2"	20	2			15.87	634.80	0.99	628.45	
4.4.11	ALIGERADO TIPO 2		1/2"	16	1			14.56	232.96	0.99	230.63	
4.4.12	ALIGERADO TIPO 3		1/2"	15	1			33	495.00	0.99	490.05	
4.4.13	ALIGERADO TIPO 4		1/2"	19	1			15	285.00	0.99	282.15	
4.4.14	ALIGERADO TIPO 5		1/2"	12	1			28.6	343.20	0.99	339.77	
4.4.15	ALIGERADO TIPO 6		1/2"	16	2			13	416.00	0.99	411.84	
4.4.16	ALIGERADO TIPO 7		1/2"	19	2			14	532.00	0.99	526.68	
4.4.17	TECHO 3		1/2"								2909.57	
4.4.18	TECHO 3		1/2"								2909.57	
4.4.19	TECHO 4		1/2"								2909.57	
4.4.20	TECHO 5		1/2"								2909.57	
4.4.21	TECHO 6		1/2"								2909.57	
4.4.22	TECHO 7		1/2"								2909.57	
4.4.23	TECHO 8		1/2"								2909.57	

Fuente: Elaborado por los autores.

Para el cálculo del Ladrillo se consideró 8.33 lad/m².

Tabla 49: Metrado para cantidad de ladrillos.

METRADO								
OBRA : Proyecto de tesis		N°		Medidas			Hoja N° DE	
PROPIETARIO : Gomez y Cosinga		Veces		Largo	Ancho	AREA	LAD/m2	Und
Partida N°	Especificaciones	N° Veces					Parcial	Total
	CANTIDAD DE LADRILLOS							24534.00 LUND
	1RE PISO							3236.87
	A1	2			45.85	8.33	763.86	
	A2	1			39.50	8.33	329.04	
	A3	1			37.54	8.33	312.71	
	A4	1			41.90	8.33	349.03	
	A5	1			35.34	8.33	294.38	
	A6	2			37.45	8.33	623.92	
	A7	2			33.85	8.33	563.94	
	2re PISO							3158.74
	A1	2			45.85	8.33	763.86	
	A2	1			37.50	8.33	312.38	
	A3	1			33.86	8.33	282.05	
	A4	1			41.90	8.33	349.03	
	A5	1			35.34	8.33	294.38	
	A6	2			35.60	8.33	593.10	
	A7	2			33.85	8.33	563.94	
	3re PISO							3022.96
	A1	2			45.85	8.33	763.86	
	A2	1			37.50	8.33	312.38	
	A3	1			33.86	8.33	282.05	
	A4	1			41.90	8.33	349.03	
	A5	1			35.34	8.33	294.38	
	A6	2			32.63	8.33	543.62	
	A7	2			28.67	8.33	477.64	
	4to PISO							3022.96
	5to PISO							3022.96
	6to PISO							3022.96
	7mo PISO							3022.96
	8vo PISO							3022.96

Fuente: Elaborado por los autores.

Representando una comparación del concreto, acero, encofrado.

Tabla 50: Comparación del volumen del concreto.

ALIGERADO CON	LADRILLO DE	EPS
CONCRETO	ARCILLA	M3
COLUMNAS Y PLACAS	421.29	421.29
LOSAS ALIGERADAS	296.29	296.29
VIGAS	272.15	272.15
CIMENTACIÓN	58.00	58.00

Fuente: Elaborado por los autores.

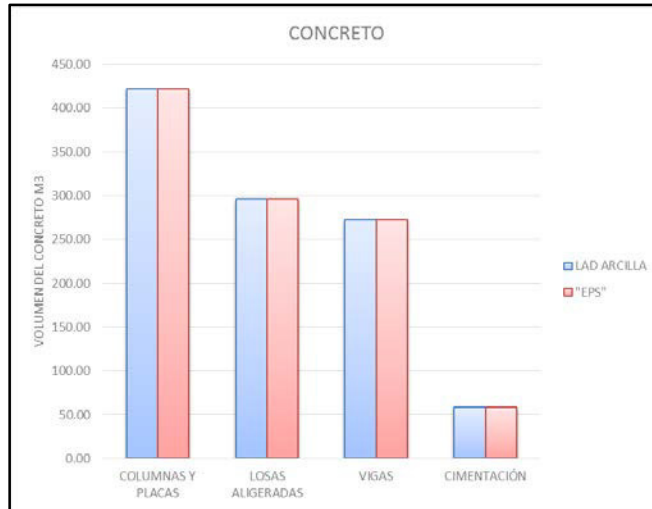


Figura N°87: Comparación del volumen de concreto.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Tabla 51: Comparación del área de encofrado.

ALIGERADO CON ENCOFRADO	LADRILLO DE ARCILLA M3	EPS M3
COLUMNAS Y PLACAS	2255.56	2255.56
LOSAS ALIGERADAS	2945.18	2945.18
VIGAS	1723.50	1723.50

Fuente: Elaborado por los autores.

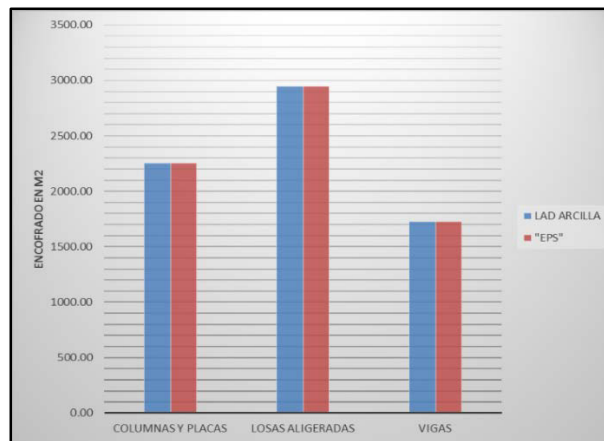


Figura N°88: Comparación del área del encofrado.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Tabla 52: Comparación del peso del acero.

ALIGERADO CON	LADRILLO DE ARCILLA	EPS
ACERO	M3	M3
COLUMNAS Y PLACAS	19228.88	19228.88
LOSAS ALIGERADAS	2930.32	2930.32
VIGAS	13383.67	13383.67
CIMENTACIÓN	2999.9475	2999.95

Fuente: Elaborado por los autores.



Figura N°89: Comparación del peso del acero.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Tabla 53: Comparación del ladrillo de arcilla versus el poliestireno expandido.

ALIGERADO CON	LADRILLO DE ARCILLA	EPS
LADRILLO	UND	UND
LOSAS ALIGERADAS	24534.00	6134

Fuente: Elaborado por los autores.

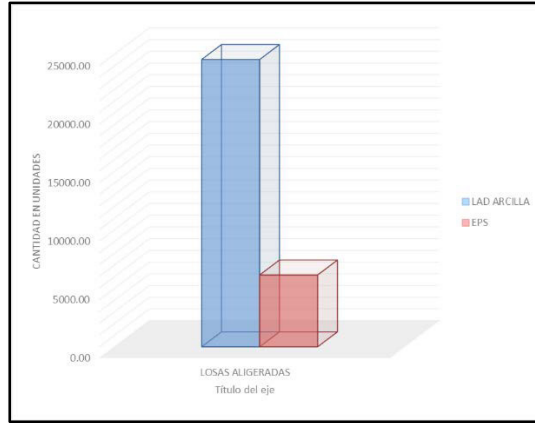


Figura N°90: Comparación del ladrillo de arcilla versus poliestireno expandido.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

En la consolidación de metrados donde se observa la implementación de ambas losas aligeradas.

Tabla 54: Consolidación de metrados.

METRADO GLOBAL			
ESPECIFICACIONES	ALIGERADO CON LADRILLO DE ARCILLA	ALIGERADO CON POLIESTIRENO EXPANDIDO	UND
	TOTAL	TOTAL	
CONCRETO	1079.59	1064.16	M3
ENCOFRADO	7372.59	7372.59	M2
ACERO	33319.13	33319.13	KG
LADRILLO DE TECHO	24445.00	24445.00	UND

Fuente: Elaborado por los autores.

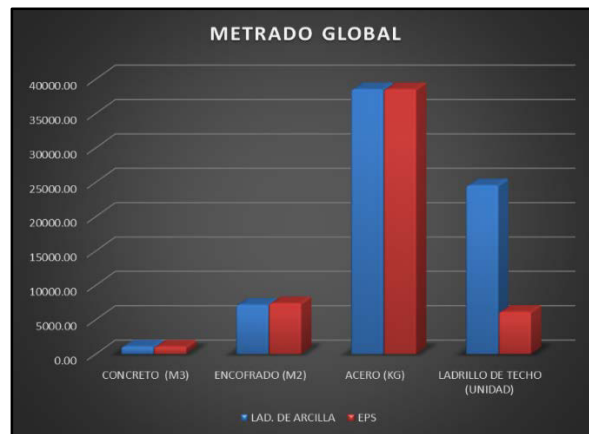


Figura N°91: Comparación del metrado global empleando poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

4.5 Análisis de precios unitarios

Los precios unitarios de los materiales fueron obtenidos de SODIMAC, entre otros proveedores, como el concreto premezclado de MIXERCON.

Tabla 55: Análisis de costos, concreto para solado.

PARTIDA:	CONCRETO SOLADO e=0.05 m, f'c=100 kg/cm2 VACIADO MANUALMENTE			Rendimiento	m2/día	70
ITEM	Descripción	Und.	Cuadrilla	Cantidad	P.U.(S/.)	Parcial
1.00	<u>Mano de Obra</u>					
1.01	OPERARIO	hh	1.00	0.1143	20.97	2.40
1.02	PEON	hh	6.00	0.6857	15.30	10.49
	SUB. TOTAL MANO DE OBRA					12.89
2.00	<u>Materiales</u>					
2.01	HORMIGON	m3		0.0675	28.80	1.94
2.02	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1000	5.00	0.50
2.03	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bol		0.1750	21.30	3.73
	SUB. TOTAL DE MATERIALES					6.17
3.00	<u>Equipos y Herramientas</u>					
3.01	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm		0.1143	15.10	1.73
3.02	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	12.89	0.64
	SUB. TOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (S/.)					2.37
	TOTAL PARTIDA (S/.)					21.43

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 56: Análisis de costos, concreto cimiento corrido.

PARTIDA:	CONCRETO CIMIENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 CEMENTO-HORMIGON 30% PIEDRA			Rendimiento	m3/día	70
ITEM	Descripción	Und.	Cuadrilla	Cantidad	P.U.(S/.)	Parcial
1.00	Mano de Obra					
1.01	CAPATAZ	hh	0.10	0.0320	25.16	0.81
1.02	OPERARIO	hh	2.00	0.6400	20.97	13.42
1.03	OFICIAL	hh	1.00	0.3200	17.00	5.44
1.04	PEON	hh	8.00	2.5600	15.30	39.17
1.05	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.00	0.3200	20.97	6.71
	SUB. TOTAL MANO DE OBRA					65.54
2.00	Materiales					
2.01	PIEDRA GRANDE DE 8"	m3		0.5000	42.00	21.00
2.02	HORMIGON			0.8700	28.80	25.06
2.03	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	m3		2.9000	21.30	61.77
2.04	AGUA	bol		0.1800	0.50	0.09
	SUB. TOTAL DE MATERIALES					107.92
3.00	Equipos y Herramientas					
3.01	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm		0.3200	15.10	4.83
3.02	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	65.55	3.28
	SUB. TOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (S/.)					8.11
	TOTAL PARTIDA (S/.)					181.57

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 57: Análisis de costos, concreto columnas y placas.

PARTIDA:	CONCRETO COLUMNAS Y PLACAS f'c=210 kg/cm2			Rendimiento	m3/día	12
ITEM	Descripción	Und.	Cuadrilla	Cantidad	P.U.(S/.)	Parcial
1.00	Mano de Obra					
1.01	CAPATAZ	hh	0.10	0.0667	25.16	1.68
1.02	OPERARIO	hh	1.00	0.6667	20.97	13.98
1.03	OFICIAL	hh	2.00	1.3333	17.00	22.67
1.04	PEON	hh	4.00	2.6667	15.30	40.80
	SUB. TOTAL MANO DE OBRA					79.13
2.00	Materiales					
2.01	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=210 kg/cm2	m3		1.0800	225.00	243.00
2.02	MADERA TORNILLO	m3		0.0833	4.75	0.40
	SUB. TOTAL DE MATERIALES					243.40
3.00	Equipos y Herramientas					
3.01	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	79.13	3.96
3.02	VIBRADOR A GASOLINA	día	1.00	0.0833	6.56	0.55
3.03	ANDAMIO METALICO	día	1.00	0.0833	20.45	1.70
	SUB. TOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (S/.)					6.21
	TOTAL PARTIDA (S/.)					328.73

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 58: Análisis de costos, concreto zapata.

PARTIDA:	CONCRETO ZAPATA f'c=210 kg/cm2			Rendimiento	m3/día	25
ITEM	Descripción	Und.	Cuadrilla	Cantidad	P.U.(S/.)	Parcial
1.00	Mano de Obra					
1.01	CAPATAZ	hh	0.20	0.0640	25.16	1.61
1.02	OPERARIO	hh	2.00	0.6400	20.97	13.42
1.03	OFICIAL	hh	2.00	0.6400	17.00	10.88
1.04	PEON	hh	8.00	2.5600	15.30	39.17
	SUB. TOTAL MANO DE OBRA					65.08
2.00	Materiales					
2.01	CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1.0300	225.00	231.75
2.02	MADERA TORNILLO	p2		0.0833	4.75	0.40
	SUB. TOTAL DE MATERIALES					232.15
3.00	Equipos y Herramientas					
3.01	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	65.08	3.25
3.02	VIBRADOR A GASOLINA	día	1.00	0.0400	6.56	0.26
3.03	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.00	0.3200	15.10	4.83
	SUB. TOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (S/.)					8.35
	TOTAL PARTIDA (S/.)					305.57

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 59: Análisis de costos, concreto vigas.

PARTIDA:	CONCRETO VIGAS f'c=210 kg/cm2			Rendimiento	m3/día	22
ITEM	Descripción	Und.	Cuadrilla	Cantidad	P.U.(S/.)	Parcial
1.00	Mano de Obra					
1.01	CAPATAZ	hh	0.20	0.0727	25.16	1.83
1.02	OPERARIO	hh	1.00	0.3636	20.97	7.63
1.03	OFICIAL	hh	2.00	0.7273	17.00	12.36
1.04	PEON	hh	4.00	1.4545	15.30	22.25
	SUB. TOTAL MANO DE OBRA					44.07
2.00	Materiales					
2.01	CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1.0800	225.00	243.00
	SUB. TOTAL DE MATERIALES					243.00
3.00	Equipos y Herramientas					
3.01	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	42.23	2.11
3.02	VIBRADOR A GASOLINA	día	1.00	0.3636	5.46	1.99
3.03	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.00	0.3636	15.10	5.49
	SUB. TOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (S/.)					9.59
	TOTAL PARTIDA (S/.)					296.66

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 60: Análisis de costos, concreto en subzapata.

PARTIDA:	CONCRETO EN SUBZAPATA f'c=100 kg/cm2			Rendimiento	m3/día	30
ITEM	Descripción	Und.	Cuadrilla	Cantidad	P.U.(S./)	Parcial
1.00	Mano de Obra					
1.01	CAPATAZ	hh	0.20	0.0533	25.16	1.34
1.02	OPERARIO	hh	2.00	0.5333	20.97	11.18
1.03	OFICIAL	hh	2.00	0.5333	17.00	9.07
1.04	PEON	hh	12.00	3.2000	15.30	48.96
	SUB. TOTAL MANO DE OBRA					70.55
2.00	Materiales					
2.01	PETROLEO D-2	gal		0.2286	4.06	0.93
2.02	PIEDRA GRANDE DE 8"	m3		0.4765	42.00	20.01
2.03	HORMIGON	m3		0.8563	28.80	24.66
2.04	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0860	5.00	0.43
	SUB. TOTAL DE MATERIALES					46.03
3.00	Equipos y Herramientas					
3.01	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	64.90	3.25
3.02	VIBRADOR ELECTRICO	día	1.00	0.1000	10.00	1.00
3.03	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.00	0.2700	15.10	4.08
	SUB. TOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (S./)					8.32
	TOTAL PARTIDA (S./)					124.91

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 61: Análisis de costos, concreto vigas de cimentación.

PARTIDA:	CONCRETO VIGAS DE CIMENTACION f'c=280 kg/cm2			Rendimiento	m3/día	18
ITEM	Descripción	Und.	Cuadrilla	Cantidad	P.U.(S./)	Parcial
1.00	Mano de Obra					
1.01	CAPATAZ	hh	0.10	0.0444	25.16	1.12
1.02	OPERARIO	hh	1.00	0.4444	20.97	9.32
1.03	OFICIAL	hh	1.00	0.4444	17.00	7.56
1.04	PEON	hh	6.00	2.6667	15.30	40.80
1.05	OPERADOR DE EQUIPO LMIAN	hh	1.00	0.4444	20.97	9.32
	SUB. TOTAL MANO DE OBRA					68.11
2.00	Materiales					
2.01	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=280 kg/cm2	m3		1.0300	256.00	263.68
	SUB. TOTAL DE MATERIALES					263.68
3.00	Equipos y Herramientas					
3.01	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	66.99	3.35
	SUB. TOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (S./)					3.35
	TOTAL PARTIDA (S./)					335.14

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 62: Análisis de costos, concreto en losa aligerada.

PARTIDA:	CONCRETO LOSAS f'c= 210 kg/cm2			Rendimiento	m3/día	28
ITEM	Descripción	Und.	Cuadrilla	Cantidad	P.U.(S./)	Parcial
1.00	Mano de Obra					
1.01	CAPATAZ	hh	0.10	0.0286	25.16	0.72
1.02	OPERARIO	hh	4.00	1.1429	20.97	23.97
1.03	OFICIAL	hh	1.00	0.2857	17.00	4.86
1.04	PEON	hh	13.00	3.7143	15.30	56.83
	SUB. TOTAL MANO DE OBRA					86.37
2.00	Materiales					
2.01	CONCRETO PREMEZCLADO F'C=210 kg/cm2	m3		1.0800	225.00	243.00
	SUB. TOTAL DE MATERIALES					243.00
3.00	Equipos y Herramientas					
3.01	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	86.37	4.32
	SUB. TOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (S./)					4.32
	TOTAL PARTIDA (S./)					333.69

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 63: Análisis de costos, concreto en escalera.

PARTIDA:	CONCRETO ESCALERAS f'c=210 kg/cm2			Rendimiento	m3/día	20
ITEM	Descripción	Und.	Cuadrilla	Cantidad	P.U.(S./)	Parcial
1.00	Mano de Obra					
1.01	CAPATAZ	hh	0.10	0.0400	25.16	1.01
1.02	OPERARIO	hh	1.00	0.4000	20.97	8.39
1.03	OFICIAL	hh	2.00	0.8000	17.00	13.60
1.04	PEON	hh	4.00	1.6000	15.30	24.48
	SUB. TOTAL MANO DE OBRA					47.47
2.00	Materiales					
2.01	CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1.0500	225.00	236.25
	SUB. TOTAL DE MATERIALES					236.25
3.00	Equipos y Herramientas					
3.01	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	47.47	2.37
3.02	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	1.00	0.4000	5.46	2.18
	SUB. TOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (S./)					4.56
	TOTAL PARTIDA (S./)					288.28

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 64: Análisis de costos, curado de superficie en cimientos.

PARTIDA:	CURADO DE SUPERFICIE DE CIMENTOS	Rendimiento	m3/día	100		
ITEM	Descripción	Und.	Cuadrilla	Cantidad	P.U.(S/.)	Parcial
1.00	Mano de Obra					
1.02	PEON	hh	1.00	0.0800	15.30	1.22
1.03	SUB. TOTAL MANO DE OBRA					1.22
2.00	Materiales					
2.01	CURADOR ACRILICO	cil		0.0005	650.00	0.33
	SUB. TOTAL DE MATERIALES					0.33
3.00	Equipos y Herramientas					
3.01	HERRAMIENTAS MANUALES (MOCHILA FUMIGADORA)	%mo		1.0000	1.22	0.01
	SUB. TOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (S/.)					0.01
	TOTAL PARTIDA (S/.)					1.56

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 65: Análisis de costos, curado de superficie.

PARTIDA:	CURADO DE SUPERFICIE	Rendimiento	m3/día	100		
ITEM	Descripción	Und.	Cuadrilla	Cantidad	P.U.(S/.)	Parcial
1.00	Mano de Obra					
1.02	PEON	hh	1.00	0.0800	15.30	1.22
	SUB. TOTAL MANO DE OBRA					1.22
2.00	Materiales					
2.01	CURADOR ACRILICO	cil		0.0005	650.00	0.33
	SUB. TOTAL DE MATERIALES					0.33
3.00	Equipos y Herramientas					
3.01	HERRAMIENTAS MANUALES (MOCHILA FUMIGADORA)	%mo		1.0000	1.22	0.01
	SUB. TOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (S/.)					0.01
	TOTAL PARTIDA (S/.)					1.56

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 66: Análisis de costos, curado de superficie de subzapata.

PARTIDA:	CURADO DE SUPERFICIE DE SUBZAPATA			Rendimiento	m3/día	100
ITEM	Descripción	Und.	Cuadrilla	Cantidad	P.U.(S./)	Parcial
1.00	Mano de Obra					
1.02	PEON	hh	1.00	0.0800	15.30	1.22
	SUB. TOTAL MANO DE OBRA					1.22
2.00	Materiales					
2.01	ARENA GRUESA	m3		0.0200	49.90	1.00
2.02	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0100	5.00	0.05
	SUB. TOTAL DE MATERIALES					1.05
3.00	Equipos y Herramientas					
3.01	HERRAMIENTAS MANUALES	día	1.00	0.0100	20.00	0.20
	SUB. TOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (S./)					0.20
	TOTAL PARTIDA (S./)					2.47

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 67: Análisis de costos, encofrado y desencofrado.

PARTIDA:	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO			Rendimiento	m2/día	11
ITEM	Descripción	Und.	Cuadrilla	Cantidad	P.U.(S./)	Parcial
1.00	Mano de Obra					
1.01	CAPATAZ	hh	0.10	0.0741	25.16	1.86
1.02	OPERARIO	hh	1.00	0.7407	20.97	15.53
1.03	OFICIAL	hh	1.00	0.7407	17.00	12.59
	SUB. TOTAL MANO DE OBRA					29.99
2.00	Materiales					
2.01	PETROLEO D-2	gal		0.0500	4.06	0.20
2.02	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.2933	3.21	0.94
2.03	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1300	3.73	0.48
2.04	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.1300	3.73	0.48
2.05	MADERA TORNILLO	p2		4.8300	4.75	22.94
2.06	SEPARADORES DE	und		2.0000	0.25	0.50
	SUB. TOTAL DE MATERIALES					25.06
3.00	Equipos y Herramientas					
3.01	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	29.99	1.50
	SUB. TOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (S./)					1.50
	TOTAL PARTIDA (S./)					56.55

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 68: Análisis de costos, acero corrugado.

PARTIDA:		ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2			Rendimiento	kg/día	250
ITEM	Descripción	Und.	Cuadrilla	Cantidad	P.U.(S/.)	Parcial	
1.00	Mano de Obra						
1.01	CAPATAZ	hh	0.10	0.0032	25.16	0.08	
1.02	OPERARIO	hh	1.00	0.0320	20.97	0.67	
1.03	OFICIAL	hh	1.00	0.0320	17.00	0.54	
	SUB. TOTAL MANO DE OBRA					1.30	
2.00	Materiales						
2.01	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0250	2.87	0.07	
2.02	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0500	2.52	2.65	
2.03	TABLONES	p2		0.0040	5.00	0.02	
2.04	ANDAMIO	CUERPO		0.0150	3.80	0.06	
	SUB. TOTAL DE MATERIALES					2.79	
3.00	Equipos y Herramientas						
3.01	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.30	0.06	
3.02	CIZALLA ELECTRICA DE	hm	1.00	0.0320	6.25	0.20	
	SUB. TOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (S/.)					0.26	
	TOTAL PARTIDA (S/.)					4.36	

Fuente: Elaborado por los autores.

Tomando en cuenta las siguientes variantes tenemos una comparación de análisis de precio unitario, en el caso del ladrillo.

Tabla 69: Análisis de costo unitario colocación de ladrillo de arcilla.

PARTIDA:		COLOCACIÓN DE LADRILLO DE ARCILLA 0.20x0.30x0.30 (M)			REND.	M2/día; 30
ITEM	Descripción	Und.	Cuadrilla	Cantidad	P. U.(S/.)	Parcial
1.00	MANO DE OBRA					
1.01	CAPATAZ	HH	0.1	0.027	25.16	0.67
1.02	OFICIAL	HH	1	0.267	17.00	4.53
1.03	PEON	HH	1	0.267	15.30	4.08
	SUB TOTAL MANO DE OBRA (S/.)					9.28
2.00	MATERIALES					
2.01	LADRILLO DE TECHO 30x30x20	Und		8.3300	2.52	20.99
	SUB TOTAL MATERIALES (S/.)					20.99
3.00	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3.02	HERRAMIENTAS	%MO		5.00	9.28	0.464
	SUB TOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (S/.)					0.464
	TOTAL PARTIDA (S/.)					30.74

Fuente: Elaborado por los autores.

En el análisis del costo unitario del poliestireno expandido se analizó con las mismas dimensiones del ladrillo de arcilla.

Tabla 70: Análisis de precio unitario colocación del poliestireno expandido.

PARTIDA:		COLOCACIÓN - POLIESTIRENO EXPANDIDO 0.20x0.30x1.00			REND.	M2/día:	550
ITEM	Descripcion	Und.	Cuadrilla	Cantidad	P. U.(S/.)	Parcial	
1.00	MANO DE OBRA						
1.01	CAPATAZ	HH	0.1	0.001	25.16	0.04	
1.02	OFICIAL	HH	1	0.015	17.00	0.25	
1.03	PEON	HH	1	0.015	15.30	0.22	
	SUB TOTAL MANO DE OBRA (S/.)					0.51	
2.00	MATERIALES						
2.01	POLIESTIRENO EXPANDIDO	Und		2.0825	6.00	12.50	
	SUB TOTAL MATERIALES (S/.)					12.50	
3.00	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3.02	HERRAMIENTAS	%MO		5.00	0.51	0.025	
	SUB TOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (S/.)					0.025	
	TOTAL PARTIDA (S/.)					13.03	

Fuente: Elaborado por los autores.

De acuerdo a al análisis de costo unitario tenemos que el poliestireno tiene un mejor rendimiento en la colocación, debido a lo liviano que es este materia.

Al representar los análisis de costos unitarios siendo la única diferencia en la colocación por lo tanto, tendríamos una variación del costo del aligerado, realizamos una comparación del costo del aligerado.

Se tomó los siguientes análisis de costos unitario: encofrado, acero corrugado $f'y=4200$, colocación del ladrillo de arcilla.

El precio del ladrillo de arcilla fue obtenido de Promart HOMECENTER

El precio del concreto $f'c=210$ kg/cm², es un concreto premezclado y ha sido obtenido de Mixercon.

- El precio ha sido obtenido de SODIMAC
- El costo total en soles por m² de losa aligerada S/ 396.35
- El costo total de mano de obra S/. 88.04
- El costo total de materiales es S/. 271.24
- El costo total de equipo y herramienta es S/ 37.06

Se tomó los siguientes análisis de costos unitario: encofrado, acero corrugado f'y=4200, colocación del poliestireno expandido.

- El costo total en soles por m² de losa aligerada S/367.18
- El costo total de mano de obra S/. 79.26
- El costo total de materiales es S/. 265.66
- El costo total de equipo y herramienta es S/ 22.26



Figura N°92: Ubicación de placas.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

Se tomó en cuenta el tarrajeo de cielo raso, ya que tenemos diferentes métodos de aplicación con el poliestireno expandido, resaltando que el costo unitario en la partida de tarrajeo no es favorable para el poliestireno expandido, elevando el costo y el rendimiento de la partida.

Tabla 71: Análisis de costos, tarrajeo de cielo raso.

PARTIDA:		TARRAJEO DE CIELORASO			REND.	UND/día:	10
ITEM	Descripcion	Und.	Cuadrilla	Cantidad	P. U.(S/.)	Parcial	
1.00	MANO DE OBRA						
1.01	CAPATAZ	HH	0.1	0.080	25.16	2.01	
1.02	OPERARIO	HH	1	0.800	20.97	16.78	
1.03	PEON	HH	1	0.800	15.30	12.24	
	SUB TOTAL MANO DE OBRA (S/.)					31.03	
2.00	MATERIALES						
	ARENA			0.0280	45.00	1.26	
	AGUA PUESTA EN OBRA			0.0054	5.00	0.03	
	CEMENTO PORTLAND TIPI I			0.1780	21.30	3.79	
	MADERA TORNILLO			0.4340	4.75	2.06	
	SUB TOTAL MATERIALES (S/.)					7.14	
3.00	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						
3.02	HERRAMIENTAS	%MO		5.000	31.03	1.551	
	REGLA DE ALUMINIO 1"x4"x8"	und		0.002	100.00	0.200	
	SUB TOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (S/.)					1.751	
	TOTAL PARTIDA (S/.)					39.92	

Fuente: Elaborado por los autores.

Una de las desventajas en el tarrajeo del poliestireno expandido es que la poca adherencia al mortero, por lo tanto se utiliza malla de alambre galvanizado ½”, con una pasta de pegamento chemayoli dejando secar un día, para luego su posterior tarrajeo.

Tabla 72: Análisis de precio unitario colocación del poliestireno expandido.

PARTIDA: TARRAJEO DE CIELORASO EN POLIESTIRENO EXPANDIDO		REND.	UND/día:	8		
ITEM	Descripcion	Und.	Cuadrilla	Cantidad	P. U.(S/.)	Parcial
1.00	MANO DE OBRA					
1.01	CAPATAZ	HH	0.1	0.100	25.16	2.52
1.02	OPERARIO	HH	1	1.000	20.97	20.97
1.03	PEON	HH	1	1.000	15.30	15.30
	SUB TOTAL MANO DE OBRA (S/.)					38.79
2.00	MATERIALES					
	ARENA			0.0280	45.00	1.26
	AGUA PUESTA EN OBRA			0.0054	5.00	0.03
	MALLA ALABRE GALVANIZADO 1/2"			1.0000	3.90	3.90
	CEMENTO PORTLAND TIPI I			0.1780	21.30	3.79
	PEGAMENTO CHEMAYOLIC 25KG			0.1250	33.90	4.24
	MADERA TORNILLO			0.4340	4.75	2.06
	SUB TOTAL MATERIALES (S/.)					15.28
3.00	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
3.02	HERRAMIENTAS	%MO		5.000	38.79	1.939
	REGLA DE ALUMINIO 1"x4"x8"	und		0.002	100.00	0.200
	SUB TOTAL EQUIPOS Y HERRAMIENTAS (S/.)					2.139
	TOTAL PARTIDA (S/.)					56.20

Fuente: Elaborado por los autores.

Se encontró en el mercado el casetón de poliestireno expandido con cola de milano, teniendo unas ranuras donde el mortero tiene mayor facilidad de adherencia, en este caso solo se procede al tarrajeo directamente sin la malla electro soldada o cualquier otro pegamento.



Figura N°93: Casetón de poliestireno expandido con cola de milano.
Recuperado de <https://www.etsaperu.com.pe>

De esta manera el análisis de costo unitario para el tarrajeo de cielo raso sería más económico.

4.6 Costo estructural

En costo estructural se calcula en base a el análisis de costos unitarios y el metrado, mostrando un cuadro comparativo del costo de la estructura.

Tabla 73: Costo Estructural con aligerado de ladrillo de arcilla.

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01	ESTRUCTURAS				1,614,255.99
01.01	CONCRETO SIMPLE				15,269.92
01.01.01	SOLADOS				
01.01.03.01	CONCRETO SOLADO e=0.05 m, f'c=100 kg/cm2 V	m2	1.54	21.43	33.00
01.01.02	CIMENTOS				
01.01.02.01	CONCRETO CIMENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:1	m3	20.96	181.58	3,805.92
01.01.03	FALSO PISO				
01.01.03.01	FALSO PISO SOTANO E=0.10 m	m2	460.00	24.85	11,431.00
01.02	CONCRETO ARMADO				1598986.069
01.02.01	ZAPATAS				
01.02.01.01	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2	kg	3,000.00	4.35	13,050.00
01.02.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	40.32	41.85	1,687.39
01.02.01.03	CONCRETO ZAPATA f'c=210 kg/cm2	m3	51.42	305.57	15,712.41
01.02.01.04	CURADO DE SUPERFICIE	m2	40.32	1.56	62.90
01.02.02	VIGA DE CIMENTACION				
01.02.02.01	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2	kg	187.32	4.35	814.84
01.02.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	38.46	41.85	1,609.55
01.02.02.03	CONCRETO VIGAS DE CIMENTACION f'c=280 kg	m3	6.58	341.06	2,244.17
01.02.02.04	CURADO DE SUPERFICIE	m2	38.46	1.56	60.00
01.02.03	PLACAS Y COLUMNAS				
01.02.03.01	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2	kg	19,929.00	4.35	86,691.15
01.02.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	2,273.00	41.85	95,125.05
01.02.03.03	CONCRETO COLUMNAS Y PLACAS f'c=210 kg/cm	m3	421.29	328.74	138,494.87
01.02.03.04	CURADO DE SUPERFICIE	m2	2,255.56	1.56	3,518.67
01.02.04	VIGAS				
01.02.04.01	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2	kg	13,384.00	4.35	58,220.40
01.02.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1,723.50	41.85	72,128.48
01.02.04.03	CONCRETO VIGAS f'c=210 kg/cm2	m3	272.15	294.82	80,235.26
01.02.04.04	CURADO DE SUPERFICIE	m2	1,723.50	1.56	2,688.66
01.02.05	LOSA ALIGERADA DE H=0.25				
01.02.05.01	LADRILLO PARA TECHO DE h=0.25 m	m2	24,445.00	30.74	751,439.30
01.02.05.02	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2	kg	2,930.00	4.35	12,745.50
01.02.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	2,945.18	41.85	123,255.78
01.02.05.04	CONCRETO LOSAS f'c= 210 kg/cm2	m3	296.29	333.70	98,871.97
01.02.05.05	CURADO DE SUPERFICIE	m2	2,945.18	1.56	4,594.48
01.02.06	LOSA MACISA				
01.02.06.01	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2	kg	746.78	4.35	3,248.49
01.02.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	7.39	41.85	309.27
01.02.06.03	CONCRETO LOSAS f'c= 210 kg/cm2	m3	1.48	333.70	493.88
01.02.06.04	CURADO DE SUPERFICIE	m2	7.39	1.56	11.53
01.02.07	ESCALERAS				
01.02.07.01	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2	kg	3,637.89	4.35	15,824.82
01.02.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	234.50	41.85	9,813.83
01.02.07.03	CONCRETO ESCALERAS f'c=210 kg/cm2	m3	19.66	288.28	5,667.58
01.02.07.04	CURADO DE SUPERFICIE	m2	234.50	1.56	365.82

Fuente: Elaborado por los autores.

Tabla 74: Costo Estructural con aligerado con polietireno expandido.

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01	ESTRUCTURAS				1,252,469.99
01.01	CONCRETO SIMPLE				15,269.92
01.01.01	SOLADOS				
01.01.01.01	CONCRETO SOLADO e=0.05 m, f'c=100 kg/cm2 VACIA	m2	1.54	21.43	33.00
01.01.02	CIMENTOS				
01.01.02.01	CONCRETO CIMIENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 CE	m3	20.96	181.58	3,805.92
01.01.03	FALSO PISO				
01.01.03.01	FALSO PISO SOTANO E=0.10 m	m2	460.00	24.85	11,431.00
01.02	CONCRETO ARMADO				1,237,200.07
01.02.01	ZAPATAS				
01.02.01.01	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2	kg	3,000.00	4.35	13,050.00
01.02.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	40.32	41.85	1,687.39
01.02.01.03	CONCRETO ZAPATA f'c=210 kg/cm2	m3	51.42	305.57	15,712.41
01.02.01.04	CURADO DE SUPERFICIE	m2	40.32	1.56	62.90
01.02.02	VIGA DE CIMENTACION				
01.02.02.01	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2	kg	187.32	4.35	814.84
01.02.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	38.46	41.85	1,609.55
01.02.02.03	CONCRETO VIGAS DE CIMENTACION f'c=280 kg/cm2	m3	6.58	341.06	2,244.17
01.02.02.04	CURADO DE SUPERFICIE	m2	38.46	1.56	60.00
01.02.03	PLACAS Y COLUMNAS				
01.02.03.01	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2	kg	19,929.00	4.35	86,691.15
01.02.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	2,273.00	41.85	95,125.05
01.02.03.03	CONCRETO COLUMNAS Y PLACAS f'c=210 kg/cm2	m3	421.29	328.74	138,494.87
01.02.03.04	CURADO DE SUPERFICIE	m2	2,255.56	1.56	3,518.67
01.02.04	VIGAS				
01.02.04.01	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2	kg	13,384.00	4.35	58,220.40
01.02.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1,723.50	41.85	72,128.48
01.02.04.03	CONCRETO VIGAS f'c=210 kg/cm2	m3	272.15	294.82	80,235.26
01.02.04.04	CURADO DE SUPERFICIE	m2	1,723.50	1.56	2,688.66
01.02.05	LOSA ALIGERADA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO H=0.25				
01.02.05.01	LADRILLO DE TECNOPORT 0.20x0.30x1.2 EN LOSAS	m2	24,445.00	15.94	389,653.30
01.02.05.02	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2	kg	2,930.00	4.35	12,745.50
01.02.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	2,945.18	41.85	123,255.78
01.02.05.04	CONCRETO LOSAS f'c= 210 kg/cm2	m3	296.29	333.70	98,871.97
01.02.05.05	CURADO DE SUPERFICIE	m2	2,945.18	1.56	4,594.48
01.02.06	LOSA MACISA				
01.02.06.01	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2	kg	746.78	4.35	3,248.49
01.02.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	7.39	41.85	309.27
01.02.06.03	CONCRETO LOSAS f'c= 210 kg/cm2	m3	1.48	333.70	493.88
01.02.06.04	CURADO DE SUPERFICIE	m2	7.39	1.56	11.53
01.02.07	ESCALERAS				
01.02.07.01	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2	kg	3,637.89	4.35	15,824.82
01.02.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	234.50	41.85	9,813.83
01.02.07.03	CONCRETO ESCALERAS f'c=210 kg/cm2	m3	19.66	288.28	5,667.58
01.02.07.04	CURADO DE SUPERFICIE	m2	234.50	1.56	365.82

Fuente: Elaborado por los autores.



Figura N°94: Análisis comparativo de costo de la estructura.
[Elaborado por los autores.] (Lima 2017)

4.7 Interpretación de resultados

Obtenido los siguientes resultados se considera que el poliestireno expandido es más económico en comparación del ladrillo de arcilla, siempre y cuando se utiliza, el poliestireno expandido con cola de milano, ya que este nos permite tener un menor costo en el tarrajeo de cielo raso.

Obteniendo un ahorro con la diferencia entre S./ 1614,255.99 que es utilizando el ladrillo de arcilla, y mientras que con el polietireno expandido S./ 1252,468.99, que en ahora no saldría **S./ 361,786.00**, un monto considerable para elegir el poliestireno como material para el aligerado.

Llegando a nuestra hipótesis principal el poliestireno reduce el costo de la estructura.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión

En la actualidad se utiliza el poliestireno expandido en construcciones informales sin asesoramiento del correcto uso del mismo, creyendo que al utilizarlo esforzaremos menos nuestros elementos estructurales, cosa que es cierto, pero no en una magnitud considerable, ya que esto cumple si solo hubiera cargas por gravedad, cosa que no es así, nuestro país es altamente sísmico por lo que se tiene en cuenta los análisis por desplazamiento lateral

Se observa que el análisis de costos unitarios resulta favorable para la elección del poliestireno expandido, siendo una opción interesante para el mercado de la construcción, y tener más encuentra para emplearlo en losas aligeradas aprovechando las características que benefician en la construcción, teniendo cuenta el peso y el volumen que es menor al ladrillo de arcilla, por lo que la colocación tiene un mayor rendimiento.

CONCLUSIONES

- Las secciones de los elementos estructurales no varían, ya que el aminoramiento de la carga muerta debido al uso de losas aligeradas con poliestireno expandido se diluye al hacer las combinaciones de carga para el diseño estructural.
- Los análisis de costos unitarios utilizando poliestireno expandido en losas aligeradas, es prácticamente el mismo, excepto en la colocación del ladrillo, teniendo un ahorro de mano de obra y tiempo de ejecución.
- El metrado de la estructura es el mismo al no haber variación en las secciones de los elementos estructurales.
- El ladrillo de techo representa del 23% al 26% del peso de la losa aligerada, esto depende del peralte del mismo.
- La losa aligerada representa un 30% aproximadamente del peso propio de la edificación.
- El ladrillo de techo representa del 6% al 8% del peso propio de la estructura, esto depende del peralte de la losa aligerada.
- La cuantía de acero en columnas no se disminuye, ya que usualmente se utiliza el mínimo requerido.
- La cortante se reduce aproximadamente un 7.5% al utilizar losas aligeradas con poliestireno expandido.

RECOMENDACIONES

- Realizar una investigación del efecto que tiene el uso de poliestireno expandido en el sistema de viguetas prefabricadas.
- Realizar una investigación del efecto que tiene el uso de poliestireno expandido en el sistema de viguetas de acero.
- Utilizar el poliestireno expandido en edificaciones, teniendo en cuenta sus verdaderos beneficios.
- Asesorar de manera adecuada a los pequeños constructores del uso correcto del poliestireno expandido en edificaciones.

FUENTES DE CONSULTA

- Cofre Alvarado, A. (2003). *Bovedillas de EPS (poliestireno expandido): una alternativa para la construcción de losas prefabricadas*. Chile, Universidad Austral de Chile, Facultad de las Ciencias de la Ingeniería, Memoria para optar al título de Ingeniero Constructor.
Recuperado:[http://cybertesis.uach.cl/sdx/uach/rsimple.xsp?q=Bovedillas&bqid=p
cd-q&hpp=10&sf=&base=documents](http://cybertesis.uach.cl/sdx/uach/rsimple.xsp?q=Bovedillas&bqid=p
cd-q&hpp=10&sf=&base=documents).
- Ramos Salazar, J. (2017). *Costos y Presupuestos en Edificación*. Biblioteca Nacional del Perú N° 2017-15864: Lima, Perú: Fondo Editorial CAPECO.
- Afuso Muñoz, M. A. (2017). Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. *Diseño estructural de un edificio de concreto armado de cinco pisos y tres sótanos ubicado en el distrito de Barranco*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Blanco Blasco, A. (1994). *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*. Segunda edición. Lima, Perú: Colegio de Ingenieros del Perú.
- E. Harmsen, T. (2005). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*. Cuarta edición. Lima, Perú: Pontífice Universidad Católica del Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2009). *Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado*. Lima, Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016). *Norma Técnica de Edificación E.030 Ingeniería Sismorresistente*. Lima, Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006). *Norma Técnica de Edificación E.020 Cargas*. Lima – Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006). *Norma Técnica de Edificación E.050 Suelos y Cimentaciones*. Lima, Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones.

Maguiña, E. (2013). *Concreto Armado I*. Lima, Perú: USMP.

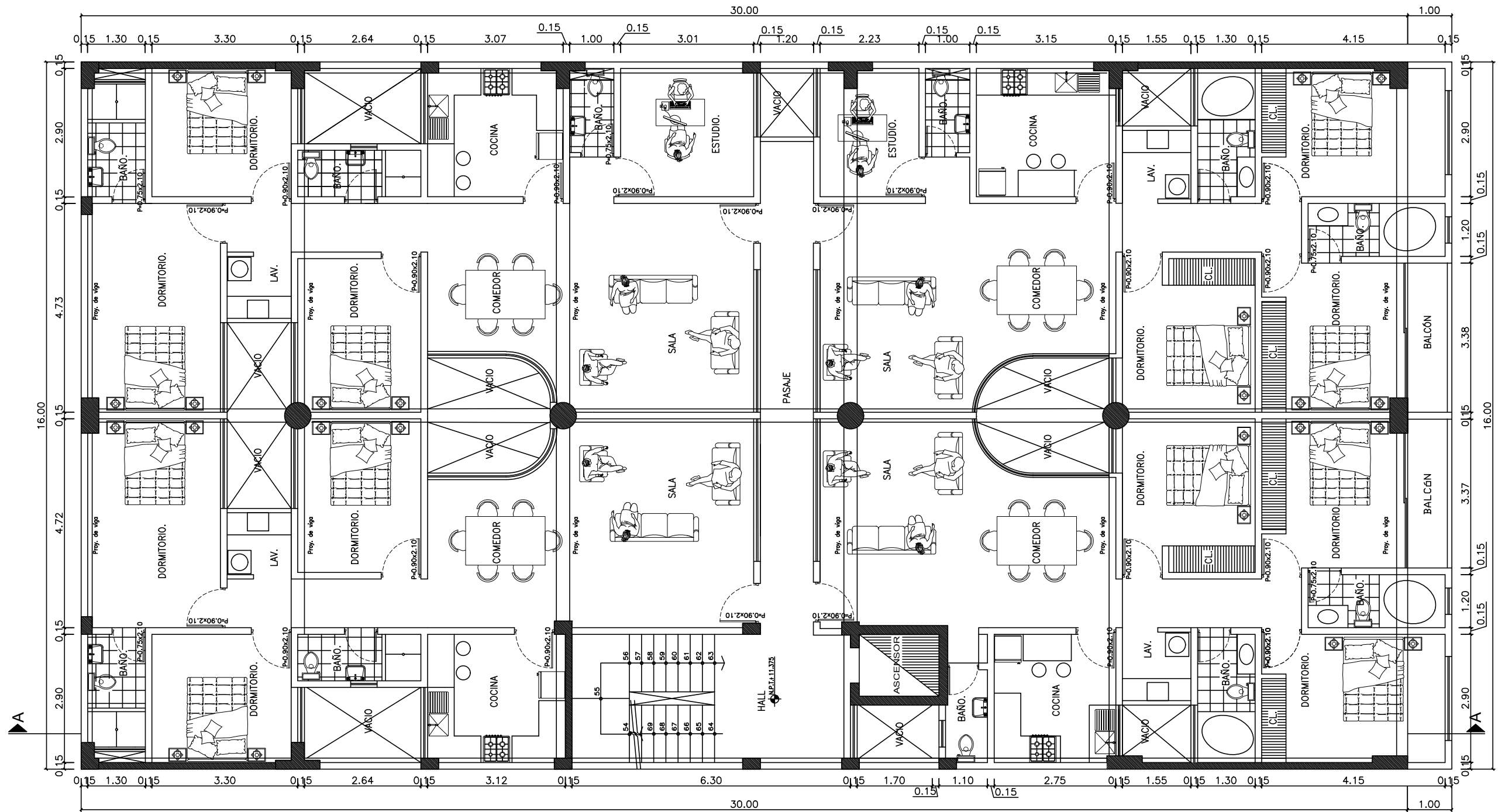
Gutiérrez, A. (2009). *Análisis comparativo del proceso constructivo de losas aligeradas utilizando viguetas prefabricadas FIRTH, viguetas armadas Todocemento y viguetas vaciadas en obra*. Perú, UNI, Facultad de Ingeniería Civil, tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

Rodríguez, A. (2015). *Comparación del comportamiento estructural y económico de losas colaborantes unidireccionales con losas aligeradas*. Perú, UNC, Facultad de Ingeniería, tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

ANEXOS

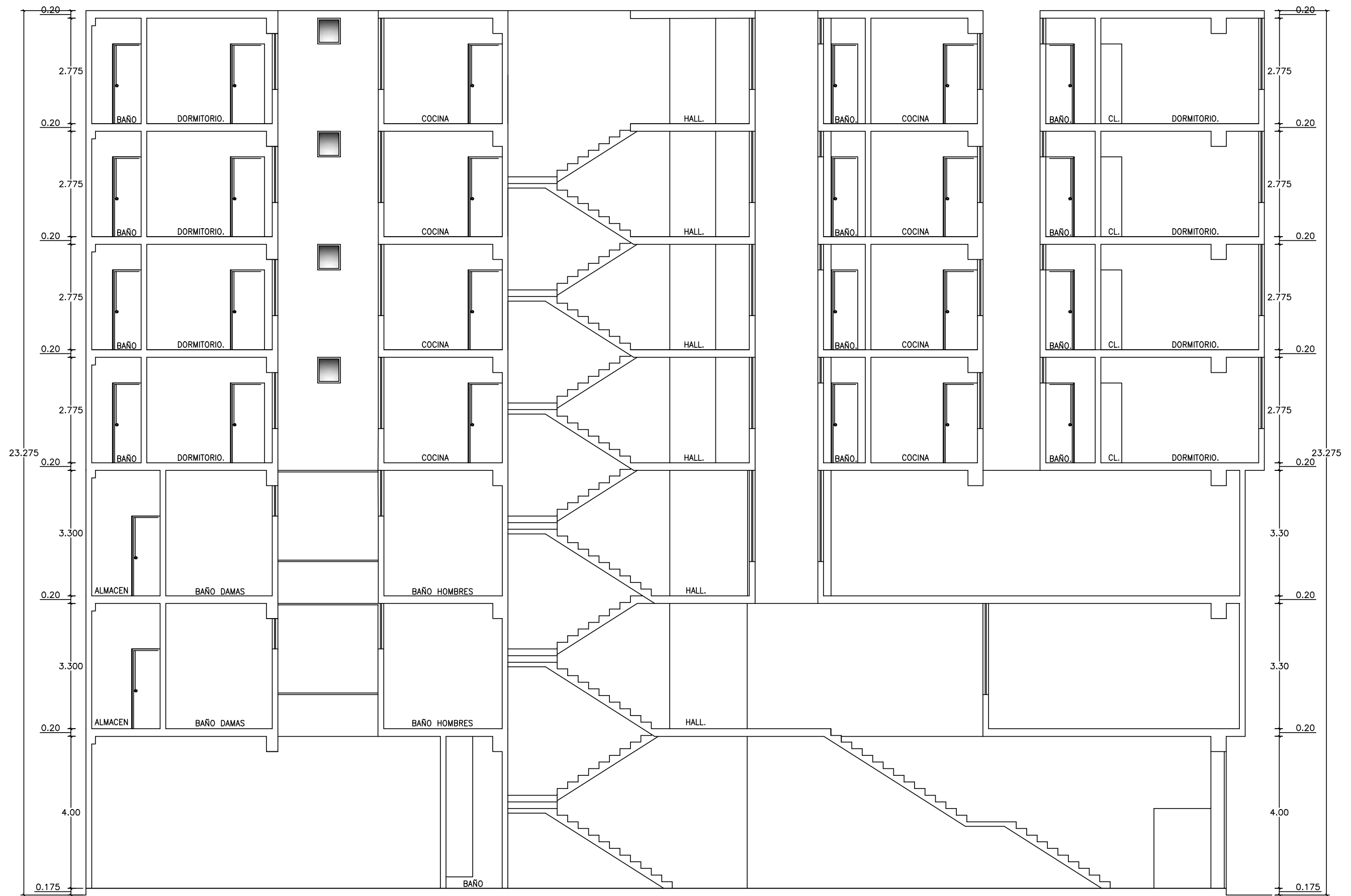
- 1. Matriz de consistencia.**
- 2. Arquitectura - Distribución 1er, 2do y 3er Nivel.**
- 3. Arquitectura - Distribución 4to, 5to, 6to y 7mo Nivel.**
- 4. Arquitectura – Corte A-A.**
- 5. Estructura – Losa Aligerada 1er, 2do Nivel.**
- 6. Estructura – Losa Aligerada Tipica.**

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
TÍTULO: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO EMPLEANDO LOSAS ALIGERADAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO VERSUS LADRILLO DE ARCILLA						
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HÍPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA	
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS GENERAL	HÍPOTESIS GENERAL	INDEPENDIENTES	INDICADORES	METODO Y DISEÑO	
¿Qué efectos tiene en el costo de estructura de un edificio el uso de losas aligeradas empleando poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla?	Determinar el costo de la estructura de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla, a fin de elegir el material más económico mediante un análisis comparativo de costos.	(Ha) El uso de losas aligeradas con poliestireno expandido reduce el costo de la estructura de un edificio en comparación al uso de losas aligeradas con ladrillo de arcilla.	LADRILLO DE ARCILLA	PESO UNITARIO	TIPO: APLICATIVO NIVEL: DESCRIPTIVO DISEÑO: NO EXPERIMENTAL	
		(Ho) El uso de losas aligeradas con poliestireno expandido no reduce el costo de la estructura de un edificio en comparación al uso de losas aligeradas con ladrillo de arcilla.	CASETÓN DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	PESO UNITARIO		
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HÍPOTESIS ESPECIFICOS	DEPENDIENTES	DIMENSIONES		TIPO: APLICATIVO NIVEL: DESCRIPTIVO DISEÑO: NO EXPERIMENTAL
a) ¿Cuáles son las secciones de los elementos estructurales de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla?	a) Calcular las secciones de los elementos estructurales de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla.	a) (Ha) El uso de losas aligeradas con poliestireno expandido reduce las secciones de los elementos estructurales de un edificio en comparación al ladrillo de arcilla.	COSTO DE LA ESTRUCTURA	ELEMENTOS ESTRUCTURALES		
		a) (Ho) El uso de losas aligeradas con poliestireno expandido no reduce las secciones de los elementos estructurales de un edificio en comparación al ladrillo de arcilla.				
b) ¿Cuáles son los análisis de costos unitarios de la estructura de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla?	b) Elaborar los análisis de costos unitarios de la estructura de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla.	b) (Ha) El uso de losas aligeradas con poliestireno expandido reduce los costos unitarios de la estructura de un edificio en comparación al ladrillo de arcilla.		ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO		
		b) (Ho) El uso de losas aligeradas con poliestireno expandido no reduce los costos unitarios de la estructura de un edificio en comparación al ladrillo de arcilla.				
c) ¿Cuáles es el metrado de la estructura de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla?	c) Elaborar el metrado de la estructura de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla.	c) (Ha) El uso de losas aligeradas con poliestireno expandido reduce el metrado de la estructura de un edificio en comparación al ladrillo de arcilla.		ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO		
		c) (Ho) El uso de losas aligeradas con poliestireno expandido no reduce el metrado de la estructura de un edificio en comparación al ladrillo de arcilla.				




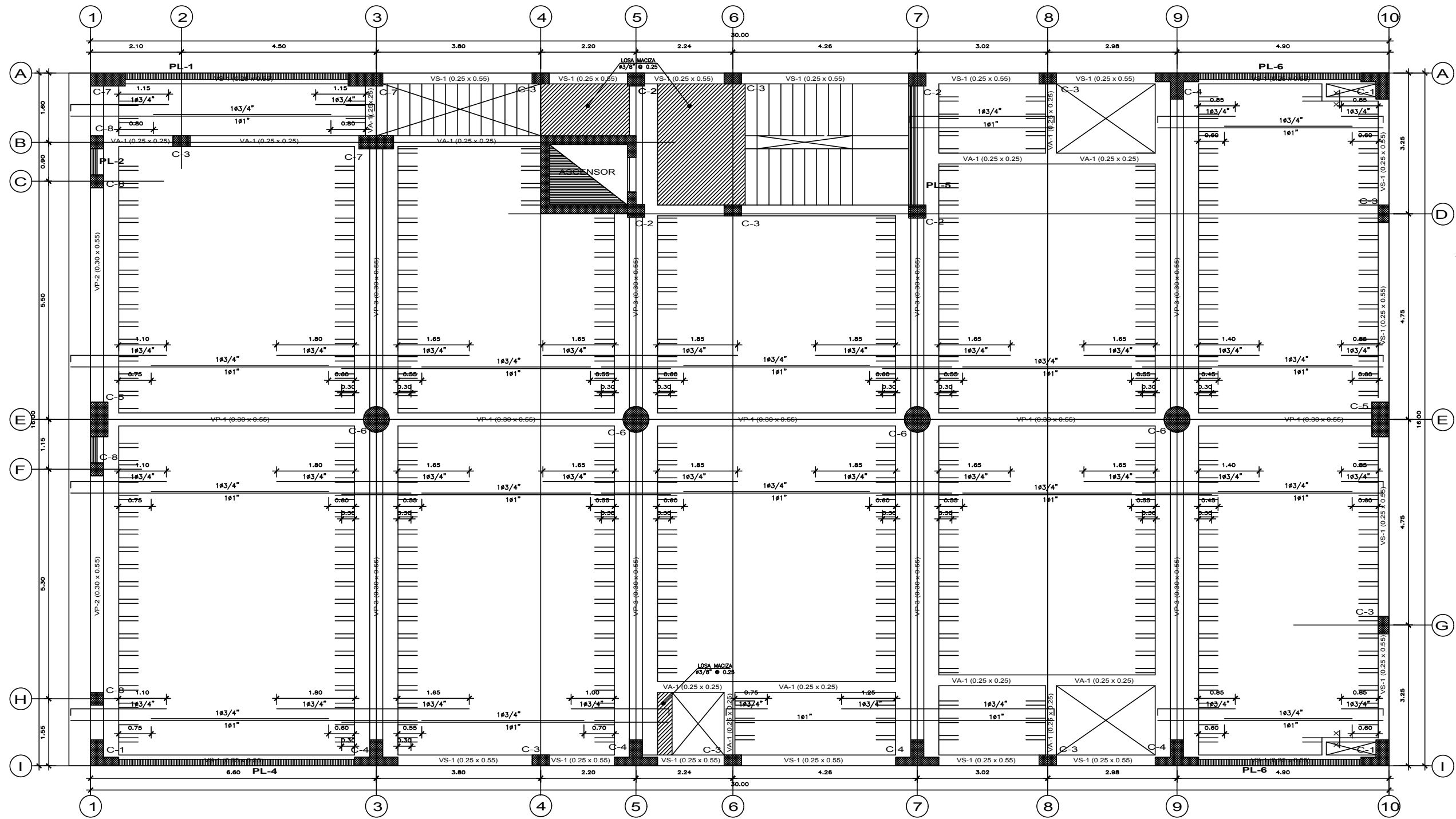
4to, 5to, 6to y 7mo NIVEL

	UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES		PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO EMPLEANDO LOSAS ALIGERADAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO VERSUS LADRILLO DE ARCILLA	
	PROPIETARIO: COSINGA PEREZ, ANTHONY BRYAN GOMEZ DEL AGUILA, ANDRES RODOLFO		LAMINA: 2 DE 3	
UBICACION: Av. Los Alizos Mz "F", Lote "8,9" Urb. La Alborada de Oquendo CALLAO		FECHA: Octubre - 2017		A-02
ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA		PLANO: DISTRIBUCIÓN		
		ESCALA: 1/100		




CORTE A-A

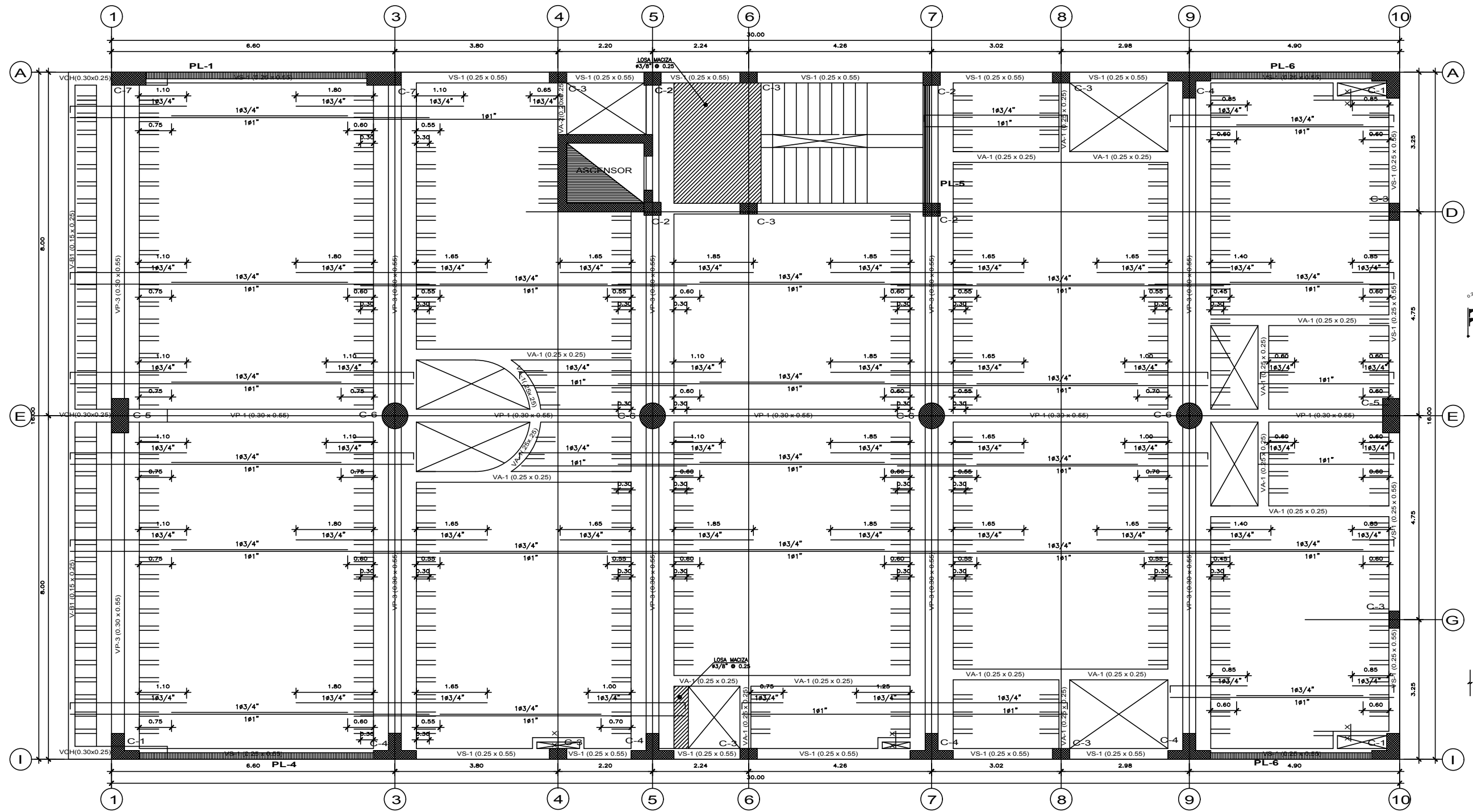
UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES 	PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO EMPLEANDO LOSAS ALIGERADAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO VERSUS LADRILLO DE ARCILLA		LAMINA: 3 DE 3 A-03
	PROPIETARIO: COSINGA PEREZ, ANTHONY BRYAN GOMEZ DEL AGUILA, ANDRES RODOLFO		
	UBICACION: Av. Los Alizos Mz "F", Lote "8,9" Urb. La Alborada de Oquendo CALLAO	FECHA: Octubre - 2017	
	ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA	PLANO: CORTE	ESCALA: 1/100



LOSA ALIGERADA 1er, 2do NIVEL

S/C 250kg/m²

	UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES		PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO EMPLEANDO LOSAS ALIGERADAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO VERSUS LADRILLO DE ARCILLA	
	PROPIETARIO: COSINGA PEREZ, ANTHONY BRYAN GOMEZ DEL AGUILA, ANDRES RODOLFO		LAMINA: 1 DE 2	
UBICACION: Av. Los Alizos Mz "F", Lote "8,9" Urb. La Alborada de Oquendo CALLAO		FECHA: Octubre - 2017		E-01
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURA		PLANO: LOSA ALIGERADA		
		ESCALA: 1/100		



LOSA ALIGERADA TIPICA

S/C 200kg/m²

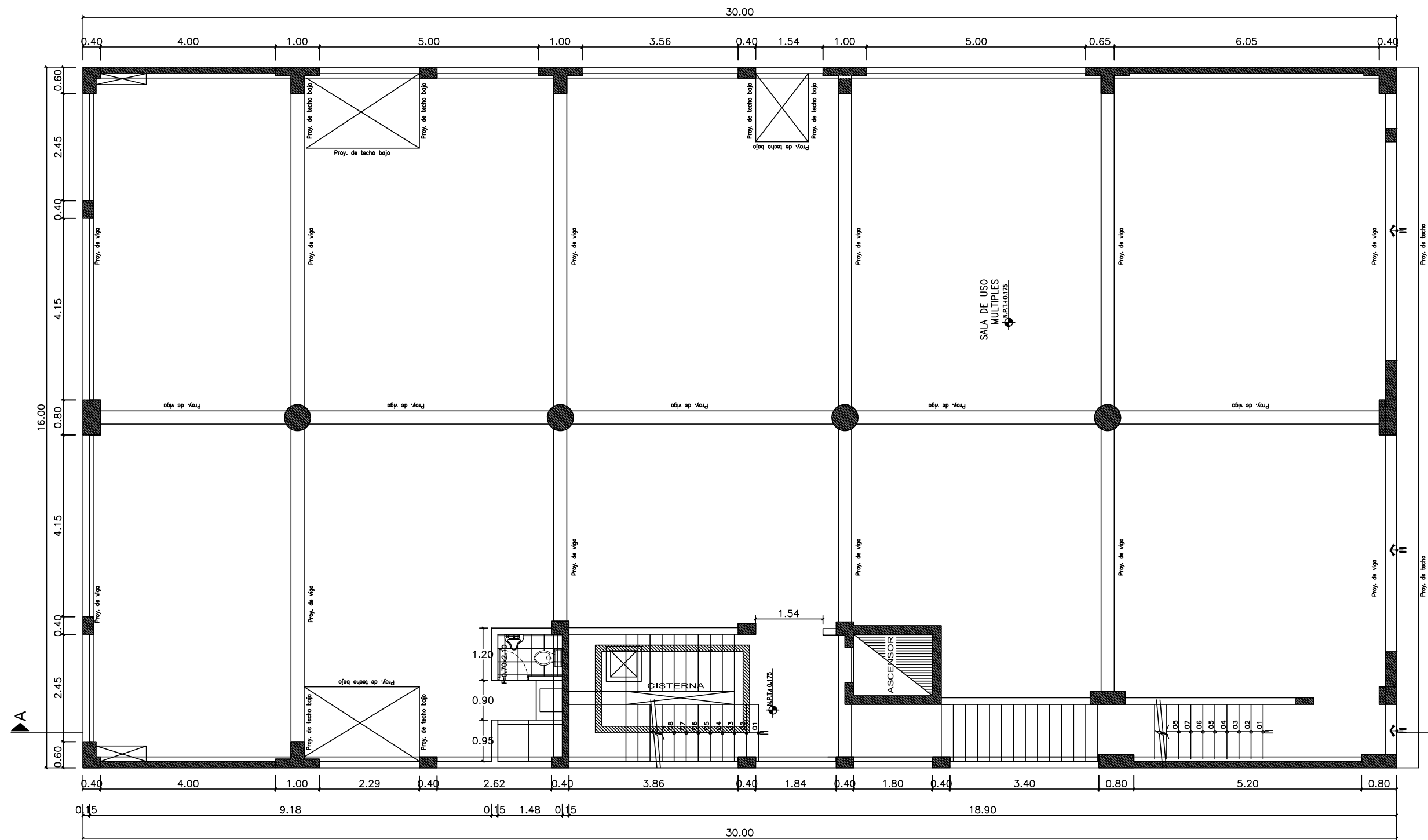
UNIVERSIDAD
SAN MARTIN DE
PORRES




PROYECTO:
ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO EMPLEANDO LOSAS ALIGERADAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO VERSUS LADRILLO DE ARCILLA

PROPIETARIO: COSINGA PEREZ, ANTHONY BRYAN GOMEZ DEL AGUILA, ANDRES RODOLFO		LAMINA: 2 DE 2
UBICACION: Av. Los Alizos Mz "F", Lote "8,9" Urb. La Laborada de Oquendo CALLAO		FECHA: Octubre - 2017
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURA	PLANO: LOSA ALIGERADA	ESCALA: 1/100

E-02



1er, 2do y 3er NIVEL

	UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES		PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO EMPLEANDO LOSAS ALIGERADAS CON POLIESTIRENO EXPANDIDO VERSUS LADRILLO DE ARCILLA	
	PROPIETARIO: COSINGA PEREZ, ANTHONY BRYAN GOMEZ DEL AGUILA, ANDRES RODOLFO		LAMINA: 1 DE 3	
UBICACION: Av. Los Alizos Mz "F", Lote "8,9" Urb. La Alborada de Oquendo CALLAO		FECHA: Octubre - 2017		A-01
ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA		PLANO: DISTRIBUCIÓN		
		ESCALA: 1/100		