REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Determinación de la Influencia del Ladrillo Hueco- 8 tubos y Bloques de Poliestireno Expandido Acanalados, utilizado en Losas Aligeradas frente al Tiempo de Ejecución, Presupuesto y Carga Estructural de una edificación, Arequipa.

Tesis presentada por la Bachiller:

Cayani Tejada, Lizbeth Reyna

ORCID :0009-0002-9260-8701

para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Asesor(a):

Mgtr. Febres Rosado Olger Javier

ORCID :0000-0001-6417-3099

Arequipa — Perú

2024

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA CIVIL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 05 de Mayo del 2024

Dictamen: 007487-C-EPIC-2024

Visto el borrador del expediente 007487, presentado por:

2015800792 - CAYANI TEJADA LIZBETH REYNA

Titulado:

DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL LADRILLO HUECO- 8 TUBOS Y BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO ACANALADOS, UTILIZADO EN LOSAS ALIGERADAS FRENTE AL TIEMPO DE EJECUCIÓN, PRESUPUESTO Y CARGA ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN, AREQUIPA .

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Titulo Profesional/Titulo de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO CIVIL

29238311 - GUILLEN MALAGA MILAGROS SOCORRO
DICTAMINADOR

29412437 - UGARTE CALDERON ENRIQUE ALFONSO
DICTAMINADOR

72476554 - BUSTAMANTE MORA BORIS ANDRE
DICTAMINADOR

Determinación de la Influencia del Ladrillo Hueco- 8 tubos y Bloques de Poliestireno Expandido Acanalados, utilizado en Losas Aligeradas frente al Tiempo de Ejecución, Presupuesto y Carga Estructural

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%	22%	0%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	10%
2	1library.co Fuente de Internet	6%
3	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	www.protek.com.py Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	www.dataconstruccion.com Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1%

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

DEDICATORIA

Esta tesis es el resultado de un largo y arduo camino, pero no habría sido posible sin el amor, el apoyo y la inspiración que ustedes me han brindado en cada paso del camino.

A mis padres, por su inquebrantable confianza en mí, por su sacrificio y dedicación para brindarme las oportunidades que me han permitido llegar hasta aquí. Su amor incondicional y su constante aliento han sido mi mayor motivación y mi roca en los momentos difíciles.

A mi hija, mi mayor fuente de inspiración y la luz de mi vida. Cada página de esta tesis está dedicada a ti, con la esperanza de construir un mundo mejor para ti y para las generaciones venideras. Tu sonrisa y tu amor han sido mi impulso para perseverar y alcanzar mis metas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

AGRADECIMIENTO

Agradezco sinceramente a la Universidad Católica de Santa María por brindarme la oportunidad de realizar este estudio y por proporcionar un entorno académico estimulante y enriquecedor. El apoyo de la facultad, el personal administrativo y los recursos institucionales de la UCSM han sido fundamentales para el éxito de este trabajo.

Este logro es el resultado del esfuerzo conjunto de muchas personas, y deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todos los que contribuyeron de alguna manera a este proyecto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo principal proponer la mejor alternativa en cuanto al costo, carga estructural y tiempo de ejecución al emplear bloques de Tecnopor acanalado y ladrillo hueco- 8 tubos en edificaciones, Arequipa 2022. El método de investigación es científico, con tipología empírico – analítico y subcategoría sistémica. La población de estudio estuvo conformada por todo el conglomerado de edificaciones, asentadas en la ciudad de Arequipa. Por otro lado, la muestra estuvo constituida por 03 Edificaciones asentada en la ciudad de Arequipa, la cual resulta Vivienda Unifamiliar Las Terrazas. Dentro de las técnicas e instrumentos de recolección de datos, resalta la utilización de la técnica fichaje y la observación de fenómenos y comportamientos. Dentro de los resultados, se aprecia que, del modelamiento y diseño estructural bajo solicitación sísmica en la ciudad de Arequipa, se ha obtenido una capacidad de carga para máxima para losas con ladrillo hueco- 8 tubos de 0.37251 TN/m2 en el primer nivel de la edificación. Por otro lado, respecto a la modelación de losas con Poliestireno Expandido aligerante, se obtuvo una capacidad de carga de 0.32159 Tn/m2 en el primer de la edificación. Con esta premisa, se infiere para losas aligerantes, una capacidad de carga mayor cuando se emplea unidades de ladrillo hueco 15 8 tubos, para una edificación tipo Vivienda común en Cercado de Arequipa. Así mismo, se concluyó que, respecto a la ligereza de los materiales, se recomienda el empleo de Losas con Poliestireno Expandido aligerante en viviendas comunes asentadas en la ciudad de Arequipa.

Palabras Clave: Carga estructural, edificación, ladrillo hueco, losa aligerada, Poliestireno expandido, presupuesto, tiempo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ABSTRACT

The main objective of this research is to propose the best alternative in terms of cost, structural load and execution time when using ribbed Tecnopor blocks and hollow brick- 8 tubes in buildings, Arequipa 2022. The research method is scientific, with an empirical typology. – analytical and systemic subcategory. The study population was made up of the entire conglomerate of buildings, located in the city of Arequipa. On the other hand, the sample consisted of 01 Building located in the city of Arequipa, which is Las Terrazas Single Family Home. Within the data collection techniques and instruments, the use of the signing technique and the observation of phenomena and behaviors stand out. Within the results, it can be seen that, from the modeling and structural design under seismic solicitation in the city of Arequipa, a maximum load capacity has been obtained for slabs with hollow brick- 8 tubes of 0.37251 TN/m2 in the first level of the building. On the other hand, regarding the modeling of slabs with lightening Expanded Polystyrene, a load capacity of 0.32159 Tn/m2 was obtained in the first part of the building. With this premise, it is inferred for lightening slabs, a greater load capacity when hollow brick units are used 15 8 tubes, for a common house type building in Cercado de Arequipa. Likewise, it was concluded that, regarding the lightness of the materials, the use of slabs with lightening Expanded Polystyrene is recommended in common homes settled in the city of Arequipa

Keywords: Structural load, building, hollow brick, lightened slab, expanded polystyrene, budget, time.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INDICE

PORTADA: i
DEDICATORIA ii
AGRADECIMIENTO iv
RESUMEN v
ABSTRACT vi
INDICE vii
INDICE DE TABLAS xi
INDICE DE FIGURAS xiv
INDICE DE ECUACIONES xviii
INTRODUCCIÓN 21
CAPITULO I 24
1 .GENERALADIDADES 24
1.1. Formulación del problema 24
1.2. Descripción del Problema 25
1.3. Problemática de la investigación 26
1.3.1. Problema General 26
1.3.2. Problemas Específicos 27
1.4. Objetivos de la Investigación 27
1.4.1. Objetivo General 27
1.5. Justificación de la investigación 27
1.5.1. Justificación Ambiental 27
1.5.2. Justificación Social 28
1.5.3. Justificación Económica 28
1.5.4. Justificación tecnológica 28
1.5.5. Justificación Político/ Institucional 29
1.5.6. Justificación ética 29
1.6. Alcances de la Investigación 29
1.7. Hipótesis 30
1.7.1. Hipótesis General 30
1.7.2. Hipótesis Específicas 30
1.8. Variables 30
1.8.1. Variable Dependiente 30
1.8.2. Variable Independiente 31

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.8.3. Operacionalización de Variables 31
CAPÍTULO II 33
2 . FUNDAMENTO TEÓRICO 33
2.1. Marco Legal 33
2.2. Justificación del área de estudio 33
2.2.1. Determinación de la edificación en estudio 33
2.2.2. Ubicación del área de estudio 35
2.3. Marco Teórico 36
2.3.1. Ladrillo: 36
2.3.2. Poliestireno Expandido: 38
2.3.3. Losas: 43
2.3.4. Materiales de Construcción 49
2.3.5. Proceso Constructivo 54
2.3.6. Tiempo de ejecución de un Proyecto: 58
2.3.7. Categoría de Edificación 61
2.3.8. Presupuesto de Obra: 61
2.4. Fundamento Teórico 63
2.4.1. Estructuración de una vivienda: 63
2.4.2. Fundamentos del Diseño Estructural 69
2.5. Glosario de Términos 92
2.6. Marco Histórico 95
2.6.1. Evolución de los materiales de Construcción 95
2.6.2. Panorama de la Gestión de Tiempo 98
2.6.3. La gestión de Costos 99
2.7. Estado de Arte 101
2.7.1. Normativa internacional 101
2.7.2. Normativa Nacional 103
2.8. Antecedentes de la Investigación 105
2.8.1. Antecedentes Internacionales de la Investigación 105
2.8.2. Antecedentes Nacionales de la Investigación 108
2.8.3. Antecedentes Locales de la investigación 113
CAPÍTULO III 120
3. METODOLOGÍA 120
3.1. Métodos, tipo o alcance de la investigación 120
3.1.1. Método de Investigación 120

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.1.2. Tipo de Investigación 120
3.1.3. Alcance de la investigación 120
3.2. Población, Muestra y muestreo 121
3.2.1. Población 121
3.2.2. Muestra 121
3.2.3. Muestreo 121
3.3. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos 122
3.3.1. Técnica de Investigación 122
3.3.2. Instrumento de Recolección de Datos 122
3.4. Procedimiento 123
3.5. Aplicación de Ingeniería 124
3.5.1. Materiales 124
3.5.2. Métodos 124
3.6. Ubicación del Área de Estudio 124
CAPÍTULO IV 126
4. ANÁLISIS DE LA EDIFICACIÓN 126
4.1. Arquitectura del Proyecto 126
4.1.1. Proyecto Nº 01 126
4.1.2. Proyecto Nº 02 128
4.2. Normativa Empleada 131
4.3. Pre – dimensionamiento 132
4.3.1. Proyecto Nº 01 132
4.3.2. Proyecto Nº 02 135
4.3.3. Muros de Albañilería 137
4.4. Metrado de Cargas 143
4.4.1. Consideraciones 144
4.4.2. Combinaciones de Carga 145
4.5. Análisis Sísmico 145
4.5.1. Parámetros Sísmicos 145
CAPÍTULO V 149
5. MODELAMIENTO Y DISEÑO ESTRUCTURAL 149
5.1. Modelamiento Estructural 149
5.1.1. Consideraciones preliminares 149
5.1.2. Definición de Materiales para modelado 151
5.1.3. Secciones de Elementos Estructurales 157

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.1.4. Asignación de Elementos para modelado 160
5.1.5. Restricciones en la base 162
5.1.6. Escaleras 162
5.1.7. Azotea 165
5.2. Asignación de Cargas 165
5.2.1. Carga Muerta 168
5.2.2. Carga Viva 169
5.2.3. Consignación de Cargas en Modelo ETABS 169
5.3. Análisis Sísmico - Estático 171
5.3.1. Asignación de Diafragma rígido 171
5.3.2. Brazo rígido 172
5.3.3. Estimación del Peso 173
5.3.4. Masa Participativa 175
5.3.5. Peso de la Estructuración 175
CAPÍTULO VI 187
6. ANÁLISIS DE COSTO Y TIEMPO 187
6.1. Proceso constructivo 187
6.2. Especificaciones técnicas de diseño 187
6.3. Mano de Obra 187
6.4. Materiales y Herramientas 188
6.4.1. Materiales de Construcción 188
6.4.2. Herramientas 196
6.5. Metrado de losas 198
6.6. Tiempo de ejecución: 198
CAPÍTULO VII 200
7. ANÁLISIS DE PRESUPUESTOS 200
7.1. Materiales 200
7.2. Mano de Obra 200
CONCLUSIONES 203
RECOMENDACIONES 204
REFERENCIAS 205
ANEXOS 209
PANEL FOTOGRÁFICO 221

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Alcance de la investigación 30
Tabla 2 Matriz de Operacionalización de Variables 31
Tabla 3 Características de los aligerados comúnmente utilizados 42
Tabla 4 Parámetros para el diseño de losas - Método ACI 47
Tabla 5 Peso de losa aligerada por unidad de losa en Perú 48
Tabla 6 Atributos de los agregados 51
Tabla 7 Características resistentes de los aceros grados 40, 60 y 75 52
Tabla 8 Varillas corrugadas y sus características 52
Tabla 9 Plantilla de encofrados típica 54
Tabla 10 Etapa de ejecución de un proyecto de construcción civil 58
Tabla 11 Fases de la ejecución de un proyecto de construcción 59
Tabla 12 Tareas de ejecución en proyectos civiles 60
Tabla 13 Categoría de Edificaciones y Factor U /Tabla N° 5 de norma NTE E 030 Diseño Sismorresistente 61
Tabla 14 Condiciones de elementos a flexión 64
Tabla 15 Factores asociados a ductilidad 73
Tabla 16 Factor de zona 74
Tabla 17 Factor de reducción de resistencia (Norma E.060) 75
Tabla 18 Factores de cargas 76
Tabla 19 Incidencia de una Junta de Construcción en Concreto Simple y Concreto Reforzado 117
Tabla 20 Normas utilizadas para el modelamiento 132
Tabla 21 Pre dimensionamiento de columnas 132
Tabla 22 Peralte de losas Aligeradas 133
Tabla 23 Flechas máximas para elementos estructurales 133
Tabla 24 Pre dimensionamiento de columnas 135
Tabla 25 Peralte de losas Aligeradas 135
Tabla 26 Flechas máximas para elementos estructurales 136
Tabla 27 Densidad de muros en eje X 138
Tabla 28 Densidad de Muros en eje Y 139
Tabla 29 Densidad de muros en eje X 142
Tabla 30 Densidad de Muros en eje Y 142
Tabla 31 Pesos Unitarios 143
Tabla 32 Combinaciones de Carga 145
Tabla 33 Consideraciones dimensionales para losa 166
Tabla 34 Consignación de Carga Muerta (CM) 168

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 35 Consignación de Carga Viva (CV) 169
Tabla 36 Determinación de carga por mampostería..... 171
Tabla 37 Carga Estructural de la Edificación 1 176
Tabla 38 .Chequeo Ratio Área del Peso de la estructura 1 176
Tabla 39. Carga estructural de la edificación estructura 2 176
Tabla 40. Chequeo Ratio Área del Peso de la estructura 2 177
Tabla 41. Carga estructural de la edificación estructura 3 177
Tabla 42. Chequeo Ratio Área del Peso de la estructura 3 177
Tabla 43 Parámetros sísmicos, (NTP E.030) Ladrillo hueco 8 tubos para la edificación 1..... 178
Tabla 45 Parámetros sísmicos, (NTP E.030) Tecnopor acanalado para la edificación 1..... 178
Tabla 46 Parámetros sísmicos, (NTP E.030) Ladrillo hueco 8 tubos para la edificación 2..... 178
Tabla 47 Parámetros sísmicos, (NTP E.030) Tecnopor acanalado para la edificación 2..... 179
Tabla 48 Parámetros sísmicos, (NTP E.030) Ladrillo hueco 8 tubos para la edificación 3..... 179
Tabla 49 Parámetros sísmicos, (NTP E.030) Tecnopor acanalado para la edificación 3..... 180
Tabla 50. Regularidad estructural 180
Tabla 51 Verificación de cortante mínima en la base con ladrillo hueco 8 tubos edificación 1 181
Tabla 52 Verificación de cortante mínima en la base con ladrillo hueco 8 tubos edificación 1 181
Tabla 53 Desplazamientos y derivas en X e Y con ladrillo hueco 8 tubos edificación 1 181
Tabla 54 Verificación de cortante mínima en la base con Tecnopor acanalado edificación 1 182
Tabla 55 Verificación de cortante mínima en la base con Tecnopor acanalado edificación 1 182
Tabla 56 Desplazamientos y derivas con Tecnopor acanalado edificación 1 182
Tabla 57 Verificación de cortante mínima en la base con Ladrillo hueco 8 tubos edificación 2..... 184
Tabla 58 Verificación de cortante mínima en la base con Ladrillo hueco 8 tubos edificación 2..... 184
Tabla 59 Desplazamientos y derivas con ladrillo hueco 8 tubos acanalado edificación 2..... 184
Tabla 60 Verificación de cortante mínima en la base con Tecnopor acanalado edificación 2 184
Tabla 61 Verificación de cortante mínima en la base con Tecnopor acanalado edificación 2 185
Tabla 62 Desplazamientos y derivas con Tecnopor acanalado edificación 2 185
Tabla 63 Verificación de cortante mínima en la base con Ladrillo hueco 8 tubos edificación 3..... 185
Tabla 64 Verificación de cortante mínima en la base con Ladrillo hueco 8 tubos edificación 3..... 185
Tabla 65 Desplazamientos y derivas con ladrillo hueco 8 tubos acanalado edificación 3..... 186
Tabla 66 Verificación de cortante mínima en la base con Tecnopor acanalado edificación 3 186
Tabla 67 Verificación de cortante mínima en la base con Tecnopor acanalado edificación 3 186
Tabla 68 Desplazamientos y derivas con Tecnopor acanalado edificación 3 186
Tabla 69 Proceso constructivo losa..... 187
Tabla 70 Mano de Obra 188
Tabla 71 Materiales de construcción..... 188
Tabla 72 Cantidad de ladrillo según tipo por metro cuadrado de losa - CAPECO..... 189

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 73 Resistencia a la compresión promedio 189
Tabla 74 Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción 190
Tabla 75 Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados 191
Tabla 76 Relación agua/ cemento y resistencia a la compresión del concreto 192
Tabla 77 Máxima relación agua/ cemento permisible para concretos sometidos a condiciones especiales de exposición 192
Tabla 78 Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto 193
Tabla 79 Herramientas 196
Tabla 80 Encofrado Losa Aligerada - CAPECO 197
Tabla 81 Unidades de encofrado 198
Tabla 82 Materiales - Concreto 198
Tabla 83 Metrado de losas 198
Tabla 84 Tiempos losa de ladrillo hueco 199
Tabla 85 Tiempos losa con unidades aligerantes Tecnopor 199
Tabla 86 Productividad 199
Tabla 87 Presupuesto de materiales – Losa con ladrillo hueco 200
Tabla 88 Presupuesto de materiales - Losa con Tecnopor 200
Tabla 89 Presupuesto - Mano de obra 200
Tabla 90 Análisis de presupuesto con ladrillo hueco 8 tubos 201
Tabla 91 Análisis de precios con Tecnopor acanalados 202

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Vista Planta típica de la edificación 34
Figura 2 Ubicación del área de estudio 35
Figura 3 Ubicación Geográfica del Proyecto 35
Figura 4 Especificaciones del ladrillo hueco 15 8 tubos 36
Figura 5 Ladrillo de Techo 37
Figura 6 Ladrillos de Tecnopor 38
Figura 7 Formas recomendadas de losas aligeradas 44
Figura 8 Esquema de un presupuesto 62
Figura 9 Elementos estructurales de una vivienda de albañilería confinada 64
Figura 10 Diagrama Momento - Curvatura (M-ϕ) 65
Figura 11 Condición de cedencia - Sección a flexión 65
Figura 12 Condición de agotamiento - Sección a flexión 66
Figura 13 Diagramas carga axial – momento P-M (derecha) y carga axial – curvatura M-ϕ (izquierda) 66
Figura 14 Falla controlada por compresión 67
Figura 15 Falla de una sección a flexo - compresión 67
Figura 16 Falla controlada por tracción 67
Figura 17 Deformación Unitaria de la sección 68
Figura 18 Rotación de rótulas plásticas en vigas y columnas 69
Figura 19 Análisis estático no lineal 70
Figura 20 Esfuerzo - Deformación real vs idealizada 71
Figura 21 Rótulas plásticas en miembros estructurales 71
Figura 22 Secuencia del proceso de análisis Pushover 72
Figura 23 Mapa zonificación sísmica NTE NTE E 030 74
Figura 24 Diseño de losa unidireccional 76
Figura 25 Fuerza cortante de diseño en vigas (Norma E.060) 81
Figura 26 Esfuerzo cortante de diseño en columnas 86
Figura 27 Criterio de daño en estructuras 89
Figura 28 Asentamiento de estructuras cimentadas sobre arena 90
Figura 29 Ladrillo como material cerámico hecho de arcilla 96
Figura 30 Material polimérico - PVC 96
Figura 31 Núcleo urbano - Edad Media 97

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 32 Visión lineal del tiempo 98
Figura 33 Visión Cíclica del Tiempo 99
Figura 34 Poliestireno acanalado vertical 110
Figura 35 Resultados de ductilidad 114
Figura 36 Modo de vibración de la estructura 114
Figura 37 Fisuración de una viga con junta confinada con Epóxico para tiempos de interrupción de vaciado de 3 horas 116
Figura 38 Techo aligerado con rieles de ferrocarril 118
Figura 39 Sistema de Vigueta Tralicho con Bovedilla 119
Figura 40 Diagrama de Flujo Tabular 123
Figura 41 Mapa de Ubicación 125
Figura 42 Proyecto 01, Distribución - Sótano 126
Figura 43 Proyecto 01, Distribución - Primer Nivel 127
Figura 44 Proyecto 01, Distribución - Segundo Nivel 127
Figura 45 Proyecto 01, Distribución - Azotea 127
Figura 46 Proyecto 01, Distribución Primer nivel 129
Figura 47 Proyecto 02, distribución segundo nivel 130
Figura 48 Proyecto 02, distribución tercer nivel 131
Figura 49 Proyecto 02, distribución azotea 131
Figura 50 Identificación de muros - Eje X, Proyecto 01 139
Figura 51 Identificación de muros - Eje Y, Proyecto 02 140
Figura 52 Identificación de muros - Eje X 142
Figura 53 Identificación de muros - Eje Y 143
Figura 54 Mapa de Zonificación Sísmica 146
Figura 55 Consideraciones de Unidades y Norma de Concreto Armado en ETABS 149
Figura 56 Espaciamiento entre ejes - Arquitectura ETABS 150
Figura 57 Espaciamiento entre elevaciones - Arquitectura ETABS 150
Figura 58 Configuración de unidades - Modelado ETABS 151
Figura 59 Módulo de Elasticidad del Concreto - ETABS 152
Figura 60 Factor de corrección de resistencia al corte real (en obra) - ETABS 152
Figura 61 Propiedades del acero de refuerzo - Modelado ETABS 153
Figura 62 Elementos de acero de refuerzo para modelado ETABS 153
Figura 63. Modelamiento estructura 2 con ETABS 154
Figura 64. Empotramiento en la base de la edificación 154

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 65. Asignación de diafragmas 155
Figura 66. Modelamiento estructura 3 con ETABS 156
Figura 67. Empotramiento en la base de la edificación 156
Figura 68. Asignación de diafragmas 157
Figura 69 Configuración de columna para modelado estructural - ETABS 158
Figura 70 Configuración de viga para modelado estructural - ETABS 158
Figura 71 Consideraciones dimensionamiento de losa - ETABS 159
Figura 72 Consideraciones dimensionamiento losa escalera - ETABS 159
Figura 73 Asignación de Columnas 0.20mx0.25m 160
Figura 74 Asignación de columnas 0.20m x 0.15m 160
Figura 75 Asignación de vigas 0.25m x 0.40m 161
Figura 76 Asignación de vigas 0.25m x 0.20m 161
Figura 77 Asignación de losas (e=0.20m) 161
Figura 78 Restricción empotrada en Z = 0 162
Figura 79 Asignación de abertura para escaleras 162
Figura 80 Generación de Puntos - Elevación 02 163
Figura 81 Generación de Beam para escalera 164
Figura 82 Generación de trama lineal de escalera 164
Figura 83 Generación de escalera 164
Figura 84 Detalle modelación 3D con modificación en Azotea 165
Figura 85 Consideraciones dimensionales para losa 166
Figura 86 Ladrillo hueco 15 8 tubos 166
Figura 87 Área tributaria de 1m x 1m - Losa 167
Figura 88 Asignación de Carga Muerta en losas 169
Figura 89 Asignación de Carga Viva niveles intermedios 170
Figura 90 Asignación de Carga Viva y Muerta en azotea 170
Figura 91 Asignación de cargas - Escaleras 170
Figura 92 Carga Muerta mampostería en Vigas 171
Figura 93 Asignación de Diafragma rígido 172
Figura 94 Asignación de brazos rígidos en estructura 173
Figura 95 Consideración del Peso para modelamiento 173
Figura 96 Verificación del modelo 174
Figura 97 Modelación de cargas modales de la Estructura 174
Figura 98 Masa participativa de la Edificación 175

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 99 Asignación de combinación de carga según Modelación 175
Figura 100 Detalle losa y viga chata.....187
Figura 101 Esquema encofrado los aligerada 197

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INDICE DE ECUACIONES

Ecuacion 1 Ecuación del análisis lineal 69
Ecuacion 2 Resistencia de diseño 75
Ecuación 3 Cuantía para diseño 77
Ecuacion 4 Cuantia balanceada 77
Ecuación 5 Cuantía mínima 77
Ecuación 6 Cuantia máxima 77
Ecuación 7 Área de acero 77
Ecuación 8 Área de acero mínimo 77
Ecuación 9 Resistencia por corte 78
Ecuación 10 Cortante requerida 78
Ecuación 11 Cuantía del diseño por flexión 78
Ecuación 12 Cuantía balanceada por flexión 78
Ecuación 13 Cuantía mínima por flexión 79
Ecuación 14 Cuantía máxima por flexión 79
Ecuación 15 Área de acero por flexión 79
Ecuación 16 Momento nominal por flexión 79
Ecuación 17 Momento crítico de agrietamiento por flexión 79
Ecuación 18 Diseño por corte 79
Ecuación 19 Resistencia nominal 80
Ecuación 20 La resistencia nominal al cortante proporcionada por el concreto 80
Ecuación 21 La resistencia nominal al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante 80
Ecuación 22 Espaciamiento del estribaje 80
Ecuación 23 Resistencia máxima permisible 80
Ecuación 24 Fuerza cortante 81
Ecuación 25 Carga ultima 81
Ecuación 26 Indice de estabilidad de entrepiso 82
Ecuación 27 Elementos en compresión no arriostrado 83
Ecuación 28 Momentos M1 Y M2 83
Ecuación 29 Momentos magnificados por desplazamiento lateral 83
Ecuación 30 Momento de reducción 84
Ecuación 31 Factor de reducción 84
Ecuación 32 Carga critica 84

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Ecuación 33 Factor de modificación de resistencia 84
Ecuación 34 Resistencia nominal 85
Ecuación 35 La resistencia nominal bajo la acción de carga axial 85
Ecuación 36 Carga axial aplicada 85
Ecuación 37 Factor de resistencia 85
Ecuación 38 Diseño por corte fuerza nominal 85
Ecuación 39 Fuerza cortante 86
Ecuación 40 Fuerza cortante resistente por el concreto y el acero 86
Ecuación 41 Refuerzo de acero a la resistencia cortante 86
Ecuación 42 Espaciamiento del estribaje por diseño de corte 87
Ecuación 43 Peso propio 87
Ecuación 44 Dimensionamiento de la zapata 87
Ecuación 45 Carga axial aplicada 87
Ecuación 46 Momento flector aplicada 87
Ecuación 47 carga admisible 88
Ecuación 48 Verificación de esfuerzos 88
Ecuación 49 Presión admisible neta 88
ecuación 50 Presión admisible ancho menor que 1.22 m 88
ecuación 51 Presión admisible ancho mayor que 1.22 m 88
Ecuación 52 Primera combinación diseño por flexión 90
Ecuación 53 Segunda combinación diseño por flexión 90
Ecuación 54 Determinaremos la excentricidad 91
Ecuación 55 Área equivalente 91
Ecuación 56 Esfuerzo actuante 91
Ecuación 57 Cortante ultima 91
Ecuación 58 Resistencia al concreto 91
Ecuación 59 Comparación de capacidad de carga 91
Ecuación 60 Ancho efectivo de la sección rectangular 91
Ecuación 61 Área efectiva de la sección rectangular 92
Ecuación 62 Cortante ultima 92
Ecuación 63 Resistencia al concreto vc1 92
Ecuación 64 Resistencia al concreto vc2 92
Ecuación 65 Resistencia al concreto vc3 92
Ecuación 66 Capacidad de corte nominal 92

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Ecuación 67 Cortante aplicada a la viga 92

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INTRODUCCIÓN

La búsqueda de ligereza dio como resultado la evolución de las estructuras que conocemos hoy siempre ha estado asociada a la observación de la naturaleza, porque es donde se descubre las estructuras más eficientes y ligeras, ya sea en las plantas o en el propio terreno. Galileo Galilei fue el primero en sugerir el cálculo estructural, que es el intento de pronosticar lo que sucedería en una estructura antes de su creación. Su investigación se basó en la experimentación y la observación; no obstante, sus conclusiones no fueron precisas, pero proporcionaron un excelente punto de partida para futuros estudios matemáticos.

Sólo a finales del siglo XIX estas fórmulas comenzaron a utilizarse en los cálculos de construcción de edificios. La escuela más destacada en cálculos estructurales fue la Escuela de Chicago, pionera en edificios de gran altura. A partir de la Revolución Industrial, el desarrollo de la arquitectura empezó a pasar a primer plano cuando las empresas querían demostrar su poder a través de sus edificios y objetos. Este hecho creó el deseo de construir edificios cada vez más altos, y comenzó una nueva era: la era de los edificios de gran altura. Después de calcular con éxito un marco completamente rígido, el sistema no pudo evolucionar ya que la única solución fue aumentar la sección transversal de la estructura, lo que resultó en un aumento de peso y costo, haciéndolo menos factible. Era necesario seguir evolucionando las estructuras para conseguir unas estructuras más altas y más ligeras (López Aniorte, 2019). Las necesidades manifestadas han llevado al desarrollo de materiales menos tradicionales y más ligeros en la construcción de edificios, como es el caso de Tecnopor, que destaca por su capacidad para reducir el peso de la estructura. Es en este contexto que surge la motivación de este estudio. La investigación contempla el desarrollo de 07 capítulos, los cuales son:

Capítulo I Generalidades: En este capítulo se desarrolla el problema de investigación, se determinan los objetivos, se detalla las justificaciones y alcances de la investigación. Por

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

otro lado, se determina la hipótesis de investigación y se operacionaliza las variables dependiente e independiente.

Capítulo II – Fundamento teórico: Se analiza el marco legal de la investigación, se justifica el área de estudio, se desarrolla el marco teórico de la investigación y su fundamento teórico. Así mismo, se desarrolla un glosario de términos, un marco histórico como revisión predecesora de la presente investigación, un estado de Arte a nivel internacional y nacional y desarrollo de antecedentes internacionales, nacionales y locales.

Capítulo III – Metodología: Se determina el método, tipo y alcance de la investigación. Así mismo, la población, muestra y muestreo. Por otro lado, se detalla las técnicas e instrumentos de recolección de datos, el procedimiento empleado, la aplicación de ingeniería y la ubicación del área de estudio.

Capítulo IV – Análisis de la edificación: Se describe la arquitectura de los proyectos, la normativa empleada para el estudio, se desarrolla el predimensionamiento de los elementos estructurales de cada proyecto, se realiza su Metrado de cargas y análisis sísmico.

Capítulo V – Modelamiento y diseño estructural: Se detalla el modelamiento estructural en ETABS de las edificaciones estudiadas, para proceder con su análisis sísmico – estático según los resultados obtenidos del modelamiento.

Capítulo VI – Análisis de Costo y Tiempo: Se describe el proceso constructivo de las unidades de losa aligerante del presente estudio, junto con sus especificaciones técnicas, mano de obra, materiales y herramientas empleadas. Seguidamente, se cuantifica su Metrado respectivo y se presenta el tiempo de ejecución de los prototipos.

Capítulo VII – Análisis de presupuestos: Se describe los materiales y mano de obra empleada para cada prototipo fabricado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones, fuentes de información, anexos y panel fotográfico del presente estudio.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPITULO I

1 .GENERALADIDADES

1.1.Formulación del problema

En diversos países y a nivel nacional, existe la costumbre entre los dedicados a la construcción, de utilizar materiales como el Poliestireno Expandido (llamado Tecnopor a partir de ahora) para alivianar la carga estructural en losas de concreto. Sin embargo, la ligereza de estos materiales hace que se menosprecie los efectos en el confort de los habitantes, ya que mientras más ligera sea una estructura, más susceptible a fuerzas externas se vuelve. Por otro lado, se vuelve menos costosa, como lo establece Buckminster R (Sura, 2020). Es tan notoria la ligereza con la que aporta el Tecnopor en estructuras de concreto, que llega a mitigar hasta en 80 kg/m2 el peso intrínseco de un elemento estructural. Sin embargo, no se ha desarrollado estudios que contemplen la significancia sobre las diferencias en costo y tiempo con respecto a la utilización de unidades de Tecnopor o ladrillos de arcilla en elementos estructurales tipo losa (Etsa Perú, s.f.). Más aun, en edificaciones con características peculiares como luces extremas o solicitación excesiva de carga.

Por otro lado, debido a la peligrosidad y agresividad del suelo en la ciudad de Arequipa, como los existentes en el distrito de Socabaya o sectores como Semirrural Pachacútec, los cuales son categorizados de riesgo en zonas como Bellapampa, Lara y otros sectores (Sistema Nacional de Defensa Civil, 2002), es que resulta producente determinar la correlación entre la utilización de dos metodologías estructurales referidas a losas aligeradas, para edificaciones asentadas en este sector de riesgo por su característico suelo y presencia del nivel freático, como lo estipula el Sistema Nacional de Defensa Civil.

En tal sentido ¿Cuál será la diferencia entre costo, tiempo y carga estructural, al ejecutar losas de concreto armado aligeradas con ladrillo hueco- 8 tubos y Tecnopor, en el sector de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Socabaya, tomando como modelo de una edificación? ¿Es posible comparar los resultados según las implicancias previamente expuestas, entre ladrillo hueco- 8 tubos y Tecnopor?

Son estas las interrogantes que surgen, como finalidad de esta investigación.

1.2.Descripción del Problema

Entre las soluciones para enfrentar los retos de la construcción de infraestructura a nivel mundial destaca el desarrollo de materiales de alto rendimiento y tecnologías innovadoras que ayudan a optimizar los procesos constructivos y alargar la vida útil de las estructuras. No hay duda de que el hormigón es la mejor opción en este sentido. (Ceballos, 2016).

Por lo tanto, la tasa de crecimiento de la industria de la construcción continúa aumentando con un crecimiento promedio anual del 3,8% en 2015 y un crecimiento promedio anual del 3,9% de 2016 a 2020. (MarketReportsStore.com, 2015). Esto se refleja en el uso del hormigón. Según CEMBUREAU (Asociación Europea de la Industria del Cemento), la producción mundial total de hormigón en 1900 era de unos 10 millones de toneladas, mientras que en 1998 había aumentado a 1,6 mil millones de toneladas, lo que significa que en menos tiempo. Durante más de cien años, el hormigón se ha convertido en el material de construcción más utilizado en el mundo debido a la facilidad con la que se puede moldear en diversas formas y tamaños.

Por otro lado, las investigaciones y estudios a lo largo de los años han producido una variedad de hormigones especiales (Ruiz, 2006). El hormigón ligero forma parte de este tipo de hormigón. Su característica principal es la reducción del peso específico. Por lo tanto, es necesario estudiarlo para brindar soluciones innovadoras a los desafíos de la ingeniería. Hormigón, como el puente Raftsundet en el norte de Noruega o la plataforma petrolera Hibernia en Canadá. También el Puente Benecia-Martinez en San Francisco se realizó con el

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

empleo de concretos livianos, según Hou, Caicedo y Falconi (2010) indican que el suelo tenía una baja capacidad portante y gracias al concreto liviano se pudo ejecutar esta obra.

Así mismo, Según la Federación Interamericana del Cemento (FICEM), el Perú es el tercer país de Iberoamérica con mayor participación del sector de la construcción en el PIB (Producto Interno Bruto). su tasa de crecimiento es superior a la tasa de crecimiento del PIB mundial. (BCRP e INEI). Como a nivel mundial, el concreto liviano se utiliza en algunas estructuras, como el techado del Aeropuerto Jorge Chávez del Callao, así como en algunas estructuras no estructurales, según la UNICON (Unión de Concreteras) de Perú. Un ejemplo es el pavimento. Tuberías de equipos criogénicos en la planta de líquido de gas natural Pampa Melchorita, en Cañete. Además, se promueve la producción de este concreto, como es el caso de los concursos que organiza el ACI (American Concrete Institute) en Perú. Sin embargo, empresas como Sika, Química Swiss, Basf, etc. ofrece productos que reducen el peso del hormigón, como los incorporadores de aire, pero para obtener hormigón ligero es más recomendable utilizar masillas ligeras, como poliestireno expandido, agentes espumantes. . Arcilla, arcilla expandida, etc. Es importante enfatizar que el concreto liviano puede alcanzar una densidad hasta un 25% menor que la comúnmente utilizada en elementos estructurales y alcanzar resistencias que exceden los valores previstos, lo que convierte al concreto liviano en una excelente alternativa para edificios de gran altura (Hernández, 2011).

1.3.Problemática de la investigación

1.3.1. Problema General

¿Será posible definir las diferencias cuantitativas en costo, tiempo y carga estructural de losas aligeradas, utilizando Tecnopor y ladrillo hueco- 8 tubos para edificaciones?

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.3.2. Problemas Específicos

¿Cuáles son las características de la edificación asentada en la ciudad de Arequipa, según el Reglamento Nacional de Edificaciones?

¿Se qué manera se podría identificar el comportamiento estructural de la edificación, bajo solicitación sísmica para la ciudad de Arequipa?

¿Cuál sería el costo y tiempo de ejecución para la construcción de losas aligeradas compuestas por ladrillo hueco- 8 tubos y Tecnopor acanalado?

¿De qué manera se podría recomendar la mejor alternativa para la construcción de edificaciones en la ciudad de Arequipa, considerando las tipologías losas en función a los materiales para su ligereza?

1.4.Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

Proponer la mejor alternativa en cuanto al costo, carga estructural y tiempo de ejecución al emplear bloques de Tecnopor acanalado y ladrillo hueco- 8 tubos en edificaciones, Arequipa 2022.

1.5.Justificación de la investigación

1.5.1. Justificación Ambiental

A partir de la investigación, se propone una alternativa para la utilización del Tecnopor o ladrillo hueco- 8 tubos. De la cual, se genera una diferenciación entre el impacto ambiental que genera cada uno de estos materiales para la unidad de estudio. Es por ello que, al utilizar Tecnopor, se mitiga el uso de materiales tipo suelos para la creación de bloquetas de arcilla, y mediante el uso de la arcilla, se reduce las pérdidas en obra del material Tecnopor el cual resulta más liviano con capacidad de transportarse mediante el aire por el

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

sector de Socabaya. Brinda como parte que es un material 100% reciclable, alta capacidad para aislamiento térmico, resistente a la humedad y el envejecimiento

1.5.2. Justificación Social

En el sector de Socabaya, se evidencia la presencia de proveedores de materiales de construcción, conocidos como ferreteros, los cuales se encuentran distribuidos linealmente a lo largo de la avenida con el mismo nombre del distrito (Google, s.f.). Es por ello que, al proponer dos alternativas de materiales para la ejecución de losas aligeradas, se abre el mercado de estos proveedores, descartando el comercio de bloquetas de arcilla como único elemento de ligereza estructural para losas aligeradas, de edificaciones. Brinda como aporte una fácil instalación y mantenimiento.

1.5.3. Justificación Económica

La presente investigación brinda alternativas en cuanto a costo de ejecución para losas aligeradas en edificaciones; las cuales son muy comunes en el sector en estudio (Guillén Seminario & Mendoza Pinto, 2018). Logrando de esta manera ampliar la expectativa de los clientes hacia las tiendas de materiales de materiales de construcción, con respecto a la selección de los mismos.

1.5.4. Justificación tecnológica.

Gracias al análisis que se plantea en este estudio, se brinda alternativas para seleccionar el mejor material según las disposiciones de los clientes que requieran construir edificaciones en la ciudad de Arequipa. Así mismo, el empleo de herramientas digitales tipo software como: Etabs, S10 y MS Project son herramientas que permiten desarrollar este proyecto, acorde a las solicitaciones actuales en la línea de estructuras, referente al diseño y propuesta estructural.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.5.5. Justificación Político/ Institucional

Esta investigación se justifica políticamente al abordar aspectos clave para el desarrollo urbano y la seguridad ciudadana en Arequipa. Al identificar las características de las edificaciones según el Reglamento Nacional de Edificaciones y evaluar el comportamiento estructural bajo solicitación sísmica, se fortalece el cumplimiento normativo y se promueve la preparación ante desastres. Además, al analizar el costo y tiempo de ejecución de las losas aligeradas con diferentes materiales, se ofrece una oportunidad para optimizar recursos y mejorar la eficiencia en la construcción de infraestructura pública y viviendas, en línea con los objetivos institucionales de mejora de la calidad de vida y el desarrollo urbano sostenible.

1.5.6. Justificación ética

La investigación propuesta busca mejorar la seguridad y la eficiencia en la construcción de edificaciones en Arequipa. Esto se alinea con principios éticos de protección de la vida y el patrimonio, transparencia en la toma de decisiones y equidad en el acceso a alternativas constructivas más seguras y económicas.

1.6.Alcances de la Investigación

La presente investigación respecto a la ligereza en losas ejecutadas en la ciudad de Arequipa, tiene un enfoque de ingeniería conceptual o básica. Así mismo, estará limitado por los recursos disponibles, el tiempo y la extensión de la presente investigación.

Por otro lado, la propuesta contempla el modelamiento de losa aligerada con ladrillo hueco- 8 tubos y bloques de poliestireno expandido acanalados. En el análisis se contempla la optimización mediante la aplicación de software Etabs y SolidWorks y un análisis de costos para comparar las dos alternativas para aligerado de losas.

El desarrollo de la presente investigación contempla lo siguiente:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 1

Alcance de la investigación

Caracterización de la edificación
Estudios Complementarios
Modelamiento Estructural
Desarrollo de presupuestos
Desarrollo de cronograma de obra
Análisis de resultados

Fuente: Propia.

1.7.Hipótesis

1.7.1. Hipótesis General

Es viable emplear bloques de tecnopor acanalados versus ladrillo hueco- 8 tubos garantizando una eficiencia óptima en cuanto al costo, carga estructural y tiempo de ejecución en edificaciones asentadas en la ciudad de Arequipa

1.7.2. Hipótesis Específicas

Las características de una edificación son definidas en única relación al Reglamento Nacional de Edificaciones.

El comportamiento estructural es más dinámico en cuanto a desplazamientos, fuerzas y momentos bajo los criterios de empleabilidad de materiales del tipo Tecnopor acanalados en losas aligeradas de la edificación.

Respecto al costo y tiempo de ejecución, resulta más recomendable la alternativa de unidades de Tecnopor acanalado en losas aligeradas para una edificación

La mejor alternativa en cuanto a ligereza en la construcción de edificaciones, resulta las unidades de Tecnopor acanaladas.

1.8.Variables

1.8.1. Variable Dependiente

Variable 1: Tiempo de Ejecución

Variable 2: Presupuesto

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Variable 3: Carga Estructural

1.8.2. Variable Independiente

Variable: Uso de Tecnopor o Ladrillo Hueco

1.8.3. Operacionalización de Variables

Tabla 2

Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLE	INDICADOR	UNIDAD/ CATEGORÍA	ESCALA	TIPO DE VARIABLE
Tiempo de Ejecución	Cronograma del Proyecto	$[días]$	Cuantitativa	Dependiente (Efecto)
	Ruta Crítica	$[días]$		
	Tiempo de ejecución por partida	$[días]$		
Presupuesto	Análisis de Precios Unitarios	$[soles]$	Cuantitativa	Dependiente (Efecto)
	Rendimiento por partida	$[variable]$		
	Partidas o Tareas	$[variable]$		
Carga estructural	Desplazamientos	$[cm]$	Cuantitativa	Dependiente (Efecto)
	Fuerzas	$[kgf]$		
	Momentos	$[kgf - cm]$		
Uso de Tecnopor o ladrillo hueco	Diseño de bloque de Tecnopor acanalado para su uso en losas aligeradas	$[adimensional]$	Cuantitativo	Independiente (Causa)
	Comportamiento del prototipo en Solidworks	$[adherencia]$	Cualitativo	
	Comportamiento dinámico de la estructura	$[variable]$	Cuantitativo	

Fuente: Propia

Importante mencionar que, en el cálculo de la losa aligerada con los dos materiales para su ligereza, se contemplan las siguientes condiciones:

- Análisis técnico del bloque
- Diseño de bloque expandido acanalado

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Eficiencia del uso del bloque
- Pruebas y ensayos de laboratorio de la eficiencia en el uso de bloques
- Análisis económico
- Diseño de bloque
- Uso del bloque
- Cualidades en el uso del bloque de poliestireno expandido acanalado
- Comprobación de hipótesis planteada

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO II

2 . FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1.Marco Legal

Existe una Normativa Internacional que permite definir el procedimiento para diseño de Elementos estructurales tipo losa, viga y columna, la cual es el ACI (American Concrete Institute). De la anterior norma citada, resalta el Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y sus comentarios (ACI 318SR-05). Respecto a los alcances de esta norma, también brindan especificaciones para calidad de concreto e indicaciones para concreto prefabricado.

Para las metodologías a utilizar en la presente investigación, el Reglamento Nacional de Edificaciones, con su normativa NTE E 030 diseño sismorresistente RM-43-2019-VIVIENDA, las cual permite establecer las solicitaciones sísmicas y el comportamiento del sistema estructural que se pretende proponer para construir. Así mismo, la normativa E.020 Cargas, la cual define la distribución y combinación de las mismas.

2.2.Justificación del área de estudio

2.2.1. Determinación de la edificación en estudio

Para la presente investigación, la edificación en estudio comprende una de 05 niveles y 01 sótano, ubicado en la ciudad de Arequipa.

Características de la edificación

Conformado por 01 sótano y 05 niveles.

Ubicación: Ciudad de Arequipa

Resistencia a la compresión del concreto f’c=210 kgf/cm2

Área techada: 175 m2

Presencia de muros inclinados: Si

Inclinación de muro: 167° (planta)

Máxima Luz en losa: 5m

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

A continuación, se muestra la planta típica de la edificación:

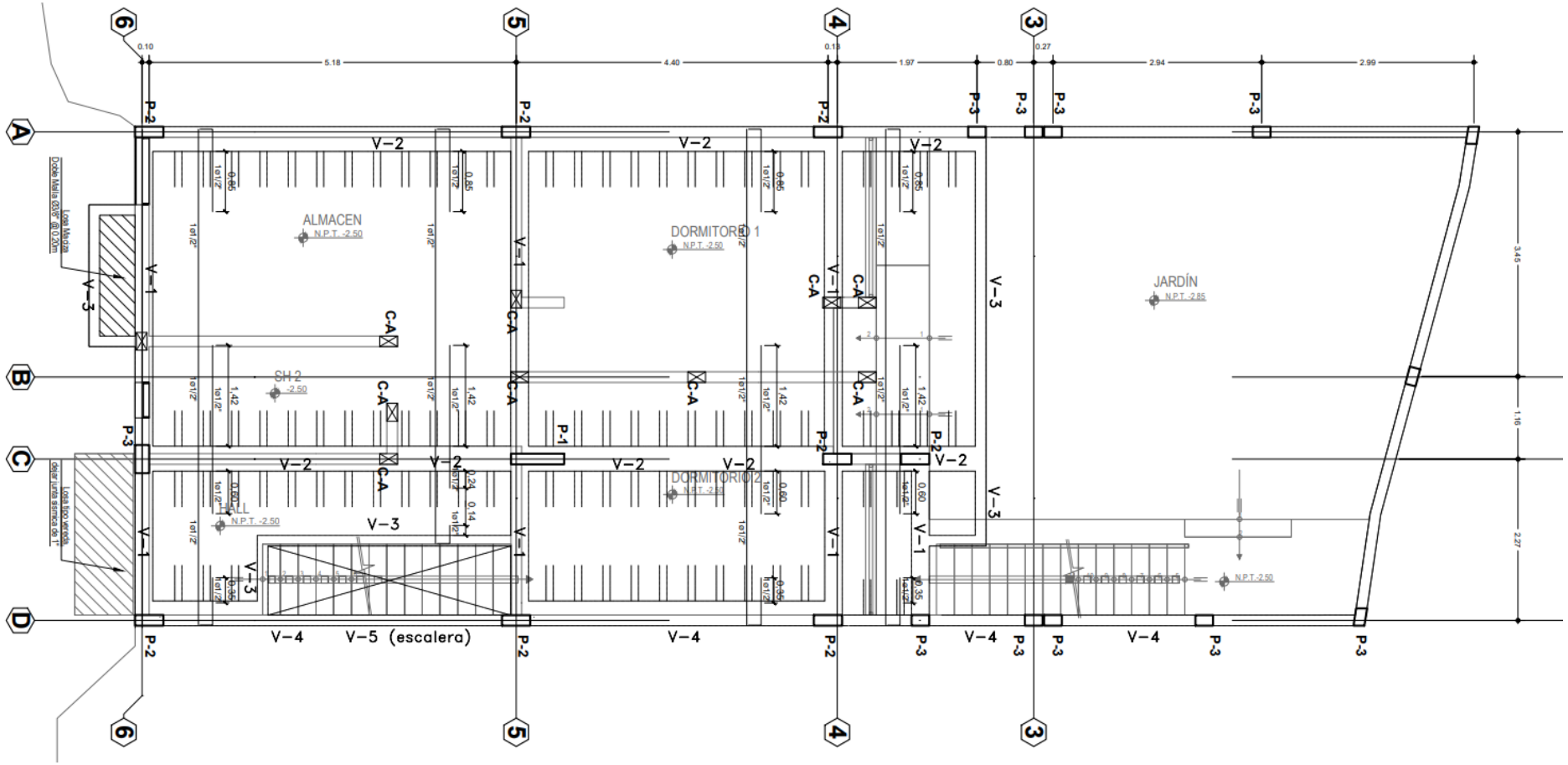


Figura 1 *Vista Planta típica de la edificación*

Fuente: Propia. [Figura].

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2.2. Ubicación del área de estudio



Figura 2 *Ubicación del área de estudio*

Fuente: Google Maps (2022).

La presente investigación se delimita en la ciudad de Arequipa, en frontera con el distrito de José Luis Bustamante y Rivero.

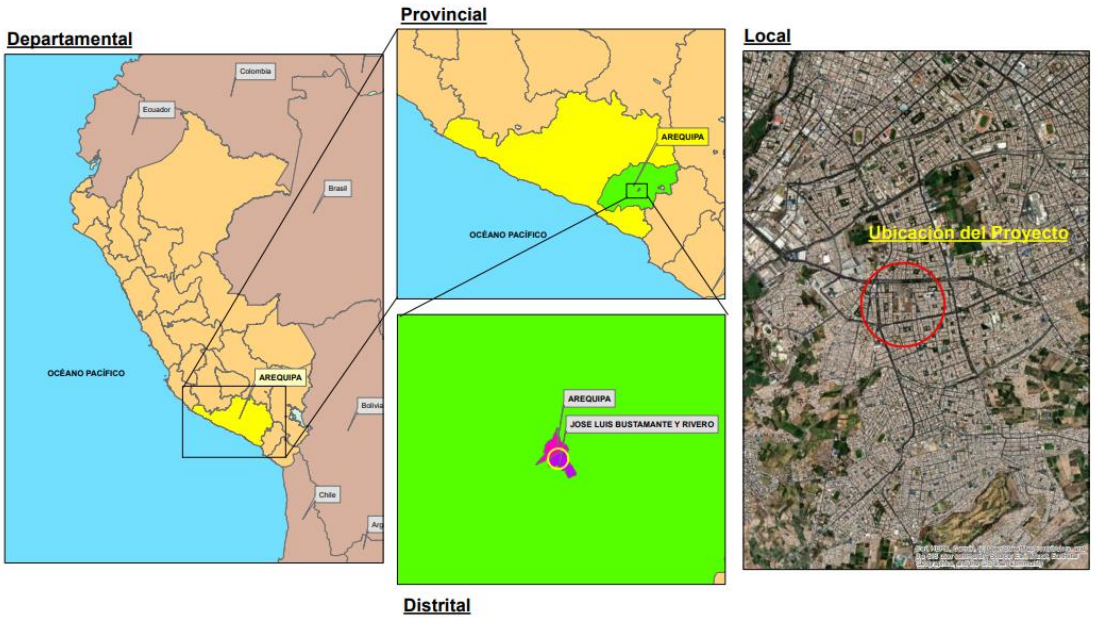


Figura 3 *Ubicación Geográfica del Proyecto*

Fuente: ArcGIS

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.3.Marco Teórico

2.3.1. Ladrillo:

Los ladrillos son las unidades con las cuales se levantan los muros y se aligera el peso de los techos.

Existen ladrillos de diferentes materiales: concreto, silicios calcáreos, etc., pero los más usados para una casa son los de arcilla. Éstos se obtienen por moldeo, secado y cocción a altas temperaturas de una pasta arcillosa.



Figura 4 *Especificaciones del ladrillo hueco 15 8 tubos*

Fuente: Ladrillos Diamante (s.f.)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Sus medidas son diversas y son fabricados de un tamaño que permita manejarlos con una mano. Sus dimensiones dependen del lugar donde van a ser colocados (muros, techos, etc.).

El ladrillo hueco, es mencionado en el portal web Construyendo Seguro, como muy liviano y su función es aligerar el peso de los techos, tiene 30 cm de ancho, 30 cm de largo con distintas alturas que dependen de la longitud libre de los techos. Así mismo, menciona que puede ser de 12 cm, 15 cm o 20 cm. Además, son muy utilizados para techos aligerados de 15 cm, 20 cm ó 25 cm de espesor (Construyendo Seguro, s.f.).

2.3.1.1. Ladrillo para techos

Generalmente, miden 30 cm de ancho por 30 cm de largo, con diferentes alturas que dependen de la longitud libre de los techos. Pueden ser de 12 cm, 15 cm ó 20 cm y son utilizados para techos aligerados de 15 cm, 20 cm ó 25 cm de espesor respectivamente.

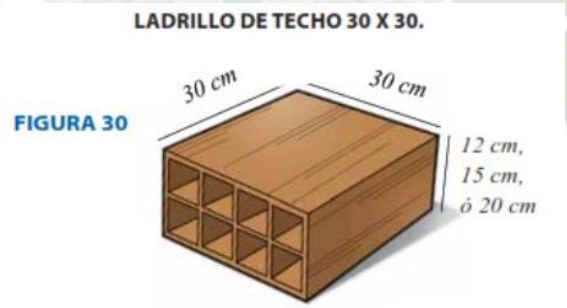


Figura 5 *Ladrillo de Techo*

Fuente: Aceros Arequipa

Este ladrillo, al igual que la pandereta, es muy liviano y su función es aligerar el peso de los techos (Aceros Arequipa, 2020).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.3.2. Poliestireno Expandido:



Figura 6 *Ladrillos de Tecnopor*

Fuente: Etsa Perú (2018)

Como se menciona en el portal web de la empresa Etsa Perú, este material es también llamado EPS o Tecnopor, el cual resulta ser un material versátil y ligero con aplicación en el sector de la construcción, en productos como planchas y ladrillos. Así mismo, es empleado en techos. Así mismo, debido a su resistencia a la humedad y gran capacidad de absorción de impactos, la cualidad más resaltante es su higiene y aparente característica de material inerte (Etsa Peru, s.f.)

El poliestireno expandido o EPS se define técnicamente como "material plástico celular y rígido fabricado a partir del moldeo de perlas pre expandidas de poliestireno expandible o uno de sus copolímeros, la cual presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire" (ANAPE, 1992).

Para ello, se estudiará en detalle la situación y geometría óptima de los bloques de EPS, además de un estudio de dos modelos a escala, uno sin EPS y otro con bloques con distribución rectangular. Los resultados obtenidos permiten afirmar que la reducción de la presión es muy significativa si los bloques se disponen con la geometría y situación adecuadas sobre el plano

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

de deslizamiento, pero sin eliminar el efecto beneficioso del peso del suelo ubicado sobre la losa. (Dávila, J. M., Fortes, J. C., Jaramillo-Morilla, A., de la Torre, M., & Pancho, R. 2019).

2.3.2.1. Propiedades Físicas del EPS

La geoespuma de poliestireno expandido (EPS) es un material de inclusión adecuado debido a su peso ligero, respuesta predecible a la tensión-deformación, disponibilidad y facilidad de instalación (Bishnoi, D., Patil, V., & Dasaka, S. M. 2024)

Densidad: Exhiben una apariencia de materiales espumosos notablemente livianos. Su densidad puede variar entre 10 kg/m3 y 50 kg/m3, dependiendo de la aplicación específica del EPS.

• Resistencia mecánica: La estabilidad mecánica del EPS es una característica destacada, aunque se clasifica como una espuma rígida. La evaluación de su resistencia mecánica comprende varios aspectos, como la resistencia a la compresión, flexión, tracción y esfuerzo cortante, especialmente, está estrechamente relacionada con la densidad del material y otros factores como la geometría, el tiempo de uso y las condiciones de prueba.

• Tensión de compresión: En aplicaciones arquitectónicas donde se utilizan productos de EPS, como aislamiento para pisos, techos y paredes, es fundamental la capacidad de resistir cargas de compresión. En tales casos, la deformación del EPS bajo carga suele mantenerse por debajo del 10%.

• Propiedades de aislamiento térmico: Gracias a su estructura celular cerrada que atrapa el aire. La conductividad térmica del material está influenciada por su densidad, con densidades más bajas generalmente asociadas a una menor conductividad térmica.

• Propiedades de aislamiento acústico: El aislamiento acústico del EPS depende principalmente de su densidad. Puede absorber el sonido en un rango específico de frecuencias y se puede mejorar combinándolo con otros materiales para formar una barrera de sonido "sándwich". Se

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

han desarrollado técnicas de calandrado para mejorar aún más su rendimiento acústico, favoreciéndolo, aunque esto puede resultar en una reducción de la dureza del material.

2.3.2.2. El MEPS (Poliestireno Expandido Modificado)

El poliestireno expandido modificado es una variante del poliestireno expandido que ha pasado por un proceso de modificación térmica, cambiando su estructura de espuma a plástico. Este proceso, que implica una duración y temperatura específicas, resulta en un material con menor densidad y mayor resistencia mecánica, dependiendo de las variables mencionadas. Para la creación de hormigón ligero, es sencillo incorporar poliestireno expandido (EPS) de diferentes densidades y cantidades. Sin embargo, debido a su baja resistencia, el hormigón ligero con EPS no ha sido ampliamente utilizado como material estructural. La fuerza del hormigón se ve afectada por la calidad de sus componentes, y se sabe que el EPS tiene una contribución mínima a la resistencia bajo cargas externas. Investigaciones como las de Kan y Demirboğa (2009) han demostrado la baja capacidad y los resultados deficientes en hormigón y mortero con agregado de EPS, con resistencias eléctricas rara vez superiores a los 8 MPa. Recientemente, se ha desarrollado una tecnología de tratamiento térmico para recuperar los residuos no degradables de espuma de poliestireno expandido. Este proceso modifica la estructura del EPS para mejorar su rendimiento, produciendo materiales con baja densidad y valores de resistencia mecánica relativamente altos en comparación con el material original. Estudios indican que este nuevo material puede ser usado como un agregado ligero. Fernando Vidal (2010) ha demostrado su efectividad en hormigón estructural ligero. Aunque se introdujo en 2009, hay poca información disponible sobre el precursor de MEPS. Esta investigación busca descubrir nuevos usos para el EPS en la construcción, dada su no biodegradabilidad y su potencial contaminación del suelo y el agua, para así producir hormigón más sostenible y ecológico.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.3.2.3. Usos del Poliestireno.

Los elementos de iluminación de poliestireno incluidos en los paneles solucionan los problemas tanto de reducción de peso como de aislamiento térmico de los paneles. El poliestireno puede presentarse en forma de vigas o medias vigas de hormigón armado o pretensado, o con nervaduras coladas para acomodar diferentes tipos de losas. Los bloques de poliestireno se pueden fabricar en diferentes anchos y alturas y en diferentes perfiles para adaptarse a cualquier diseño de panel plano. Debido a su alta rigidez estructural y versatilidad de diseño, los paneles planos se utilizan cada vez más en aplicaciones bidireccionales o de celosía. Las propiedades aislantes del poliestireno son parte integral de este sistema, lo que lo hace ideal para edificios con condiciones climáticas extremas y requisitos especiales de instalación. El poliestireno también tiene excelentes propiedades de insonorización, lo que hace que este sistema sea ideal para edificios, hogares, auditorios, escuelas, teatros, hospitales y centros de investigación, etc.

2.3.2.4. Forma de colocación con casetón perdido a la vista

Después de la colocación y alineación precisa de los elementos estructurales necesarios, se asegura el cajón de poliestireno al encofrado para evitar movimientos durante las fases de armado de la losa y vertido del hormigón. A continuación, se procede con la instalación de las vigas y refuerzos correspondientes dentro del encofrado. Posteriormente, se realizan otras instalaciones adicionales según las especificaciones del diseño. Una vez que se ha llevado a cabo la limpieza tanto del cajón de poliestireno como del encofrado, se procede con el vertido del hormigón. Después de que el hormigón ha fraguado y se ha retirado el encofrado, el cajón de poliestireno, así como las vigas y refuerzos, quedan expuestos en la parte inferior. Para finalizar, se elimina cualquier exceso de hormigón y se nivela cuidadosamente el cajón, permitiendo así la opción de dejarlos visibles para aplicar acabados como yeso o pintura, o bien instalar un falso techo para ocultarlos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.3.2.5. Proceso constructivo

En varios procesos de construcción, se recurre a cajas fuertes o bloques de poliestireno como materiales para aligerar la carga estructural. En esta sección, nos enfocaremos en explicar el proceso constructivo cuando la caja de poliestireno es retirada y queda invisible. Respecto a la plantilla, el procedimiento es similar al vertido sobre una losa sólida. Se disponen las tablas de madera, listones decorativos, losas y columnas que constituyen la plantilla base para asegurar que la losa final tenga una superficie terminada. En este escenario, la madera contrachapada se coloca después de aplicar un agente desmoldante para facilitar su remoción posterior. Este enfoque permite una construcción eficiente y la obtención de un acabado superficial deseado.

2.3.2.6. Peso Propio del sistema

El objetivo principal es disminuir el peso de la entreplanta, lo que resultará en la reducción del tamaño de las vigas, pilares y cimentaciones, lo que a su vez llevará a una disminución del peso total de la estructura y permitirá ahorrar materiales como hormigón y acero de construcción. El poliestireno expandido se emplea con el fin de reducir el peso, ya que una de sus principales cualidades es su baja densidad, que varía entre 10-12 kg/m3.

En este sentido, se realizó una comparación del peso propio utilizando materiales ligeros (como poliestireno, ladrillos de arcilla hechos a mano e industriales) y ladrillos de hormigón para determinar el porcentaje de reducción de peso. La siguiente tabla presenta las características y el peso de estos materiales ligeros.

Tabla 3

Características de los aligerados comúnmente utilizados

Tipo de Aligerante	Altura de aligerante (cm)	Peso del aligerante (kg/und)	Dimensiones (cm)
Ladrillo artesanal arcilla	12	13.0	12 x 30 x 30
Ladrillo semiindustrial	12	7.0	12 x 30 x 30
Ladrillo de Cemento	12	11.0	12 x 30 x 25

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Poliestireno	12	0.13	12 x 30 x 30

Fuente: Adaptado de varios autores (2020)

2.3.2.7. Desventajas del uso de poliestireno

- **Son inflamables**. Debe de añadirse otro sistema que proteja a la estructura del fuego. Dentro de la bovedilla no se pueden poner fuentes de alto calor como tubos de calefacción o focos que alcancen gran temperatura (Leroy Merlyn, 2024).
- **Mala adherencia de yesos y morteros**. Esta circunstancia se puede salvar con pastas con aditivos añadidos o haciendo ranuras a la bovedilla para que la pasta tenga mayor agarre mecánico (Leroy Merlyn, 2024).
- **Soporta menores cargas en el techo**. Este es un aspecto a tener en cuenta a la hora de colgar elementos como puede ser una lámpara (Leroy Merlyn, 2024).

2.3.3. Losas:

En el manual de construcción para Maestros de Obra, se menciona que, las losas, también conocida domo techo, forman parte de la estructura de una vivienda y están hechos de concreto armado. Además, que se utilizan como entrepisos. Adicionalmente, se apoyan sobre muros portantes, vigas o placas. Las funciones de estos elementos estructurales son: Transmitir hacia los muros o vigas el peso de los acabados, su peso propio, el peso de la carga muerta de la edificación y el de la carga viva, además de otras cargas especiales. Por otro lado, transmitir a los muros las fuerzas que producen los terremotos y unir elementos estructurales (columnas, vigas y muros) para que toda la estructura trabaje en conjunto, como una sola unidad (Aceros Arequipa, 2020).

Estas funciones explicadas de las losas, se cumplen cuando: Las losas son iguales en todos los pisos, su largo es igual a tres veces el ancho y que las aberturas en escaleras no son excesivas ni en número y tamaño, y deberán estar ubicadas de preferencia en la zona central (Aceros Arequipa, 2020).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

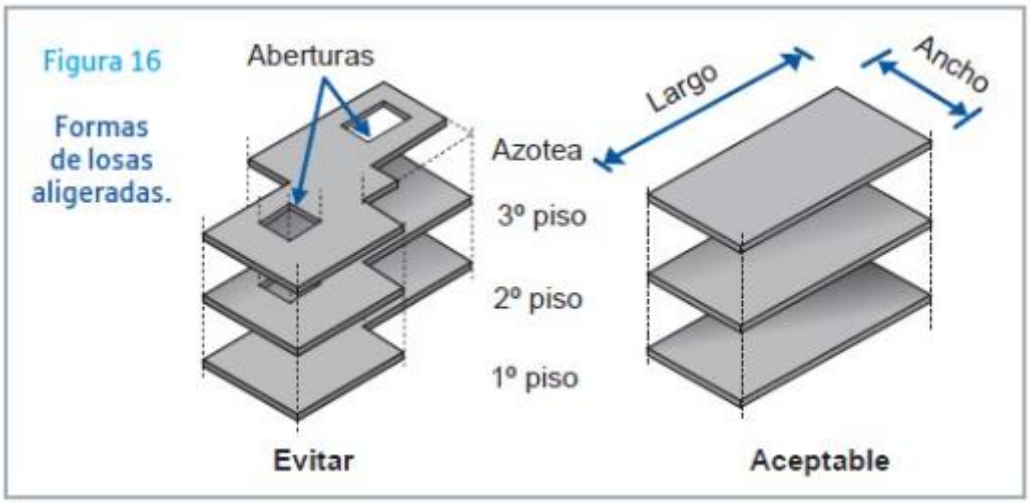


Figura 7 *Formas recomendadas de losas aligeradas*

Fuente: Aceros Arequipa (2020)

2.3.3.1. Losas Entrepiso

El entrepiso se considera uno de los componentes más críticos en la edificación de viviendas, dado que una mala disposición de las barras de acero puede resultar en un colapso, incluso en ausencia de un evento sísmico. La losa o plataforma debe ser capaz de soportar diversas cargas, como el mobiliario, el personal, su propio peso y el de los acabados, como los suelos y el yeso. Además, cumple la función de actuar como un diafragma rígido para absorber fuerzas sísmicas generales. Por estas razones, es esencial considerar la importancia de su construcción con los estándares técnicos y económicos adecuados para garantizar la seguridad estructural y reducir los costos de construcción

2.3.3.2. Tipos de losas de entrepiso

Una losa se define como una placa plana de considerable amplitud, generalmente orientada de manera horizontal, con superficies superior e inferior paralelas entre sí. Su función principal radica en soportar cargas verticales y distribuir fuerzas horizontales en una estructura. Esta capacidad de resistir cargas verticales incluye el peso propio de la estructura, así como la carga adicional generada por elementos como acabados, tabiques, pisos y cargas vivas.

Existen varios tipos de losas utilizadas en la construcción:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

A. Las losas macizas se encuentran apoyadas perimetralmente sobre vigas o muros en sus cuatro lados, siendo conocidas también como losas de dos direcciones debido a su armadura en ambas direcciones.

B. Las losas planas se colocan directamente sobre columnas sin vigas, pudiendo tener diferentes configuraciones y pueden ser sólidas o aligeradas, siendo estas últimas obtenidas mediante la combinación de bloques huecos o tubos de cartón, o mediante la formación de agujeros utilizando moldes de plástico u otros materiales.

C. Las losas aligeradas son una opción cuando se busca reducir su peso, especialmente para cubrir grandes vanos, y se caracterizan por su rigidez y capacidad para soportar cargas.

D. Las losas nervadas constan de viguetas conectadas por una placa plana, siendo más ligeras que las losas sólidas de igual rigidez y utilizadas para cubrir grandes luces.

E. Las losas con casetones se basan en un sistema de cajones que, al ser llenados con hormigón, forman una placa semiesférica, reduciendo su peso sin afectar significativamente su resistencia.

F. Las losas aligeradas de vigueta y bovedilla, prefabricadas y compuestas por viguetas y bóvedas, constituyen otra opción utilizada en la construcción, ofreciendo una solución eficiente y económica para cubrir grandes áreas.

En resumen, las losas representan un componente crucial en la construcción, con una variedad de opciones disponibles para adaptarse a diferentes necesidades y requisitos estructurales.

2.3.3.3. Composición de una losa aligerada

El concreto estructural, caracterizado por su espesor específico de 5 cm, comprende una combinación de cemento, agregado grueso (como piedra) y agregado fino (arena y agua). El mortero, que se compone de cemento, agua y arena, desempeña un papel crucial al unir las

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

partículas del agregado grueso, llenando los espacios entre ellas. Para garantizar la integridad y la ausencia de huecos en la mezcla, se emplea una cantidad adicional de mortero, lo que conlleva a un incremento en el volumen total. Además de la calidad de los materiales, aspectos tales como el proceso de mezclado, transporte, colocación y curado, resultan fundamentales para obtener un concreto de alta calidad, cuya resistencia a la compresión, f'c, se estipula en 210 kg/cm2 en el caso del concreto armado.

Las viguetas, con un ancho de 10 cm, se disponen con una distancia mínima entre sus ejes de al menos 40 cm. En el espacio que queda entre la losa, que posee un grosor de 5 cm, y las viguetas, se emplean tejas de dimensiones típicamente de 30x30 cm o 30x25 cm, cuya función principal es la de relleno sin añadir estructuralidad, utilizadas con el propósito de conformar el techo. La disposición del acero en las viguetas se divide en positivo, localizado en la parte inferior, y negativo, ubicado en la parte superior. El acero negativo se conecta al acero transversal, comúnmente conocido como acero de temperatura, cuya función radica en prevenir la contracción y expansión de la losa ante cambios térmicos. Este acero de temperatura, por su parte, se vincula al acero negativo de la viga y se asegura al acero longitudinal exterior de la viga de conexión, en el extremo correspondiente.

Respecto a los elementos aligerantes, existen varias alternativas, pero se destacan dos particularmente en el contexto peruano: el bloque cerámico de arcilla, concebido para incrementar su porosidad durante el proceso de cocción, y el bloque de poliestireno expandido, un material versátil que se ajusta en tamaño y espesor según los requerimientos del diseño, empleado principalmente en cubiertas y losas sándwich nervadas o enrejadas en una dirección específica.

El diseño de la losa aligerada en el ámbito de la ingeniería civil busca mejorar el rendimiento estructural de las edificaciones, a fin de optimizar los costos de construcción. Este proceso de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

diseño comprende el dimensionamiento y cálculo de la losa aligerada, cuya metodología se aborda de manera demostrativa en la presente investigación.

Método ACI: Típicamente el diseño de las losas aligeradas está influenciado por los siguientes parámetros:

Tabla 4

Parámetros para el diseño de losas - Método ACI

Parámetros para el diseño de Losas – Método ACI
Cargas de Diseño
Características y tipo de losa

Fuente: Almonacid L. (2020).

A. Eficiencia Técnica y Económica de Losas Aligeradas.

B. Comparando la eficiencia técnica, como se mencionó anteriormente, las losas macizas se forman como vigas según la unidad de ancho. Cuando se trata de puentes de grandes luces, este tipo de construcción no es adecuado porque es muy pesado y antieconómico. Tienen poca rigidez y vibran demasiado. Debido al pequeño ángulo de inclinación, se requiere una gran cantidad de barras de acero longitudinales. Si se añaden barras de acero longitudinales para reducir la cantidad de acero utilizado y mejorar su rigidez, el mismo peso aumentará significativamente, así como el coste. Los paneles de peso reducido no requieren el uso de encofrados metálicos, ya que los ladrillos actúan como crucetas para las vigas. También técnicamente son más eficientes, ya que se recomiendan paneles sólidos, donde la luz máxima es menor o igual a 4 m. Los paneles livianos, por otro lado, tienen una aplicación más amplia y luces más grandes, mejor manejo de la rigidez y optimización de la temperatura y temperatura del acero longitudinal; y el uso de componentes livianos le da al sistema el beneficio adicional de reducir el peso de la placa si fuera sólida.

B. El Peso de los Elementos Aligerantes.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Al comparar el peso de las losas ligeras tradicionales con las nuevas tendencias, se descubre que el uso de bloques de arcilla tradicionales se ha convertido en un problema y el coste total de la construcción aumentará significativamente.

2.3.3.4. Losa Aligerada con bloques de Poliestireno Expandido

Como se mencionó en el capítulo anterior, los paneles livianos tienen importantes aplicaciones en la construcción. Los materiales que componen los paneles livianos incluyen agregados, cemento, barras de refuerzo y acero de alta temperatura, así como elementos livianos. En este tipo de losas de revestimiento se utilizan bloques de poliestireno expandido como agente reductor de peso, lo que reduce significativamente el peso de la losa, afectando así la cimentación y sus costes de construcción.

2.3.3.5. Definición de Losa Aligerada

Los elementos estructurales de espesor reducido respecto a otras dimensiones, como techos o suelos, suelen ser horizontales y reforzados en una o dos direcciones, según el tipo de soporte de su perfil. También se utiliza como membrana rígida para mantener la integridad estructural bajo cargas sísmicas horizontales. Para estructuras de ladrillos livianos, esta tabla se puede utilizar para estimar el peso de los ladrillos.

Tabla 5

Peso de losa aligerada por unidad de losa en Perú

Altura de la losa	Bloques de mortero	Ladrillo de arcilla
17 cm (12 +5)	300 kg/m2	250 kg/m2
20 cm (15 + 5)	350 kg/m2	280 kg/m2
25 cm (20 + 5)	400 kg/m2	320 kg/m2
30 cm (25 + 5)	450 kg/m2	370 kg/m2

Fuente: Varios autores (2020). [Tabla].

A. Las losas aligeradas se calculan por vigueta.

Los tableros de luz más utilizados son los de 20 cm y 25 cm. El espesor del tablero es de 5 cm y el ancho de la viga es de 10 cm. Por motivos de construcción, no se recomienda

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

colocar más de dos barras de acero en un aspersor. Por otro lado, no se recomienda utilizar armaduras de compresión en estos elementos porque son poco inclinados y su eficiencia es casi nula (Teodoro, 2005).

B. Losa aligerada en una dirección con bloques de poliestireno expandido.

Este tipo de tablero liviano tiene las mismas características estructurales y se comporta como su nombre indica, este tablero tiene bloques de poliestireno, o como comúnmente se les conoce, almacenes, que actúan como bloques de arcilla, lo que reduce significativamente el peso del tablero por kg en el área.

2.3.4. Materiales de Construcción

2.3.4.1. El Concreto:

Los buenos resultados de mezcla son muy buenos, porque sus métodos de diseño, tanto la fabricación como la implementación pueden lograr el rendimiento deseado. Estos incluyen estabilidad, resistencia, impermeabilidad, trabajabilidad y flexibilidad.

2.3.4.2. Agregados:

Es cualquier material granular, ya sea arena, piedra natural triturada o machacada, utilizado junto con un medio cementoso para crear hormigón o mortero. Los agregados típicos incluyen arena, grava, piedra triturada y polvo de piedra. En la mayoría de las estructuras, el agregado constituye del 70% al 75% en peso y del 60% al 65% en volumen y afecta significativamente el rendimiento, la proporción de mezcla y la economía del concreto fresco y endurecido.

A. Clasificación de agregados.

Su tamaño varía desde partículas apenas perceptibles hasta rocas. Esta designación de material se deriva de la condición mínima para el hormigón ordinario, es decir. el agregado se

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

divide en dos secciones principales con un margen nominal de 4,75 mm (Pantalla ASTM #4). Según el diámetro medio de sus partículas, se pueden dividir en:

- Agregado Fino: Una especie de agregado fino que pasa por un tamiz de 3/8 "y se retiene en la malla No. 200. El más común es el producto de arena producido por el colapso de rocas naturales o artificiales, y cumple con la norma ITINTEC 400.037.
- Agregado grueso: la piedra triturada retenida en el tamiz No. 4; se puede dividir en piedra triturada y grava. De la descomposición natural o mecánica de rocas, y cumple con los límites de la norma ITINTEC 400.037.

B. Fuentes de agregados.

Los áridos de segunda mano suelen clasificarse según su procedencia. Estos incluyen: agregados naturales, agregados procesados y agregados sintéticos o artificiales

- Agregados naturales: Se utilizan en forma natural y requieren poco tratamiento. Están compuestos por partículas producidas por procesos naturales de erosión y degradación, como el movimiento del viento, el agua, el hielo y los productos químicos.

A largo plazo, la forma de las partículas individuales es el producto de las sustancias que actúan sobre ellas. Los principales tipos de agregados naturales que se utilizan para la construcción liviana son la grava y la arena.

- Agregados procesados: Son materiales que han sido triturados y tamizados antes de su uso. Hay dos fuentes principales de agregados procesados: grava natural triturada. Hay tres razones por las que se trituran las rocas: cambiar la textura de la superficie de las partículas de suave a rugosa, cambiar la forma de las partículas de redondas a angulares y reducir y mejorar la distribución y el rango de tamaño de la roca (gradiente).

C. Propiedades del agregado

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El agregado representa del 70% al 75% del peso de la mezcla de hormigón. Esto hace que la calidad del agregado utilizado sea un factor clave en el desempeño del concreto. Sin embargo, además de la calidad, también se aplican otros criterios, que forman parte de la agregación de la selección. Estos criterios incluyen el costo total y la disponibilidad. Además, los agregados que cumplen con los requisitos de costo y disponibilidad deben tener ciertas características para ser considerados adecuados para el concreto de alta calidad. Estos atributos son:

Tabla 6

Atributos de los agregados

Atributos del Agregado
Graduación y tamaño máximo
Textura de la superficie, partícula
Capacidad de absorción
Limpieza
Dureza
Gravedad Específica
Forma de la partícula

Fuente: Almonacid L. (2020). [Tabla].

2.3.4.3. Casetones de poliestireno

El poliestireno expandido (EPS) es un plástico espumado derivado del poliestireno y utilizado en las industrias del embalaje y la construcción. La producción de este material comienza con un compuesto de poliestireno en forma de perlas que contienen un agente de expansión (generalmente pentano). Después de la preexpansión, las perlas se colocan en un silo estático y luego se transportan a la máquina formadora. En el interior de estas máquinas se aplica energía térmica para calentar el agente de expansión contenido en la perla y aumentar su volumen mientras plastifica el polímero. Durante este proceso, el material se adapta a la forma del molde que lo contiene. En la construcción se suelen vender láminas de diferente espesor y densidad. El cajón está hecho de poliestireno expandido EPS F, densidad: 15 kg /

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

m3. Por lo general, las cúpulas de poliestireno expandido se utilizan para crear pisos con niveles de aislamiento más altos.

2.3.4.4. Acero

En la construcción de ingeniería, se necesitan algunos elementos para superar ciertas limitaciones del hormigón. Para el hormigón armado, el acero es el responsable de esta función. El acero es una aleación de muchos elementos, que incluyen: carbono, manganeso, silicio, cromo, níquel y vanadio.

A. Acero corrugado y alambres: La sección transversal de la varilla corrugada es circular, como su nombre indica, la superficie de la varilla corrugada es corrugada, lo que ayuda a adherirse al hormigón. Estas corrugaciones deben cumplir con los requisitos mínimos para ser considerados en el diseño. Existen tres grados de acero corrugado: grado 40, grado 60 y grado 75, aunque solo el segundo se utiliza en nuestro medio. La siguiente tabla muestra las características de estos tres tipos de acero.

Tabla 7

Características resistentes de los aceros grados 40, 60 y 75

	fy (kg/cm2)	fs (kg/cm2)
Grado 40	2800	4900
Grado 60	4200	6300
Grado 75	5300	7000

Fuente: Almonacid L. (2020). [Tabla].

Donde:

fy: Esfuerzo de fluencia del acero.

fs: Resistencia mínima a la tracción a la rotura.

Las varillas se nombran por números y sus características geométricas se muestran en la tabla Nº8 a continuación:

Tabla 8

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Varillas corrugadas y sus características

Designación de la barra (véase la nota)	Diámetro de referencia en pulgadas	Dimensiones Nominales Diámetro mm	Área mm2	Perímetro mm	Masa (kg/m)
N°2	¼''	6.4	32	20.0	0.250
N°3	3/8''	9.5	71	30.0	0.560
N°4	½''	12.7	129	40.0	0.994
N°5	5/8''	15.9	199	50.0	1.552
N°6	¾''	19.1	284	60.0	2.235
N°7	7/8''	22.2	387	70.0	3.042
N°8	1''	25.4	510	80.0	3.973
N°9	1-1/8''	28.7	645	90.0	5.060
N°10	1-1/4''	32.3	819	101.3	6.404
N°11	1-3/8''	35.8	1006	112.5	7.907
N°14	1-3/4''	43.0	1452	135.1	11.380
N°18	2-1/4''	57.3	2581	180.1	20.240

Fuente: Almonacid L. (2020). [Tabla].

Nota: No existen números de varillas en el mercado peruano: 7, 9, 10, 14 y 18. En Perú, la barra # 2 se vende en rollos sin ondulaciones. Los postes entre el # 3 y el # 11 se transportan en una longitud de 30 'o 9 m. Se puede realizar en 6 mo 12 m según sea necesario.

El alambre de refuerzo puede ser liso o corrugado, fabricado de acuerdo con las normas ASTM-A-82-97a y A-496-97a. Se utiliza principalmente como refuerzo transversal en la columna.

B. Mallas Electrosoldadas

La malla de hormigón armado es un producto que se utiliza principalmente en el campo de la construcción, se puede utilizar para: muros, techos, aceras, muros de contención, cimentaciones, piscinas y otros componentes de la edificación, y su eficiencia es superior a la armadura de acero tradicional. La malla de alambre soldada se ha utilizado en casi todos los países del mundo durante muchos años, dando cuenta del desarrollo industrializado de los edificios. La malla de alambre soldada consiste en barras onduladas o lisas laminadas en frío que se cruzan ortogonalmente y están soldadas en todas las intersecciones. Aunque también se pueden utilizar rejillas QE-106 o Q-139, normalmente se utilizan rejillas R80.

C. Malla tipo gallinero

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El tipo de pantalla es "metal expandido" o el tipo de pantalla es "coop", que se puede colocar antes de vaciar y fijar en la rejilla de temperatura con una pantalla de alambre.

2.3.5. Proceso Constructivo

Para el proceso constructivo de la losa aligerada con bloques de Poliestireno expandido o casetones de poliestireno se tienen los mismos procesos desde el encofrado hasta el colocado de los bloques y vaciado por tanto también el desencofrado, no se usa la malla electrosoldada sino los mismos procedimientos con el acero de temperatura también convencional, la colocación de los bloques o casetones también se realiza de la misma manera, la única diferencia radica en la colocación preliminar de la malla tipo gallinero antes del tendido de aceros corrugados para viguetas y colocación de los bloques de Poliestireno.

2.3.5.1. Encofrado

Los encofrados para losas constituyen quizá el género más importante dentro de esta materia y corresponde al llamado modelo horizontal, un encofrado caracterizado por una gran superficie horizontal La plantilla trabaja bajo la acción de una carga distribuida, la carga se transmite inicialmente a la correa (vigueta) y finalmente al soporte del pilar. Puede entenderse como un sistema de vigas unidireccionales simplemente apoyado sobre pilares. La dirección horizontal es un sistema muy inestable y, aunque está controlado por cargas verticales, requiere restricciones diagonales u horizontales. La plantilla de un panel plano ligero típico consta de lo siguiente:

Tabla 9

Plantilla de encofrados típica

Tablones: de 1 1/2" de espesor por 8" de ancho mínimo Soleras: de 2" x 4" de sección pies derechos (o puntales): de 2" x 3" de sección Frisos de 1 1/2" de sección, en alturas variables, según el espesor del techo aligerado

Fuente: Almonacid L. (2020). [Tabla].

A. Proceso de Ejecución

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

A.1. Fijación de soleras: Comprobamos visualmente si sus bordes son rectos. Indique dónde está su pie derecho en el umbral. Marca en un lado donde lo quieres, recuerda colocar el poste más vertical a 25cm del final del umbral.

A.2. Fijamos los pies derechos de los extremos: En la marca del segundo punto, fije la oreja o el pie derecho del poste a la jamba con la cabeza del clavo hacia afuera. Compruebe que su pie derecho esté perpendicular al umbral.

A.3. Coloque la solera en la posición que ocupara: Levanta la pierna derecha hasta que quede vertical y el umbral esté a la altura deseada. Fijar el conjunto (postes, antepechos) con listones, tablas o alambres sujetos a la pared.

A.4. Coloque la solera en el otro extremo seguir.

A.5. Fijar el resto de pies derechos: Gire la oreja hacia la marca del segundo punto en el alféizar de la ventana, levante la pierna derecha y apóyese contra el alféizar de la ventana. Nota: el umbral del medio se fija a la placa entre los extremos y se suministra con espaciadores para lograr la altura deseada.

A.6. Fijar fondo de viguetas: Marcamos el eje de la viga en el borde de la pared o viga, medimos 35 cm desde un extremo, luego 40 cm, repetimos la medida en la pared o viga opuesta y conectamos las marcas correspondientes con un trozo de madera.

Observaciones:

Si está al final de la marca del eje del haz, el tamaño será inferior a 35 cm. La mesa estará puesta. Traza el eje longitudinal del tablero: divide el ancho de ambos extremos en dos partes iguales, conecta las marcas dibujadas con una línea recta y clava el tablero al piso, comenzando por un extremo para que el eje del tablero coincida con el tablero, el eje del tablero. Colocar en el centro, dejando las cabezas de los clavos afuera.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

A.7. Arriostramiento de pies derechos: Determinamos la altura del soporte, medimos desde el piso y hacemos una marca en el pie derecho, tomando en cuenta el largo del pie derecho y el peso que soportará, debe quedar aproximadamente en el tercio central, clavamos las tablas. uno a uno, luego uno de sus bordes coincide con la marca, tocando la pared, si se omiten las cabezas de los clavos.

A.8. Fijación de frisos: Fijamos el cable calibre 16 al tablero (la viga que soporta el tablón) introduciendo un clavo a 2/3 de su longitud, aprox. A 10 cm del interior de la pared, doble el cable por la mitad y golpee el clavo como debe. Dobla la fascia opuesta en la dirección del tablero. Comprobar que los tacos tengan el mismo espesor que la placa de fachada, clavarlos aprox. 1 cm por debajo del borde superior de la pared, colocamos una placa o un tablero de fachada encima de los topes, marcamos la ubicación de los tacos en la parte inferior de la placa, colocamos un trozo de clavo 3 en el dintel en las marcas hechas en la puntos, fijarlos con clavos y asegurarnos de que la longitud de su saliente desde el borde sea la misma que la altura de los tacos pegados a la pared, dejando las cabezas de los clavos afuera, fijamos fijando el friso a En el enchufe, colocamos el tablero sobre el bloque, alineamos el tablero, dejamos que un extremo del cable quede debajo del borde del tablero, clavamos el tablero al bloque, atamos el cable que lo une al tablero, comprobamos su verticalidad.

2.3.5.2. Enlucido de Losa Aligerada

Por tanto, el enchapado o estuco complementa la estructura arquitectónica de la Mesa y la parte inferior del techo. Estos materiales añadidos a los elementos constructivos pueden ser mezclas húmedas (yeso), elementos macizos más o menos estratificados (contrachapado), mediante algunos encolados o estructuras auxiliares, pinturas, selladores, barnices y revestimientos. O las paredes y los techos enlucidos deben tener un espesor de 1 a 2 cm (terminados). Los muros y cubierta constan de un envolvente material que, junto con los suelos, define el espacio del edificio, delimita el interior del exterior y divide el espacio verticalmente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Las superficies que componen los cerramientos anteriores pueden tener diferentes formas y características: poligonales, inclinadas, en zigzag, curvas, mixtas, etc. Por motivos funcionales o estéticos. Por ejemplo, en salas de conferencias, cines, auditorios, teatros y auditorios, los requisitos acústicos requieren que se eliminen el techo y las paredes laterales para que el sonido pueda reflejarse fácilmente desde las superficies de la sala.

2.3.5.3. Mortero de enlucido o tarrajeo

Se utiliza para enlucir (enlucir) paredes y techos. Es una mezcla de aglutinantes inorgánicos, áridos y agua y posiblemente aditivos utilizados para unir componentes de construcción (p. ej. ladrillos, piedras, bloques de hormigón, etc.). del cemento de silicato.

A. Enlucido tradicional en losas aligeradas con poliestireno expandido cielo raso.

A.1. Cielo Raso: Un elemento arquitectónico que define visualmente la superficie superior de la estancia, reduce su altura, oculta estructuras, tuberías y accesorios, aporta funcionalidad técnica y se integra como elemento decorativo.

A.2. Enlucido con mezcla de cemento y arena: Es el nombre que se le da a la aplicación de mortero en la parte inferior de una losa de hormigón en la cubierta de un edificio. Su unidad de medida es el metro cuadrado m2. La norma de medición define el límite neto del área sin pavimentar entre los dos lados. No se computan columnas, muros y vigas con huecos inferiores a 0,25 m2.

B. Proceso Constructivo

Para garantizar que la superficie esté libre de suciedad, grasa o materias extrañas de cualquier tipo, se deben cortar algunos cables expuestos y eliminar las partículas sueltas.

Humedecer la superficie a enlucir, este procedimiento no tiene un buen efecto en los casetones de Poliestireno ya que su capacidad de absorción es mínima.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Pañeteado: Se trata de colocar una primera capa de mortero sobre la superficie de la losa para cubrir las imperfecciones de la pared de ladrillo y servir de base para colocar una segunda capa de mortero, que definirá una superficie plana y servirá de base para recibir la pintura. El espesor máximo del yeso es de 1,5 cm.

Frotachado preliminar: Con el frotacho se extiende la mezcla con movimientos circulares hasta emparejar

Reglado: Con la regla se nivela la pared para obtener un mismo espesor y se empareje el tarrajeado.

Frotachado final: Se vuelve a pasar el frotacho, se emparejará la superficie tomando una textura áspera.

2.3.6. Tiempo de ejecución de un Proyecto:

2.3.6.1. Ejecución de un Proyecto

La ejecución de un proyecto de construcción es una tarea compleja. Si bien su diseño Tiene las mismas etapas que cualquier otra industria y requiere consideración de elementos técnicos y legales que no aparecen en otras industrias. Durante la ejecución también se tienen en cuenta otros factores como el clima, la participación de diversos sindicatos o las limitaciones de tiempo.

2.3.6.2. Etapas de ejecución

La etapa de ejecución es una de las fases del proyecto de construcción. Existen etapas anteriores y también posteriores, ya que el proyecto no finaliza con la entrega de la obra al cliente. En general, un proyecto de construcción abarca seis etapas o fases:

Tabla 10

Etapa de ejecución de un proyecto de construcción civil

Etapas de ejecución de un proyecto

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Ante Proyecto	Incluye distintas determinaciones, evaluaciones y estimaciones, tanto económicas como conceptuales. Análisis de las autorizaciones y aspectos legales correspondientes. Cuestiones ambientales, sostenibilidad e impacto que puede tener la obra en la comunidad.
Ingeniería	Implica el desarrollo del proyecto en términos de planificación, programación, control de costos y seguridad.
Abastecimiento	Se refiere a la gestión de materiales, logística y contratos. Incluye controles de calidad y tareas administrativas.
Construcción	La desarrollaremos más ampliamente en el próximo apartado.
Puesta en marcha	En esta etapa se integran todas las anteriores y se realizan los ajustes necesarios para satisfacer las expectativas del cliente.
Mantenimiento	Muchas veces las empresas constructoras deben seguir brindando algunos servicios, como mantenimiento, gestión de las instalaciones y mejora del rendimiento.

Fuente: Protek (2019)

2.3.6.3. Fases de la ejecución del proyecto

Teniendo en cuenta que la ejecución es una etapa de la gestión, podemos analizar 6 fases de la ejecución de un proyecto de construcción:

Tabla 11

Fases de la ejecución de un proyecto de construcción

Fases de Ejecución	
Cierre del área	Ya sea un proyecto civil o privado, el área debe estar vallada y señalizada para garantizar la seguridad de residentes y trabajadores. El cierre de las instalaciones incluye la construcción de instalaciones de seguridad, saneamiento y salud de los empleados, electricidad y conexión a internet, así como áreas administrativas.
Limpieza y nivelación del terreno	Es la base de sustentación de la obra. Incluye los cálculos de cimentación y movimientos de tierras. Debe tenerse en cuenta el impacto ambiental.
Implantación de la estructura o esqueleto de obra	La gestión de la construcción puede utilizar modelos virtuales y tecnologías digitales para ayudar en la planificación y ejecución.
Instalaciones auxiliares	En esta etapa se realizan las instalaciones necesarias para el edificio, tales como desagües, instalaciones de fibra óptica, redes eléctricas y conductos de ventilación.
Aislamiento e impermeabilización	En esta etapa se asegura la resistencia del edificio a los elementos externos. La impermeabilización es especialmente importante dado el aumento de las precipitaciones y las inundaciones provocadas por el cambio climático.
Acabado y cierre de la obra	Esta es la etapa final de agregar componentes visuales como cristalería y carpintería.

Fuente: Protek (2019)

2.3.6.4. Gestión de la ejecución de obra

Esta fase de desarrollo está respaldada por documentación como memorias descriptivas, memorias de construcción, planos, anexos, mediciones, códigos y reglamentos. En el proyecto

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

de construcción participan muchos profesionales de diferentes industrias. Una de las funciones más importantes es la dirección de obra. Su función es interpretar planos y especificaciones técnicas, rendir cuentas ante las autoridades de control y coordinar y dirigir las actividades de todo el personal involucrado en la construcción.

Los profesionales que intervienen en la gestión del día a día deben tener mucho cuidado, especialmente en lo que respecta al cumplimiento de las normas y requisitos de seguridad y salud en el trabajo.

La diversidad de tareas a realizar incluye (Protek, 2022)

Tabla 12

Tareas de ejecución en proyectos civiles

Tareas en ejecución de proyectos civiles	
Personal	Selección, formación y capacitación.
Equipos y herramientas	Gestión del abastecimiento y correcta utilización de los mismos.
Materiales	Solicitud, recepción y control
Controles	Control de calidad, control de ejecución, cumplimiento de plazos y programas de trabajo.

Fuente: Protek (2019)

2.3.6.5. Duración del proyecto

La duración del proyecto es el número de unidades de tiempo (horas, días, semanas, meses...) necesarias para llevar a cabo el proyecto.

- La duración del proyecto depende de la duración de cada una de las tareas y de las relaciones de dependencia que existan entre ellas.

- Dada una fecha de inicio, la duración del proyecto NO nos proporciona directamente la fecha de finalización del proyecto. Para conocer la fecha de finalización es necesario utilizar el calendario del proyecto y el de cada uno de los recursos que participan.

En el portal Web HMD Hito Master Dap, se define como la duración óptima para la realización con un coste mínimo, a través del Ciclo de Vida del Proyecto (HMD Hito Master DAP, 2017).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.3.7. Categoría de Edificación

En la Norma NTE E 030 Diseño Sismorresistente, Capítulo III Requisitos Generales, Artículo 10 Categoría de Edificaciones, se define a las edificaciones según categorías A, B o C, que dependen de la importancia de la estructura y su utilización bajo situaciones extremas como desastres naturales, a manera de refugio. (SENCICO, 2006).

Tabla 13

Categoría de Edificaciones y Factor U /Tabla N° 5 de norma NTE E 030 Diseño Sismorresistente

CATEGORÍAS DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR U		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A. Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (púbicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1 - Puertos aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional tales como grandes hornos, fábricas de depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos o información esencial del Estado	Ver Nota 1
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 guarden patrimonios valiosos como museos y bibliotecas También se consideran 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 falta no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes	1.0
D. Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares	Ver nota 2

Fuente: Norma Técnica NTE E 030 Diseño Sismorresistente (2016).

2.3.8. Presupuesto de Obra:

El presupuesto de obra (también llamado presupuesto de construcción), es aquel documento que considera el cálculo detallado y anticipado del precio de construcción de obra.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El monto total del presupuesto refleja los costos y gastos que deberá asumir el propietario del proyecto para llevarlo a cabo. Así mismo, se elabora a partir de cómputos métricos y en Análisis de Precios Unitarios (abreviado APU) de cada partida o trabajo que compone el proyecto. Los precios se fundamentan en la certeza del cálculo de costos de materiales, equipos y mano de obra directa e indirecta, los cuales son necesarios para la construcción de cada partida (dataconstrucción, s.f.).

En un presupuesto las partidas se ordenan lógicamente según la secuencia constructiva de la obra y se agrupan en categorías llamadas títulos, divisiones o capítulos.

La división en categorías amplias y/o subcategorías crea una jerarquía llamada estructura de desglose del trabajo (WBS, por sus siglas en inglés), que ayuda a organizar y posicionar proyectos en unidades de construcción más grandes.

Especifica el alcance de las unidades de construcción y sus centros de control y costos asociados para lograr un mayor control de calidad, control financiero y administrativo sobre disciplinas individuales y grupos de proyectos relacionados.

N°	PARTIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	DEFORESTACION DE ARBOLADO PESADO, CON TRACTOR DE EMPUJE, APILAMIENTO Y QUEMADO	5,10 há	1.805 $/há	9.207 $
2	REMOCION DE ARBOL DE MADERA BLANDA, A MANO CON SIERRA TRONZADORA, TRONCO D=10 CM, EN AREA ABIERTA	67,00 ud	34 $/ud	2.293 $
3	REMOCION Y DESRAIZAMIENTO A MANO DE TOCONES DE D=20 A 30 CM	67,00 ud	22 $/ud	1.504 $
4	SIEGA MECANICA DE CESPED CON DESBROZADORA	23,50 á	121 $/á	2.838 $
5	REMOCION DE CERCA DE ALAMBRE DE PUAS DE 3 HILOS	734,00 m	5 $/ud	3.699 $
	Total Presupuesto			19.542 $

Figura 8 *Esquema de un presupuesto*

Fuente: Data Construcción (s.f.)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Además de aclarar la cantidad de fondos necesarios para cubrir los costos del proyecto, el presupuesto de construcción desempeña varias funciones importantes en el proceso de desarrollo del proyecto:

- Sirve de base para la licitación y para la elaboración del contrato de obra.
- Se utiliza para el pago de la obra, para la planificación y el control de los costos, para confirmar el monto cotizado por terceros y de base para el flujo de caja.
- Además de permitir la aplicación racional de los recursos, establecer prioridades, evaluar el logro de los objetivos, medir el riesgo con la intención de disminuirlo y conseguir finalmente mejores resultados.

La preparación de un presupuesto de precio firme, requiere en primer lugar, conocer los planos, especificaciones y cómputos métricos de la ingeniería de detalle concluida.

En segundo lugar, requiere conocer la ubicación de la obra, el clima, la calidad del terreno, los accesos, los servicios públicos, la disponibilidad de materiales, la disponibilidad de mano de obra calificada, y en general toda aquella información que permita aproximarse a la realidad del entorno de la obra por construirse.

Lo más importante es que preparar una estimación de precio fijo requiere un conocimiento profundo de todo el trabajo necesario para construir el proyecto, de modo que las dificultades de construcción puedan anticiparse y, por tanto, estimarse.

2.4.Fundamento Teórico

2.4.1. Estructuración de una vivienda:

Es definido en el Manual de Construcción para Propietarios de Aceros Arequipa, a los elementos que conforman una vivienda, los cuales soportan cargas que son su propio peso, pesos de muebles y personas. Además de los efectos que generan estos últimos. Los elementos son: Losa (cuya función estructural es transmitir sus cargas hacia las vigas), Vigas (Elementos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

horizontales que transmiten cargas a los muros y columnas), Columnas y muros (los cuales transmiten sus cargas a los pisos inferiores y cimentación) y la cimentación propiamente dicha (la cual transmite las cargas hacia el terreno) (Construye Seguro - Manual para Propietarios, 2020)

Los resultados obtenidos permiten afirmar que, en situaciones de suelos blandos, con posibles problemas de asentamientos, la solución propuesta presenta importantes ventajas al reducir dichos asentamientos en un porcentaje que variará en función de las condiciones concretas. Además de esto, reduce significativamente los asentamientos diferenciales entre apoyos, por lo que esta alternativa presenta un comportamiento más uniforme, así como ventajas constructivas (Dávila, Jaramillo-Morilla, Mascort-Albea, & Grande, 2018).

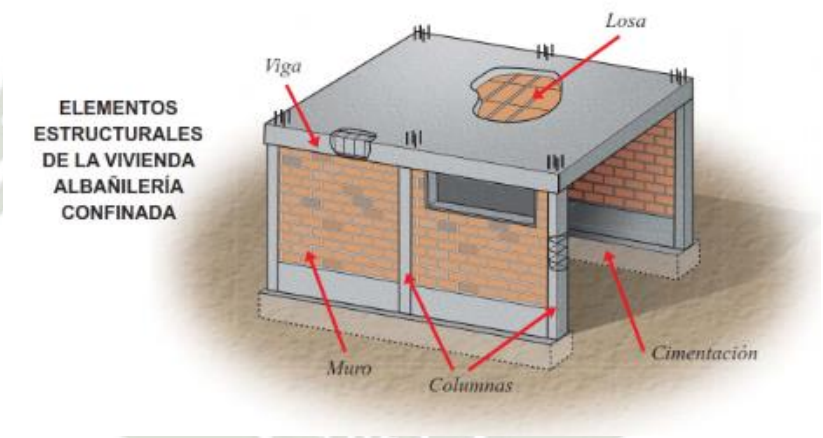


Figura 9 *Elementos estructurales de una vivienda de albañilería confinada*

Fuente: Manual de Construcción para propietarios – Aceros Arequipa (2020).

2.4.1.1. Elementos a flexión

Para definir el comportamiento y la ductilidad de una sección de concreto sometida a flexión es necesario analizar tres tipos de condiciones:

Tabla 14

Condiciones de elementos a flexión

Condición de Flexión
Agrietamiento del Concreto
Cedencia del acero
Agotamiento del concreto

Fuente: Yucra E. (2019)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La cual lo definiremos en función de los momentos a los que se encuentra sometido, representándolo con el diagrama momento – curvatura

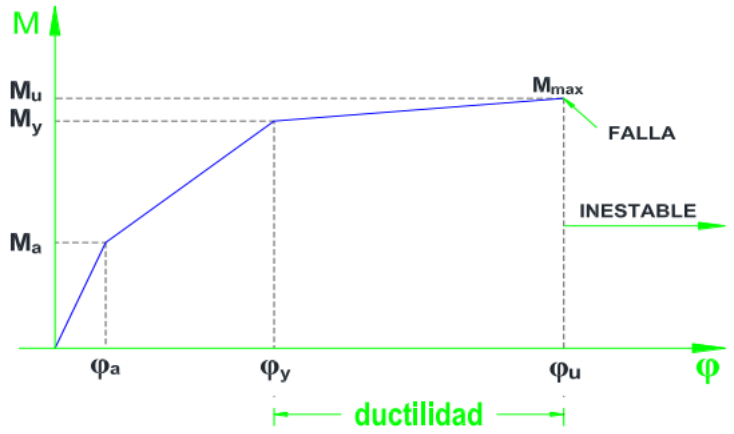


Figura 10 *Diagrama Momento - Curvatura (M-ϕ)*

Fuente: Zigurat - Seminario (2017)

Es importante que para lograr la suficiente flexibilidad necesitamos controlar la cantidad de acero en tracción y compresión, cuanto más cerca del área máxima de acero, menor será la flexibilidad de la sección y mayor será la distancia entre las capas superiores de la sección. Cuanto menor sea el acero. contenido, menos flexible será el dispositivo.

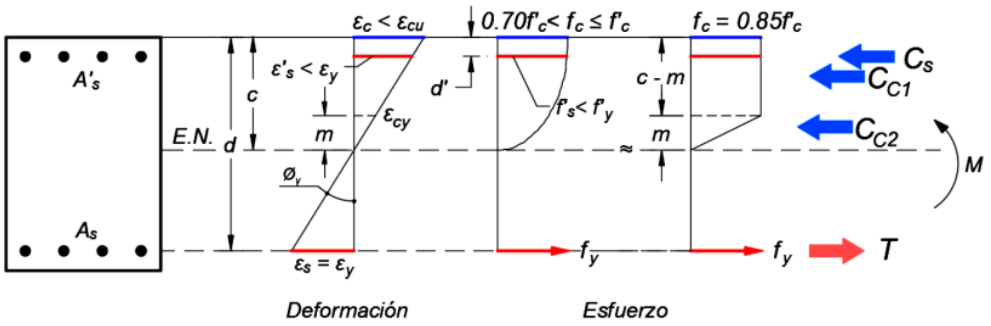


Figura 11 *Condición de cedencia - Sección a flexión*

Fuente: Zigurat - Seminario (2017)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

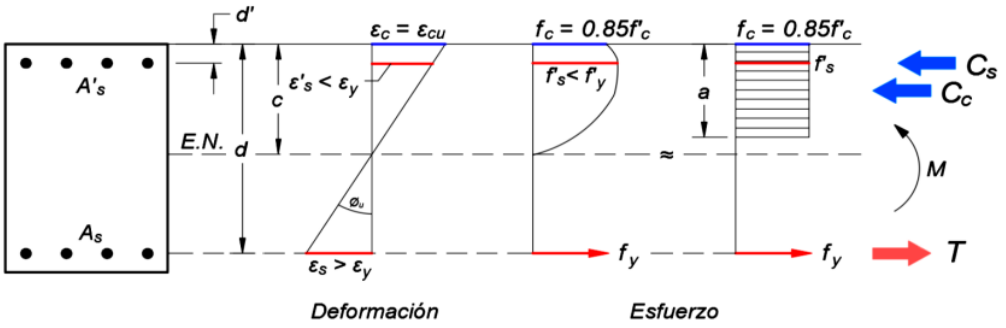


Figura 12 *Condición de agotamiento - Sección a flexión*

Fuente: Zigurat - Seminario (2017)

2.4.1.2. Elementos a Flexo - compresión

Para definir el comportamiento y la ductilidad de una sección de concreto sometida a flexo - compresión debemos de analizar la condición de cedencia y de agotamiento en función de la carga axial, para lo cual lo representaremos mediante un diagrama de interacción carga axial – momento (P-M) y el diagrama de carga axial – curvatura (M-ϕ). Es importante destacar que la ductilidad en una sección de flexo – compresión se da cuando, la fuerza axial sea menor a la fuerza axial que se produce dentro de la falla balanceada, quedando en una falla por tracción. (Zigurat-seminario,2017)

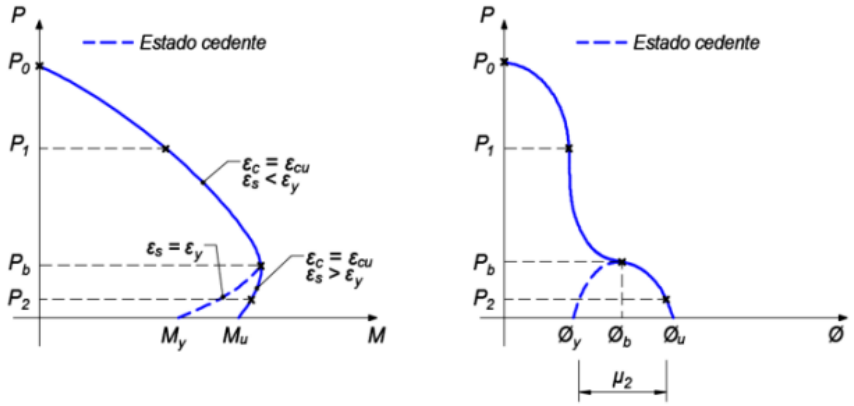


Figura 13 *Diagramas carga axial – momento P-M (derecha) y carga axial – curvatura M-ф (izquierda)*

Fuente: Zigurat - Seminario (2017)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

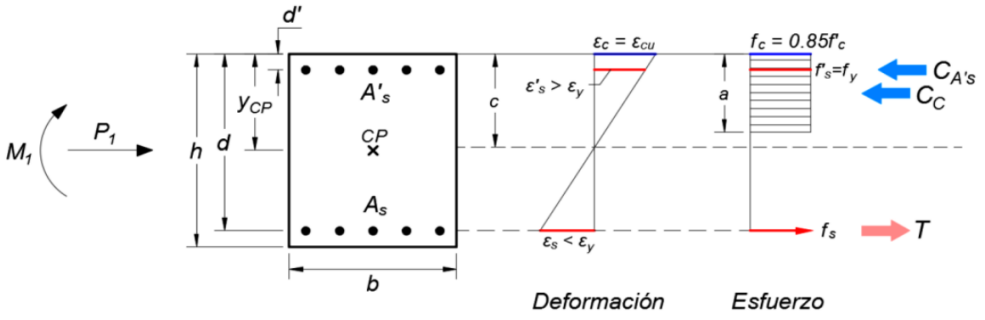


Figura 14 *Falla controlada por compresión*

Fuente: Zigurat - Seminario (2017)

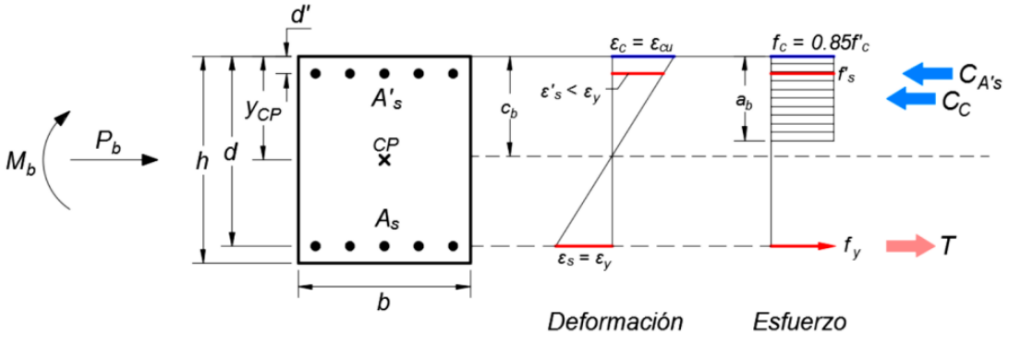


Figura 15 *Falla de una sección a flexo - compresión*

Fuente: Zigurat - Seminario (2017)

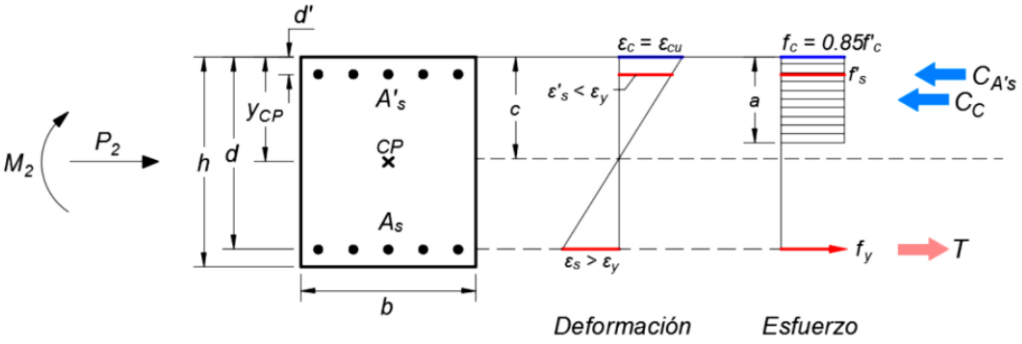


Figura 16 *Falla controlada por tracción*

Fuente: Zigurat - Seminario (2017)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

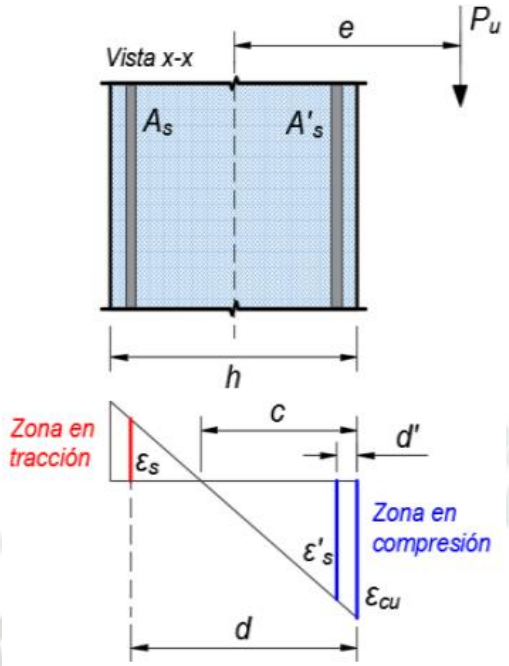


Figura 17 *Deformación Unitaria de la sección*

Fuente: Zigurat - Seminario (2017)

2.4.1.3. Rótulas plásticas

Una rótula plástica es un dispositivo de amortiguación de energía, que permite la rotación de la deformación plástica de la conexión de una columna, de manera rígida, permitiendo así la obtención de la curva de capacidad generándose un desplazamiento lateral, esto sucede debido a que se forma una zona de cedencia la cual se inicia en un miembro de la estructura cuando en esta llega a sobrepasar su punto de cedencia incursionando así en su rango plástico obteniendo altos niveles de deformación. Teóricamente la rótula plástica se usa para describir la deformación de una sección en una viga donde se produce la flexión plástica.

La asignación de rotulas plásticas debe garantizar una mayor capacidad de resistencia y de disipación de energía en una columna que en una viga, debido que ante una acción sísmica los mecanismos cinemáticos que se formen sean los más deseables. Cuando las columnas no tienen mayor capacidad resistente y de disipación de energía que las vigas hay la probabilidad de que las rótulas plásticas se formen en las columnas, formándose un mecanismo indeseable,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

es decir un mecanismo de entrepiso que puede conducir al colapso prematuro de la estructura.

(Rotulas Plásticas – Universidad Privada Antenor Orrego, 2013)

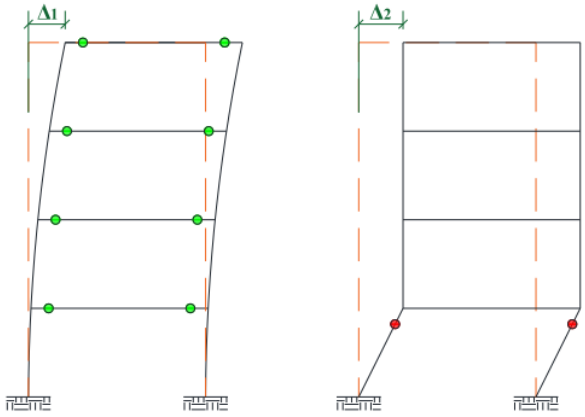


Figura 18 *Rotación de rótulas plásticas en vigas y columnas*

Fuente: Yucra E. (2019)

2.4.2. Fundamentos del Diseño Estructural

2.4.2.1. Análisis Estático Lineal

El propósito del análisis estructural es determinar cómo responden los diversos componentes de una estructura ante tensiones, deformaciones y cargas internas. Las cargas internas evaluadas generalmente incluyen fuerzas de sección como fuerza normal, fuerza cortante y momento flector. Aunque todas las estructuras son inherentemente no lineales, es decir, no siguen la ley de Hooke (tensión-deformación), ya que las cargas aplicadas pueden resultar en una disminución de la rigidez y la incapacidad de volver completamente a su forma original. Los métodos de análisis no lineal son más complejos ya que consideran no solo la disminución de la rigidez sino también cómo la formación de bisagras plásticas puede provocar la falla estructural.

Aunque los métodos no lineales son más precisos, los métodos lineales son más comúnmente utilizados debido a que producen resultados aceptables. En un análisis lineal, las fuerzas están directamente relacionadas con los desplazamientos, lo que significa que hay una relación lineal entre estas dos variables expresada por una ecuación específica.

$$\{F\} = [K]\{D\}$$

Ecuación 1 Ecuación del análisis lineal

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En el análisis estructural, la relación entre las fuerzas y los desplazamientos puede describirse como una línea recta, ya sea en la región elástica, siguiendo la ley de Hooke, o en la región inelástica, manteniendo una relación lineal. La ecuación de equilibrio se deriva de la geometría no deformada, lo que se conoce como "primer orden". Sin embargo, en el análisis no lineal, esta escala no existe y la relación puede ser polinómica, trigonométrica, exponencial, etc. Aunque la mayoría de las estructuras presentan comportamientos no lineales, se tiende a simplificar el problema considerando un comportamiento lineal.

El análisis estático no lineal, también conocido como análisis Pushover, implica la aplicación gradual de cargas laterales hasta alcanzar un desplazamiento objetivo, lo que lleva la estructura a una región no lineal desde el punto de fluencia hasta el punto de falla.. (Zigurat-seminario, 2017)

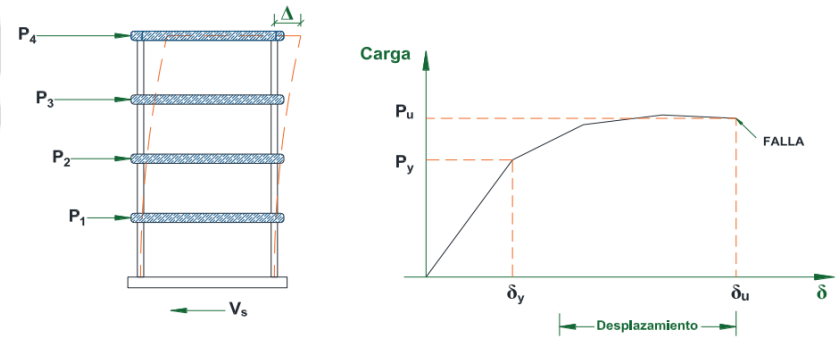


Figura 19 *Análisis estático no lineal*

Fuente: Zigurat – Seminario (2017)

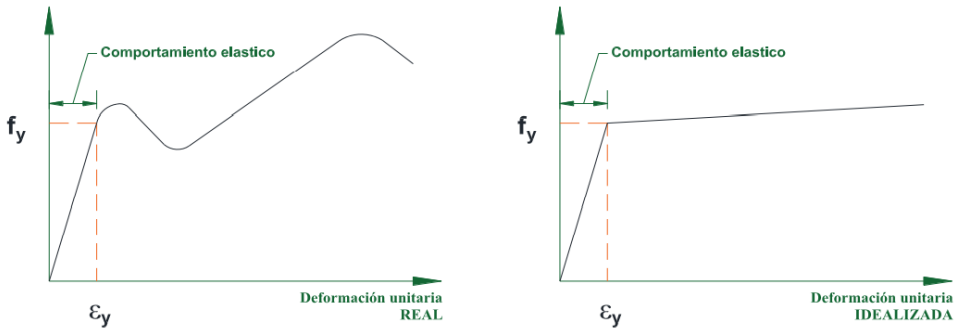
Durante el proceso de análisis la estructura comienza con una respuesta elástica respecto a la rigidez inicial, pero luego a medida que la fuerza aumenta y la pieza supera su fluencia, la rigidez disminuye y la estructura logra entrar en una región inelástica proporcional a su elasticidad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 20 *Esfuerzo - Deformación real vs realizada*



Fuente: Zigurat – Seminario (2017)

A cada componente estructural se le asignan bisagras plásticas que representan sus distintos modos de fallo, mostrando sus capacidades y rendimientos a través de curvas, rotaciones o desplazamientos. Con el incremento de la carga lateral, es factible observar cómo estas bisagras responden en cada elemento, revelando el tipo de fallo resultante, ya sea dúctil o frágil, que finalmente lleva al colapso.

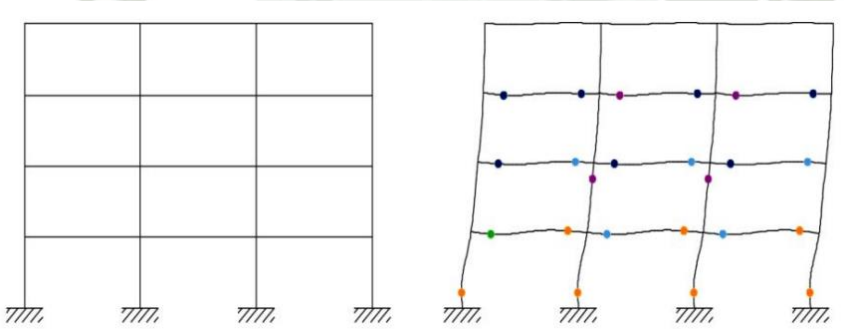


Figura 21 *Rótulas plásticas en miembros estructurales*

Fuente: Zigurat – Seminario (2017)

2.4.2.2. Análisis Estático No lineal

Cuando diseñamos una estructura para resistir una fuerza cortante en la base de 600 toneladas-f y aplicamos un factor de reducción (R) de 6, en realidad estamos dimensionando la estructura para que elásticamente responda a una carga de 100 toneladas-f. Las restantes 500 toneladas-f deben ser soportadas en un rango de deformación inelástica, donde la estructura

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

debe mantenerse estable y controlar cualquier posible falla frágil, como por ejemplo, fallas en los pisos débiles o columnas cortas que podrían llevar al colapso prematuro de la estructura.

Cuando aplicamos estos estándares al diseño, el objetivo de los requisitos de alta flexibilidad, conocido como diseño de capacidad, es garantizar que la estructura sea lo suficientemente flexible. La ductilidad de la estructura dependerá del sistema estructural definido, ya que estará influenciada por la capacidad de deformación, el control sobre posibles mecanismos de fragilidad y la rugosidad predominante, tanto horizontal como vertical.

Posteriormente, se utiliza un análisis estático no lineal (Pushover) para obtener una curva de capacidad que relaciona el desplazamiento de la estructura con la fuerza cortante en la base. Esto nos permite determinar la elasticidad del sistema al encontrar el límite elástico y el punto final de la curva. Con esta representación gráfica, podemos definir factores de reducción apropiados en función de las características estructurales. (Zigurat seminario, 2017)

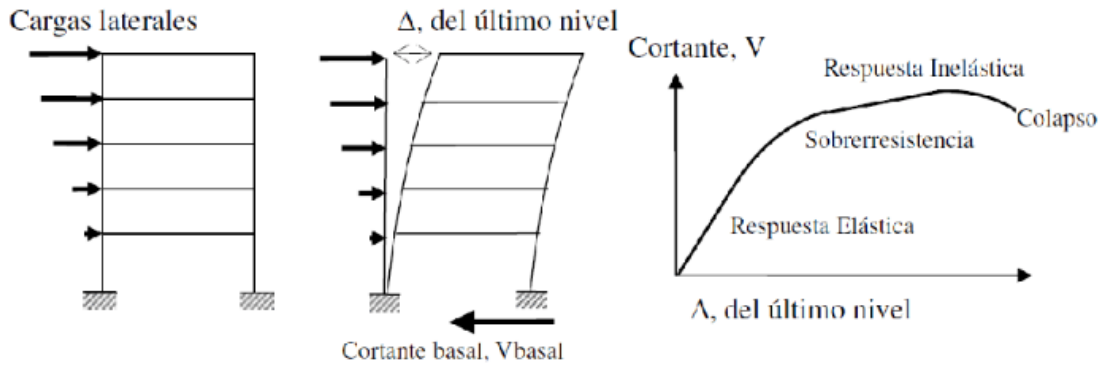


Figura 22 *Secuencia del proceso de análisis Pushover*

Fuente: Saavedra C. (2018)

2.4.2.3. Comportamiento y Ductilidad de la Sección de Concreto Reforzado

La ductilidad es un factor crucial para asegurar un comportamiento adecuado de la estructura, por lo que es vital analizarla a través de la sección del elemento estructural, ya que esta sección influirá en la ductilidad de todo el sistema. Para examinar la ductilidad de los elementos estructurales y comprender cómo se redistribuyen los momentos aplicados, se

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

emplea el diagrama momento-curvatura (M-ϕ). La ductilidad estará condicionada por diversos factores, incluyendo:

Tabla 15

Factores asociados a ductilidad

Factores asociados
Dimensión del elemento estructural
Calidad de materiales
Acero Propuesto
Tipo de solicitación de diseño

Fuente: Yucra E. (2019)

Si la solicitación que domina el diseño es por flexión la falla presentada será dúctil, si la solicitación que domina el diseño es el corte la falla presentada será frágil. (Ziguratseminario,2017)

2.4.2.4. Criterios de Análisis bajo la Norma Sismorresistente Actual

Durante un largo período, nuestra nación ha enfrentado numerosos eventos sísmicos que han resultado en el colapso de muchas residencias. Esta situación se atribuye principalmente a nuestra ubicación en el "Anillo de Fuego" y la proximidad a zonas sísmicamente activas. Como consecuencia, hemos sido afectados por varios terremotos devastadores en los últimos años. Por tanto, la Norma E0.30 actual sobre diseño sismorresistente establece algunos principios esenciales que deben ser considerados en el proceso de cálculo estructural:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA



Figura 23 *Mapa zonificación sísmica NTE NTE E 030*

Fuente: Yucra E. (2019)

- La zonificación propuesta por esta norma actual presenta 4 zonas en la cual los valores en el factor zona (Z) son mayores que en la norma anterior, la cual este punto toma a ser sumamente relevante en nuestro análisis.

Tabla 16

Factor de zona

ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.1

Fuente: NTE E 030, 2018

- La norma nos indica que debemos considerar la irregularidad estructural tanto en planta como en altura, de forma que se castiga al factor de reducción (R) acorde al tipo de irregularidad presentada.

2.4.2.5. Diseño de elementos estructurales

A lo largo del tiempo, las normativas se han centrado en abordar el tema de la seguridad, centrándose particularmente en dos enfoques de diseño: el método de Esfuerzos Admisibles y el método de Diseño por Resistencia. En el contexto de la norma E.060, se establece lo siguiente: Las estructuras y sus componentes deben ser diseñados de manera que las

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

resistencias de diseño (φRn) en todas sus secciones sean al menos iguales a las resistencias requeridas (Ru) calculadas a partir de las cargas y fuerzas amplificadas según lo estipulado en dicha norma. Este requisito debe cumplirse en todas las secciones de los elementos estructurales:

$$\varphi R_n \geq R_u$$

Ecuacion 2 Resistencia de diseño

Donde:

- φR_n: Resistencia de diseño
- φ: Factor de reducción de la resistencia (<1)
- R_u: Resistencia nominal, que corresponde a aquel valor calculado del comportamiento del elemento frente a las combinaciones de solicitaciones

La norma E0.60 propone los siguientes factores de reducción de acuerdo al tipo de solicitación:

Tabla 17

Factor de reducción de resistencia (Norma E.060)

Solicitación	Factor φ
Flexión	0.9
Tracción y Tracción + Flexión	0.9
Cortante	0.85
Torsión	0.85
Cortante y Torsión	0.85
Compresión y Flexo-compresión	
Elementos con espiral	0.75
Elementos con estribo	0.7
Aplastamiento del concreto	0.7
Zonas de anclaje del pos-tensado	0.85
Concreto simple (sin armadura)	0.65

Fuente: NTE E.060

También la norma E.060 propone los siguientes factores de cargas, la cual nombraremos las requeridas en este capítulo:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 18

Factores de cargas

Carga muerta y viva
$U = 1.4CM + 1.7CV$
Carga de Sismo (CV)
$U = 1.25(CM + CV) \pm CS$
Empuje del Suelo (CE)
$U = 1.4CM + 1.7CV + 1.7CE$

Fuente: NTE E.060

- Diseño de Losas

Una losa es un componente horizontal que tiene la función estructural de sostener diversas cargas de trabajo, incluyendo la carga viva (CV) y la carga muerta (CM), con el propósito de asegurar el correcto funcionamiento de todo el sistema estructural, especialmente en situaciones sísmicas. Para el desarrollo de este estudio, se ha decidido trabajar con una losa unidireccional compuesta por viguetas tipo T, ladrillos huecos y una losa de 5 cm de espesor, como se muestra detalladamente en la imagen adjunta..

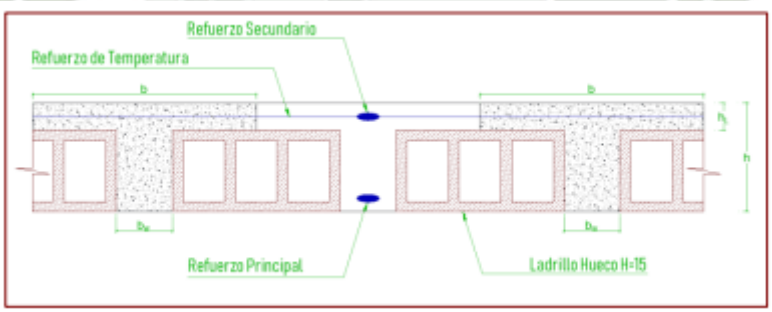


Figura 24 *Diseño de losa unidireccional*

Fuente: Yucra E. (2019)

Para el diseño de la losa unidireccional se realizará dos tipos de evaluaciones, por flexión y por corte donde tendremos que cubrir los requerimientos básicos.

Diseño por Flexión

- Cuantía para el diseño; la cual se tomará el momento generado en una franja de 40cm correspondiente a la vigueta, para lo cual se tomará un coeficiente a la flexión de ϕf=0.9

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$\rho = 0.85 * f'_c * \frac{\left(1 - \sqrt{1 - 2 * \frac{M_u}{\emptyset_f * b_w * d^2}}{0.85 * f'_c}\right)}{f_y}$$

Ecuación 3 Cuantía para diseño

$$\rho_b = \frac{0.85 * k_1 * f'_c}{f_y} * \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_c + \varepsilon_y}\right)$$

Ecuacion 4 Cuantia balanceada

$$\rho_{min} = \frac{0.7 * \sqrt{f'_c}}{f_y}$$

Ecuación 5 Cuantía mínima

$$\rho_{máx} = 0.75 * \rho_b$$

Ecuación 6 Cuantia máxima

Para asegurar un funcionamiento efectivo, es crucial alcanzar una interacción apropiada entre el acero y el concreto. En este sentido, es necesario que el acero entre en un estado de fluencia antes de que el concreto alcance su deformación máxima (εc), lo que garantiza una falla dúctil. Esto permite que la sección tenga la capacidad de disipar energía de manera efectiva.

$$A_s = \rho * b_w * d$$

Ecuación 7 Área de acero

$$A_{s\,mín} = \rho_{mín} * b_w * d$$

Ecuación 8 Área de acero mínimo

Diseño por Corte

El enfoque principal del diseño es priorizar la resistencia a la flexión del elemento sobre la resistencia al corte. Por lo tanto, la norma E.060 sugiere utilizar un coeficiente de corte con un valor de ϕc=0.85. Para calcular la resistencia al corte, se aplicará la fórmula siguiente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$\emptyset_c * V_c = 1.1 * \emptyset_c * \left(0.53 * \sqrt{f'_c} * b_w * d\right)$$

Ecuación 9 Resistencia por corte

Si el valor del cortante obtenido del análisis estructural, o el cortante requerido (Vu), excede la resistencia del concreto al corte (φc.Vc), se deberá aumentar esta resistencia del concreto al corte (φc.Vc). Este aumento se logrará mediante el ensanchamiento de las viguetas.

$$\emptyset_c * V_c \geq V_u$$

Ecuación 10 Cortante requerida

- Diseño de Vigas Simplemente reforzadas

Las vigas, al igual que las losas, son diseñadas para resistir tanto esfuerzos de flexión como de corte. Para determinar estos esfuerzos, se calcula la envolvente de las combinaciones mencionadas previamente.

Diseño por Flexión

- Cuantía para el diseño, al igual q en la losa se tomará un coeficiente a la flexión de ϕ_f=0.9

$$\rho = 0.85 * f'_c * \frac{\left(1 - \sqrt{1 - 2 * \frac{M_u}{\phi_f * b_w * d^2}}{0.85 * f'_c}\right)}{f_y}$$

Ecuación 11 Cuantía del diseño por flexión

- Cuantía balanceada

$$\rho_b = \frac{0.85 * k_1 * f'_c}{f_y} * \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_c + \varepsilon_y}\right)$$

Ecuación 12 Cuantía balanceada por flexión

- Cuantía mínima

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$\rho_{mín} = \frac{0.7 * \sqrt{f'_c}}{f_y}$$

Ecuación 13 Cuantía mínima por flexión

- Cuantía máxima

$$\rho_{máx} = 0.75 * \rho_b$$

Ecuación 14 Cuantía máxima por flexión

- Área de acero

$$A_s = \rho * b_w * d$$

Ecuación 15 Área de acero por flexión

- Momento Nominal

$$M_n = A_s * f_y * \left(d - 0.5 * \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b_w}\right)$$

Ecuación 16 Momento nominal por flexión

- Momento crítico de Agrietamiento

$$M_{cr} = \frac{2 * \sqrt{f'_c} * I_g}{0.5 * h}$$

Ecuación 17 Momento crítico de agrietamiento por flexión

Diseño por Corte

Para el diseño estructural la norma E.060 propone lo siguiente:

- El diseño de secciones transversales sometidas a fuerza cortante debe estar basado en la siguiente ecuación:

-

$$\phi_c * V_n \geq V_u$$

Ecuación 18 Diseño por corte

De donde:

V_u: Fuerza cortante amplificada en la sección considerada

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

V_n: Resistencia nominal al cortante calculada mediante:

$$V_n = V_c + V_s$$

Ecuación 19 Resistencia nominal

Siendo:

V_c: La resistencia nominal al cortante proporcionada por el concreto

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

Ecuación 20 La resistencia nominal al cortante proporcionada por el concreto

V_s: La resistencia nominal al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante

$$V_s = \frac{V_u}{\phi_c} - V_c$$

Ecuación 21 La resistencia nominal al cortante proporcionada por el refuerzo de cortante

- Para el espaciamiento del estribaje usaremos la siguiente formula, donde A_v es el área de acero propuesto en un espacio "S"

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

Ecuación 22 Espaciamiento del estribaje

- Para realizar la verificación del acero se hará uso de la resistencia máxima permisible siendo esta:

$$V_{s_máx} = 2.1 * \sqrt{f'_c} * b_w * d$$

Ecuación 23 Resistencia máxima permisible

Donde:

$$V_s \leq V_{s_máx}$$

La fuerza cortante de diseño de las vigas y columnas que resistan efectos sísmicos, no debe ser menor que el menor valor obtenido de las premisas siguientes, según la norma E.060:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- La suma del cortante asociado con el desarrollo de los momentos nominales (Mn) del elemento en cada extremo restringido de la luz libre y el cortante isostático calculado para las cargas de gravedad tributarias amplificadas con la siguiente expresión:

$$V_u = \frac{M_{n_{izq}} + M_{n_{der}}}{l_n} + \frac{w_u * l_n}{2}$$

Ecuación 24 Fuerza cortante

$$w_u = 1.25 * (w_{cm} + w_{cv})$$

Ecuación 25 Carga ultima

En los elementos en flexo-compresión los momentos nominales en los extremos de la luz libre del elemento, estarán asociados a la fuerza axial que dé como resultado el mayor momento nominal posible.

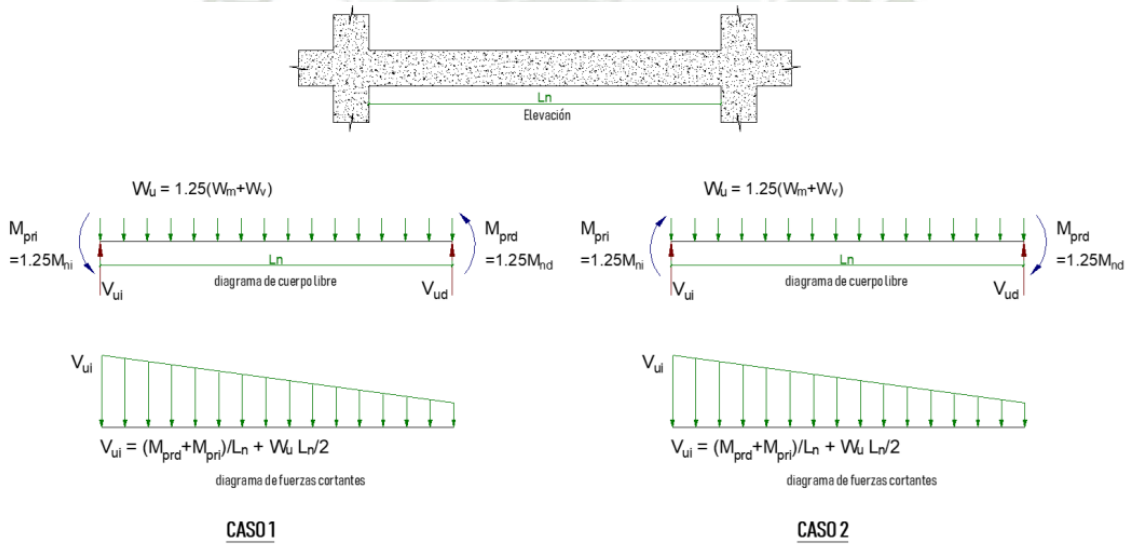


Figura 25 *Fuerza cortante de diseño en vigas (Norma E.060)*

Fuente: Norma E.060 (2020)

- El cortante máximo obtenido de las combinaciones de carga de diseño, con un factor de amplificación para los valores de sismo igual a 2.5.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La norma E.060 proporciona directrices para el diseño de columnas, que incluyen:

En el caso de elementos no compuestos sujetos a compresión, el área total de refuerzo longitudinal (Ast) debe estar dentro del rango de 0.01 veces a 0.06 veces el área transversal total (Ag).

Los momentos de primer orden obtenidos del análisis estructural deben ser ajustados por los efectos de esbeltez. Estos efectos se consideran de manera separada para cargas que generan desplazamiento lateral significativo (como las cargas sísmicas) y para aquellas que no lo hacen (cargas de gravedad). Además, se permite considerar como arriostrado (sin desplazamiento lateral) a un entrepiso en la estructura si el índice de estabilidad del entrepiso, Q, es igual o menor a 0.006

$$.Q = \frac{(\Sigma P_u) * \Delta_o}{V_{us} * h_e}$$

Ecuación 26 Índice de estabilidad de entrepiso

Donde:

$\sum P_u$: Suma de las cargas amplificadas, muertas y vivas, acumuladas desde extremo superior hasta el entrepiso considerado.

Δ_0: Deformación relativa entre el nivel superior y el inferior del entrepiso considerado, debido a las fuerzas laterales amplificadas y calculadas de acuerdo a un análisis elástico de Primer Orden.

V_{us}: Fuerza cortante amplificada en el entrepiso, debido a las cargas laterales.

H_e: Altura del entrepiso medida piso a piso.

Q: Índice de Estabilidad de entrepiso

Para efectos globales con desplazamiento lateral la norma nos indica que:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Para elementos en compresión no arriostrados contra desplazamientos laterales, pueden despreciarse los efectos de la esbeltez cuando:

$$\frac{k * l_u}{r} < 22$$

Ecuación 27 Elementos en compresión no arriostrado

Dónde: δ_s=1

- Los momentos M1 y M2 en los extremos de un elemento individual a compresión deben tomarse como:

$$M_1 = M_{1n} + \delta_s * M_{1s}$$

$$M_2 = M_{2n} + \delta_s * M_{2s}$$

Ecuación 28 Momentos M1 Y M2

Donde $\delta_s.M_{1s}$ y $\delta_s.M_{2s}$ deben calcularse de acuerdo a los momentos magnificados por desplazamiento lateral mostrados en el siguiente punto.

- Los momentos amplificados debido al desplazamiento lateral, δs.Ms, representan los momentos en los extremos de la columna que se determinan mediante un análisis elástico de segundo orden. Alternativamente, es posible calcular δs.Ms de la siguiente manera:

$$\delta_s * M_s = \frac{1}{1 - Q} * M_s \geq M_s$$

Ecuación 29 Momentos magnificados por desplazamiento lateral

Para efectos locales sin desplazamiento lateral la norma nos indica que:

- En estructuras donde no hay desplazamiento lateral, para elementos sujetos a compresión, el factor de longitud efectiva, k, se establece en 1,0, a menos que un análisis justifique la utilización de un valor menor.

- En estructuras sin desplazamiento lateral, se permite omitir los efectos de esbeltez en elementos a compresión que cumplan con los requisitos.:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$\frac{k * l_u}{r} \leq 34 - 12 * \left(\frac{1}{M_2}\right)$$

- El término [34 -12(M1/M2)] no debe exceder 40, y el término M1/M2 es positivo si el elemento se flexiona en curvatura simple y negativo si se flexiona en curvatura doble.

- Los elementos a compresión deben ser diseñados para la fuerza axial amplificada Pu y el momento amplificado Mu, considerando los efectos de curvatura (segundo orden) del elemento, Mc, de la siguiente manera:

$$M_c = \delta_{ns} * M_2$$

Ecuación 30 Momento de reducción

Donde:

$$\delta_{ns} = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0.75 * P_c}} \geq 1.0$$

Ecuación 31 Factor de reducción

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(k * l_u)^2}$$

Ecuación 32 Carga critica

Para elementos sin cargas transversales entre sus apoyos, Cm debe tomarse como:

$$C_m = 0.6 + 0.4 * \left(\frac{M_1}{M_2}\right) \geq 0.4$$

Ecuación 33 Factor de modificación de resistencia

- Cuando una columna experimente momentos flectores simultáneamente en dos ejes principales, se debe realizar el diseño conforme a los principios y supuestos proporcionados en los párrafos siguientes. Como alternativa, se puede emplear la siguiente ecuación aproximada, la cual es adecuada para columnas cuadradas o rectangulares con refuerzo longitudinal simétrico.

$$\frac{1}{P_n} = \frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} + \frac{1}{P_{on}}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Ecuación 34 Resistencia nominal

Donde:

P_n es la resistencia nominal a carga axial en flexión biaxial.

P_{nx} es la resistencia nominal bajo la acción de momento únicamente en X (ey = 0).

P_{ny} es la resistencia nominal bajo la acción de momento únicamente en Y (ex = 0).

P_{on} es la resistencia nominal bajo la acción de carga axial únicamente (ex = ey = 0) que se calcula mediante:

$$P_{on} = 0.85 * f'_c * (A_g + A_{st}) + f_y * A_{st}$$

Ecuación 35 La resistencia nominal bajo la acción de carga axial

Para lo cual se concluye:

$$P_u \leq \phi P_n$$

Ecuación 36 Carga axial aplicada

Diseño por Corte

Para el diseño estructural por corte en columnas se procederá a seguir los puntos expuestos en el capítulo de vigas, donde:

$$\phi_c * V_n \geq V_u$$

Ecuación 37 Factor de resistencia

$$V_n = V_c + V_s$$

Ecuación 38 Diseño por corte fuerza nominal

- Para calcular el cortante de diseño según la norma E.060, se deben considerar las máximas fuerzas que puedan generarse en los nudos en cada extremo del elemento. Estas fuerzas se obtienen utilizando las máximas resistencias probables en flexión (Mpr= 1,25 Mn) en cada extremo del elemento, correspondientes al rango de cargas axiales amplificadas, Pu,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

que actúan en él. Es importante asegurarse de que las fuerzas cortantes en el elemento no excedan aquellas determinadas a partir de la resistencia de los nudos, basada en el Mpr de los elementos transversales que confluyen en el nudo. En ningún caso el valor de Vu debe ser menor que el cortante amplificado determinado a partir del análisis de la estructura.

$$V_u = \frac{(M_{ni} + M_{ns})}{h_n}$$

Ecuación 39 Fuerza cortante

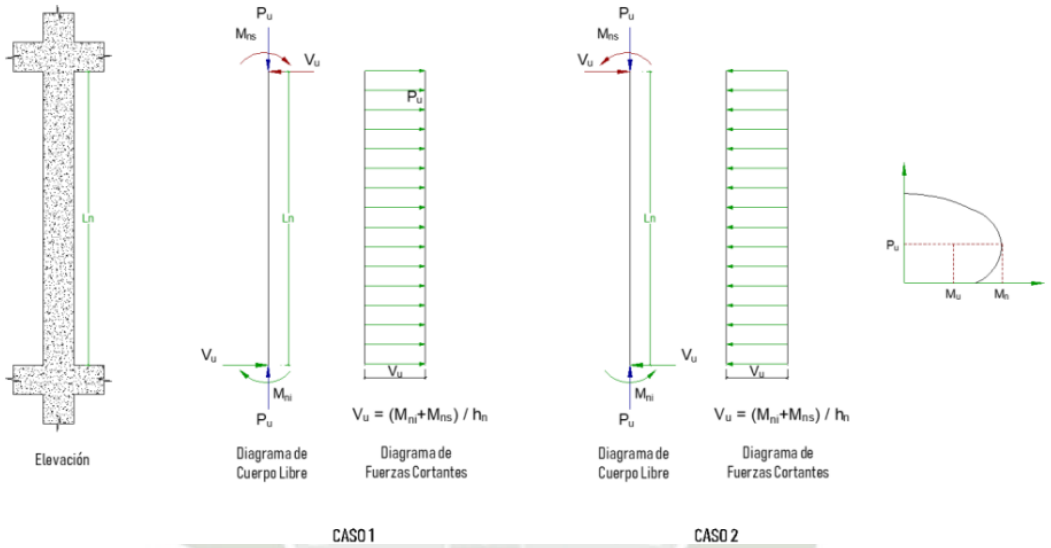


Figura 26 *Esfuerzo cortante de diseño en columnas*

Fuente: Norma E.060 (2020)

De donde hallaremos el valor del cortante resistente por el concreto y el acero con las siguientes expresiones:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d * \left(1 + 0.007 * \frac{N_u}{A_g}\right)$$

Ecuación 40 Fuerza cortante resistente por el concreto y el acero

$$V_s = \frac{V_u}{\phi_c} - V_c$$

Ecuación 41 Refuerzo de acero a la resistencia cortante

Para el espaciamiento del estribaje usaremos la siguiente formula, donde Av es el área de acero propuesto en un espacio "S"

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

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

Ecuación 42 Espaciamiento del estribaje por diseño de corte

- Diseño de Cimentación

- La cimentación es un componente esencial de la estructura, destinado a transferir las cargas de los elementos estructurales superiores al suelo, asegurando que la presión aplicada no exceda los límites permitidos. En nuestro diseño estructural, se ha decidido emplear zapatas aisladas, para las cuales se seguirán las siguientes fases:

Pre - dimensionamiento

1ero: Combinación CM + CV

2do: Cálculo del Peso propio, de las cuales se utilizará el 10% de la suma de la carga viva y la carga muerta

$$P_p = P_{cm} + P_{cv} + 0.1 * (P_{cm} + P_{cv})$$

Ecuación 43 Peso propio

3ero: Dimensionamiento de la zapata

$$A_z = \frac{P_p}{\sigma_t}$$

Ecuación 44 Dimensionamiento de la zapata

4to: Verificación de esfuerzos

$$P = P_{cm} + P_{cv} + P_{pz}$$

Ecuación 45 Carga axial aplicada

$$M = M_{cm} + M_{cv}$$

Ecuación 46 Momento flector aplicada

$$\sigma = \frac{P}{A_z} \pm \frac{M * x}{I_y}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Ecuación 47 carga admisible

De donde:

$$\sigma < \sigma_t$$

Ecuación 48 Verificación de esfuerzos

- Verificación de los esfuerzos considerando el asentamiento

En 1956, Meyerhof introdujo una relación entre la presión admisible neta de carga para cimientos y la resistencia estándar a la penetración, N60. La presión admisible neta se define como:

$$q_{adm(neta)} < q_{adm} - \gamma * D_f$$

Ecuación 49 Presión admisible neta

Después de que Meyerhof presentara su correlación inicial, varios estudios han demostrado que sus resultados tienden a ser conservadores. Posteriormente, Meyerhof sugirió en 1956 que la presión admisible neta de carga debería incrementarse aproximadamente en un 50%. Bowles, en 1977, propuso una forma modificada de las ecuaciones para la presión de carga, que puede expresarse como:

$$q_{neta}(kN/m^2) < \frac{N_{60}}{0.05} * F_d * \left(\frac{S_e}{25}\right) \qquad (para\ B \leq 1.22m)$$

ecuación 50 Presión admisible ancho menor que 1.22 m

$$q_{neta}(kN/m^2) < \frac{N_{60}}{0.08} * \left(\frac{B+0.3}{B}\right)^2 * F_d * \left(\frac{S_e}{25}\right) \qquad (para\ B > 1.22m)$$

ecuación 51 Presión admisible ancho mayor que 1.22 m

Donde:

N_{60} = Resistencia a la penetración estándar de campo

F_d = Factor de profundidad = $1+0.33(D_f/B) \leq 1.33$

B = Ancho

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

S_e = Asentamiento tolerable (mm)

Para estimar el impacto de los asentamientos no uniformes en una estructura y evaluar el daño resultante, el Instituto de Construcción y Gerencia (ICG) recomienda calcular la distorsión angular. Este parámetro nos proporciona una indicación de los niveles de daño esperados en una estructura específica debido a los asentamientos.

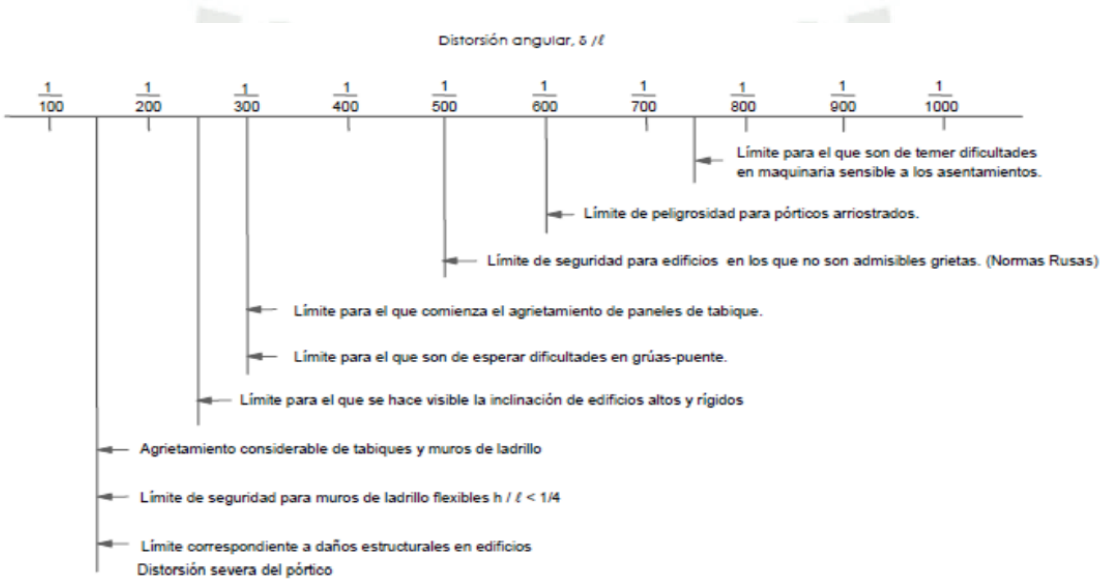


Figura 27 *Criterio de daño en estructuras*

Fuente: Bjerrum (1963)

De la figura 12 el valor tomado de la distorsión angular será de 1/500, la cual es un límite de seguridad para edificaciones en las cuales no son admitidos las grietas.

Se hará uso de la distorsión para determinar el asentamiento diferencial máximo y con ello el asentamiento máximo Se la cual es de 28mm.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

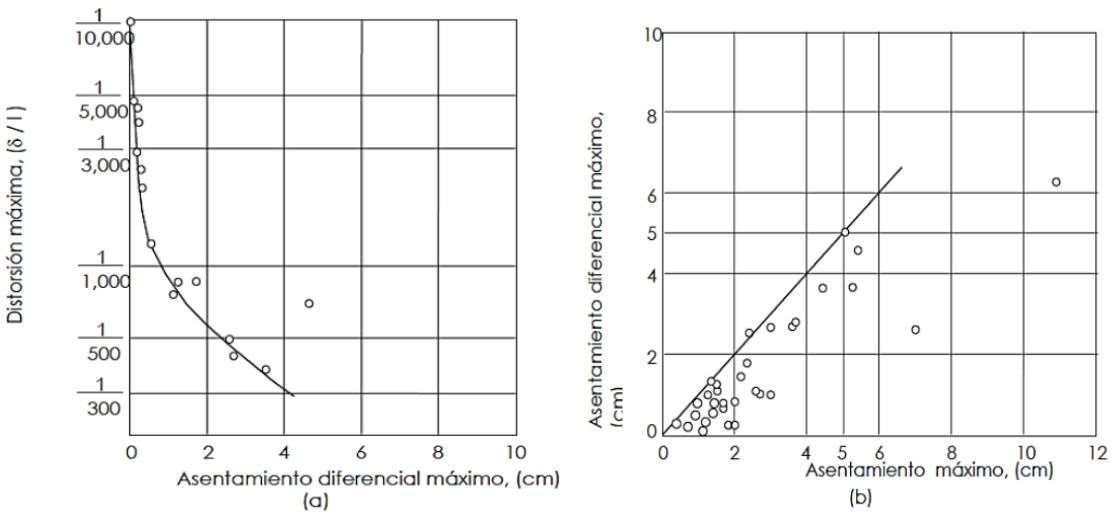


Figura 28 *Asentamiento de estructuras cimentadas sobre arena*

Fuente: Bjerrum (1963)

- Diseño por flexión

Para realizar el diseño basado en flexión, se emplearán diversas combinaciones de cargas, a partir de las cuales se calculará la distribución de esfuerzos para determinar el valor máximo resultante.:

1era Combinación = 1.4CM+1.7CV

$$P_{1u} = 1.4 * \left(P_{cm} + P_{pz}\right) + 1.7P_{cv}$$

$$M_{1u} = 1.4M_{cm} + 1.7M_{cv}$$

Ecuación 52 Primera combinación diseño por flexión

2da Combinación = 1.25(CM+CV) ±CS

$$P_{2u} = 1.25\left(P_{cm} + P_{pz} + P_{cv}\right) \pm 1.7P_{cs}$$

$$M_{2u} = 1.25 * (M_{cm} + M_{cv}) \pm 1.7M_{cs}$$

Ecuación 53 Segunda combinación diseño por flexión

Cálculo de los esfuerzos debido a las combinaciones de cargas:

1ero: Determinaremos la excentricidad:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$e_u = \frac{M_u}{P_u}$$

Ecuación 54 Determinaremos la excentricidad

2do: Se calculará el valor del área equivalente:

$$A_{eq} = 2 * \left(\frac{L_z}{2} - e_u\right) * B_z$$

Ecuación 55 Área equivalente

3ero: Para finalmente hallar el valor del Esfuerzo actuante:

$$\sigma_d = \frac{P_u}{A_{eq}}$$

Ecuación 56 Esfuerzo actuante

- Diseño por Corte

Calcularemos el Cortante Ultimo a partir de los esfuerzos actuantes:

$$V_u = \sigma_d * (L - d) * (1m)$$

Ecuación 57 Cortante ultima

Hallaremos la resistencia al concreto:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * d * (1m)$$

Ecuación 58 Resistencia al concreto

De donde:

$$V_u \leq V_c$$

Ecuación 59 Comparación de capacidad de carga

- Diseño por Punzonamiento

Para el diseño por punzonamiento realizaremos los siguientes cálculos:

$$x_o = b + d \qquad y_o = t + d$$

$$b_o = 2 * (x_o + y_o)$$

Ecuación 60 Ancho efectivo de la sección rectangular

$$A_o = x_o * y_o$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Ecuación 61 Área efectiva de la sección rectangular

De donde hallaremos el cortante ultimo a partir de los cálculos hallados anteriormente y el máximo valor de los esfuerzos actuantes.

$$V_{up} = \sigma_{d_máx} * (A_z - A_0)$$

Ecuación 62 Cortante ultima

Resistencia proporcionada por el concreto:

$$V_{c1} = 0.53 * \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) * \sqrt{f'_c} * b_o * d$$

Ecuación 63 Resistencia al concreto vc1

$$V_{c2} = 0.27 * \left(\frac{\alpha * d}{b_o} + 2\right) * \sqrt{f'_c} * b_o * d$$

Ecuación 64 Resistencia al concreto vc2

$$V_{c3} = 1.06 * \sqrt{f'_c} * b_o * d$$

Ecuación 65 Resistencia al concreto vc3

De donde: $\beta = \frac{b}{t}$

$$V_{cp} = mín(V_{c1}, V_{c2}, V_{c3})$$

Ecuación 66 Capacidad de corte nominal

Para lo cual debemos cumplir que:

$$V_{up} \leq \phi_c * V_{cp}$$

Ecuación 67 Cortante aplicada a la viga

2.5.Glosario de Términos

- Aglomerante: La acción de combinar fragmentos de uno o más materiales mediante un proceso físico y compactarlos.

- Aislación: Empleo de materiales para mantener alejado el cuerpo de calor, sonido, etc.

- Aligeramiento: Proceso para reducir el peso de un objeto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Cohesión: La capacidad de las sustancias para unirse o adherirse entre sí.
- Compresión: La aplicación de fuerza sobre un cuerpo para reducir su volumen.
- Conglomerante: Material usado para unir fragmentos o partículas de una o más sustancias y compactarlas en una unidad.
- Costo: El gasto económico relacionado con la fabricación de un producto o la prestación de un servicio.
- Dosificación: La determinación de la cantidad adecuada de una sustancia que debe agregarse en cada etapa de un proceso.
- Embalaje: El acto de proteger un objeto que será transportado mediante una caja u otro envoltorio.
- Ensayo: La evaluación o prueba realizada en un objeto antes de ser considerado apto para su uso.
- Factibilidad: La viabilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo un proyecto o alcanzar objetivos específicos.
- Fraguar: El proceso de endurecimiento de ciertas mezclas utilizadas en la construcción.
- Imputrescible: Que no puede descomponerse o pudrirse.
- Litología: La rama de la geología que estudia las rocas, incluyendo su composición, tamaño de partícula y propiedades físicas y químicas.
- Poliestireno Expandido: Un tipo de espuma derivada del poliestireno.
- Polímero: Macromolécula formada por la polimerización de monómeros, caracterizada por su alto peso molecular, elasticidad, resistencia y capacidad para formar fibras.
- Viabilidad: La posibilidad de llevar a cabo una actividad o proyecto con éxito.
- Absorción: La cantidad de agua que un material puede retener, expresada como un porcentaje del peso del material seco.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Acero de Preesforzado: Componentes de acero de alta resistencia, como cables o barras, utilizados para aplicar tensión al hormigón.
- Agregado: Materiales granulares utilizados en la fabricación de hormigón o mortero, como arena, grava o piedra triturada.
- Agregado Denominado Hormigón: Material compuesto de grava y arena utilizado en su forma natural.
- Agregado Fino: Partículas de agregado que pasan a través de un tamiz de 9,5 mm (3/8 de pulgada).
- Agregado Grueso: Partículas de agregado que permanecen en un tamiz de 4.75 mm (No.4).
- Agregado Liviano: Agregado con una densidad seca y suelta de 1100 kg/m3 o menos.
- Almacenamiento: El proceso de depositar temporalmente residuos sólidos en condiciones que protejan el medio ambiente y la salud humana.
- Arena (Agregado Fino): Material formado por la descomposición de rocas, utilizado en la preparación de hormigón.
- Cemento Portland: Producto obtenido por la pulverización de clínker Portland y sulfato de calcio, con la adición permitida de otros productos en cantidades limitadas.
- Columna: Elemento estructural vertical utilizado para soportar cargas axiales de compresión.
- Concreto: Material compuesto por cemento, agregado fino, agregado grueso y agua, utilizado en construcción.
- Concreto Estructural: Concreto utilizado con fines estructurales, incluyendo hormigón armado y hormigón simple.
- Concreto Armado o Reforzado: Concreto que contiene refuerzo de acero para mejorar su resistencia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Concreto Simple: Concreto sin refuerzo o con un mínimo de refuerzo.
- Concreto Premezclado: Concreto preparado en una planta y transportado al sitio de construcción.
- Concreto Preesforzado: Concreto con tensión interna aplicada para reducir la tensión potencial de tracción.
- Grava: Agregado grueso obtenido de la descomposición natural de la piedra.
- Losa: Elemento estructural horizontal utilizado como techo o suelo, a menudo armado para resistir cargas sísmicas.
- Piedra Triturada o Chancada: Agregado grueso obtenido por trituración de rocas o grava.
- Puntales: Elementos verticales o inclinados utilizados para soportar encofrados, hormigón u otros elementos estructurales.
- Viga: Elemento estructural que soporta cargas principalmente en flexión y corte.

.

2.6.Marco Histórico

2.6.1. Evolución de los materiales de Construcción

A lo largo de la historia de la humanidad, la construcción ha sido un indicador del progreso económico y un reflejo de la evolución de los países que invierten en mejoras en este sector. La disponibilidad y el uso de materiales de construcción han sido cruciales en esta evolución, ya que definen tanto la forma como la calidad de las viviendas y edificaciones.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Los materiales de construcción se pueden clasificar en tres categorías principales:

Materiales metálicos: Estos materiales son compuestos inorgánicos que consisten en uno o más elementos metálicos, a veces con la presencia de elementos no metálicos como el carbono. Ejemplos de estos materiales son el hierro, cobre, aluminio, níquel y titanio.

Materiales cerámicos: Los materiales cerámicos, que incluyen ladrillos, vidrio, loza, aislantes y abrasivos, se caracterizan por tener baja conductividad eléctrica y térmica. Aunque pueden tener buena resistencia y dureza, carecen de ductilidad y resistencia al impacto..



Figura 29 *Ladrillo como material cerámico hecho de arcilla*

Fuente: Promart (2022)

Materiales poliméricos: En estos se incluyen el caucho, los plásticos y muchos tipos de adhesivos; este tipo de material es producido al crear grandes estructuras moleculares a partir de moléculas orgánicas obtenidas del petróleo o productos agrícolas.



Figura 30 *Material polimérico - PVC*

Fuente: Vilssa, 2020

Inicialmente, la construcción se basaba principalmente en dos materiales: piedra y ladrillos de barro cocido. Con el tiempo, se introdujeron nuevos materiales, como el ladrillo, que

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

permitieron la construcción de las primeras ciudades. Además, se comenzó a utilizar la puzolana, una mezcla de polvo con agua, y se incorporó el hierro en las estructuras.

En cuanto a las viviendas, se han empleado diversos materiales a lo largo de la historia. Las primeras viviendas solían construirse con barro o arcilla, pero con el tiempo se introdujeron materiales como el acero y el concreto armado para edificios más altos.

La evolución de la construcción residencial ha variado según las regiones y las épocas. Por ejemplo, en el antiguo Egipto, las casas solían ser de adobe y tener una planta rectangular, mientras que en el Oriente Próximo, se adaptaban a los materiales disponibles, como barro o piedra.

En la Edad Media, estas tipologías residenciales fueron reemplazadas por la construcción de monasterios y ciudades en expansión en Europa. Esto condujo, en el siglo XX, al desarrollo de la construcción residencial como la conocemos hoy en día. Los arquitectos de esa época diseñaban viviendas según los principios y materiales de su tiempo.

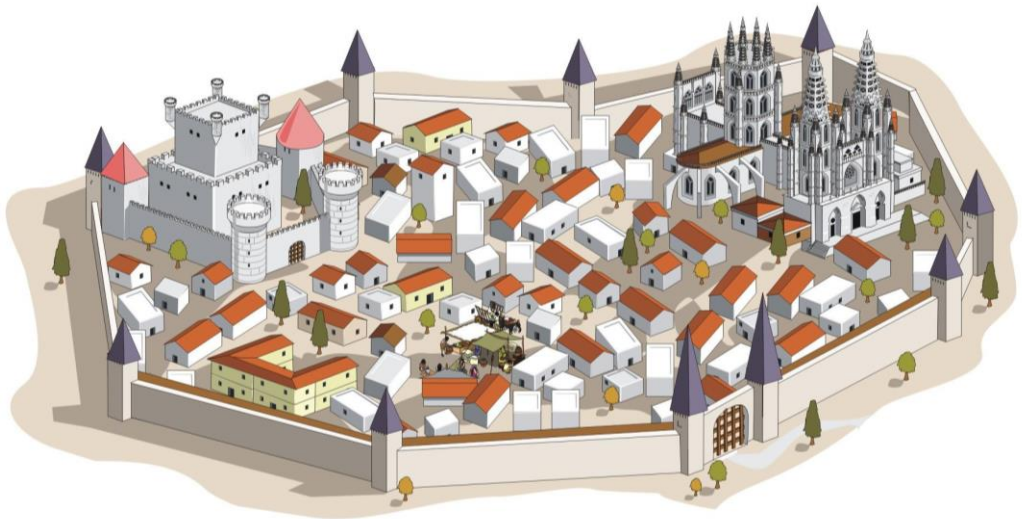


Figura 31 *Núcleo urbano - Edad Media*

Fuente: Moreno, 2018

En la actualidad, se han desarrollado nuevos métodos, técnicas y sistemas para la construcción de viviendas en todo el mundo, utilizando materiales innovadores y soluciones ingeniosas para

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

reducir tanto el tiempo como los costos de construcción. Además, existe un énfasis en la importancia de que estos métodos y materiales contribuyan a la ecología y promuevan la sustentabilidad para preservar el medio ambiente.

Algunos ejemplos de estas innovaciones incluyen el uso de concreto cerámico extendido, la construcción ecológica con concreto de papel, la aplicación de concreto decorativo en las paredes, el diseño de casas contemporáneas de hormigón armado, la construcción de domos de concreto y la utilización de paneles de concreto ligero, entre otros..

2.6.2. Panorama de la Gestión de Tiempo

Las distintas perspectivas culturales sobre el tiempo pueden influir en cómo se gestiona. Por ejemplo, en algunas culturas se concibe el tiempo de manera lineal, como un flujo continuo de un momento al siguiente. Esta concepción predominante en América y la mayoría de los países del norte de Europa, como Alemania, Suiza o Reino Unido, valora mucho la eficiencia en la gestión del tiempo y evita actividades que puedan considerarse una pérdida de este recurso. Estas culturas tienden a ser más "monocrónicas", es decir, prefieren realizar una tarea a la vez. En general, esta perspectiva cultural fomenta la concentración en una tarea única y, por ende, una gestión más efectiva del tiempo.



Figura 32 *Visión lineal del tiempo*

Fuente: (Lewis, 2014)

En algunas culturas, como en los países del sur de Europa, como España, Portugal o Italia, se adopta una perspectiva del tiempo que favorece la multitarea. En estas culturas, conocidas como "policrónicas", las personas tienden a sentirse más satisfechas al realizar varias tareas simultáneamente. Esto contrasta con la visión lineal del tiempo, ya que en estas culturas se prefiere abordar múltiples actividades de manera inmediata.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

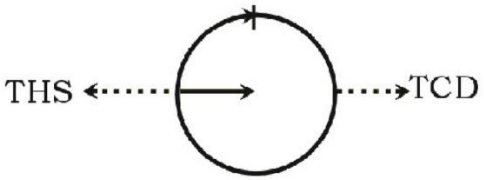


Figura 33 *Visión Cíclica del Tiempo*

Fuente: Taipe, 2004

En estas sociedades, las personas a menudo dedican tiempo a actividades que consideran prioritarias, como finalizar conversaciones sociales. En entornos empresariales, el énfasis suele estar en la calidad de las reuniones más que en su duración, lo que refleja una valoración de la sinergia y la creatividad por encima de la eficiencia.

Por otro lado, existe una perspectiva cíclica del tiempo, presente en muchas culturas asiáticas como Japón y China. En estas culturas, el tiempo se percibe como cíclico, con días, meses, años y estaciones que se repiten regularmente. Por lo tanto, no se considera que el tiempo se desperdicie, ya que siempre vuelve. En este contexto, completar las tareas de manera correcta es más importante que el tiempo empleado en ello. Además, las personas suelen ser conscientes de las diferencias en la percepción del tiempo entre culturas y las tienen en cuenta al interactuar con personas de distintos trasfondos culturales. (Project Management Institute, 2004).

2.6.3. La gestión de Costos

La aplicación de sistemas de costos tuvo sus inicios en civilizaciones antiguas del Medio Oriente, donde se comenzaron a registrar los gastos asociados a la producción de bienes. En industrias tempranas como la producción de vino, la impresión de libros y la fabricación de acero, se emplearon procedimientos que se asemejaban a sistemas de costos rudimentarios, registrando el uso de recursos para la producción.

En países europeos durante los años 1485 y 1509, se empezaron a utilizar sistemas de costos simples que guardaban cierta similitud con los enfoques modernos. Se llevaban registros

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

de costos en libros que recopilaban la información sobre la producción, siendo estos considerados como antecedentes de los manuales de costos contemporáneos.

Conforme el mercado y los métodos de producción se expandían, la contabilidad se convirtió en una herramienta crucial para medir las ganancias en diversas áreas comerciales. Por ejemplo, en Inglaterra, a finales del siglo XIV, el cálculo de costos se volvió indispensable debido a la competencia entre los productores de lana de las ciudades y las aldeas.

2.6.3.1. Surgimiento de Costos

En 1777 se realizó la primera descripción detallada de los costos de producción por procesos, basada en el caso de una empresa dedicada a la fabricación de medias de hilo de lino. Esta descripción ilustraba cómo calcular el costo del producto final mediante un sistema de contabilidad de doble entrada que registraba tanto cantidades como valores para cada etapa del proceso de producción.

2.6.3.2. Consolidación de Sistemas de Costos

Entre 1890 y 1915, se experimentó un significativo avance en el desarrollo de la contabilidad de costos. Durante este período, se estableció la estructura fundamental de esta disciplina y se integraron los registros de costos con las cuentas generales en países como Inglaterra y Estados Unidos. Además, se introdujeron conceptos clave, como la elaboración de métodos para la distribución de los costos indirectos de fabricación, la adaptación de informes y registros para su uso tanto interno como externo, y la valoración de inventarios y estimación de costos de materiales y mano de obra.

Existen pruebas que indican que los costos predeterminados fueron utilizados por la empresa estadounidense WESTINGHOUSE en 1928, antes de su adopción generalizada por otras grandes empresas en los Estados Unidos. Estos sistemas de costos permitían acceder a datos antes del inicio de la producción. Sin embargo, este período fue seguido por la Gran

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Depresión de los años 30, durante la cual los países industrializados tuvieron que realizar esfuerzos considerables para proteger su capital..

2.6.3.3. Nueva Visión de Costos

Antes de 1980, las empresas industriales consideraban sus métodos de acumulación de costos como secretos industriales, ya que los sistemas de información financiera no incluían bases de datos ni archivos de contabilidad de costos. Este enfoque resultó en un estancamiento relativo de la contabilidad de costos en comparación con otras áreas de la contabilidad, hasta que se demostró que su aplicación generaba beneficios.

En 1981, el estadounidense H.T. Johnson resaltó la importancia de la contabilidad de costos y los sistemas de costos como herramientas clave para proporcionar información a la gerencia sobre la producción. Esto implicaba la necesidad de tener archivos de costos útiles para establecer precios adecuados en mercados competitivos.

Este cambio de perspectiva llevó al desarrollo de los sistemas de costeo actuales. A medida que avanzan y cambian los sistemas organizacionales y de producción, se implementarán nuevas metodologías y herramientas para medir y controlar los costos. (Gómez, 2002)

2.7.Estado de Arte

2.7.1. Normativa internacional

American Concrete Institute: En el portal web de esta Institución, definen que ACI (sus siglas), son una autoridad líder en el desarrollo, difusión y adopción de estándares basados en el consenso, recursos técnicos y programas educativos de capacitación y Certificación. Así mismo, tiene por objetivo promover el progreso, innovación y colaboración de la industria del concreto, mediante sus investigaciones, becas e ideas propuestas (concrete.org, s.f.). De la mencionada Institución, se rescata los requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y Comentario (ACI 318SR-05) publicado en enero del 2005. En este

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

documento, se detallan especificaciones de diseño de elementos estructurales como losas, muros, zapatas, referencias de calidad de concreto, indicaciones sobre concreto prefabricado y otros (ACI, 2005)

Normas Mexicanas de Concreto: Existe normativa para los elementos que componen el concreto, en México, las cuales son: Cemento (NMX-C-414-ONNCCE-2014 Cementos Hidráulicos: Especificaciones y métodos de ensayo y NMX-C-061-ONNCCE-2015 Cementos Hidráulicos: Determinación de resistencia a la compresión de cementantes hidráulicos), Agua (NMX-C-122-ONNCCE-2004: Agua para concreto – Especificaciones y NMX-C-277-2010: Agua para concreto – Muestreo), Agregados (NMX-C-030-ONNCCE-2004: Agregados – Muestreo y NMX-C-111-ONNCCE-2014: Agregados para concreto hidráulico – Especificaciones y métodos de ensayo), Aditivos (NMX-C-081-1981: Aditivos para concreto curado compuestos líquidos que forman membrana, NMX-C-199-1986: Aditivos para concreto y materiales complementarios terminología y Clasificación, NMX-C-255-2006: Especificaciones, muestreo y métodos de ensayo aditivo químicos concreto), Concreto Fresco y Endurecido (NMX-C-083-ONNCCE-2014: Concreto – Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes – Método ensayo, NMX-C-191-ONNCCE-2015- Concreto – Determinación de resistencia a la flexión usando una viga simple con carga a dos tercios del claro, NMX-C-161-ONNCCE-2013: Concreto Fresco – Muestreo , entre otras normas) (Don Concreto, 2021).

Norma Ecuatoriana de la Construcción – NEC: La presente normativa establece consideraciones para para el diseño de elementos de concreto armado, junto con consideraciones sísmicas como ductilidad y disipación de energía. Así mismo, establece pautas para lograr una adecuada durabilidad del hormigón, consideraciones para acero y armaduras de refuerzo, flexión, cargas axiales y combinaciones de ambas y el diseño de los refuerzos pretendientes (Norma Ecuatoriana de la Construcción - NEC, 2014).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.7.2. Normativa Nacional

Reglamento Nacional de Edificaciones: Como se menciona en el portal de Informes y Publicaciones de la Plataforma digital única del Estado Peruano, es la norma técnica de cumplimiento obligatorio por las entidades públicas del estado peruano. Así como personas naturales y jurídicas de derecho privado que proyectan o ejecutan habilitaciones urbanas y edificaciones en el territorio nacional. Además, se menciona que es el único marco normativo que establece criterios y requisitos de calidad para diseño, producción y conservación de edificaciones y habilitaciones urbanas, la cual se actualiza periódicamente de forma total o parcial, en función a los avances tecnológicos y demanda de la sociedad (Gobierno del Perú, 2021). En este documento, se presentan documentaciones acerca de consideraciones básicas para el diseño de habilitaciones urbanas, consideraciones para seguridad durante la construcción, diseño urbano, habilitaciones residenciales, industriales, comerciales, habilitaciones de uso especial, ubicadas en riberas y laderas, especificaciones para pavimentos urbanos, suelos y taludes, plantas de tratamiento entre otros.

Normativa NTE E 030 diseño sismorresistente RM-43-2019-VIVIENDA: Define las consideraciones sísmicas para el diseño de edificaciones y conceptos como peligro sísmico, categoría, sistema estructural y regularidades en edificaciones, análisis estructural, requisitos de rigidez resistencia y ductilidad, consideraciones para el diseño de elementos no estructurales, cimentaciones, reforzamiento de estructuras, y mapa de zonificación sísmica del territorio peruano (Dirección de Construcción, 2019).

Normativa E.020 Cargas: Define los conceptos de carga, tipos de carga como carga muerta, carga viva y otras cargas. Así como la distribución y combinación de cargas. Por otro lado, menciona consideraciones con respecto a la estabilidad de carga, rigidez y se adjunta documentación como el mapa eólico del Perú (Dirección de Construcción).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.7.3. Articulos Científicos

Dávila, J.M., Fortes, J.C., Crespo, L., & Rodríguez, C.A. (2015). Comparative analysis of slabs foundation: Lightweight by expanded polystyrene blocks opposite solid slabs.Este artículo presenta un análisis comparativo entre losas de cimentación aligeradas mediante bloques de poliestireno expandido (EPS) y losas macizas. Se centra en cómo el uso de EPS puede influir en el rendimiento estructural y la eficiencia de las losas, considerando aspectos como el costo, el peso y la facilidad de instalación.

Dávila, J.M., Fortes, J.C., Jaramillo-Morilla, A., de la Torre, M., & Pancho, R. (2019). Behavior of expanded polystyrene as lightweight filler in retaining walls with intermediate slabs. Este estudio investiga el comportamiento del poliestireno expandido (EPS) como material de relleno ligero en muros de contención con losas intermedias. El artículo examina cómo el EPS afecta la estabilidad y el rendimiento estructural de los muros, proporcionando datos experimentales y análisis sobre su eficacia como material de relleno.

Dávila, J.M., Jaramillo-Morilla, A., Mascort-Albea, E., & Grande, J.A. (2018). Experimental analysis of slabs foundation by scale models: Lightweight slabs by expanded polystyrene blocks opposite solid slabs.En este artículo se realiza un análisis experimental de losas de cimentación mediante modelos a escala, comparando losas aligeradas con bloques de poliestireno expandido con losas macizas. El estudio se enfoca en evaluar la efectividad y el comportamiento de las losas aligeradas en comparación con las tradicionales, utilizando modelos a escala para simular diferentes condiciones de carga y soporte.

Bishnoi, D., Patil, V., & Dasaka, S.M. (2024). EPS as an inclusion material: An instrumented field study on retaining wall. Este artículo examina el uso del poliestireno expandido (EPS) como material de inclusión en muros de contención, basado en un estudio

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

de campo instrumentado. El estudio investiga cómo la inclusión de EPS afecta la resistencia y el comportamiento de los muros, proporcionando datos prácticos y resultados sobre la aplicación de EPS en la ingeniería civil.

2.8.Antecedentes de la Investigación

2.8.1. Antecedentes Internacionales de la Investigación

a. En la tesis de grado **"Uso de Poliestireno Expandido como agregado al concreto: Revisión Literaria"** de los autores Erasso D., Quinbay C. y Méndez M. (2021), se plantea demostrar la viabilidad del uso del poliestireno expandido como agregado al concreto, a partir de una descripción del uso del concreto modificado con poliestireno expandido, la identificación del diseño de mezclas óptimo para la implementación del concreto modificado con poliestireno expandido en elementos estructurales y no estructurales y no estructurales, y la descripción de la normatividad colombiana que permita el uso del concreto modificado con poliestireno expandido. La investigación concluye que, el poliestireno expandido tiene como ventaja la reutilización, lo cual conlleva a una mitigación del impacto ambiental negativo, ocasionado por una mala disposición de residuos. Así mismo, plantea que, el reciclaje de poliestireno expandido, disminuye el volumen de desechos vertidos a rellenos sanitarios urbanos y suburbanos, aportando a una minimización de la contaminación del aire, lo cual mejora la calidad de vida de las personas. Así mismo plantea el autor que, toda idea relacionada al reciclaje con miras a la protección y cuidado del medio ambiente, deberá rescatarse, estudiarse y materializarse. Con respecto a la revisión de su estado de arte, infiere el autor que, la adición de poliestireno expandido modifica las propiedades del concreto, convirtiéndolo como componente de alta funcionalidad en concreto livianos. Así mismo, menciona que, este material puede funcionar como alternativa de reemplazo de agregados finos y gruesos, asegurando la baja variabilidad en las propiedades mecánicas del concreto. Por otro lado, el

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

autor menciona la relación inversamente proporcional entre la resistencia a la compresión y densidad, a medida que las perlas de poliestireno se incrementan en la mezcla. Por otro lado, menciona la importancia de la adición de aditivo como retenedores de agua, aireadores y fluidificantes para mejorar las propiedades del concreto. Finalmente, el autor recomienda el uso de poliestireno expandido para elementos estructurales horizontales, con f'c=2500 psi y 3000 psi, menciona que resistencias por encima, no logran alcanzar el 100% de la resistencia de diseño. Además, recomienda la utilización de concreto modificado con poliestireno expandido a elementos estructurales como: vigas, losas macizas, losas aligeradas, losas en una dirección o dos direcciones. Además de otros elementos no estructurales como bordillos, andenes, placa huellas, dinteles de ventanera y puertas (Erasso Eslava, Quimbay Castro, & Méndez Cruz, 2021).

b. En la investigación de Ojeda A. (2019) titulada **"Impacto Económico del uso de poliestireno expandido (EPS) para la construcción de muros en Vivienda de Interés Prioritario (VIP) del municipio de Girardot – Cundinamarca"**, plantea determinar el impacto económico del uso de este material en la construcción de muros de vivienda categoría VIP en la unidad de estudio mencionada en el título, mediante la documentación de las características arquitectónicas y estructurales del proyecto de vivienda VIP, seguido de la definición del modelo típico de vivienda VIP para su valoración económica, considerando métodos constructivos tradicionales. Además de determinar la valoración económica del modelo típico elegido utilizando poliestireno expandido para la ejecución de muros. Finalmente lograr consolidad un índice de favorabilidad del uso de poliestireno expandido en los modelos propuestos. El autor concluye en su investigación lo siguiente: Sobre las características arquitectónicas y estructurales de proyectos de vivienda VIP, son ajustadas al marco jurídico y la normatividad, para ser considerado como vivienda digna, lo cual designa a que no sea construida en zona de riesgo, limitando su construcción a suelo urbano de uso

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

residencial, con presencia de infraestructura vial, redes primarias de energía, acueductos, alcantarillado y recolección de basuras, logrando de esta manera que los habitantes vivan con confort en salud e integridad. Por otro lado, menciona que los modelos de vivienda VIP, correspondieron a los construidos en torres de apartamentos, donde las unidades de vivienda tenían comprendida 01 baño, 01 cocina, sala – comedor y aire libre, con un promedio de área de 56.4 m2; además, contar con los servicios básicos de energía, acueducto, alcantarillado, recolección de basura, áreas comunales, vías de acceso y servicio de transporte. Con respecto a la valoración económica, el autor plantea que, la variable que más impacta en el costo de la vivienda, es el material. Por ello, al utilizar poliestireno expandido, se evidenció reducciones importantes en costo por metro cuadrado y en costo de mano de obra y tiempos de construcción de muros. Finalmente, el autor menciona los índices de favorabilidad obtenidos, con 17% de reducción en tiempos de construcción, 16% y 18% en costos de mano de obra por unidad de vivienda, y 25.4& y 31.79% en valor final por metro cuadrado construido. Además, concluye que el poliestireno expandido resulta ser un material alternativo económico, seguro, practico y limpio, con posibilidad para el sector construcción de reducir costos operacionales, mejora en tiempo de entrega y ampliación de cobertura de vivienda, reduciendo el déficit que se presenta (Ojeda Triana, 2019).

c. Torres K. y Arias J. (2018) en la tesis **"Comportamiento de losas alivianadas de hormigón tradicional y mezclado con poliestireno expandido"** plantean como objetivo general, comparar el comportamiento del hormigón tradicional con el hormigón que tenga en su mezcla un porcentaje de poliestireno expandido para el establecimiento de una adecuada dosificación en el diseño de un concreto alivianado, a partir de la identificación de dosificación óptima de mezclado del concreto liviano con poliestireno expandido, seguido a la selección del porcentaje de árido fino con poliestireno expandido, para verificación de su comportamiento en estado fresco y sólido, consecuentemente a una descripción de los beneficios y costos de la

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

elaboración del hormigón alivianado con poliestireno expandido y hormigón tradicional. El autor concluye en su investigación con los siguiente: Al sustituir un mayor porcentaje de poliestireno expandido con arena, se obtiene un hormigón muy liviano con resistencia baja de 240 kg/cm2, lo cual no cumple con la resistencia óptima esperada de un diseño de hormigón para losas alivianadas. Por otro lado, la trabajabilidad del hormigón con perlas de poliestireno expandido, con sustitución del 2% con la arena, brinda muy buena trabajabilidad y manejo de muestra. Además, de los 3 prototipos de hormigón, el más favorable y con el que más resistencia se obtuvo fue el de 2% de poliestireno. Seguidamente, la variación con respecto al peso de las probetas resultó no significativa, ya que el cálculo se hizo con respecto a las perlas del poliestireno. Adicionalmente, el autor menciona que las perlas no pierden su forma luego del mezclado en la concretera, y que luego de los ensayos de compresión, las perlas se encontraron bien distribuidas en toda la muestra. Finalmente, el autor menciona que la hipótesis planteada no fue aprobada por no alcanzar la resistencia a la compresión requerida. Sin embargo, se registra una excelente trabajabilidad en el concreto (Torres Chamba & Arias Chamba, 2018).

2.8.2. Antecedentes Nacionales de la Investigación

a. La tesis de pregrado del autor Almonacid L. (2020) titulada **Uso del poliestireno expandido e innovado para losas aligeradas en el distrito de Huancayo 2018**, plantea diseñar e innovar el uso del poliestireno expandido con casetones, mediante el análisis técnico – económico, para proponer su uso en losas aligeradas de una vivienda de Huancayo 2020, a partir de la elaboración de casetones de Tecnopor acanalados rellenados con mortero, mediante estudio técnico comparativo de los casetones convencionales y de las propuestas innovadoras de bloques, cuya función es de aligerante en losas. Seguidamente de una evaluación de la eficiencia en el uso de casetones de Tecnopor acanalados y rellenados de mortero, mediante una comparativa de costos en su proceso constructivo y la forma convencional, para proponer

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

su uso en el enlucido de losas aligeradas; además, la evaluación de durabilidad y practicidad en el uso de casetones de Tecnopor acanalados y rellenos de mortero, a partir de comparaciones en el tiempo de construcción de las losas aligeradas. En autor concluye lo siguiente: Se diseña un bloque de poliestireno expandido acanalado y rellenado con mortero cuya función es de relleno de losas aligeradas. Logrando registrarse que, el poliestireno como material adelgazador en paneles sándwich reduce el peso en un 99%, en comparación a los paneles adelgazados, donde los ladrillos de arcilla reducen su peso de los paneles en un 40%. Así mismo, se menciona que el poliestireno puede hacer que la distancia libre entre vigas supere los 30 cm. Por otro lado, debida a su alta trabajabilidad, el poliestireno otorga un ajuste perfecto en obra. Además, menciona la versatilidad en el transporte, por su peso ligero, ahorrando costo en el flete e instalación. Con respecto a su conductividad térmica, resulta baja y su estructura de celda cerrada se encuentra lleva de aire, dificultando el paso de calor o frío, lo cual le otorga un alto aislamiento térmico y acústico. Menciona además que, se podrá rellenar con mortero sin problemas durante la construcción. Con respecto a la eficiencia en comparación de costos en proceso constructivo, se menciona que el modelo es ideal cuando se trabaja en techos de áreas grandes. Además, para hoja de 2 pulgadas, se obtuvo luz libre de hasta 4 m, con capacidad de soporte de carga de 400 kg/m2. Menciona además el autor que, al utilizar ladrillos de arcilla y considerar distancia entre viguetas de 40 cm, el costo es considerablemente mayor al sistema con 70 cm de poliestireno entre viguetas, logrando registrar una pérdida de peso en una dirección hasta 23% menos. Adicionalmente, el autor recomienda dejar un tablero inferior de 2 a 3 cm en el tablero de vaciado in situ, evitando de esta manera trabajos de enlucido o trabajos en techo. Recomienda además utilizar la distancia máxima entre viguetas (70cm) a pesar de que se tuviera que incrementar la altura del tablero, y el cumplimiento de los requisitos técnicos de la losa, antes de cortar el poliestireno expandido (Almonacid Ordoñez, 2020)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA



Figura 34 *Poliestireno acanalado vertical*

Fuente: Almonacid L. (2020).

b. El autor Avalos K. en su tesis de grado **"Influencia de superplastificante y poliestireno expandido en un concreto ligero en losas sobre, conductividad acústica, asentamiento y compresión"** (2020), plantea evaluar el porcentaje de poliestireno expandido y aditivo superplastificante en un concreto estructural para losa sobre su aislamiento acústico, asentamiento y resistencia a la compresión, a partir de la caracterización de los agregados convencionales y livianos a utilizar en el concreto, mediante normas ASTM, el ´cálculo del diseño de mezcla mediante método ACI211 para resistencia de 280 kg/cm2, la determinación del asentamiento del concreto bajo norma ASTM C143, la evaluación del aislamiento acústico bajo Norma UNE-ISO-140-1/ UNE ISO-140-3, el análisis estadístico mediante el método ANAVA para aceptar o rechazar la hipótesis y el cálculo del costo efectivo de concreto con Tecnopor y superplastificante en porcentaje más óptimo. Las conclusiones de la investigación fueron: Se obtuvo una resistencia a la compresión superior a 280 kg/cm2 con una relación agua/ cemento de 0.53, se menciona que el poliestireno expandido al ser un material muy ligero, reduce la resistencia a la compresión, se determinó que el superplastificante aumenta el

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

asentamiento del concreto y el poliestireno reduce el mismo. Además, se concluyó que el poliestireno expandido reduce la resistencia a la compresión, además que no aumenta el aislamiento acústico según UNE – ISO – 140 – 1/ UNE ISO – 140 – 3. Por otro lado, luego el análisis estadístico ANAVA, se verificó la hipótesis planteada de la presente investigación. Con respecto al costo para m3 de concreto con poliestireno expandido a 0.10% y aditivo superplastificante a 0.15%, resulta 464 soles. Finalmente, el autor concluye que, los concretos con mejor resistencia a la compresión son mejores en aislamiento acústico, debido a su compacidad y resistencia (Avalos González, 2020)

c. En la tesis de Verde C. (2021) titulada **"Evaluación comparativa el comportamiento estructural de una vivienda de 05 niveles con entrepiso de losa aligerada con ladrillo y Tecnopor"**, el autor plantea determinar la variación en magnitud del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar de 5 niveles con entrepiso de losa aligerada con ladrillo y bloques de Tecnopor, a partir de la determinación del beneficio estructural, diferenciación numérica de fuerzas internas de los elementos estructurales y la diferenciación entre los parámetros dinámicos de los elementos estructurales. La investigación concluye en los siguiente: Las fuerzas de momentos en vigas producto de la envolvente, resulta menor en losas con bloques e Tecnopor en 96.26% en comparación a la losa convencional con la misma sobrecarga. Se logró verificar la hipótesis de la investigación, sobre la optimización del comportamiento estructural a partir de la comparación de magnitud promedio de 148.62 kg-m con la crítica de 300 kg-m. Por otro lado, las fuerzas cortantes en las vigas, resulta menor con respecto a los bloques de Tecnopor, en un 95.45% en comparación a la losa convencional. Con una magnitud promedio de 304.88 kg-m con el crítico de 440.40 kg-m en una viga de la estructura (Viga 3), lo cual evidencia un mejor comportamiento estructural. Con respecto a las fuerzas axiales en vigas, resulta mínima en magnitud, con 90.04% de diferencia respecto al modelo convencional, logrando de esta forma demostrar la hipótesis sobre comportamiento

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

estructural. Por otro lado, las fuerzas de torsión en las vigas, resulta mínima en 95.53%, con una magnitud promedio de 7.27 kg-m con un crítico de 29.40 lg-m, lo cual evidencia un mejor comportamiento estructural. Con respecto a las fuerzas de torsión en columnas, resulta menor en 95.23% con respecto a la lisa convencional con una misma sobrecarga, obteniéndose 22.87 kg-m con un crítico de 75 kg-m en una columna crítica (columna 4). La fuerza de momentos en columnas, ocasionadas por sismo SX, resulta menor con bloques de Tecnopor, con un 93.42% en promedio con respecto a la losa convencional, con un valor de 23.34 kg-m y un crítico de 24.20 kg-m en la columna N° 02 de la estructuración, testificando la disminución de fuerzas internas. L fuerza de momentos en columnas ocasionadas por sismos SY, resulta menor en losas con bloques de Tecnopor, con una significancia de 93.39%, con una magnitud promedio de 226.69 kg-m y un crítico de 309.30 en columna N° 02 de la modelación. Con respecto a la fuerza axial en columnas, resultó menor en losas con bloques de Tecnopor, presenciando significancia de 92.20% con una magnitud promedio de 1.30 tn con un crítico de 1.94 tn en columna N° 03, logrando así un estudio satisfactorio. Por otro lado, la fuerza axial en columnas producto del sismo SX resultó menor con una significancia de 93.35% en comparación a la losa convencional, con magnitud promedio de 318.76kgf y valor crítico de 442.20kgf en la columna N° 2 de la presente estructuración. Así mismo, la fuerza axial en las columnas producto del sismo (SY) resulta menor en losas con bloques de Tecnopor, con un 93.43% de significancia a la losa convencional, y una magnitud promedio de 177.30 kgf y valor crítico de 368.80kgf en la columna N° 1, esto debido a la baja rigidez y su ubicación en el extremo de columna, menciona el autor. Con respecto al peso de losa, se registra un peso de 308.727 kg/m2 de losa convencional y 250.0112 kg/cm2 para losa con bloques de Tecnopor, logrando así una significancia de 96.19% con magnitud de 26.22 tn, demostrando una reducción de los parámetros dinámicos. Sobre las distorsiones UX, se registra una variación significativa de 93.47%, pero con una diferencia en magnitud de 1mm. En la distorsión UY, se

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

registra una diferencia en 93.52%, con una variación en magnitud por 0.51mm. Consecuentemente, la cortante basal resulta menor en losas con bloques de Tecnopor en un porcentaje de 96.19% en comparación a la losa convencional, con una diferencia de 4.41 Tn. Finalmente, con respecto a la distribución de la fuerza sísmica en altura con losa de Tecnopor, resulta menor con un valor de 4.41tn en total, demostrando así la disminución de los parámetros dinámicos (Verde Dionisio, 2021).

2.8.3. Antecedentes Locales de la investigación

a. En la tesis de Yucra E. (2019) titulada **"Evaluación por desempeño de una edificación aporticada diseñada según la norma sismorresistente actual"**, el autor plantea Realizar una evaluación de un edificio aporticado diseñado según la norma sismorresistente actual mediante una evaluación estática no lineal, para lo cual plantea Realizar una adecuada estructuración y dimensionamiento de los elementos estructurales, siguiendo las pautas de la norma sismorresistente actual NTE E 030–2018, Realizar una comparación entre los resultados obtenidos en el análisis de la edificación diseñada bajo la norma sismorresistente actual NTE E 030–2018 y el análisis estático no lineal (pushover), Mediante el análisis estático no lineal hallar el coeficiente de reducción y la sobre resistencia presente en la estructura y compararla con el coeficiente de reducción propuesta por la NTE E 030-2018 y Demostrar la importancia de realizar evaluaciones mediante la metodología del desempeño cumpliendo los parámetros de diseño en el Perú. La investigación concluye en los siguiente: Se pudo comprobar que, en la estructura evaluada perteneciendo a una edificación de categoría esencial, diseñada bajo las consideraciones de la Norma sismorresistente NTE E 030 (2018) presenta un déficit en su ductilidad ocasionando que no cumpla con los objetivos de desempeño planteados. Además. Se pudo s concluir que la edificación en su eje más corto (dirección X-X) no cumple con el desempeño esperado para un sismo de servicio debido a su incursión en el rango no lineal, nuestro sismo de servicio SE llega a incursionar en el rango OI (ocupación inmediata), para un

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

sismo de diseño DE incursiona en el rango SV (seguridad de vida) y mientras que para un sismo máximo ME no llega a converger en un punto de desempeño. Así mismo, Al someter a la estructura diseñada bajo la norma sismorresistente NTE E 030 a un rango no lineal se pudo identificar que en la dirección X-X no presenta una ductilidad adecuada μx-x = 2.45 para lo cual no hace posible cumplir con los objetivos de desempeño propuesto por la norma NTE E 030 planteados en el ítem 5.8.3, para lo cual se optó por remplazar algunos elementos estructurales para así tener una mejora en su ductilidad μx-x = 3.24, para la dirección Y-Y la ductilidad inicial fue de μy-y = 4.47 y con la optimización se pudo ver un incremento en su ductilidad μy-y = 5.46 (Yucra Pocohuanca, 2019).

- Diseño General

$\phi_{cedencia\ x-x}$	0.0135	$\phi_{cedencia\ y-y}$	0.0217
$\phi_{ultimo\ x-x}$	0.0330	$\phi_{ultimo\ y-y}$	0.0970
μ_{x-x}	2.45	μ_{y-y}	4.47

- Diseño Optimizado

$\phi_{cedencia\ x-x}$	0.0144	$\phi_{cedencia\ y-y}$	0.0197
$\phi_{ultimo\ x-x}$	0.0467	$\phi_{ultimo\ y-y}$	0.1076
μ_{x-x}	3.24	μ_{y-y}	5.46

Figura 35 *Resultados de ductilidad*

Fuente: Yucra E. (2019).

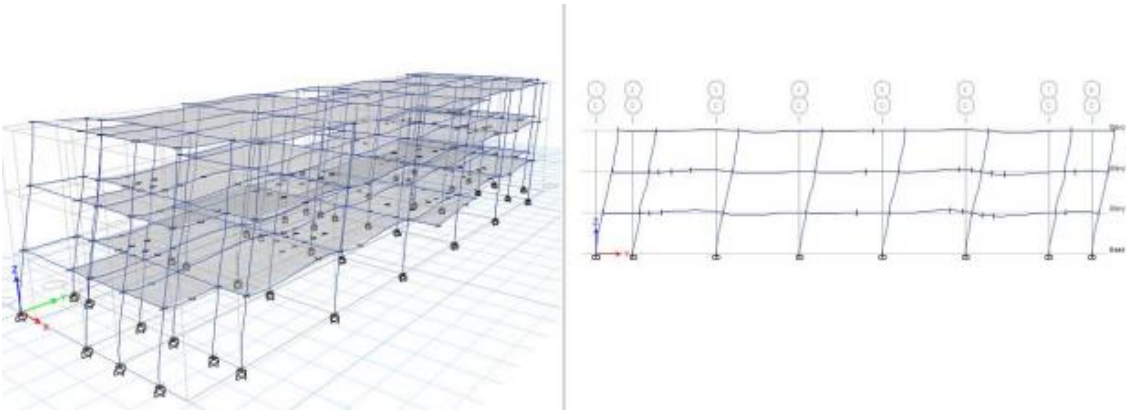


Figura 36 *Modo de vibración de la estructura*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Fuente: Yucra E. (2019).

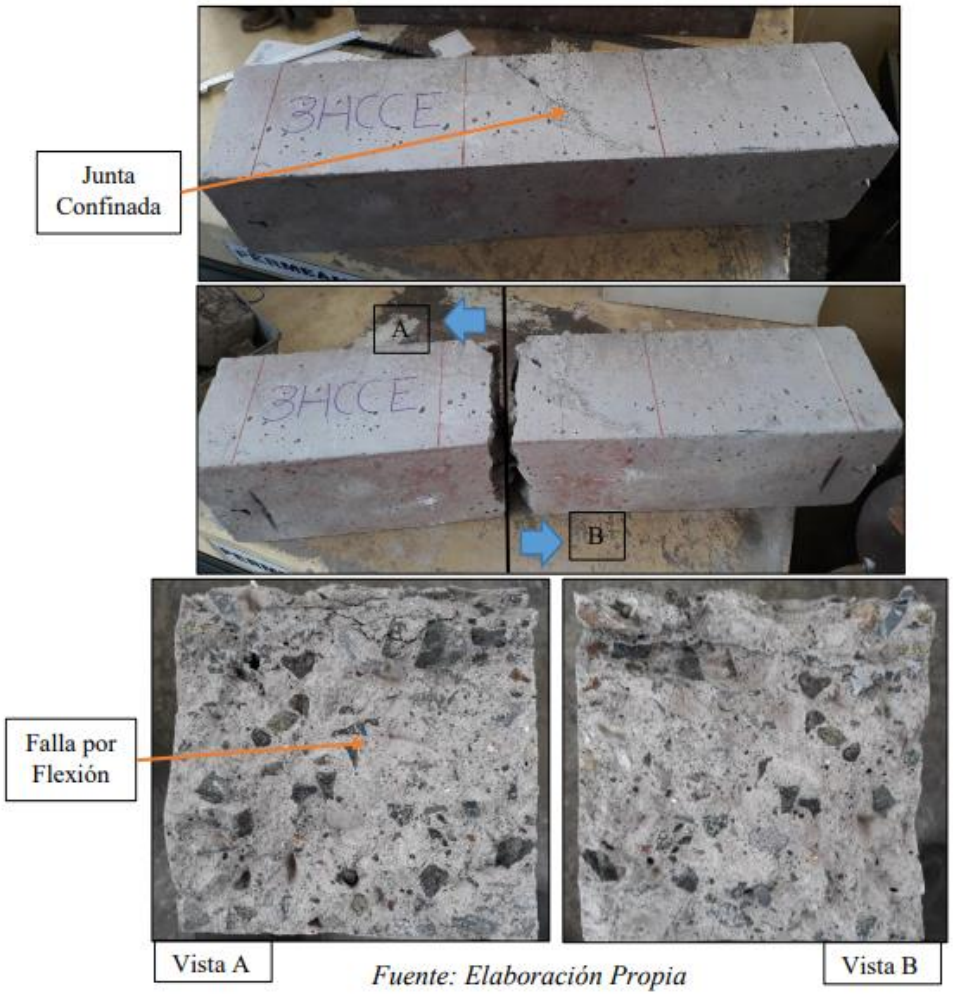
b. En su estudio de tesis titulado "**Evaluación de la adherencia en juntas de construcción en losas de concreto simple debido a la interrupción de vaciado en tiempos 3, 6 y 24 horas**", Ajahuana E. propone analizar y contrastar la reducción de la adherencia en la junta de construcción de una losa de concreto cuando se reanuda el vaciado en diferentes momentos dentro del proceso de fraguado y endurecimiento del primer vaciado parcial. El autor busca determinar la resistencia a la tracción de muestras de concreto simple y concreto reforzado con juntas de construcción intencionalmente incluidas, utilizando pruebas de tracción por flexión. Además, se pretende establecer el momento óptimo durante el fraguado y endurecimiento del primer vaciado parcial en el cual se debe aplicar un puente adherente sobre la junta de construcción para la unión con el segundo vaciado parcial. También se busca comprender cómo influye en la adherencia de la junta de construcción la unión de dos porciones de concreto, considerando prácticas comunes en obra donde algunas juntas son confinadas y otras no lo son tras el primer vaciado parcial.

Las conclusiones indican que la resistencia a la flexión en muestras de concreto simple sigue una tendencia similar a la de las muestras de concreto reforzado, aunque el acero de refuerzo en estas últimas provoca roturas a una escala mayor. Se observa que en los casos donde se realizan cortes de vaciado de hasta 3 horas en losas de concreto reforzado, la resistencia a la flexión aumenta significativamente cuando la junta está confinada en comparación con cuando no lo está, con una falla mixta (flexión y adherencia). El uso de un Puente de Adherencia en estas condiciones resulta en un aumento menor en la resistencia a la flexión y la falla es principalmente por flexión. En el caso de cortes de vaciado de hasta 6 horas, se observa que la resistencia a la flexión disminuye menos cuando la junta está confinada en comparación con cuando no lo está, y la falla es principalmente por adherencia, con mayor resistencia en juntas más rugosas. El uso de un Puente de Adherencia en estas condiciones resulta en un aumento significativo en la resistencia a la flexión cuando la junta está confinada, y la falla sigue siendo por flexión en ambos casos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



Fuente: Elaboración Propia

Figura 37 *Fisuración de una viga con junta confinada con Epóxico para tiempos de interrupción de vaciado de 3 horas*

Fuente: Ajahuana E. (2019).

El autor señala que la clave para maximizar la eficacia de un Puente de Adherencia radica en asegurar una completa impregnación en la superficie de unión, lo que garantiza una unión óptima, especialmente cuando la superficie es uniforme. Por esta razón, una junta confinada demostró ser más resistente que una junta sin confinar cuando ambas son tratadas con este adhesivo. Además, destaca que para que una estructura alcance su máxima capacidad resistente, es fundamental garantizar la transferencia de esfuerzos en todo el elemento, lo que implica que si una losa ha sido vaciada en dos partes, su comportamiento estructural debe considerar la unión sin tener en cuenta la presencia de una junta de construcción, logrando así que ambos elementos se adhieran entre sí.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El autor también hace hincapié en que el cambio más significativo en la influencia de una junta de construcción en una losa de concreto ocurre entre las 3 y las 6 horas después del vaciado, mientras que entre las 6 y las 24 horas esta influencia es considerablemente menor. Esto se debe a que durante el proceso de fraguado, el concreto pierde su capacidad de adherencia y depende únicamente de la fricción generada por la rugosidad de la junta de construcción.

Además, para ubicar una junta de construcción en las losas de concreto, se debe optimizar tanto el aspecto estructural como el constructivo, considerando aspectos como las áreas de los nuevos paños, el volumen de concreto suministrado y el momento óptimo para la aplicación de un Puente de Adherencia, que según el autor es después de transcurridas 6 horas desde el término del primer vaciado parcial.

Tabla 19

Incidencia de una Junta de Construcción en Concreto Simple y Concreto Reforzado

Espécimen	T.I.V. (horas)	Incidencia (%)			
		Sin puente de adherencia		Con puente de adherencia	
		Confinado	Sin confinar	Confinado	Sin confinar
Concreto reforzado	3	92.69%	81.95%	98.75%	97.07%
	6	66.68%	71.37%	98.12%	81.73%
	24	64.36%	68.62%	94.21%	78.61%
Concreto simple	3	94.64%	84.14%	97.31%	93.95%
	6	73.41%	70.22%	92.13%	88.28%
	24	59.36%	68.52%	90.04%	79.39%

Fuente: Ajahuana E. (2019).

c. Calcina L. & Ccari E. (2021) examinan en su investigación "Análisis comparativo entre el sistema de losa convencional y losa con viguetas prefabricadas en el diseño sísmico de una vivienda en Arequipa" el objetivo general de realizar una comparación en el análisis y diseño de diafragmas (losas) de tipo convencional y con viguetas prefabricadas. Para ello, proponen el diseño del edificio considerando ambos tipos de diafragmas, evaluando los desplazamientos y el drift correspondiente a cada uno, además de investigar las metodologías de diseño propuestas en el ACI 318 de 2019 para el diseño de entrepisos como diafragmas, y

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

diseñar el entrepiso siguiendo estas recomendaciones. Posteriormente, comparan y muestran los distintos resultados obtenidos en la modelación entre los dos sistemas de diafragmas, y proponen métodos de diseño y análisis adecuados para su posible implementación en la norma E-0.60 en el futuro.

Las conclusiones indican que se logró determinar las cortantes en los ejes X-X e Y-Y para ambos sistemas constructivos, observando una reducción de hasta un 14.30% en el sistema de vigas prefabricadas debido a la disminución de peso al utilizar viguetas prefabricadas con un espaciamiento de hasta 50 cm. Además, los periodos de vibración para ambos casos mostraron una reducción del 7.87% en el sistema de vigas prefabricadas.



Figura 38 *Techo aligerado con rieles de ferrocarril*

Fuente: Calcina L. & Ccari E. (2021).

Adicionalmente, se encontró que los desplazamientos máximos registrados para ambos sistemas cumplen con los límites establecidos en la RNE. Sin embargo, se observó una disminución en estos desplazamientos en el eje X-X, que oscilan entre el 14.71% en los pisos superiores y el 15% en el sótano. De manera similar, en el eje Y-Y se detectó una reducción en los desplazamientos que varía desde el 15.61% en los pisos superiores hasta el 14.44% en el

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

sótano al emplear el sistema con viguetas prefabricadas. Finalmente, al calcular las cargas para el diseño, se identificó una reducción en el peso por metro cuadrado de hasta 100 kg. Esto implica la disminución de todos los parámetros requeridos por la RNE. Respecto al diseño del acero negativo, se determinó la necesidad de 1 varilla de Ø1/2" y 1 varilla de Ø5/8", lo que permite completar el diseño de la losa aligerada utilizando viguetas prefabricadas (Calcina Huanqque & Ccari Tapia, 2021).



Figura 39 *Sistema de Vigueta Tralicho con Bovedilla*

Fuente: Calcina L. & Ccari E. (2021).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1.Métodos, tipo o alcance de la investigación

A continuación, se describe el método de investigación aplicado para beneficio del desarrollo de la investigación. Así mismo, el tipo y alcance de la misma.

3.1.1. Método de Investigación

El método de **investigación es científico**, de tipología **empírico-analítico** y de **subcategoría sistémica**, porque exige principalmente diligencia y capacidad de observación para modelar un objeto mediante la determinación de sus componentes y su relación entre ellos. Por lo tanto, se nutre del conocimiento aportado por diferentes materias científicas básicas para determinar por un lado la estructura del objeto y por otro su dinámica. (González 2016)

3.1.2. Tipo de Investigación

Debido a la naturaleza de la búsqueda de mecanismos o estrategias que permitan mejorar la productividad y ganancia en la ejecución de losas de concreto con material aligerante del tipo bloques de Poliestireno Expandido, es que la presente investigación es del **tipo aplicada**. Cabe mencionar que, en la presente investigación, el tipo de ámbito al que se aplica es muy específico y bien delimitado, ya que no se trata de explicar una amplia variedad de situaciones, sino que más bien se intenta abordar un problema específico (Castillero, 2017).

3.1.3. Alcance de la investigación

El alcance de una investigación, indica el resultado que se obtendrá a partir de ella y condiciona el método que se seguirá para obtener dichos resultados, por lo que es muy importante identificar las limitaciones de dicho alcance, antes de empezar a desarrollar la investigación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En tal premisa, bajo la perspectiva aplicativa de la presente investigación, es que el alcance del estudio es del **tipo exploratorio**, ya que, el objetivo es examinar un tema o problemas de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Así mismo, sirve para familiarizarnos con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa respecto de un contexto particular, investigar nuevos problemas, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones futuras o sugerir afirmaciones y postulados (Euroinnova, 2023).

3.2.Población, Muestra y muestreo

3.2.1. Población

La población, debido a los fines de la investigación como alcance de conocimiento hacia todas las edificaciones de la ciudad de Arequipa (López, 2004), en este caso la población está integrada por las viviendas que serán analizadas para la presente investigación.

3.2.2. Muestra

López P. (2004) en su artículo define al tamaño de muestra en base a los postulados de Fisher (López, 2004), los cuales son: Criterio de recursos disponibles y requerimientos del análisis de la investigación. Considerando una muestra no representativa para evitar error en la misma y por los propósitos de la investigación, en la presente investigación la muestra equivale a las tres viviendas que se tomaron en consideración para el análisis de la presente investigación.

3.2.3. Muestreo

López P. (2004) también define al muestreo como el método para seleccionar los componentes de la muestra, a partir de un conjunto de reglas, procedimientos y criterios con los cuales se selecciona elementos para la población, que representan lo que sucede en la población (López, 2004). Por otro lado, Hernández C. (2019) define y clasifica a los tipos de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

muestreo según su modelo probabilístico considerado, para lo cual se decanta para la presente investigación un muestreo no probabilístico o por conveniencia. Ya que pretende buscar conseguir muestras representativas mediante grupos típicos que cumplen con la característica en interés por parte del investigador (Hernández Ávila, 2019). En este caso la presente investigación está representada por un muestreo no probabilístico y por conveniencia.

3.3.Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo de la investigación, deberá determinarse las técnicas e instrumentos de recolección de datos. A continuación, se describen:

3.3.1. Técnica de Investigación

De acuerdo a Hernández et al, (2014) establece que la Observación directa "Implica adentrarse en el entorno social y mantenerse en constante actividad y reflexión. Se presta atención a los detalles, a lo que ocurre, a los eventos y a las interacciones" (pág. 399).

En la presente investigación se empleará la observación directa; ya que, la percepción visual en la presente investigación implicó comprender eventos y situaciones tales como el funcionamiento de los ladrillos huecos- 8 tubos en cuanto a resistencia y de igual manera la funcionalidad en cuanto a costos y su implicación en las edificaciones analizadas.

3.3.2. Instrumento de Recolección de Datos

En la presente investigación se empleará los análisis y resultados obtenidos en cuanto a lo arrojado en el modelamiento del software Etabs 2016, en la que se considera su posterior análisis entre el uso de la aplicación de la construcción de losas aligeradas, y también la ejecución de dos losas de 1m2 considerando ladrillo hueco- 8 tubos y unidades de poliestireno expandido acanalado para el uso del análisis de la edificación en la presente investigación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.4.Procedimiento

A continuación, se plantea el Procedimiento de la investigación, a partir de un diagrama tubular, presentado seguidamente:

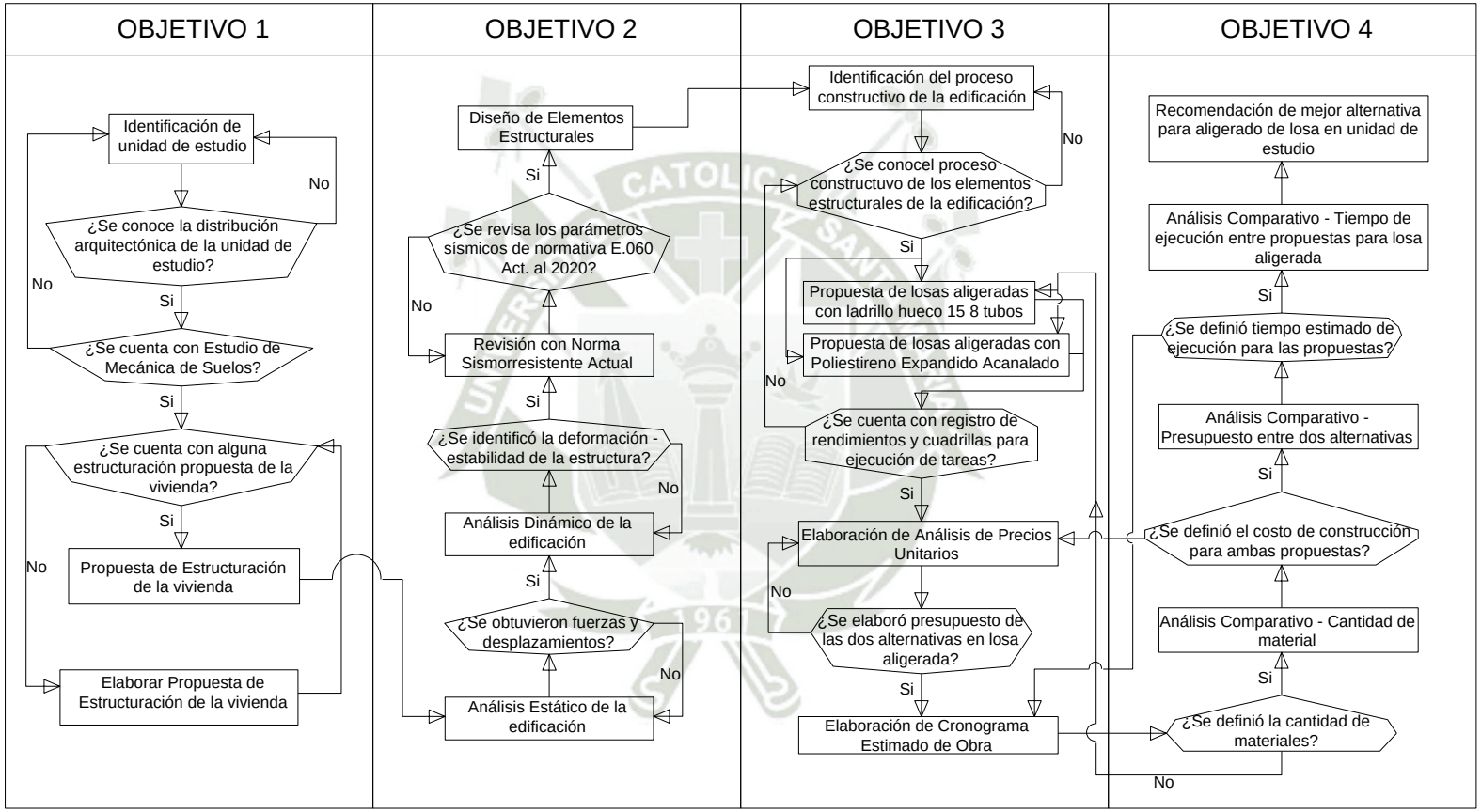


Figura 40 *Diagrama de Flujo Tabular*

Fuente: Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.5.Aplicación de Ingeniería

Para la aplicación de ingeniería de la investigación, se define la lista de materiales y métodos empleados:

3.5.1. Materiales

- Laptop de alto rendimiento
- Software Etabs
- Software SolidWorks
- Cámara fotográfica
- Ladrillo Hueco- 8 tubos
- Poliestireno expandido para construcción
- Cemento
- Agua Potable
- Agregados (Fino y Grueso)
- Arena Fina

3.5.2. Métodos

- Norma ACI 318 para diseño de elementos estructurales
- Norma NTE E 030 Diseño Sismorresistente
- Norma NTE E.060 Concreto Armado
- Norma NTE E.050 Suelos y Cimentaciones
- Rendimientos y Procesos Constructivos – Revista CAPECO

3.6.Ubicación del Área de Estudio

A continuación, se adjunta Mapa de Ubicación del área de Estudio

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

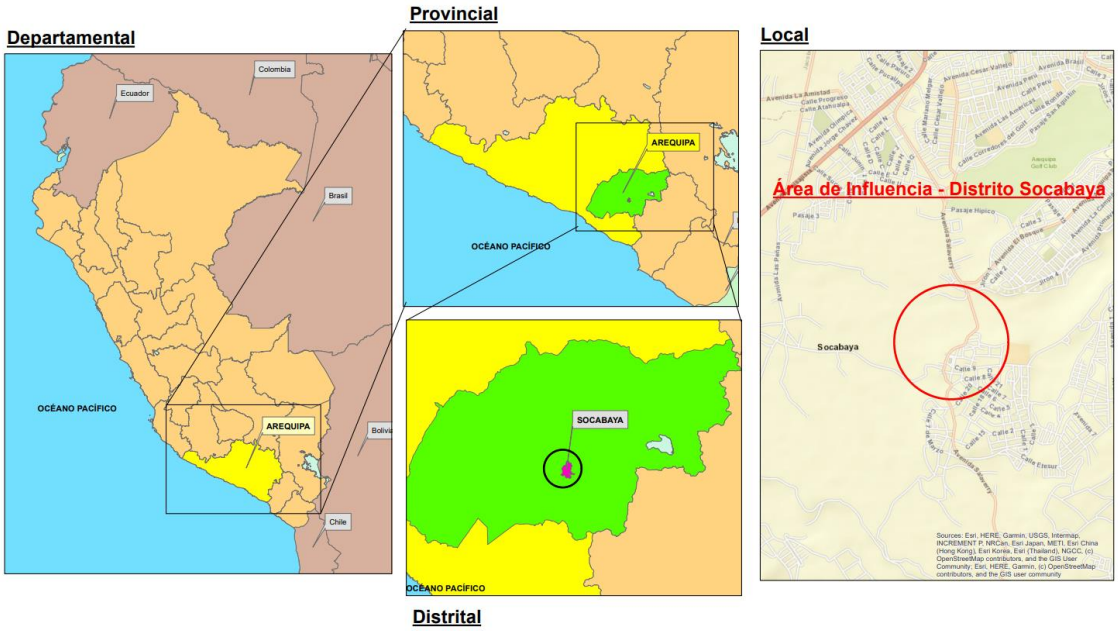


Figura 41 *Mapa de Ubicación*

Fuente: Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS DE LA EDIFICACIÓN

4.1. Arquitectura del Proyecto

4.1.1. Proyecto Nº 01

La arquitectura proporcionada representa una casa unifamiliar de dos niveles con azotea y sótano. En el primer nivel se encuentra la entrada principal y la cochera, junto a la lavandería, un pequeño hall, sala - comedor, cocina y una terraza. Al interior de la edificación se ubican diferentes ambientes tales como cocina, baños, sala, entre otros, distribuidos simétricamente de tal manera que se aprovechen los compartimientos. Para la vivienda se ha considerado una altura de entrepiso de 2.6m.(Ver Figura 43). El segundo nivel guarda gran similitud, en la distribución de ambientes, con el primero. En sótano contempla un almacén, dos dormitorios y un jardín. Para la azotea se presentan parapetos de 1.0m de altura distribuidos en todo el perímetro de la vivienda.

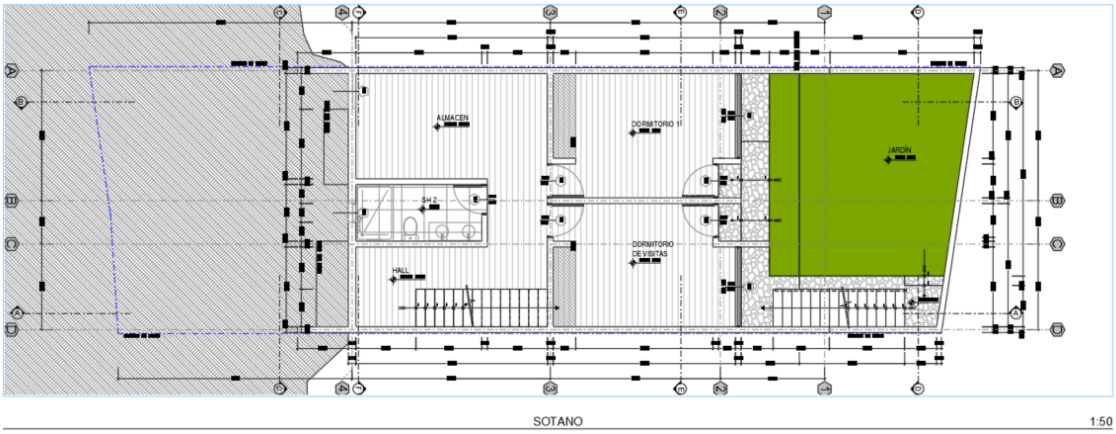


Figura 42 *Proyecto 01, Distribución - Sótano*

Fuente: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

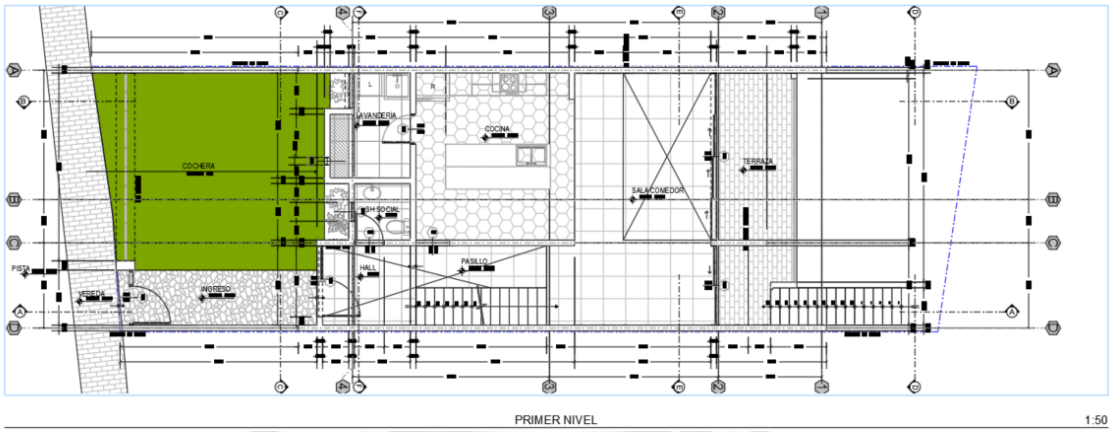


Figura 43 *Proyecto 01, Distribución - Primer Nivel*

Fuente: Elaboración Propia

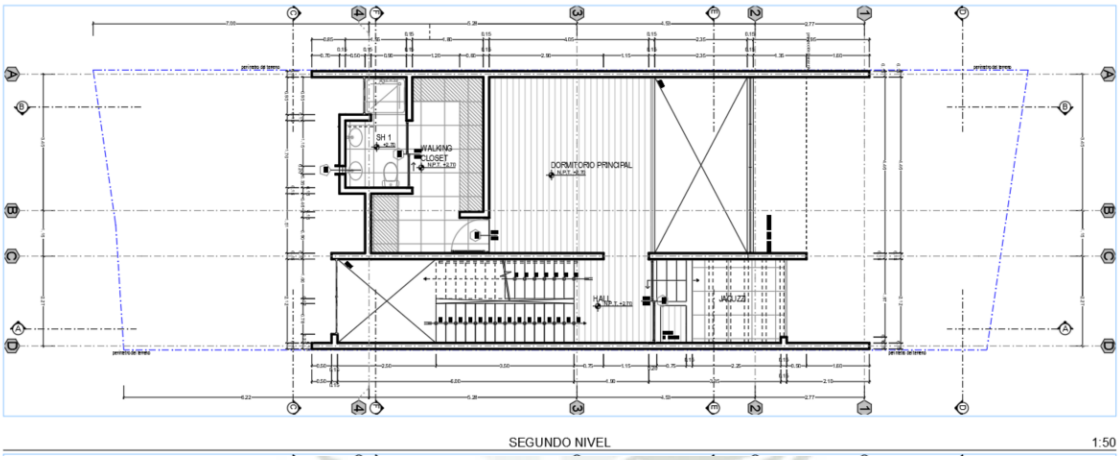


Figura 44 *Proyecto 01, Distribución - Segundo Nivel*

Fuente: Elaboración Propia

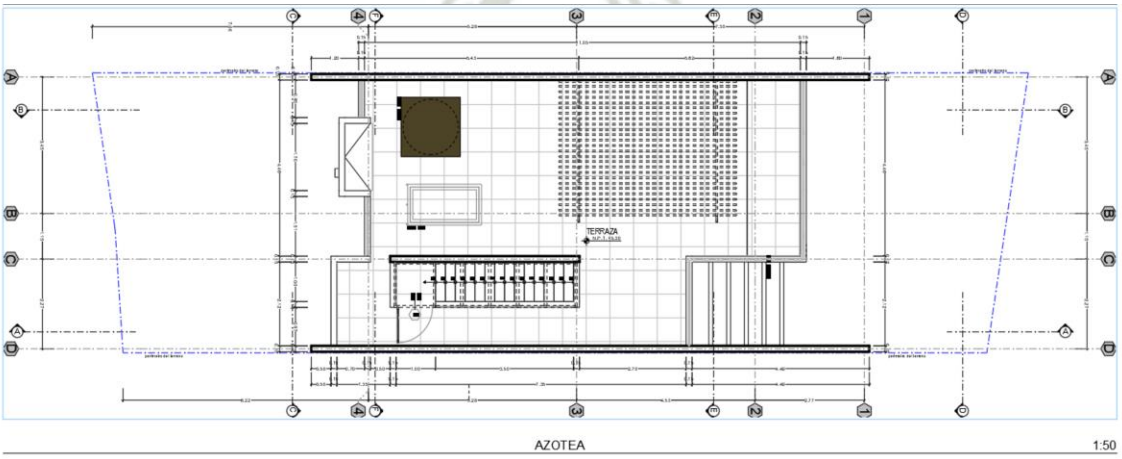


Figura 45 *Proyecto 01, Distribución - Azotea*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. Proyecto Nº 02

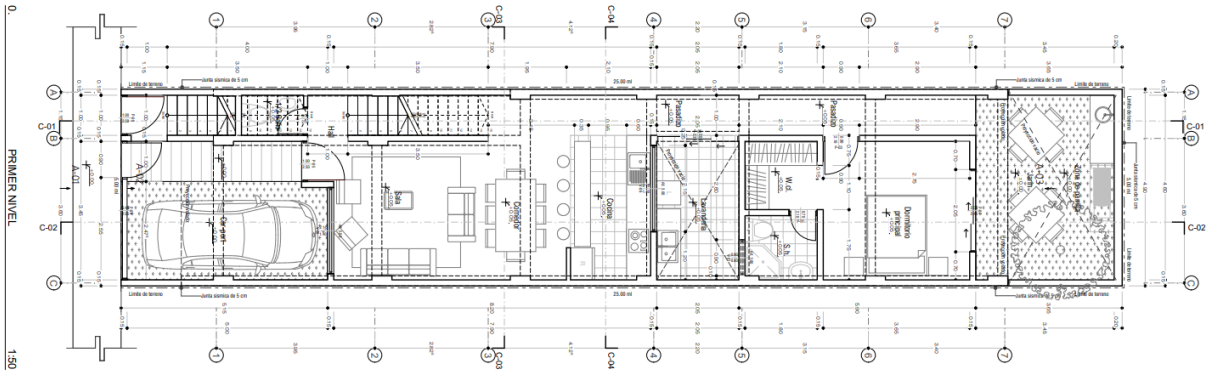


Figura 46 *Proyecto 01, Distribución Primer nivel*

Fuente: Elaboración Propia

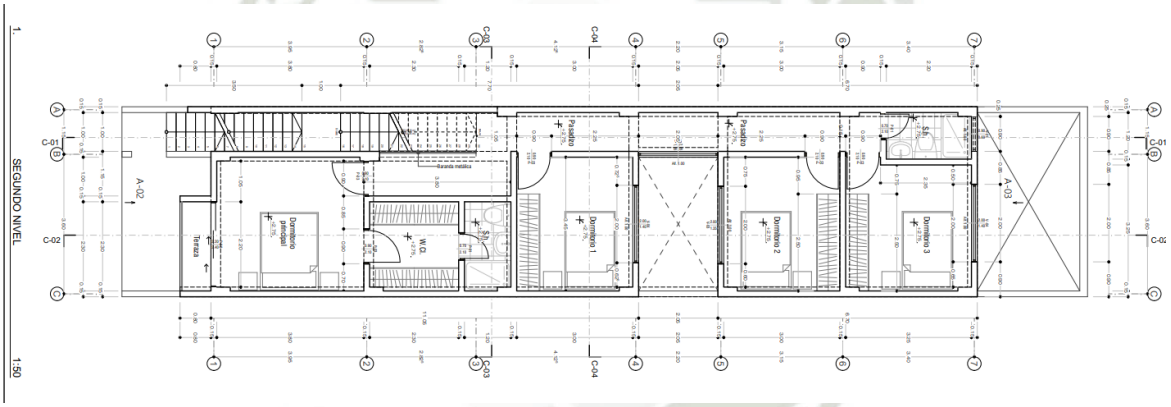


Figura 47 *Proyecto 01, Distribución Segundo nivel*

Fuente: Elaboración Propia

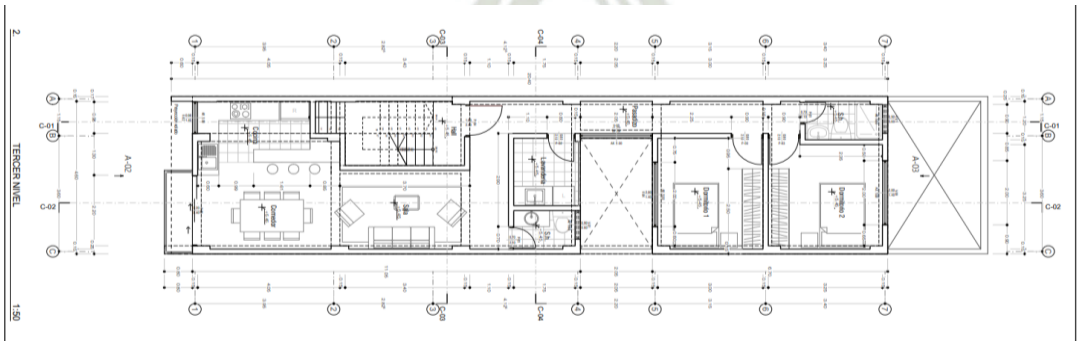


Figura 48 *Proyecto 01, Distribución Segundo nivel*

Fuente: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El segundo proyecto tiene una distribución rectangular , y consta de 03 niveles. En el primer nivel se visualiza una zona de cocheras, patio, servicios higiénicos, cocina , dormitorio y baños. En el segundo nivel, se visualiza 03 dormitorios secundarios y 01 dormitorio principal. En el tercer nivel encontramos una sala – comedor – cocina y lavandería, baño, una sala de estudio con vestíbulo y hall, y un cuarto de planchado.

4.1.3. Proyecto Nº 03

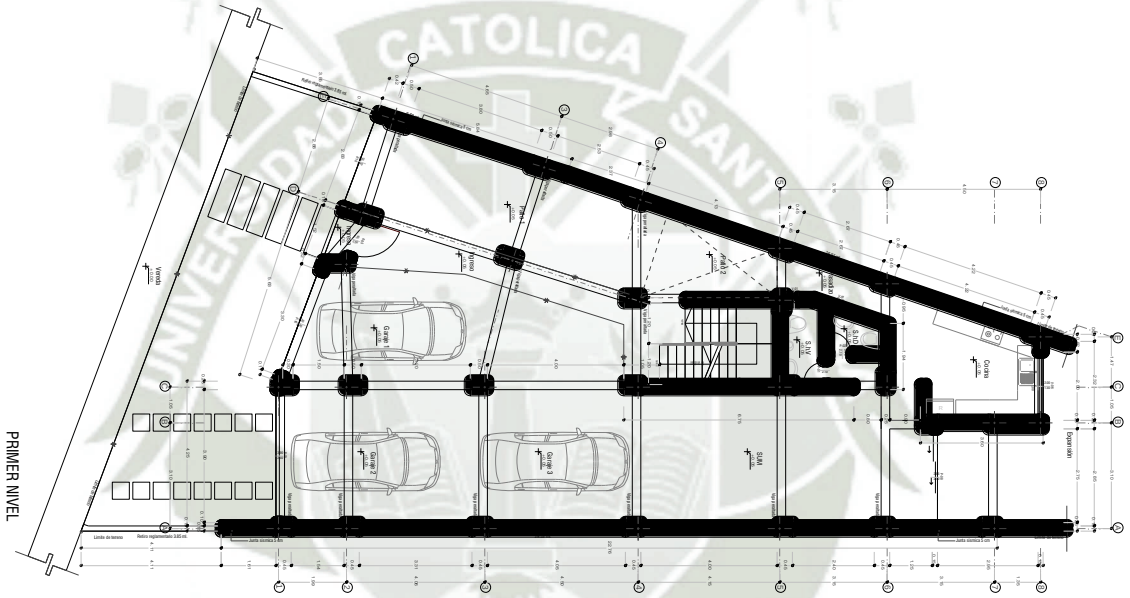


Figura 49 *Proyecto 01, Distribución Primer nivel*

Fuente: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

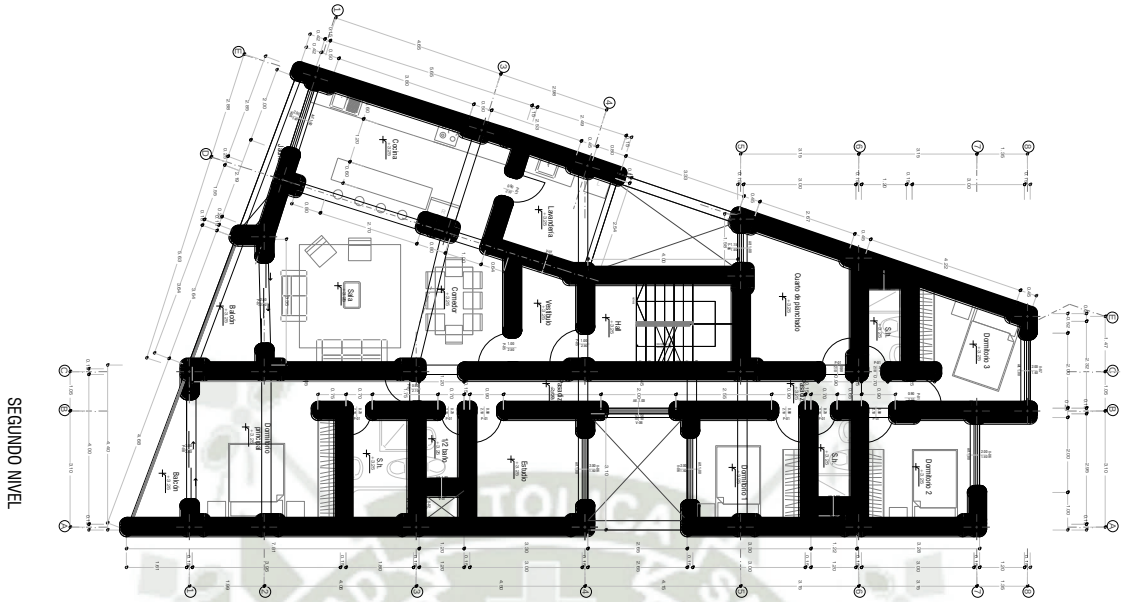


Figura 50 *Proyecto 02, distribución segundo nivel*

Fuente: Elaboración Propia

El tercer proyecto tiene una distribución triangular, y consta de 03 niveles. En el primer nivel se visualiza una zona de cocheras, patio, SUM, servicios higiénicos, cocina y baños. En el segundo nivel, se visualiza 03 dormitorios secundarios y 01 dormitorio principal. Existe una sala – comedor – cocina y lavandería. 2.5 cuerpos de baño, una esta de estudio con vestíbulo y hall, y un cuarto de planchado. En el tercer nivel, se cuenta con 01 dormitorio principal y 2 dormitorios secundarios, 02 cuerpos de baño, sala, zona de estudio, dos cocinas, 1.5 cuerpos de comedor, dos salas de estudio con vestíbulo. Finalmente, en la azotea se cuenta con 03 ductos de ventilación, dos áreas libres en continuidad con todos los espacios. Resulta importante identificar que existe áreas de balconería en los tres niveles de la edificación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

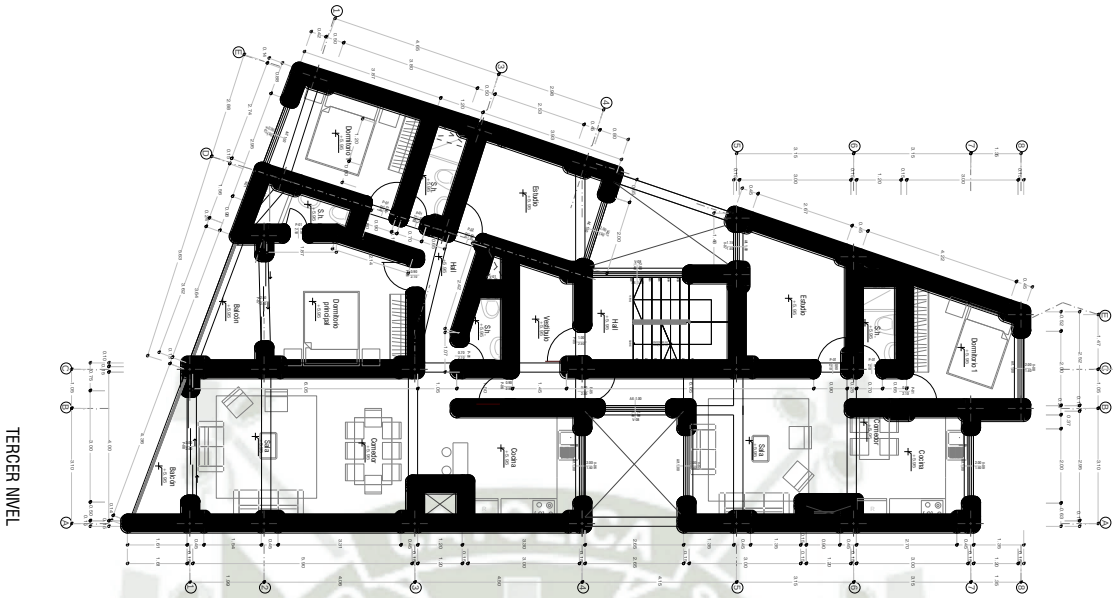


Figura 51 *Proyecto 02, distribución tercer nivel*

Fuente: Elaboración Propia

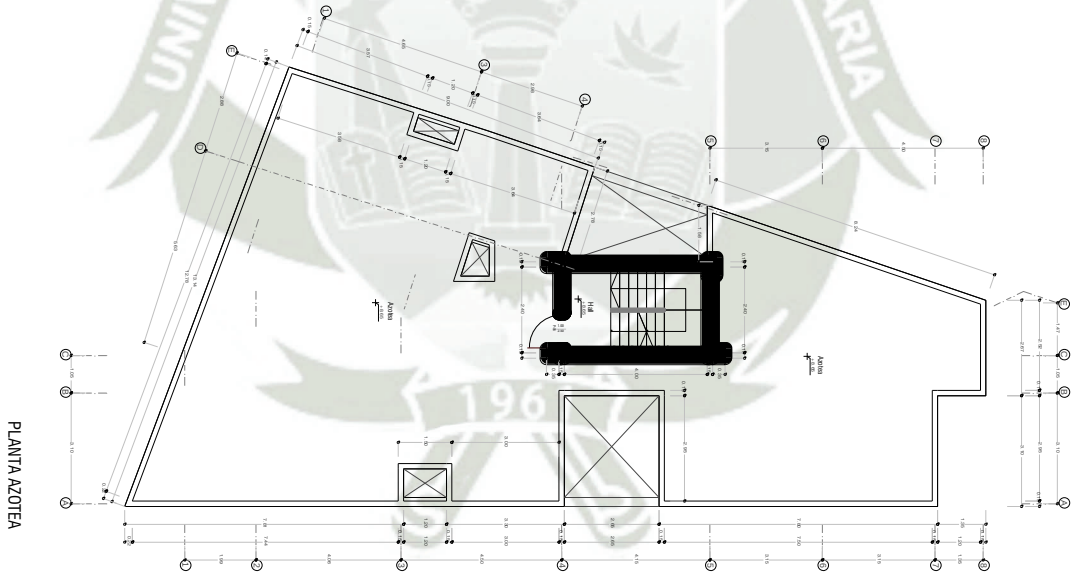


Figura *52* Proyecto 02, distribución azotea

Fuente: Elaboración Propia

4.2. Normativa Empleada

Los cálculos para el análisis y diseño estructural de las viviendas se regirán a partir de las siguientes normas peruanas:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 20

Normas utilizadas para el modelamiento

Normas Utilizadas
Norma Técnica de Edificación NTE E 020 Cargas (versión 2020)
Norma Técnica de Edificación NTE E 030 Diseño Sismorresistente (versión 2020)
Norma Técnica de Edificación NTE E 050 Suelos y Cimentaciones (versión 2020)
Norma Técnica de Edificación NTE E 060 Concreto Armado (versión 2020)
Norma Técnica de Edificación NTE E 070 Albañilería (versión 2020)

Fuente: Elaboración Propia

4.3. Pre – dimensionamiento

4.3.1. Proyecto Nº 01

Este acápite consistirá asignar una sección preliminar a cada elemento estructural. Por lo cual nos basaremos en conocimientos empíricos proporcionados por especialistas y principalmente de las recomendaciones y requerimientos dados en la Norma E.060 de Concreto Armado y la Norma E.070 de Albañilería.

4.3.1.1. Columnas

Se recomienda utilizar:

$$h = \frac{L}{9} \text{ ó } \frac{L}{12}$$

La longitud libre entre apoyos de viga crítica, para el primer proyecto es de 2.25m y 0.625 m (máxima y mínima distancia respectivamente). Con esta premisa, se define que el peralte de las columnas podría oscilar entre valores de 0.25m y 0.05m. Sin embargo, debido a que el ancho de muros estimado resulta de 0.15, se considera peraltes entre 0.15m y 0.25m. Se considera un ancho mínimo de columnas de 0.20 m y máximo de 0.30m, adaptado a la arquitectura del proyecto. En resumen:

Tabla 21

Pre dimensionamiento de columnas

Dimensión	Máximo (m)	Mínimo (m)
	Proyecto Nº01	
Lado	0.30	0.20
Peralte	0.25	0.15

Fuente: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Bajo el pre – dimensionamiento propuesto, se considera: Para zonas de longitud considerable de apoyo viga, secciones de columna de 0.20 m x 0.25 m para proyecto Nº 01. En los demás puntos de ubicación de columnas, 0.20 m x 0.15 m para los proyectos.

4.3.1.2. Losa Aligerada

Para el dimensionamiento del espesor de losa aligerada se tomará en cuenta los valores prácticos mínimos propuestos por el ingeniero Antonio Blanco Blasco en su libro de Concreto Armado:

Tabla 22

Peralte de losas Aligeradas

Luz Libre (m)	H (cm)
Ln < 4.00 m	17
4.00 m < Ln < 5.50 m	20
5.00 m < Ln < 6.00 m	25
6.00 m < Ln < 7.50 m	30

Fuente: (Blanco Blasco, 2021)

La luz libre máxima medida en el sentido más corto del aligerado resulto 3.30 m, el espesor mínimo será 0.17 m. Debido a que en algunos paños de losa se ubicarán los baños y por ende las tuberías de desagüe que tendrán un diámetro considerable, por lo cual se optó por utilizar un **espesor de losa de 0.2 m** que resulto ser más convencional.

Importante mencionar que, la deformada de los elementos tipo losa como pisos y techos no deberá exceder los siguientes valores:

Tabla 23 *Flechas máximas para elementos estructurales*

Tipo de Elementos	Flecha producida por la carga viva	Flecha producida por la carga viva más las flechas diferidas
Pisos	L/360	L/240*
Techos	L/180	

Nota: Tomado de Norma E.020

Donde: L = Luz del elemento (Para volados se considera el doble de la longitud del elemento).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Así mismo, la norma Establece para un espesor de losa de 0.20m, un espesor de losa superior de 0.05 m y un peso propio de 300 kgf/m2 (para losa maciza de concreto armado) y de 200 kgf/m2 (para poliestireno expandido).

4.3.1.3. Viga Principal

Teniendo en cuenta las recomendaciones prácticas del ingeniero Antonio Blanco Blasco las dimensiones de las vigas se pueden estimar si es que los valores están incluidos en los rangos establecidos en siguientes expresiones:

$$H = {}^{L_n}/_{12} \,@\, {}^{L_n}/_{10}$$

$$B_w = 0.3H \,@\, 0.5H$$

Donde: H: Peralte de la viga (m), Ln: Luz libre de la viga (m); Bw: Base de la viga (m).

En el proyecto Nº 01 solo se presenta un tipo viga y su luz máxima que se identificó corresponde a un valor 4.50 m, por lo cual se tiene:

$$H = {}^{4.50}/_{12} \,@\, {}^{4.50}/_{10}$$

$$H = 0375\ m \,@\, 0.45\ m$$

Sin embargo, según la tabla de dimensiones usuales de vigas (Ver Tabla 27) se establece que para luces menores a 5.5 m se suele emplear peraltes de 0.5 m y anchos de 0.25 m y 0.3 m. En este caso se utilizará un **peralte de 0.40 m y un ancho de 0.25 m para el primer proyecto y 0.50m y anchos de 0.3m para el segundo proyecto** (el cual resulta el ancho mínimo para que estos elementos puedan tener responsabilidad sísmica estructural en la edificación).

4.3.1.4. Viga Chata

Las vigas chatas se ubicaron en las zonas donde hay presencia de tabiquería, en este proyecto se cuenta un tipo de viga chata, la cuales tendrán el mismo **peralte de la losa aligerada 0.2 m y un ancho de 0.25 m**, de tal manera que pueda soportar la carga a la cual está sometida.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.3.2. Proyecto Nº 02

4.3.2.1. Columnas

Se recomienda utilizar:

$$h = \frac{L}{9} \text{ ó } \frac{L}{12}$$

La longitud libre entre apoyos de viga crítica, para el segundo proyecto es de 4.22m y 1.50 m (máxima y mínima distancia respectivamente). Con esta premisa, se define que el peralte de las columnas podría oscilar entre valores de 0.50m y 0.15m. Sin embargo, debido a que el ancho de muros estimado resulta de 0.15, se considera peraltes entre 0.15m y 0.50m. Se considera un ancho mínimo de columnas de 0.20 m y máximo de 0.30m, adaptado a la arquitectura del proyecto. En resumen:

Tabla 24

Pre dimensionamiento de columnas

Dimensión	Máximo (m)	Mínimo (m)
	Proyecto Nº02	
Lado	0.30	0.20
Peralte	0.50	0.15

Fuente: Elaboración Propia

Bajo el pre – dimensionamiento propuesto, se considera: Para zonas de longitud considerable de apoyo viga, secciones de columna de 0.50 m x 0.30 m para proyecto Nº 02. En los demás puntos de ubicación de columnas, 0.20 m x 0.15 m para los proyectos.

4.3.2.2. Losa Aligerada

Para el dimensionamiento del espesor de losa aligerada se tomará en cuenta los valores prácticos mínimos propuestos por el ingeniero Antonio Blanco Blasco en su libro de Concreto Armado:

Tabla 25 *Peralte de losas Aligeradas*

Luz Libre (m)	H (cm)
Ln < 4.00 m	17
4.00 m < Ln < 5.50 m	20
5.00 m < Ln < 6.00 m	25
6.00 m < Ln < 7.50 m	30

Fuente: (Blanco Blasco, 2021)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La luz libre máxima medida en el sentido más corto del aligerado resulto 4.22 m, el espesor mínimo será 0.20 m. Debido a que, en algunos paños de losa con área tributable considerable, se optó por utilizar un **espesor de losa de 0.25 m** que resulto ser más convencional.

Importante mencionar que, la deformada de los elementos tipo losa como pisos y techos no deberá exceder los siguientes valores:

Tabla 26

Flechas máximas para elementos estructurales

Tipo de Elementos	Flecha producida por la carga viva	Flecha producida por la carga viva más las flechas diferidas
Pisos	L/360	L/240*
Techos	L/180	

Nota: Tomado de Norma E.020

Donde: L = Luz del elemento (Para volados se considera el doble de la longitud del elemento).

Así mismo, la norma Establece para un espesor de losa de 0.25m, un espesor de losa superior de 0.05 m y un peso propio de 400 kgf/m2 (para losa aligerada de concreto armado) y de 250 kgf/m2 (para poliestireno expandido).

4.3.2.3. Viga Principal

Considerando las sugerencias prácticas del ingeniero Antonio Blanco Blasco, las dimensiones de las vigas pueden ser aproximadas si los valores se encuentran dentro de los intervalos establecidos en las expresiones siguientes.:

$$H = {}^{L_n}/_{12} \,@\, {}^{L_n}/_{10}$$

$$B_w = 0.3H \,@\, 0.5H$$

En el proyecto Nº 02, se incluye únicamente un tipo de viga, y se ha identificado que la luz máxima de esta viga es de 4.65 metros. Por lo tanto, se establece lo siguiente:

$$H = {}^{4.65}/_{12} \,@\, {}^{4.65}/_{10}$$

$$H = 0.40\ m \,@\, 0.50\ m$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Según la tabla de dimensiones habituales de vigas (Consultar Tabla 27), se indica que para luces inferiores a 5.5 metros, se suelen emplear peraltes de 0.5 metros y anchos de 0.25 metros y 0.3 metros. En este contexto, se optará por un peralte de 0.45 metros y un ancho de 0.30 metros para el segundo proyecto, que constituye el ancho mínimo para que estos elementos puedan asumir una función estructural sísmica en la edificación.

4.3.2.4. Viga Chata

Las vigas planas se han colocado en áreas donde hay tabiquería. Para este proyecto, se ha elegido un tipo de viga plana con el mismo peralte que la losa aligerada, es decir, de 0.25 metros, y un ancho de 0.25 metros, con el objetivo de garantizar su capacidad para soportar la carga aplicada sobre ellas.

4.3.3. Muros de Albañilería

4.3.3.1. Proyecto Nº 01

Para el pre - dimensionamiento de los muros de Albañilería, se hará análisis para determinación del espesor de los muros de albañilería y Densidad de Muros según norma E.070 Albañilería.

4.3.3.1.1. Espesor de muros de albañilería

En el caso de los muros portantes a pre - dimensionar se optó a utilizar ladrillos tipo King Kong con dimensiones 23 x 12.5 x 9 cm, comúnmente se aprecian en la mayoría de construcciones de viviendas en Perú. Además, la Norma E 070 de albañilería menciona en el Cap. 7 “Requisitos Estructurales Mínimos” que para zonas sísmica 4 presentara un espesor efectivo:

$$t \geq \frac{h}{20} \geq \frac{2.6}{20} \geq 0.13\ m$$

Donde: h = Altura libre entre los elementos de arriostre horizontal y t = Espesor efectivo del muro.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Por ende, se utilizará un espesor de 0.13m ya que la unidad de albañilería a usar presenta un ancho de 0.125m

4.3.3.1.2. Densidad de muros

Como parte del pre - dimensionamiento de la vivienda se tomará en cuenta el cálculo para verificar si la edificación cumple con la densidad mínima de los muros reforzados acorde con la Norma E-070.

$$\frac{Área\ de\ corte\ de\ los\ muros\ reforzados}{Area\ de\ la\ planta\ típica} = \frac{\sum L * t}{Ap} \geq \frac{Z * U * S * N}{56}$$

Donde: L= Longitud total del muro incluyendo peralte de las columnas (m); t = Espesor efectivo del muro (m); Ap = Área de la planta típica (m2); N = Número de pisos del edificio; Z = Factor de la zona sísmica; U = Factor de importancia; S = Factor del suelo (*) Dichos factores se encuentran en la Norma E-030.

Para el caso de estudio:

Z = 0.45 (Por encontrarse a edificación en la Zona Sísmica 4)

U = 1.00 (Por tratarse de una edificación común)

S = 1.10 (Correspondiente a un suelo areno limoso con presencia de gravas, consistencia firme y resistencia media según EMS – S_3)

N = 2.00 (Número de pisos del Edificio)

Bajo esta premisa se tiene:

$$\frac{Z * U * S * N}{56} = \frac{0.45 * 1.00 * 1.10 * 2.00}{56} = 0.017678$$

A continuación, se muestra en la Tabla 28 y Tabla 29 el cálculo de densidades a detalle junto con la longitud de los muros, el área correspondiente a estos y se procederá a la verificación de ella misma.

Tabla 27

Densidad de muros en eje X

Muros del Eje X - X			
Muro	L (m)	t (m)	L*t (m2)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1	6.75	0.20	1.35
2	2.40	0.15	0.36
3	2.40	0.15	0.35
4	2.25	0.15	0.34
5	2.15	0.15	0.32
6	6.75	0.15	1.01
7	0.90	0.15	0.14
		ΣL*t	3.87
		Ap (m2)	161.23
		ΣL*t/Ap	0.024003

Fuente: Elaboración Propia

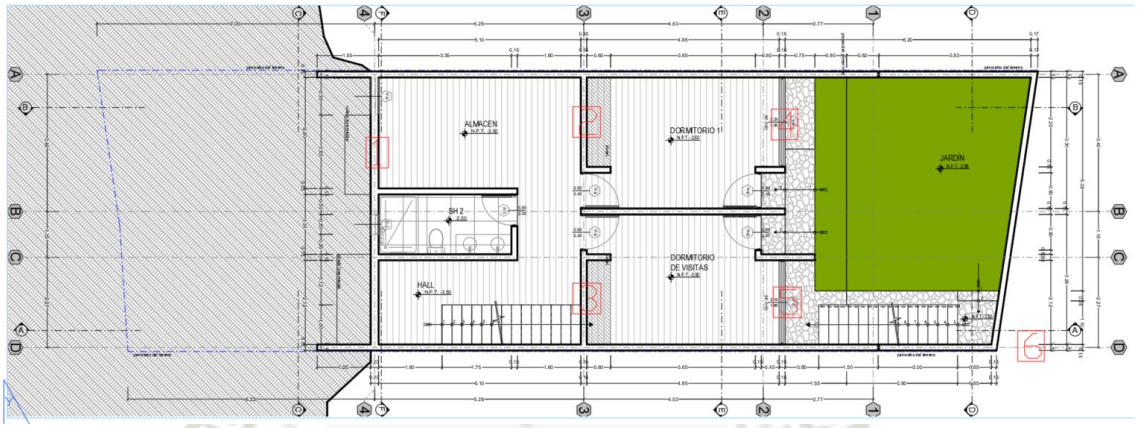


Figura 47 *Identificación de muros - Eje X, Proyecto 01*

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28

Densidad de Muros en eje Y

Muros del Eje Y - Y			
Muro	L (m)	t (m)	L*t (m2)
1	18.20	0.20	3.64
2	3.30	0.15	0.49
3	3.30	0.15	0.49
4	17.15	0.15	2.75
5	0.60	0.15	0.09
6	0.60	0.15	0.09
7	4.90	0.15	0.74
8	0.60	0.15	0.09
9	1.60	0.15	0.24
10	1.05	0.15	0.16
		ΣL*t	12.65
		Ap (m2)	161.23
		ΣL*t/Ap	0.078459

Fuente: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

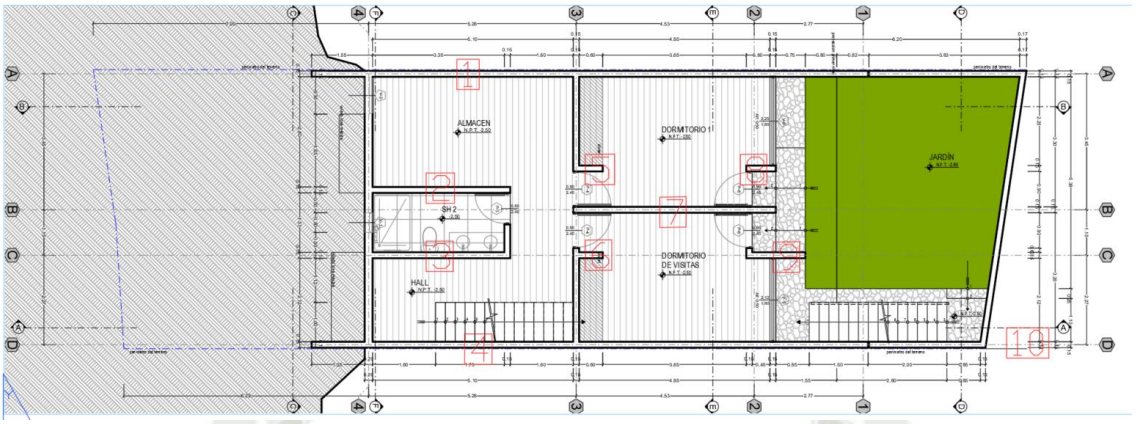


Figura 48 *Identificación de muros - Eje Y, Proyecto 02*

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se puede concluir que, En el sentido X-X la densidad resulto un valor (0.024003) mayor al mínimo que se requiere (0.017678) por ende en esta dirección la densidad si cumple. Para el caso del sentido en Y-Y la densidad también cumple con lo especificado pues el resultado (0.078459) resulta mayor que el mínimo (0.017678).

4.3.3.2. Proyecto Nº 02

Para el pre - dimensionamiento de los muros de Albañilería, se hará análisis para determinación del espesor de los muros de albañilería y Densidad de Muros según norma E.070 Albañilería.

4.3.3.2.1. Espesor de muros de albañilería

En el caso de los muros portantes a pre - dimensionar se optó a utilizar ladrillos tipo King Kong con dimensiones 23 x 12.5 x 9 cm, comúnmente se aprecian en la mayoría de construcciones de viviendas en Perú. Además, la Norma E 070 de albañilería menciona en el Cap. 7 “Requisitos Estructurales Mínimos” que para zonas sísmica 4 presentara un espesor efectivo:

$$t \geq \frac{h}{20} \geq \frac{2.6}{20} \geq 0.13\ m$$

Donde: h = Altura libre entre los elementos de arriostre horizontal y t = Espesor efectivo del muro.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Por ende, se utilizará un espesor de 0.13m ya que la unidad de albañilería a usar presenta un ancho de 0.125m

4.3.3.2.2. Densidad de muros

Como parte del pre - dimensionamiento de la vivienda se tomará en cuenta el cálculo para verificar si la edificación cumple con la densidad mínima de los muros reforzados acorde con la Norma E-070.

$$\frac{Área\ de\ corte\ de\ los\ muros\ reforzados}{Area\ de\ la\ planta\ típica} = \frac{\sum L * t}{Ap} \geq \frac{Z * U * S * N}{56}$$

Donde: L= Longitud total del muro incluyendo peralte de las columnas (m); t = Espesor efectivo del muro (m); Ap = Área de la planta típica (m2); N = Número de pisos del edificio; Z = Factor de la zona sísmica; U = Factor de importancia; S = Factor del suelo (*) Dichos factores se encuentran en la Norma E-030.

Para el caso de estudio:

Z = 0.45 (Por encontrarse a edificación en la Zona Sísmica 4)

U = 1.00 (Por tratarse de una edificación común)

S = 1.10 (Correspondiente a un suelo areno limoso con presencia de gravas, consistencia firme y resistencia media según EMS – S_3)

N = 3.00 (Número de pisos del Edificio)

Bajo esta premisa se tiene:

$$\frac{Z * U * S * N}{56} = \frac{0.45 * 1.00 * 1.10 * 3.00}{56} = 0.026518$$

A continuación, se muestra en la Tabla 28 y Tabla 29 el cálculo de densidades a detalle junto con la longitud de los muros, el área correspondiente a estos y se procederá a la verificación de ella misma.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 29

Densidad de muros en eje X

Muros del Eje X - X			
Muro	L (m)	t (m)	L*t (m2)
1	6.75	0.20	1.35
2	2.40	0.15	0.36
3	2.40	0.15	0.35
4	2.25	0.15	0.34
5	2.15	0.15	0.32
6	6.75	0.15	1.01
7	0.90	0.15	0.14
		ΣL*t	3.87
		Ap (m2)	161.23
		ΣL*t/Ap	0.024003

Fuente: Elaboración Propia

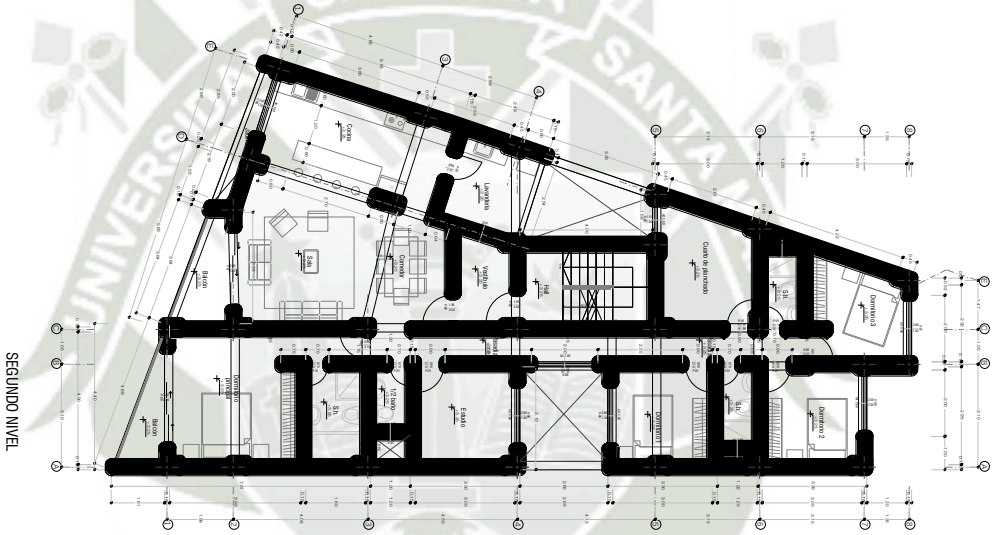


Figura 49 *Identificación de muros - Eje X*

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30 *Densidad de Muros en eje Y*

Muros del Eje Y - Y			
Muro	L (m)	t (m)	L*t (m2)
1	18.20	0.20	3.64
2	3.30	0.15	0.49
3	3.30	0.15	0.49
4	17.15	0.15	2.75
5	0.60	0.15	0.09
6	0.60	0.15	0.09
7	4.90	0.15	0.74
8	0.60	0.15	0.09
9	1.60	0.15	0.24
10	1.05	0.15	0.16
		ΣL*t	12.65
		Ap (m2)	161.23
		ΣL*t/Ap	0.078459

Fuente: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

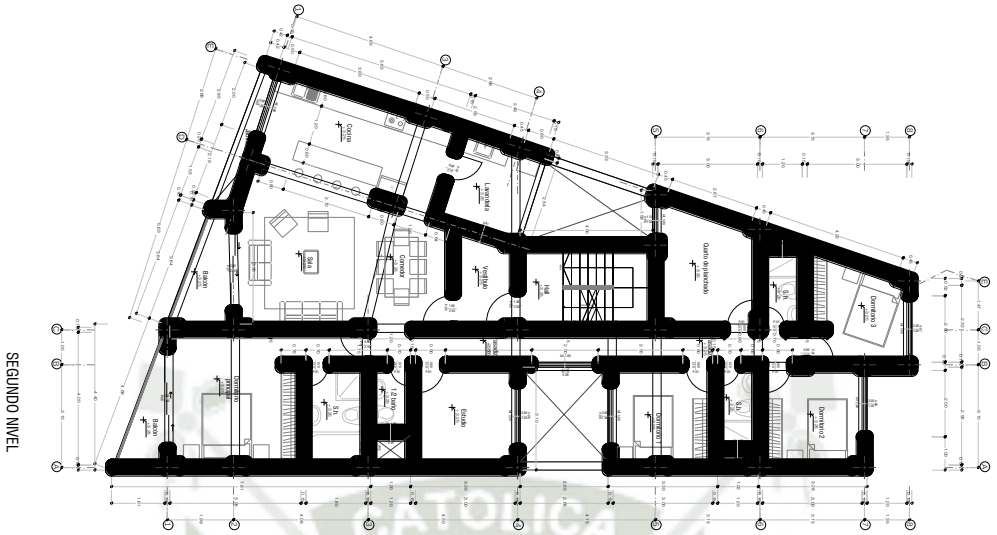


Figura 50 *Identificación de muros - Eje Y*

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se puede concluir que, En el sentido X-X la densidad resulto un valor (0.024003) mayor al mínimo que se requiere (0.017678) por ende en esta dirección la densidad si cumple. Para el caso del sentido en Y-Y la densidad también cumple con lo especificado pues el resultado (0.078459) resulta mayor que el mínimo (0.017678).

4.4. Metrado de Cargas

Para este capítulo se tomará en cuenta los valores de pesos unitarios comunes establecidos en la Norma E.20 correspondientes a carga viva (CV) y carga muerta (CM) (SENCICO, 2020).

Tabla 31 *Pesos Unitarios*

Carga Muerta	
Concreto Armado	2400 kgf/m3
Acabado de Piso	100 kgf/m2
Albañilería Hueca de arcilla cocida	1350 kgf/m3
Tarrajeo (mortero)	2000 kgf/m3
Peso Propio Losa aligerada c/ Poliestireno	200 kgf/m2
Peso Propio Losa Aligerada de Concreto Armado	300 kgf/m2
Carga Viva	
S/C Vivienda	200 kgf/m2
S/C Azotea	100 kgf/m2

Fuente: Norma E.020 Cargas (2020)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.4.1. Consideraciones

La sobrecarga en Vivienda se considera la estipulada en la norma E.020 Cargas (Tabla 1).

La Sobrecarga para Azotea, se considera la de 100 kgf/m2, debido a que la inclinación del terreno es menor o igual a 3° (ítem 7.1 de la norma E.020 Cargas)

Se considera peso unitario del concreto asfáltico de 2400 kgf/m3 (Anexo 1 Pesos Unitarios de la Norma E.020).

Se considera acabado de Piso de 100 kgf/m2, ya que ninguna carga debería ser menor a 100 kgf/m2 (ítem 8.2)

Se considera el peso unitario de las unidades de arcilla cocida huecas de 1350 kgf/m3.(Anexo 1 Pesos Unitarios de la Norma E.020)

Se considera para el tarrajeo un peso unitario de 2000kgf/m3, en referida al enlucido o revoque con mortero de cemento (Anexo 1 Pesos Unitarios de la Norma E.020)

El peso propio para losas aligeradas de concreto armado, la norma establece que se considerará vigueta de 0.10 de ancho y 0.40m entre ejes. Así mismo, para espesor de aligerado de 0.20, se deberá consignar un espesor de losa superior de 0.05 y Peso Propio de 300 kgf/m2. Así mismo, para el empleo de aligerados de poliestireno, se consigna un valor de peso propio de 200 kgf/m2. (Proyecto Nº 01).

El peso propio para losas aligeradas de concreto armado, la norma establece que se considerará vigueta de 0.10 de ancho y 0.40m entre ejes. Así mismo, para espesor de aligerado de 0.25, se deberá consignar un espesor de losa superior de 0.05 y Peso Propio de 400 kgf/m2. Así mismo, para el empleo de aligerados de poliestireno, se consigna un valor de peso propio de 200 kgf/m2. (Proyecto Nº 02).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.4.2. Combinaciones de Carga

La norma E.020 Cargas establece las combinaciones de carga para diseño por esfuerzo admisible.

Tabla 32 *Combinaciones de Carga*

N°	Combinaciones
01	D
02	D+L
03	D+(W ó 0.70 E)
04	D+T
05	α[D+L+(W ó 0.70 E)]
06	α[D+L+T]
07	α[D+(W ó 0.70 E)+T]
08	α[D+L+(W ó 0.70 E)+t]

Fuente: Tomado de Norma E.020 Cargas

Donde: D = Carga Muerta, L = Carga viva, W = Carga de viento, E = Carga de sismo, T = Acciones por cambios de temperatura, contracciones y/o deformaciones diferidas en los materiales componentes, asentamientos de apoyos o combinaciones de ellos y α = Factor con valor mínimo de 0.75 para combinaciones 05, 06 y 07; y de 0.67 para la combinación 08 sin permitir incremento de refuerzos admisibles.

4.5. Análisis Sísmico

La parte sísmica de la estructura se basó a partir de la Norma Técnica Peruana E 030 de Diseño Sismorresistente (2020), se definen los siguientes factores para el análisis sísmico (SENCICO, 2020):

4.5.1. Parámetros Sísmicos

- Factor de Condiciones Geotécnicas (S)

El perfil de tipo de suelo considerado para la presente investigación es Suelo Blando conformado por gravas arenosas. Con el Factor de Zona Z y el tipo de perfil de suelo S3 (Suelo blando), se considera un factor de Suelo o Condiciones Geotécnicas **S igual a 1.10** (Tabla N°03 Norma NTE E 030 Diseño Sismorresistente).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

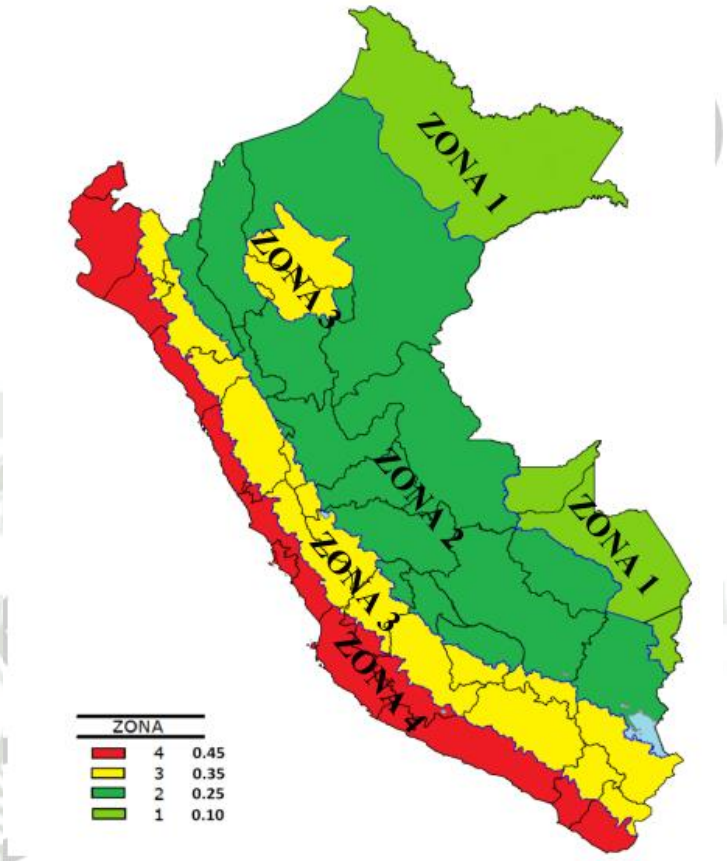


Figura 51 *Mapa de Zonificación Sísmica*

Fuente: Norma NTE E 030 Diseño Sismorresistente

- Factor de Zona (Z)

Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Bajo estas consideraciones, se considera que la edificación se sitúa en la ciudad de Arequipa a partir de ello se escoge un factor de zona tipo 4 que corresponde a un **Z=0.45**, como fracción de la aceleración de la gravedad (Tabla N° 01 de Norma NTE E 030 Diseño Sismorresistente).

- Factor de Uso (U)

La categoría de edificación y factor de uso U corresponde, por la naturaleza de la investigación a un tipo de edificación C “Edificaciones Comunes” los cuales son: viviendas,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes. Bajo esta premisa, el favor de uso es de un valor **U = 1.0** (Tabla N° 05 de norma NTE E 030 Diseño Sismorresistente).

- Factor de Amplificación Sísmica (C)

Para un perfil de Suelo S3, la norma define un Periodo de plataforma del factor C igual a Tp = 1.0 s, y un periodo del inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante T_L = 1.6 s (Tabla N° 04 de la Norma NTE E 030 Diseño Sismorresistente).

EN el ítem 28.4 de la NTE E 030 se define el cálculo del Periodo fundamental de vibración, bajo la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde, para el presente caso, la altura total de la edificación (h_n) es de 7.90 m y el Coeficiente para estimación del periodo fundamental de un edificio (C_T) es de 60, para edificios de albañilería y edificios de concreto armado duales (muros estructurales y muros de ductilidad limitada). Con estos valores, se obtiene un periodo fundamental de la estructura (T) de 0.1317 s.

Según el artículo 14 de la norma NTE E 030, al comparar T, Tp y T_L, se determina que T es menor a Tp (T<Tp) por ellos el factor de amplificación sísmica es de **C = 2.5**

Es importante mencionar que, el valor de k que ingresa a la modelación como “Building Height exp.” corresponde a la unidad, es decir k=1, ya que el periodo T=0.0.1317 es menor que 0.5 segundos. Con ello establecido, el software obtiene “αi” y de esta manera Fi que sería un porcentaje de la fuerza de la cortante Basal que afecta el entrepiso de la estructura (Gamero Correa, Nathals Chero, & Sipion Barrientos, 2020).

- Coeficiente de Reducción Sísmica (R)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El coeficiente de Reducción Sísmica se obtiene tras multiplicar el Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas, el Factor de Irregularidad en altura (Ia) y el factor de irregularidad en planta (Ip).

Para este caso, el coeficiente básico de Reducción corresponde a Concreto armado dual con muros estructurales y muros de ductilidad limitada, igual a $R_o = 7$. Debido a que la distribución de los niveles es homogénea, y que no cumplen con los criterios de irregularidad dispuestos en tablas N° 08 y N° 09 de la norma, es que I_a e I_p es igual a 1.

Bajo estas premisas, el coeficiente de reducción Sísmica **R es igual a 7**.

En cuanto a como se ha trabajado con todos estos parámetros en la modelación, cabe resaltar que lo que se ha ingresado es un factor general que es el que multiplica al peso total de la estructura P, este es el que se muestra a continuación:

$$factor = \frac{ZUCS}{R} = \frac{0.45 * 1.0 * 2.5 * 1.10}{7} = 0.1768 = 0.2$$

Una vez colocado el factor de cortante basal 0.2 en el software ETABS, el cual considera todos los factores anteriormente determinados, este valor se multiplicará automáticamente por el peso total de la estructura para calcular la cortante basal y repartir así, dicha magnitud en cada entrepiso en base a la rigidez de los elementos estructurales que lo conforman.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO V

5. MODELAMIENTO Y DISEÑO ESTRUCTURAL

A continuación, se desarrolla el modelamiento estructural de la edificación propuesta en ETABS.

5.1. Modelamiento Estructural

5.1.1. Consideraciones preliminares

Edificación 1

Se establece el sistema de unidades MKS (Metros, Kilogramo Segundo), y una norma de diseño en concreto de ACI 318-19.

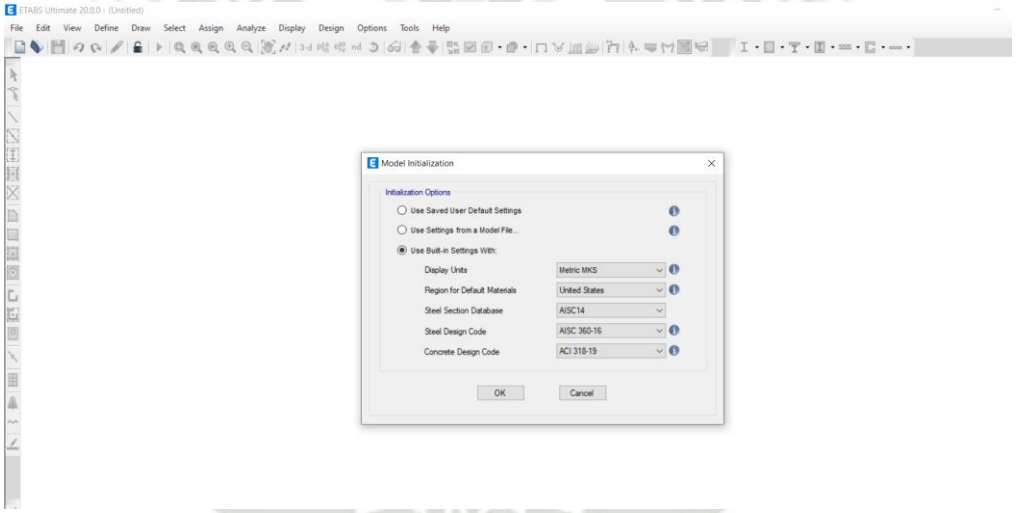


Figura 52 *Consideraciones de Unidades y Norma de Concreto Armado en ETABS*

Fuente: Propia

A continuación, se modifica las grillas según los espaciamientos definidos en la arquitectura del proyecto (Distancias entre ejes y elevaciones).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

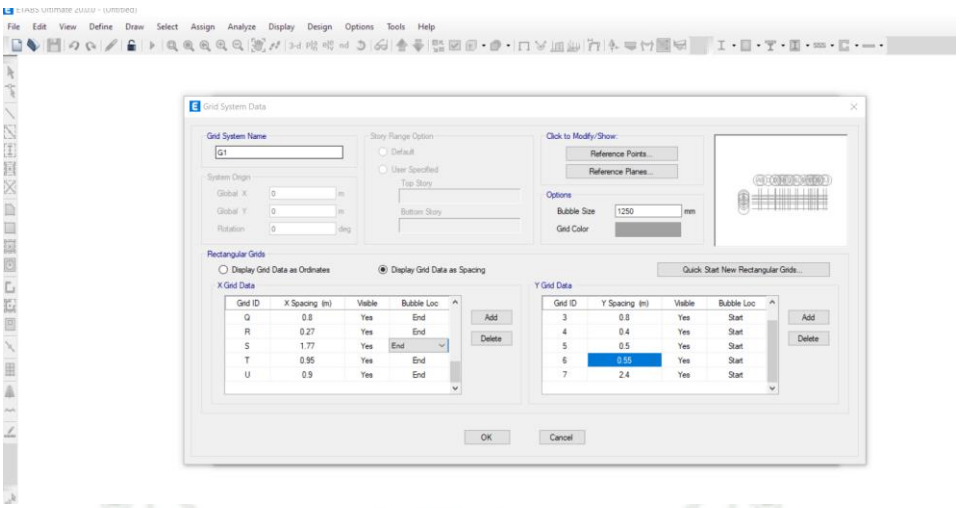


Figura 53 *Espaciamiento entre ejes - Arquitectura ETABS*

Fuente: Propia

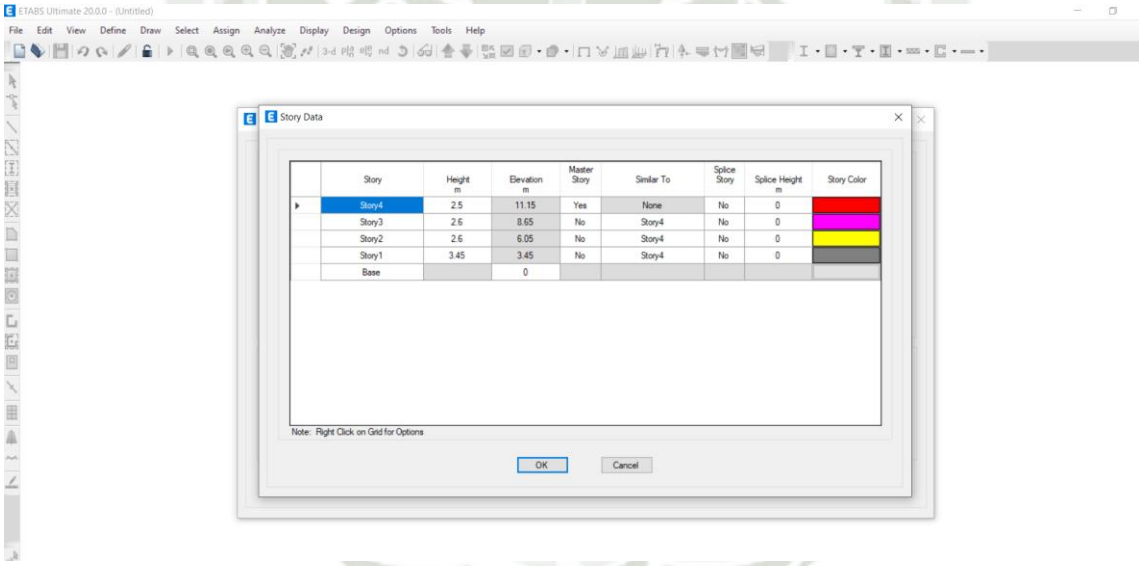


Figura 54 *Espaciamiento entre elevaciones - Arquitectura ETABS*

Fuente: Propia

Unidades pre – establecidas para el modelado: longitud en cm y carga en kgf.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

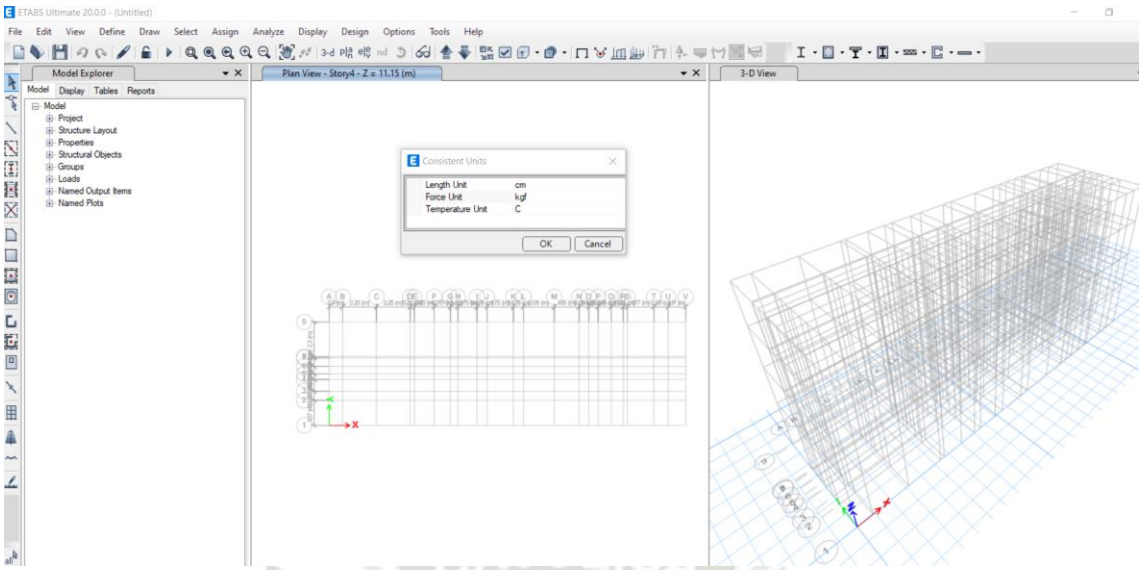


Figura 55 *Configuración de unidades - Modelado ETABS*

Fuente: Propia

5.1.2. Definición de Materiales para modelado

5.1.2.1. Concreto

Es importante mencionar que la dirección simétrica de material para concreto, es isotrópica ya que el material a cualquier dirección es la misma. El peso por unidad de volumen de concreto es de 2400 kgf/m3. El módulo de elasticidad del concreto es obtenido de la formulación:

$$E = 15100 * \sqrt{f'c}$$

Donde: f'c=210 kgf/cm2. De esta manera, se obtiene un módulo de elasticidad E igual a 218819.79

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

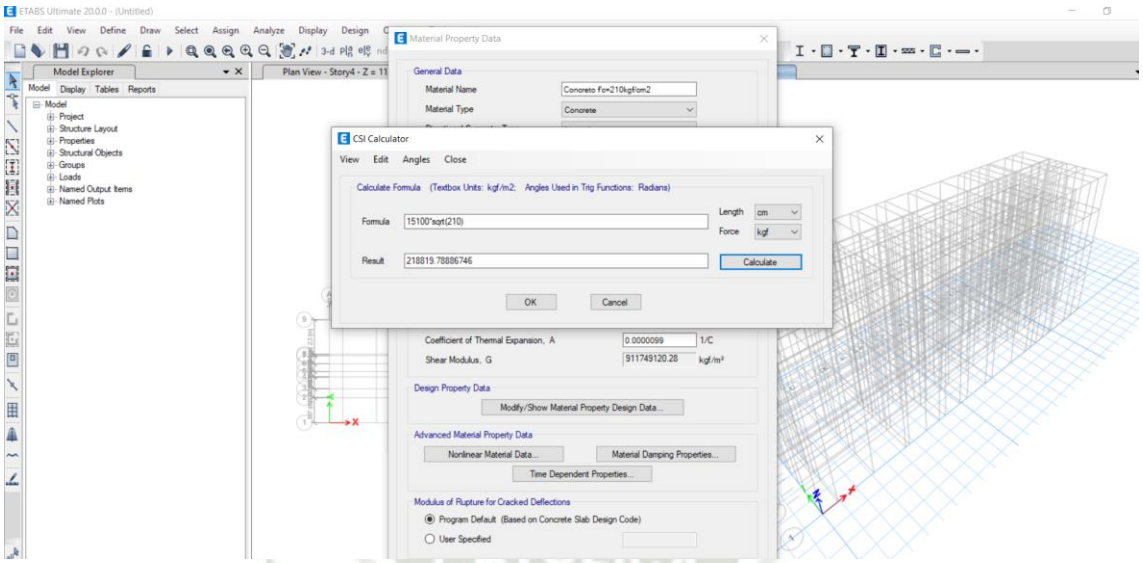


Figura 56 *Módulo de Elasticidad del Concreto - ETABS*

Fuente: Propia

Para la determinación de Módulo de Corte, se consideró una relación de Poisson de 0.2 y la formulación:

$$G = \frac{E}{1 + 2v}$$

Donde: v = Relación de Poisson y E = Módulo de elasticidad. Se consideró un factor de corrección de resistencia al corte real (en obra) de 0.9.

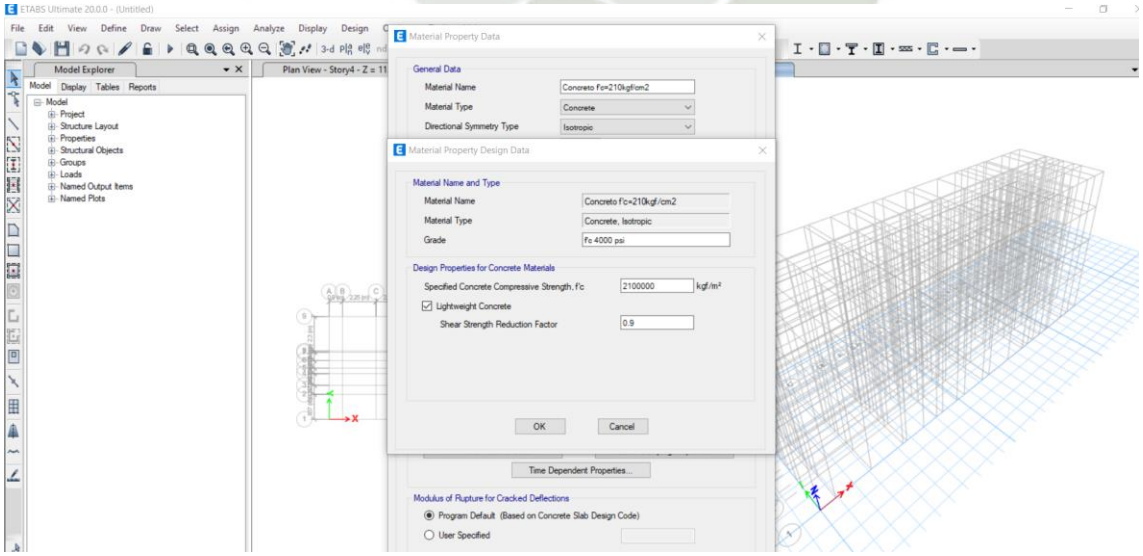


Figura 57 *Factor de corrección de resistencia al corte real (en obra) - ETABS*

Fuente: Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.1.2.2. Acero de Refuerzo

Para el acero de refuerzo, se considera peso por unidad de volumen de kgf/m3. Un módulo de Elasticidad del acero de refuerzo de $2x10^6$.

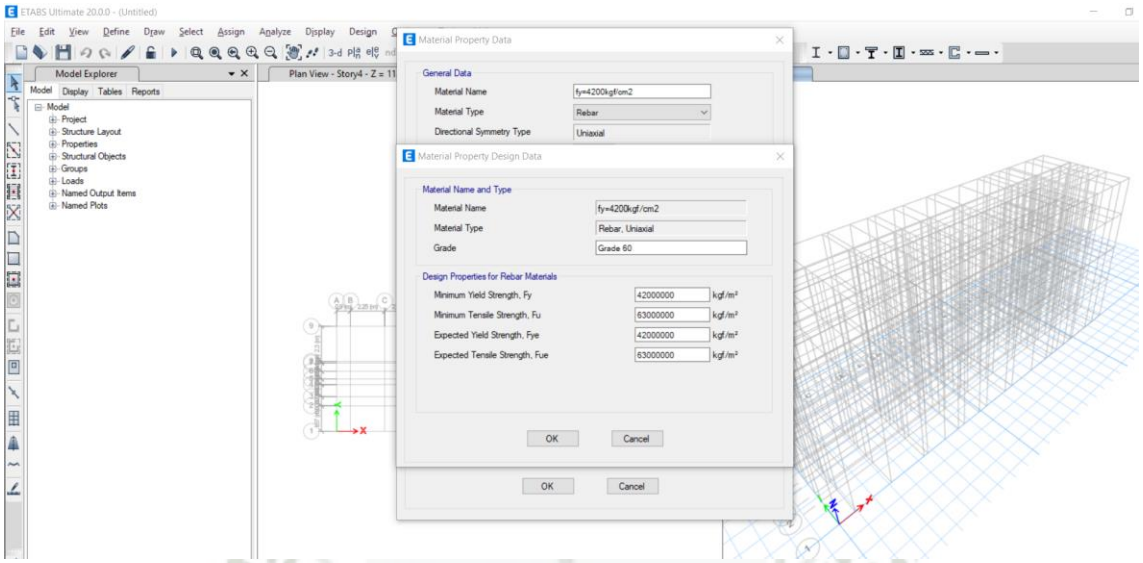


Figura 58 *Propiedades del acero de refuerzo - Modelado ETABS*

Fuente: Propia

Definición de elementos de reforzamiento; se considera las barras comunes de la configuración americana (U.S. Customary). Se renombra las varillas a su denominación común en Perú.

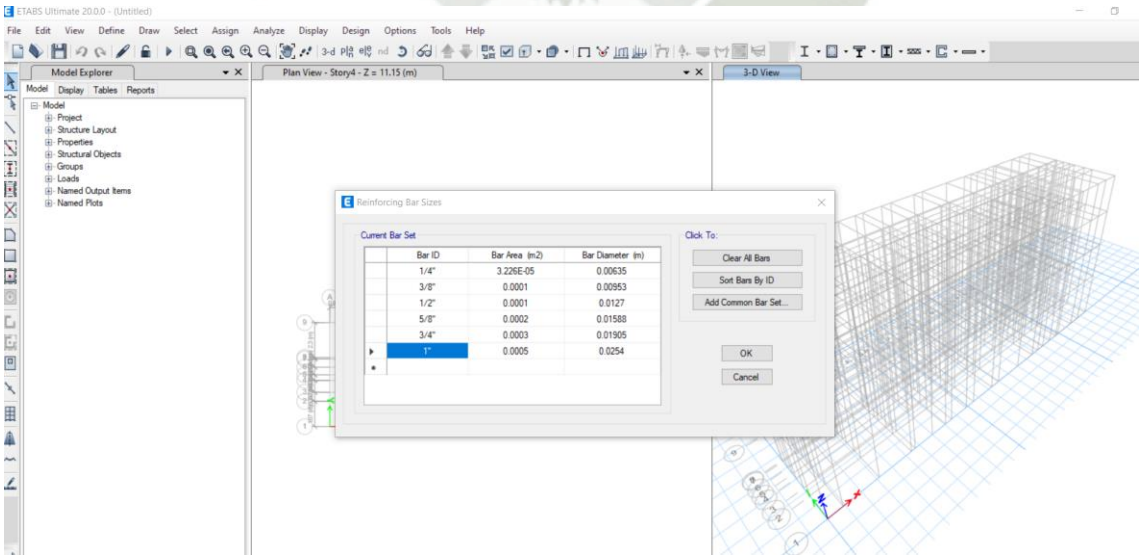


Figura 59 *Elementos de acero de refuerzo para modelado ETABS*

Fuente: Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Estructura 2

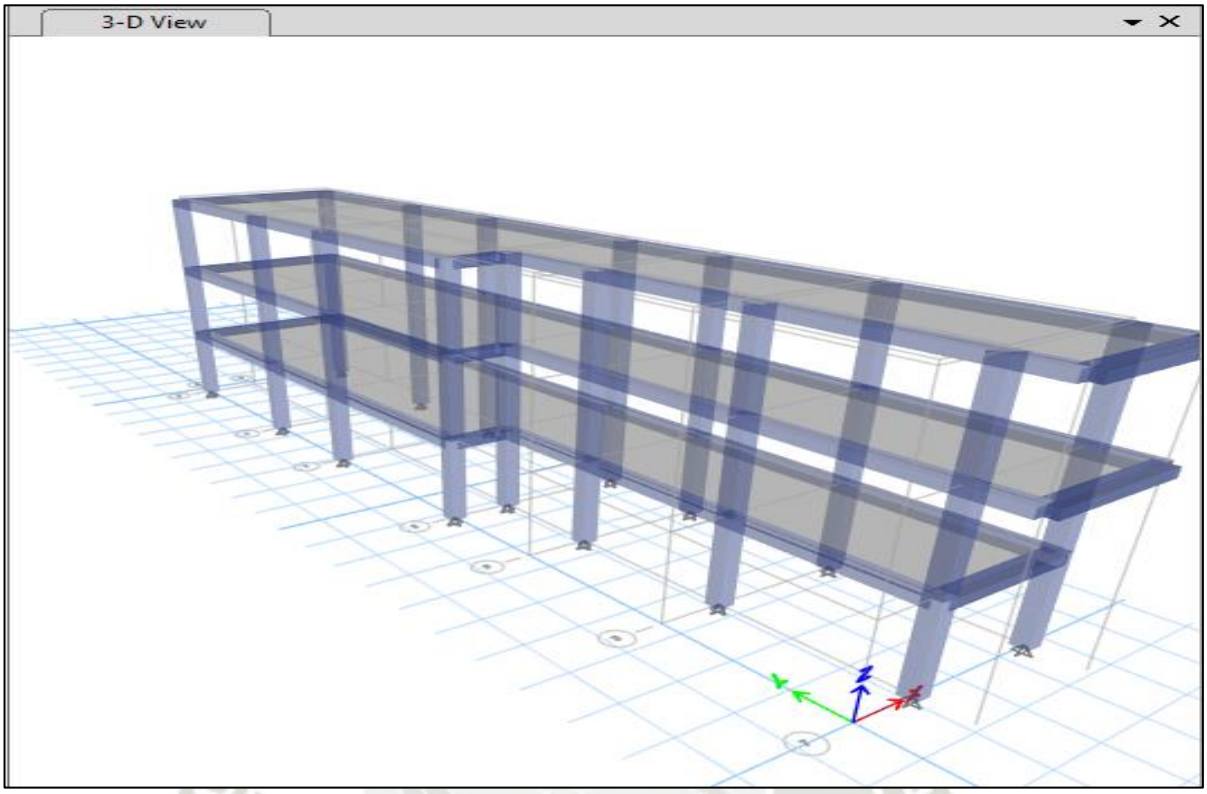


Figura 60.*Modelamiento estructura 2 con ETABS*

Fuente: Propia

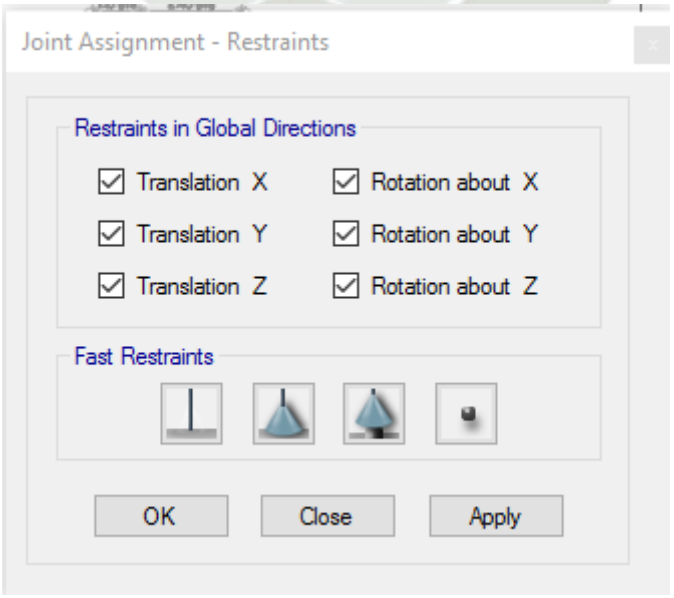


Figura 61.*Empotramiento en la base de la edificación*

Fuente: Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

De igual manera se realiza el empotramiento perfecto en la base de la edificación

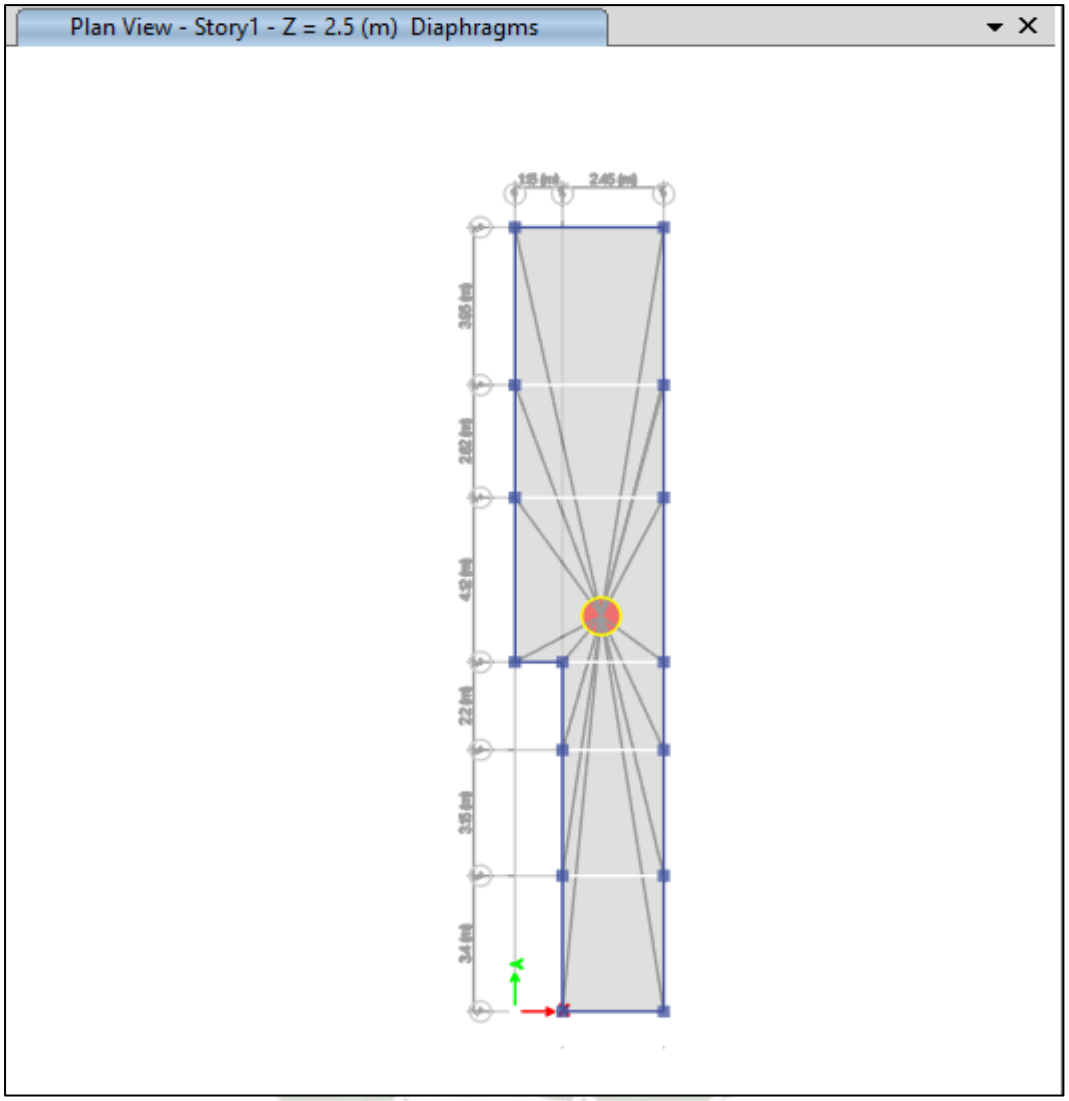


Figura 62. *Asignación de diafragmas*

Fuente: Propia

Asimismo, se asignaron los diafragmas rígidos en cada uno de los niveles de la edificación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

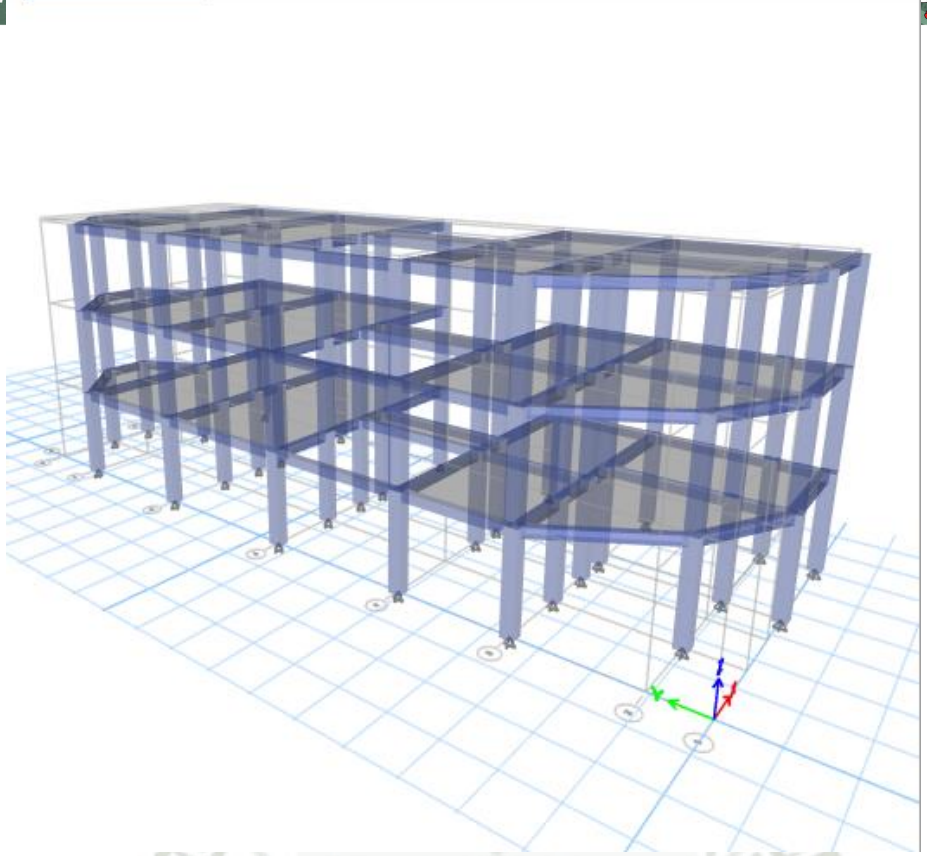


Figura 63. *Modelamiento estructura 3 con ETABS*

Fuente: Propia

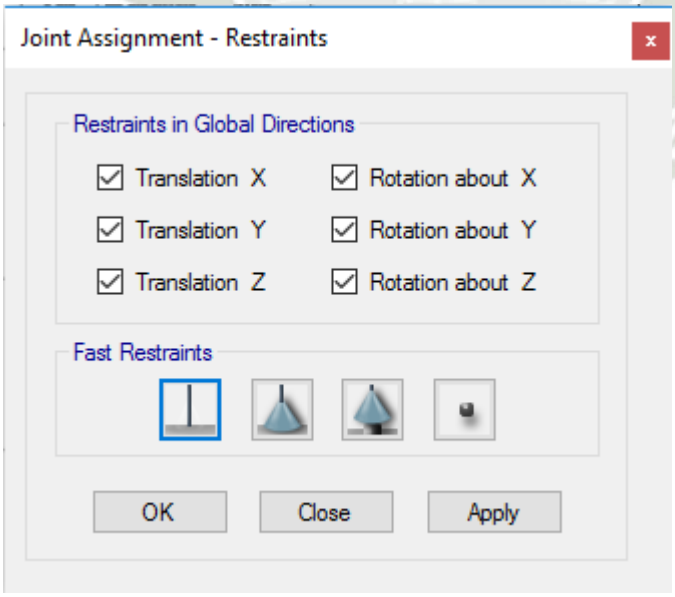


Figura 64. *Empotramiento en la base de la edificación*

Fuente: Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

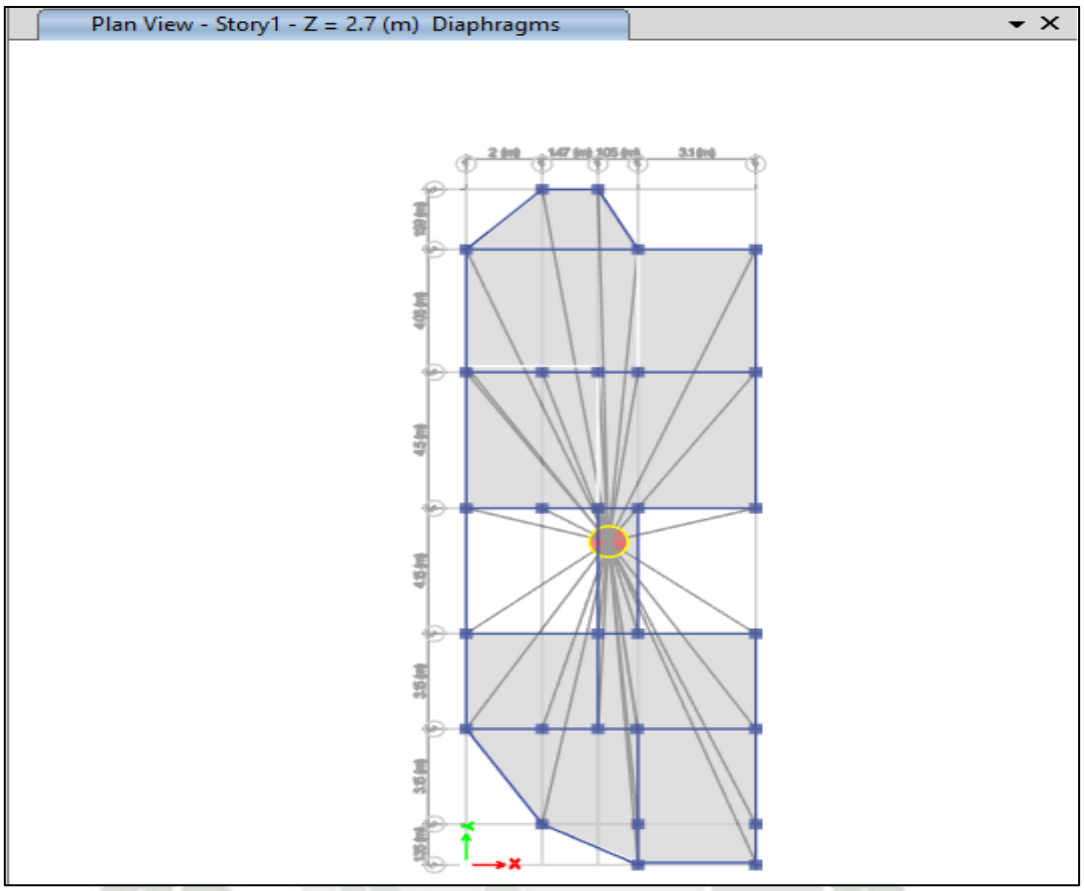


Figura 65. *Asignación de diafragmas*

Fuente: Propia

Asimismo, se asignaron los diafragmas rígidos en cada uno de los niveles de la edificación tal cual en la edificación 1 y 2.

5.1.3. Secciones de Elementos Estructurales

5.1.3.1. Dimensionado Columnas

Se definen las columnas de sección 0.20m x 0.25m y 0.20m x 0.15m. El confinamiento de las barras de reforzamiento es mediante estribos (ties). Debido a que se trata de la primera iteración de dimensionamiento de columnas para posterior modelado, importante mencionar que la configuración es con fines de diseño, y no de chequeo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

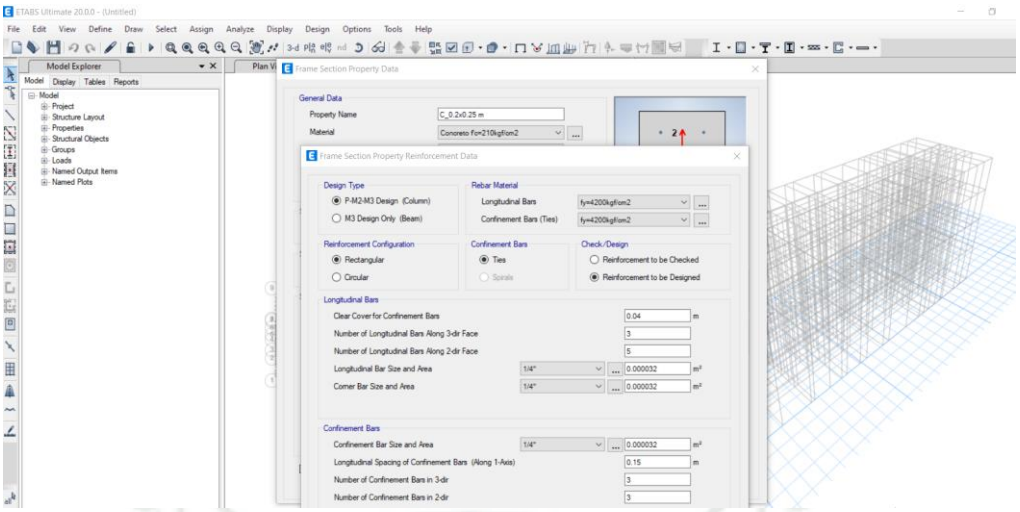


Figura 66 *Configuración de columna para modelado estructural - ETABS*

Fuente: Propia

5.1.3.2. Dimensionado Vigas.

Se considera dimensionamiento de viga principal de 0.25m x 0.40m y para viga chata de 0.25m x 0.20m. Se considera momento M3 y recubrimiento de 6 cm para vigas.

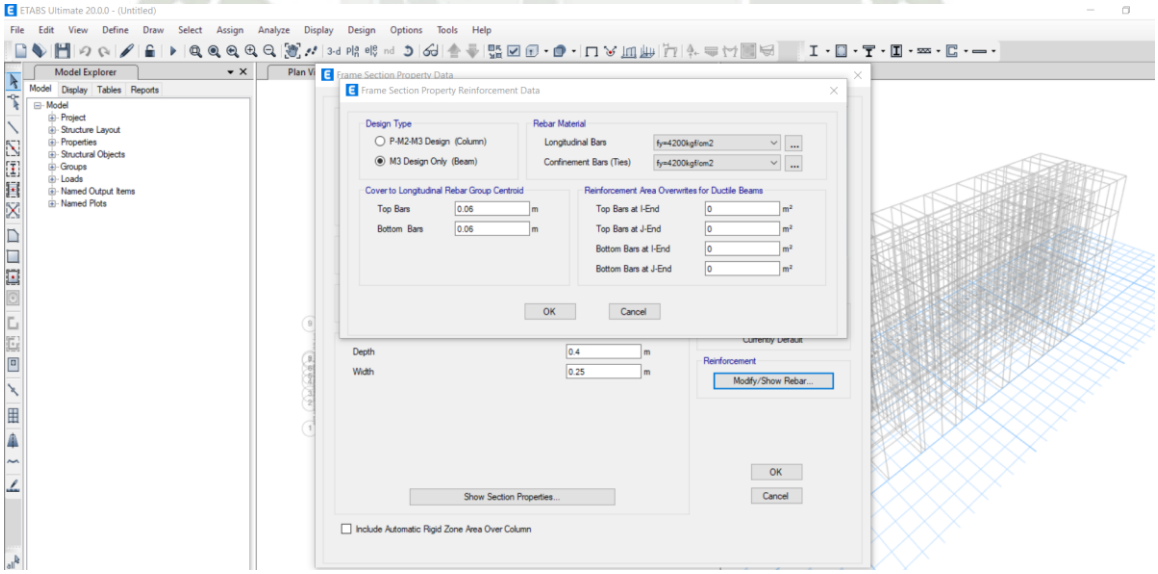


Figura 67 *Configuración de viga para modelado estructural - ETABS*

Fuente: Propia

5.1.3.3. Dimensionamiento losas

Se hace la comprobación de tipo de losa con la relación L/H, donde la luz más crítica de losa es de 2.25m/0.2m lo cual resulta 11.25. Como este valor es menor a 20, entonces se

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

considera para el modelado una losa delgada. Así mismo, se considera losa aligerada en una sola dirección (Eje X).

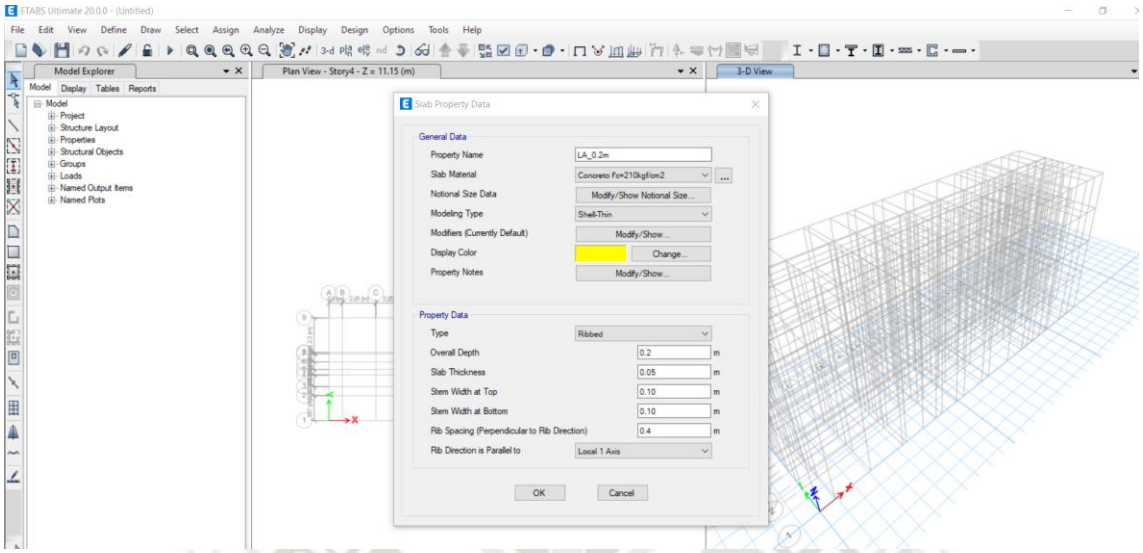


Figura 68 *Consideraciones dimensionamiento de losa - ETABS*

Fuente: Propia

5.1.3.4. Losa para Escalera

Se considera para escalera un espesor de 0.175m y se considera losa llena o maciza (Slab).

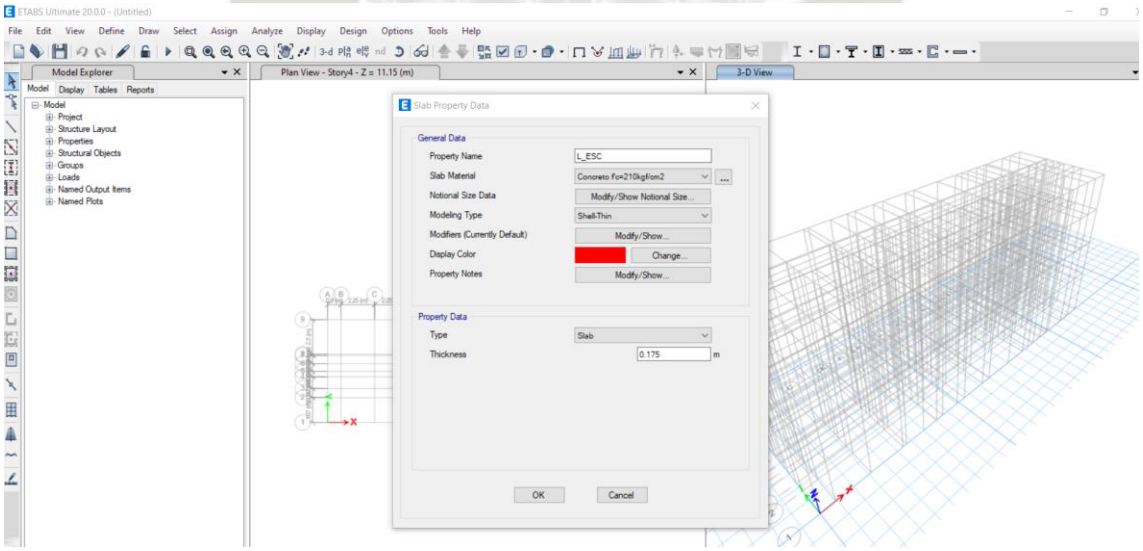


Figura 69 *Consideraciones dimensionamiento losa escalera - ETABS*

Fuente: Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.1.4. Asignación de Elementos para modelado

5.1.4.1. Asignación de Columnas

Con el comando Quick Draw Columns se procede a la asignación de elementos tipo columna en la grilla.

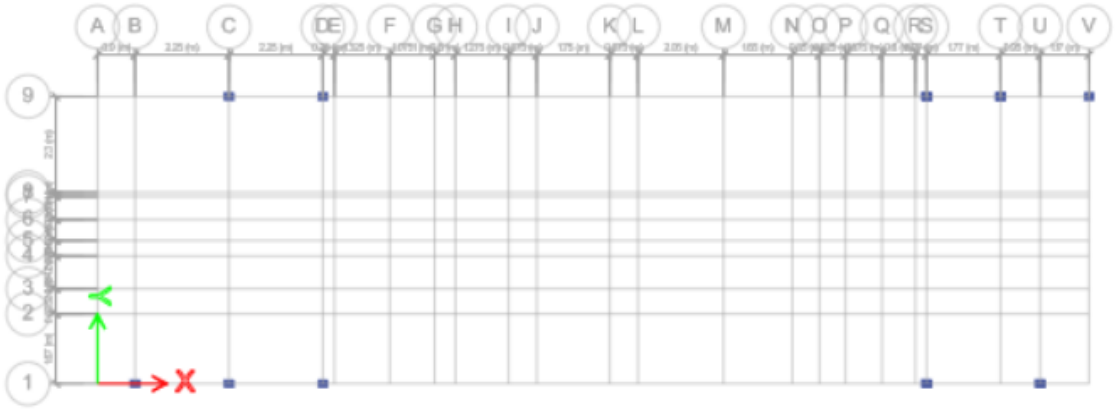


Figura 70 *Asignación de Columnas 0.20mx0.25m*

Fuente: Propia

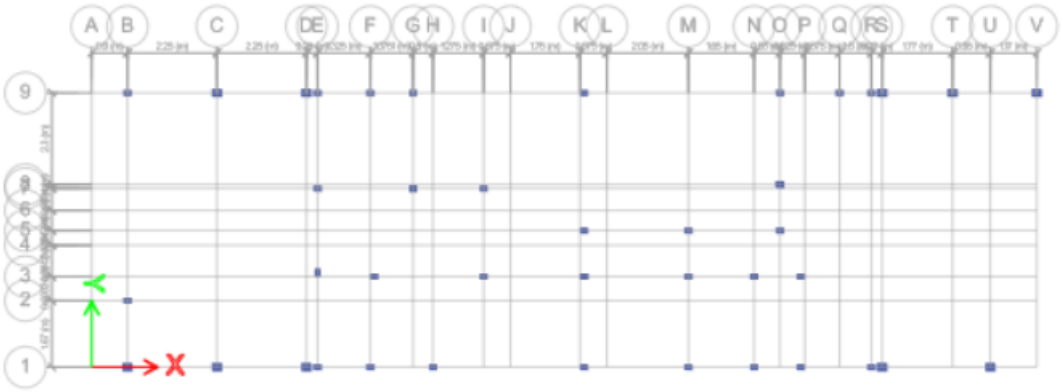


Figura 71 *Asignación de columnas 0.20m x 0.15m*

Fuente: Propia

5.1.4.2. Asignación de vigas

Con el comando Quick Draw Beams/ Colums se procede a la asignación de elementos tipo vigas en la grilla.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

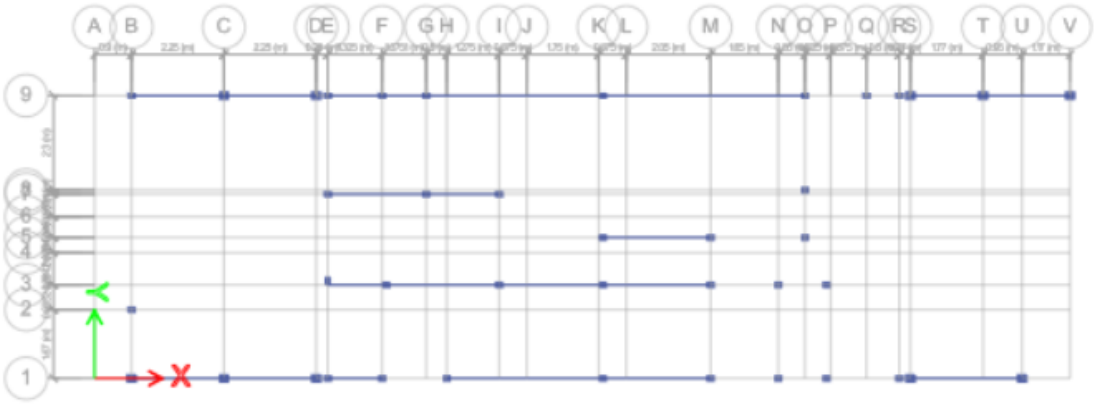


Figura 72 *Asignación de vigas 0.25m x 0.40m*

Fuente: Propia

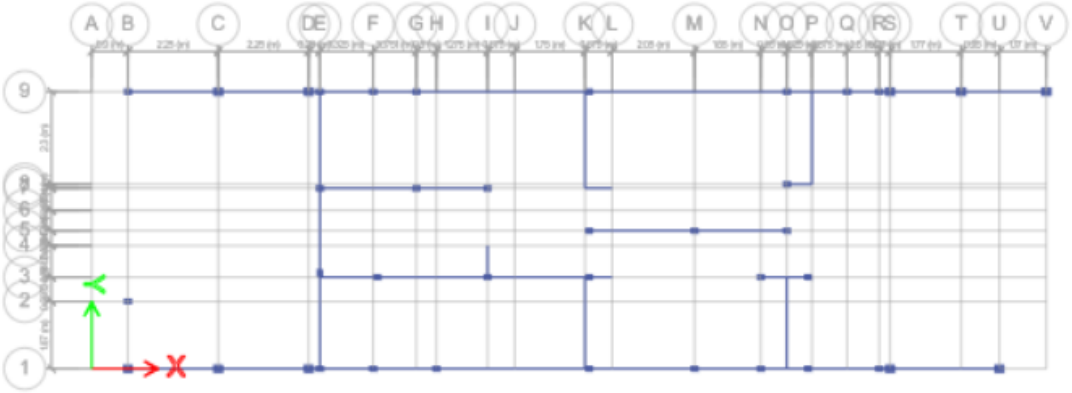


Figura 73 *Asignación de vigas 0.25m x 0.20m*

Fuente: Propia

5.1.4.3. Asignación de losas

Con el comando Draw Rectangular Floor/ Wall asignamos las losas.

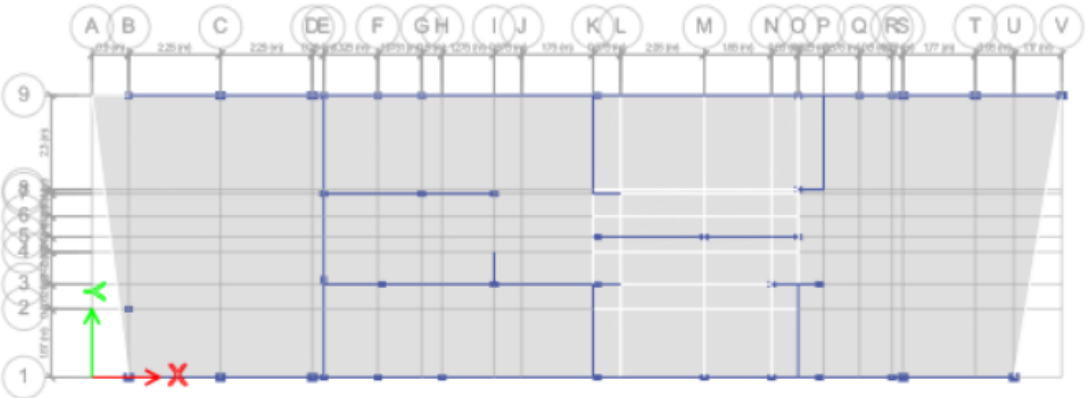


Figura 74 *Asignación de losas (e=0.20m)*

Fuente: Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.1.5. Restricciones en la base

En el nivel Z=0, mediante comando Assign – Joint – Restraints, asignar restricción rígida (Empotrada en Z=0)

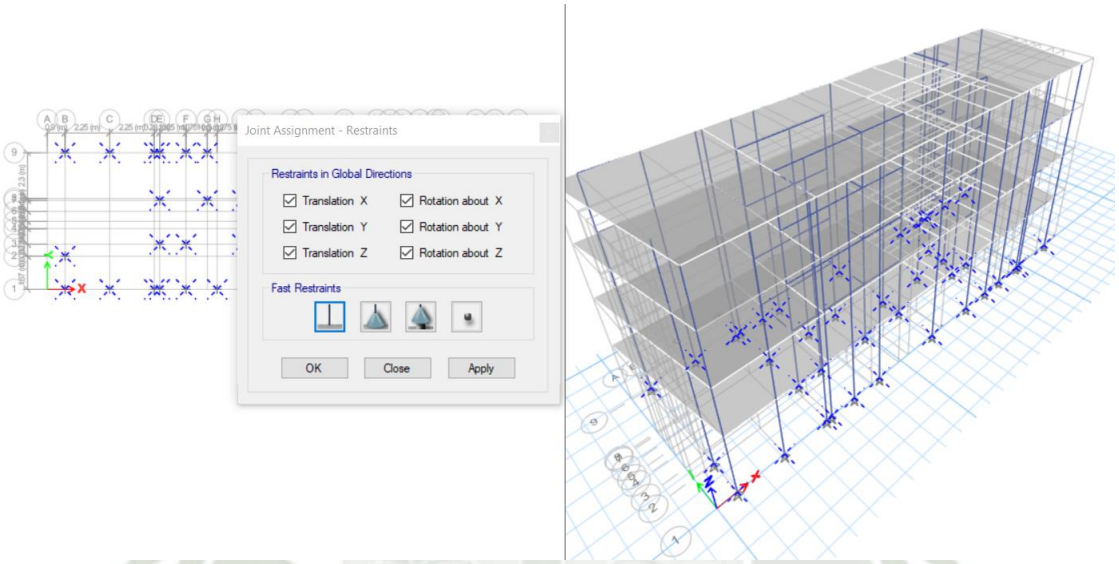


Figura 75 *Restricción empotrada en Z = 0*

Fuente: Propia

5.1.6. Escaleras

Definir espacio abierto en la zona de ingreso de la escalera

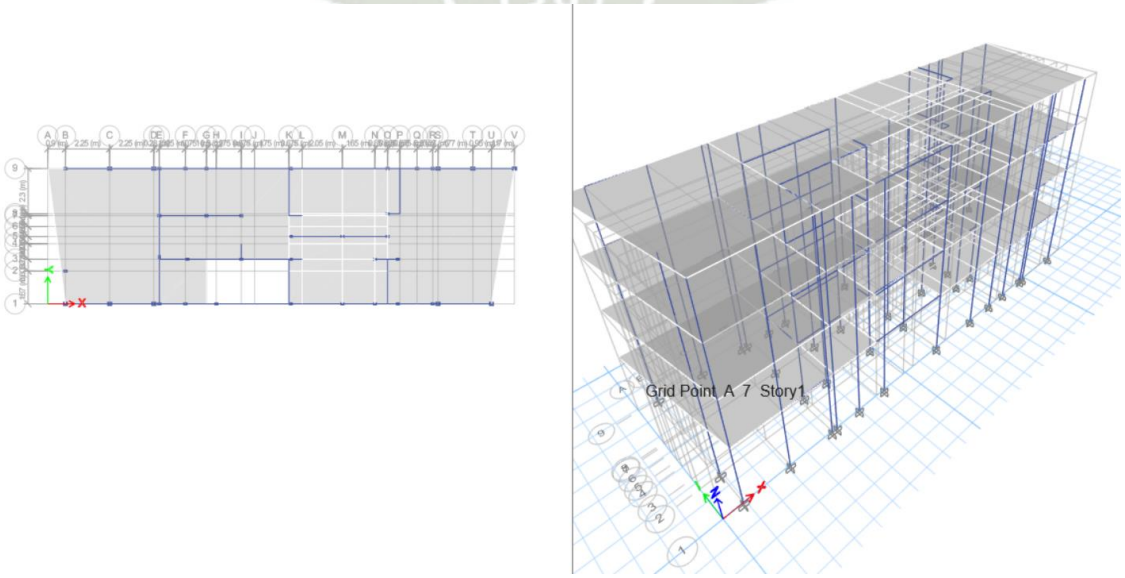


Figura 76 *Asignación de abertura para escaleras*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Fuente: Propia

Creación de puntos de referencia en base.

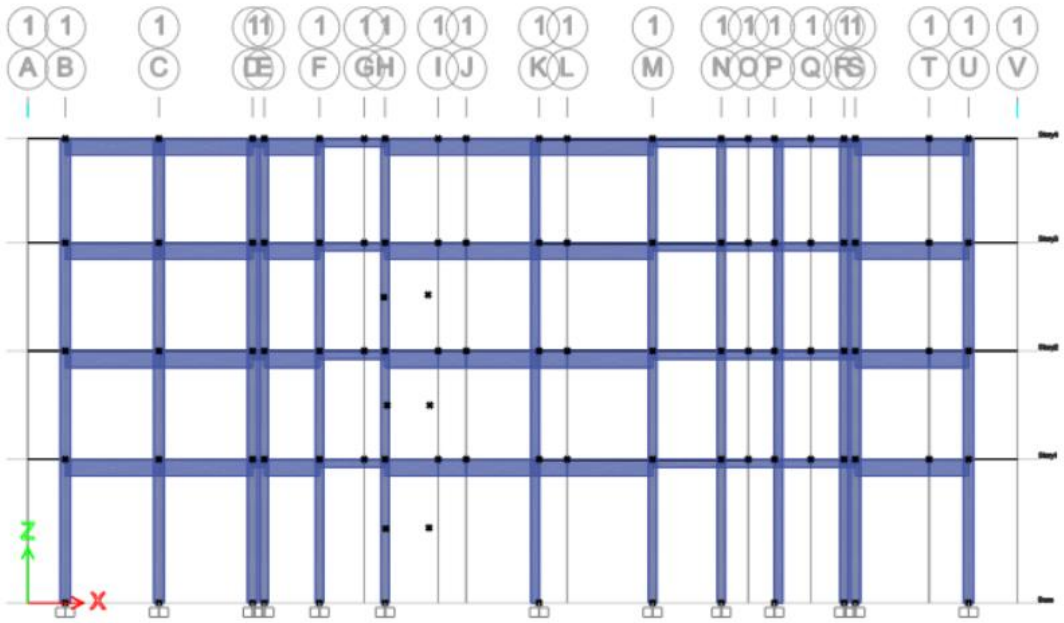
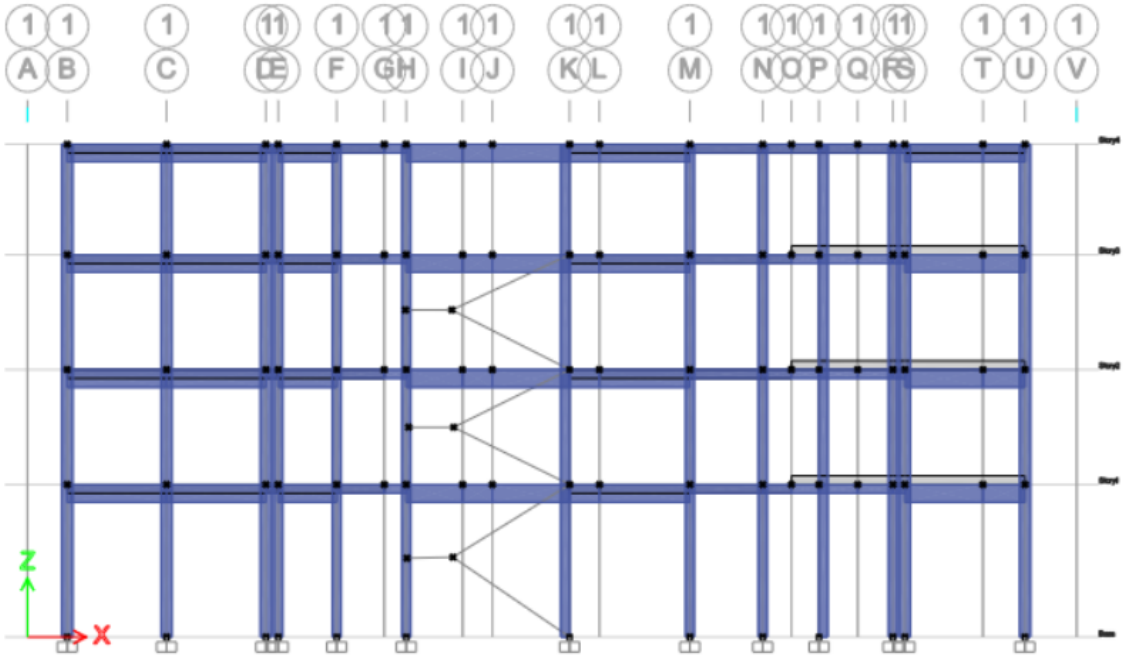


Figura 77 *Generación de Puntos - Elevación 02*

Fuente: Propia



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 78 *Generación de Beam para escalera*

Fuente: Propia

El ancho de la escalera es de 1m, por lo cual replicamos la trama del recorrido de la misma con el comando replícate.

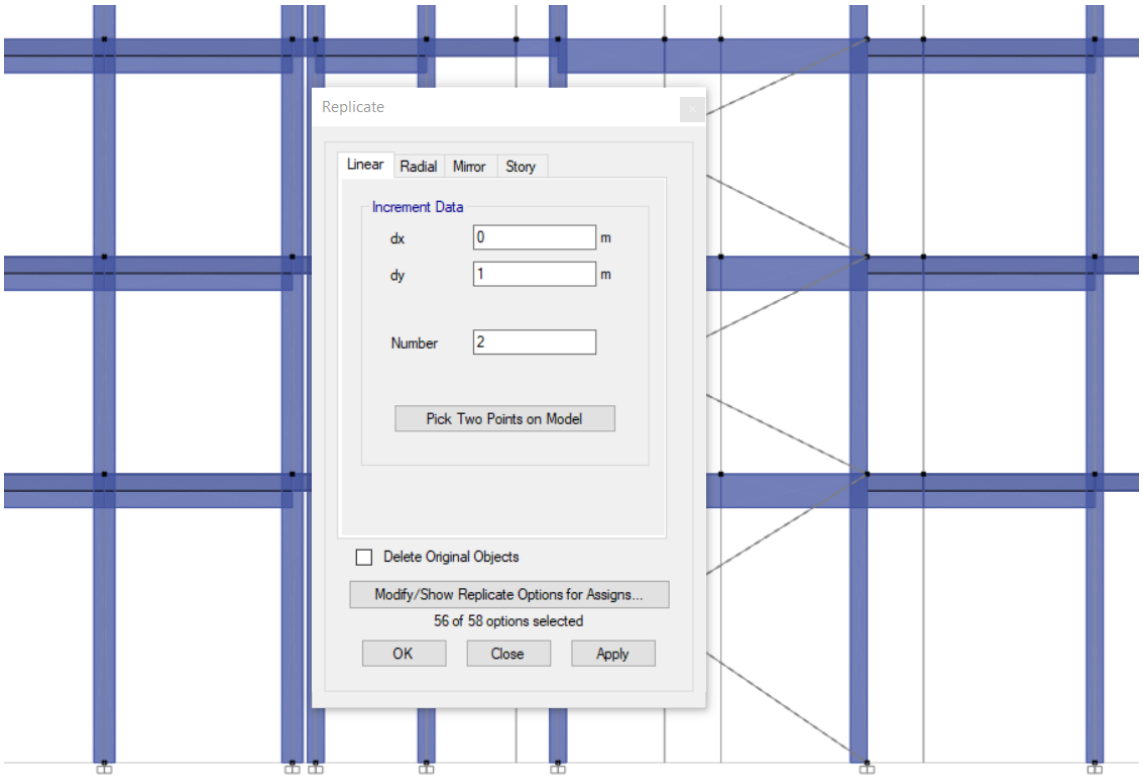


Figura 79 *Generación de trama lineal de escalera*

Fuente: Propia

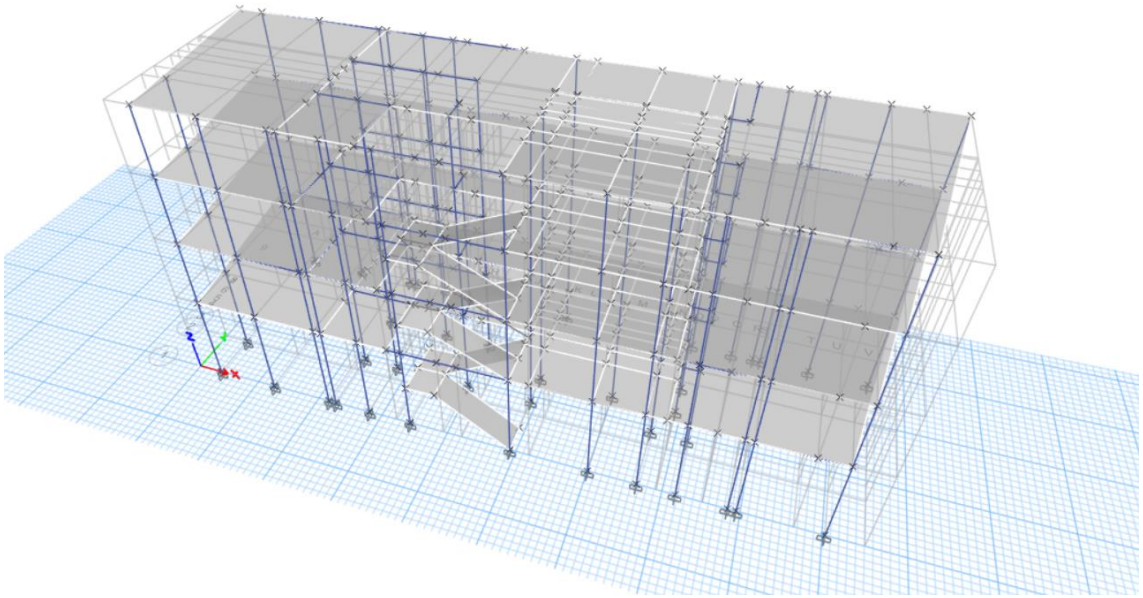


Figura 80 *Generación de escalera*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Fuente: Propia

5.1.7. Azotea

Se retira losas, columnas y vigas no contempladas en la arquitectura de la edificación.

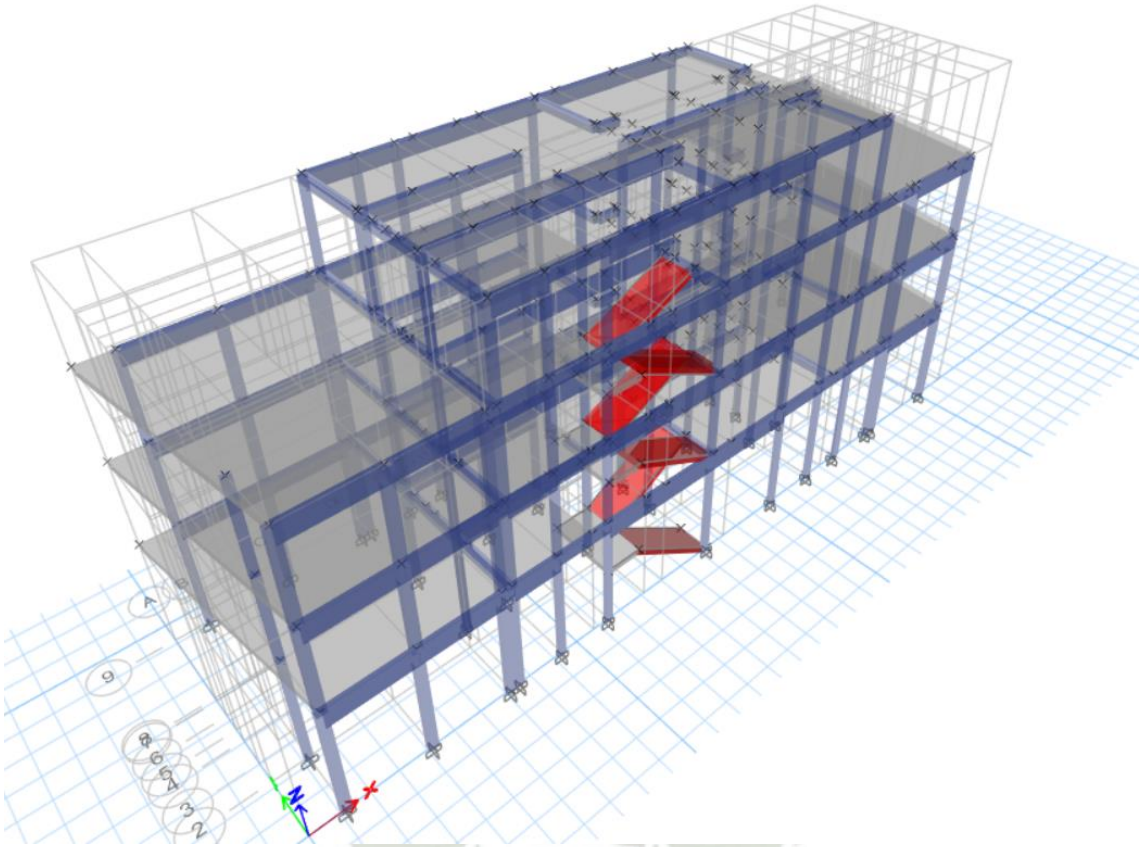


Figura 81 *Detalle modelación 3D con modificación en Azotea*

Fuente: Propia

5.2. Asignación de Cargas

Para losa, verificamos dimensionamiento en ETABS

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

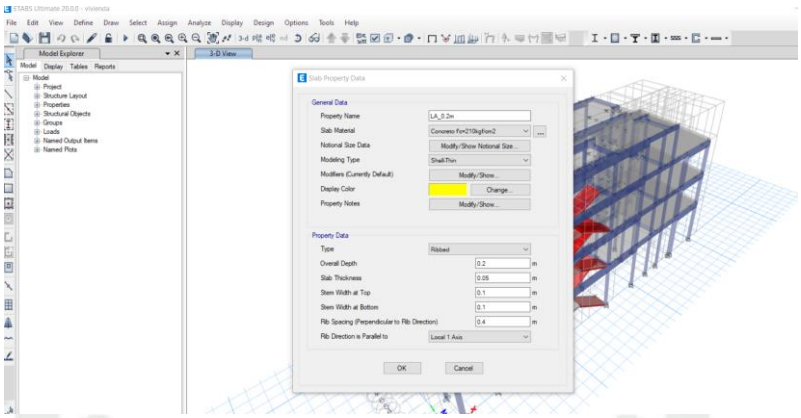


Figura 82 *Consideraciones dimensionales para losa*

Fuente: Propia

Importante mencionar que las dimensiones geométricas de diseño en losa son las siguientes:

Tabla 33

Consideraciones dimensionales para losa

Descripción	Dimensión
Peralte total de losa	0.20 m
Recubrimiento superior	0.05 m
Ancho de vigueta (base continua)	0.10 m
Ancho tributario entre viguetas	0.40 m

Fuente: Propia

El ancho tributario entre viguetas es recomendado en la modelación de la estructura, por software ETABS.

El cálculo de peso propio para ladrillo y Tecnopor es el siguiente:

- Peralte aligerado = 0.20 m
- Ladrillo empleado para aligerado: Ladrillo de Techo- 8 tubos Marca Diamante



Dimensiones: 15 cm x 30 cm x 30 cm

Figura 83 *Ladrillo hueco 15 8 tubos*

Fuente: Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Distribución de unidades aligerantes en losa

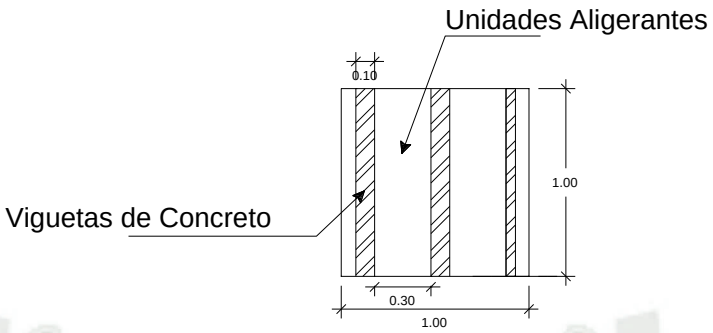


Figura 84 *Área tributaria de 1m x 1m - Losa*

Fuente: Propia

- Volumen de concreto

$$Vol\ concreto = vol\ viguetas$$

$$Vol\ concreto = 0.10 * 1.00 * 0.15 * 2 + 0.05 * 1.00 * 0.15 + 0.05 * 1.00 * 1.00$$

$$Vol\ concreto = 0.0875\ m3$$

- Peso del concreto

$$Peso\ concreto = 0.0875 * 2400$$

$$Peso\ concreto = 210\ kg/m2$$

- Peso del ladrillo

$$Peso\ ladrillo = Peso\ losa - Peso\ Concreto$$

$$Peso\ ladrillo = 300 - 210$$

$$Peso\ ladrillo = 90\ kg/m2$$

- Peso del Tecnopor

$$Peso\ Teknopor = Peso\ losa - Peso\ concreto$$

$$Peso\ Teknopor = 220 - 210$$

$$Peso\ Teknopor = 10\ kg/m2$$

NOTA: El peso de una losa aligerada con Tecnopor, referencialmente es de 220 kg/m2 (Tecnopor J&A, 2021)

- Cantidad de Unidades aligerantes

$$Cantidad\ de\ Unidades\ Aligerantes = \frac{Area\ Losa}{(Ancho\ de\ ladrillo + Ancho\ viga) * Largo}$$

$$Cantidad\ de\ Unidades\ Aligerantes = \frac{1}{(0.3 + 0.1) * 0.3}$$

$$Cantidad\ Unidades\ Aligerantes = 8.33\ unidades/m2$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Peso Unitario x unidad de ladrillo y Tecnopor

$$Peso\ Unitario\ Ladrillo = Peso\ ladrillo\ /\ cantidad\ en\ m2$$

$$Peso\ Unitario\ ladrillo = 90/8.33$$

$$Peso\ Unitario\ ladrillo = 10.80\ kg$$

NOTA: Comercialmente, el peso de la unidad de ladrillo hueco- 8 tubos es de 8 kg (Sodimac, 2023)

- Peso Unitario Tecnopor

$$Peso\ Unitario\ Teknopor = Peso\ Teknopor/cantidad\ en\ m2$$

$$Peso\ Unitario\ Teknopor = 10/8.33$$

$$Peso\ Unitario\ Teknopor = 1.20\ kg$$

NOTA: Comercialmente, el peso de la unidad de ladrillo Tecnopor es de 0.54 kg (Distribuidora Iquitos, 2023)

5.2.1. Carga Muerta

La carga muerta se refiere al peso (que genera una carga vertical) de todos los elementos de la propia estructura. Estos elementos pueden ser estructurales o no estructurales, pero son parte permanente de la construcción; es decir, a diferencia de la carga viva, no se deben a la ocupación y uso de la estructura (Ferrovial, 2023). Bajo esta postura, se considera carga muerta a las siguientes:

Tabla 34

Consignación de Carga Muerta (CM)

Descripción Peso Propio (Losa)	Cuantificación Asignado por ETABS
Peso de Ladrillo	108 kg/m2
Piso Terminado	100 kg/m2
Tabiquería Móvil	100 kg/m2
WD	308 kg/m2

Fuente: Propia

La norma E.020 Cargas, en el inciso “6.3 Tabiquería Móvil”, plantea que la tabiquería móvil debería consignarse como carga viva. Sin embargo, se podría considerar asignarlo a losa, y con un valor recomendado por norma de 100 kg/m2 como tabiques vivos de altura completa.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Se considera la tabiquería móvil como carga muerta, esto debido a que, influirá notoriamente en el cálculo de esfuerzos y deformaciones de esta manera, a comparación de Carga Viva.

5.2.2. Carga Viva

La carga viva es la que se produce con el uso de la estructura. También se conoce como carga impuesta o carga probabilística, dado que su cálculo se hace sobre proyecciones y no sobre datos reales. Se considera para efectos de modelación:

Tabla 35

Consignación de Carga Viva (CV)

Descripción	Cuantificación
Ocupación o Uso	Vivienda
S/C	200 kg/m2
Techo y Azotea	100 kg/m2
WD	300 kg/m2

Fuente: Propia

5.2.3. Consignación de Cargas en Modelo ETABS

Asignación de carga muerta en losas (excepto escaleras)

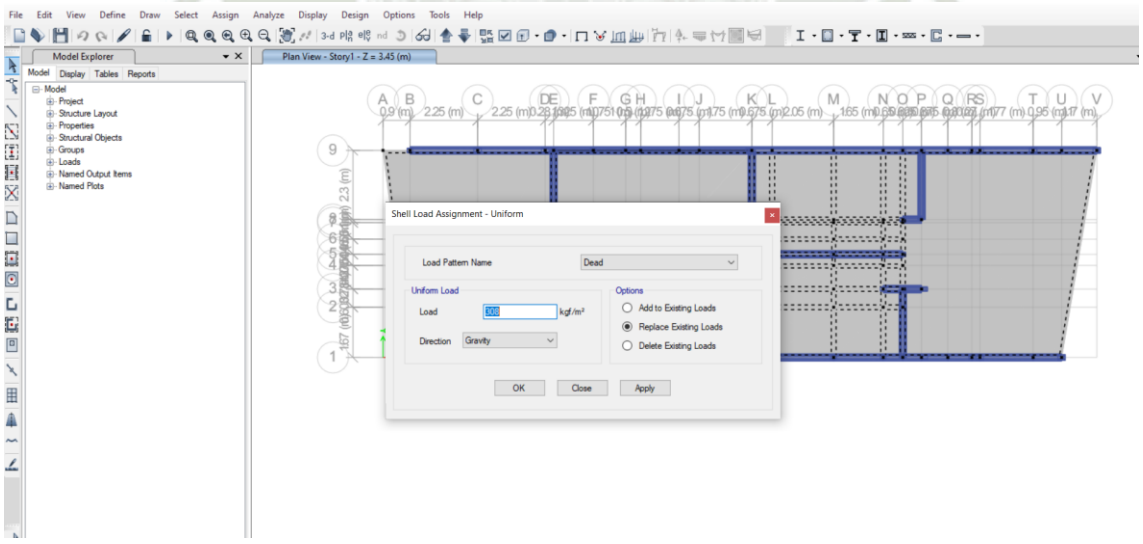


Figura 85 *Asignación de Carga Muerta en losas*

Fuente: Propia

Asignación de Carga Viva en los niveles y Azotea de la estructuración.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

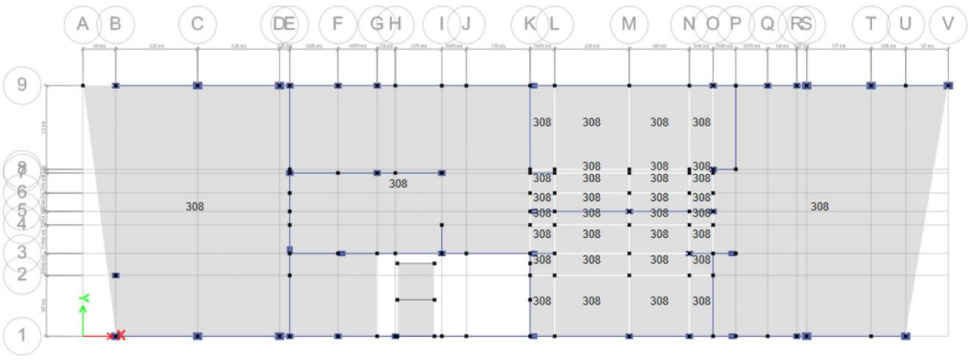


Figura 86 *Asignación de Carga Viva niveles intermedios*

Fuente: Propia

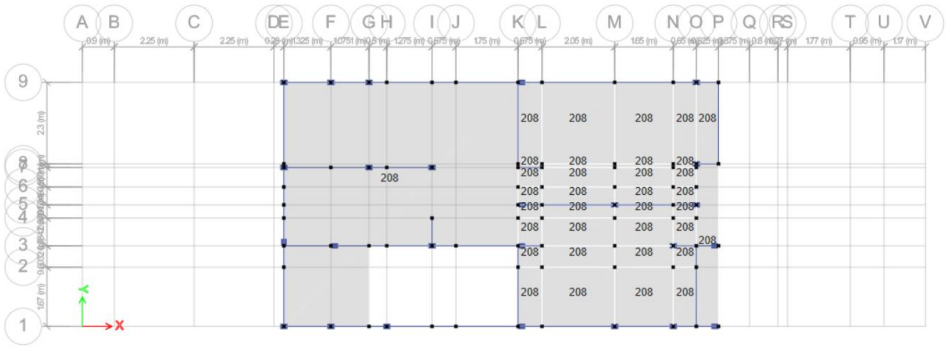


Figura 87 *Asignación de Carga Viva y Muerta en azotea*

Fuente: Propia

Selección y asignación de carga en escalera

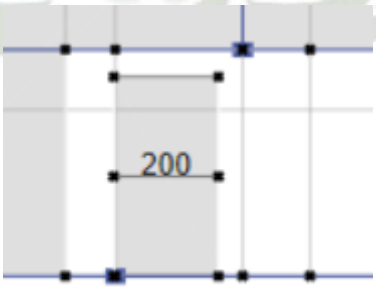


Figura 88 *Asignación de cargas - Escaleras*

Fuente: Propia

Cargas en tabiquería

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 36

Determinación de carga por mampostería

Descripción	Cantidad
Espesor	0.15 m
Altura Efectiva muro	2.6 m
Peso específico albañilería cocida hueva	1350 kg/m3
WD	526.5 kg/mL

Fuente: Propia

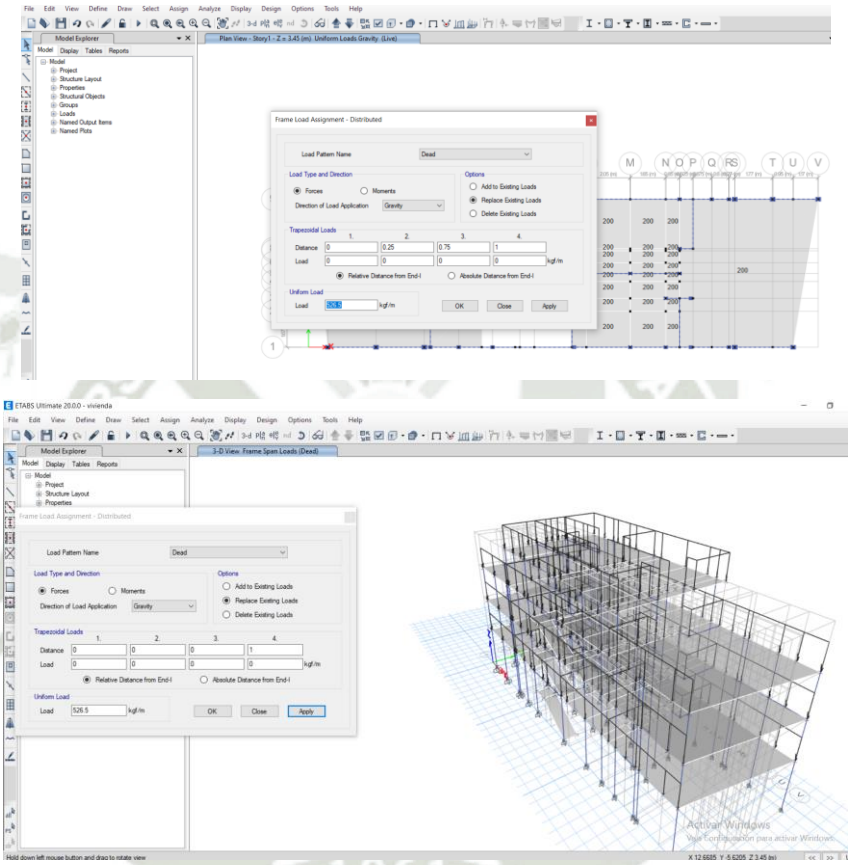


Figura 89 *Carga Muerta mampostería en Vigas*

Fuente: Propia

5.3. Análisis Sísmico - Estático

5.3.1. Asignación de Diafragma rígido

Un diafragma rígido es una colección plana de nodos que ejemplifica una rigidez infinita en el plano y se mueve en el plano del diafragma como un cuerpo rígido. Esto conduce a una ausencia de axiales, corte, y fuerzas de momento dentro del diafragma (SkyCiv, 2023). Bajo esta premisa, se asigna diafragma rígido al modelo:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

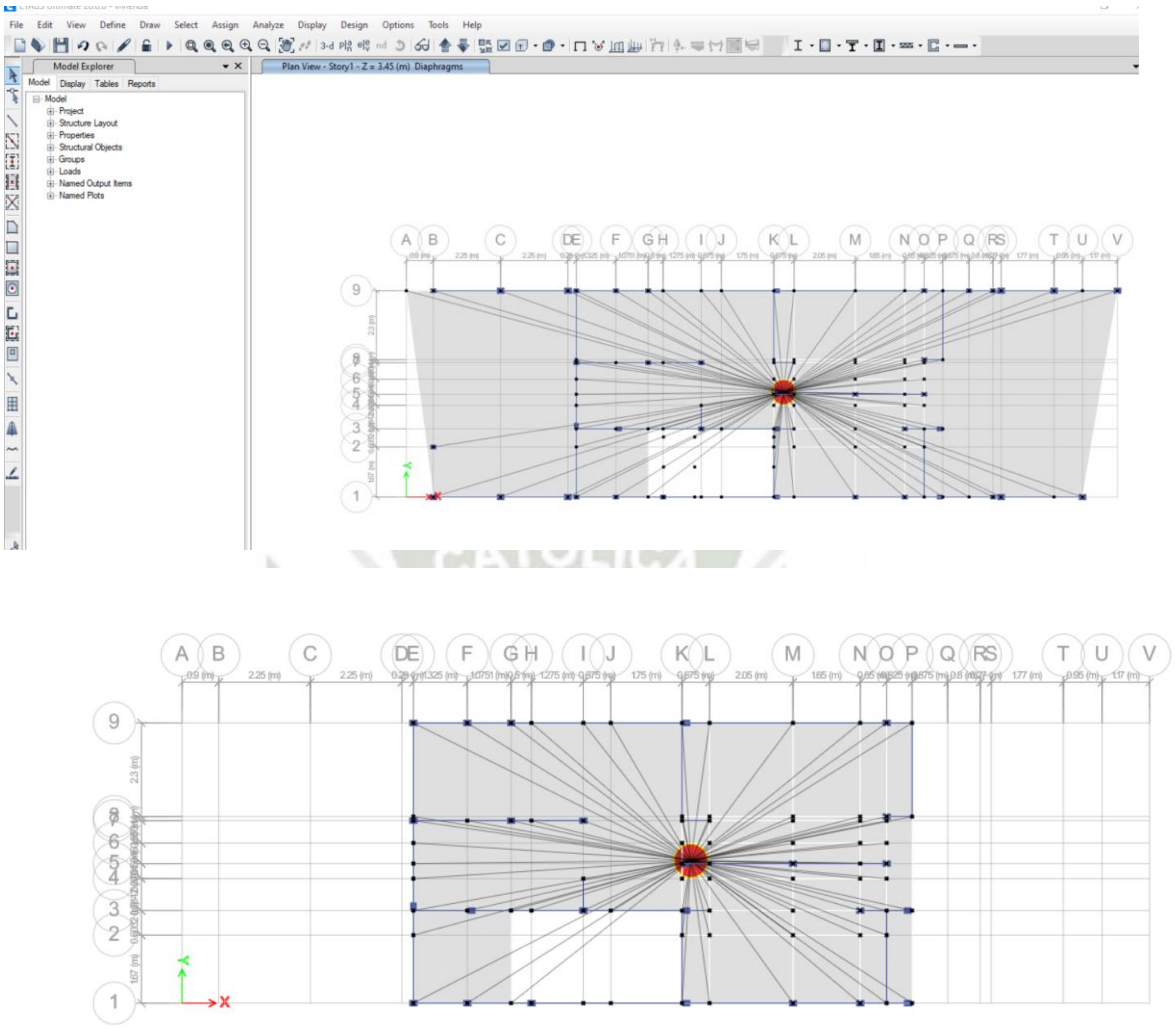


Figura 90 *Asignación de Diafragma rígido*

Fuente: Propia

5.3.2. Brazo rígido

Un brazo rígido representa la parte media indeformable que existe entre la unión de elementos estructurales, en el gráfico se muestra la unión entre viga y columna para estructuras de concreto armado (Palomino Romero, 2020). Para el modelamiento se puede usar un factor de rigidez del nudo entre 0.7 y 0.9.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

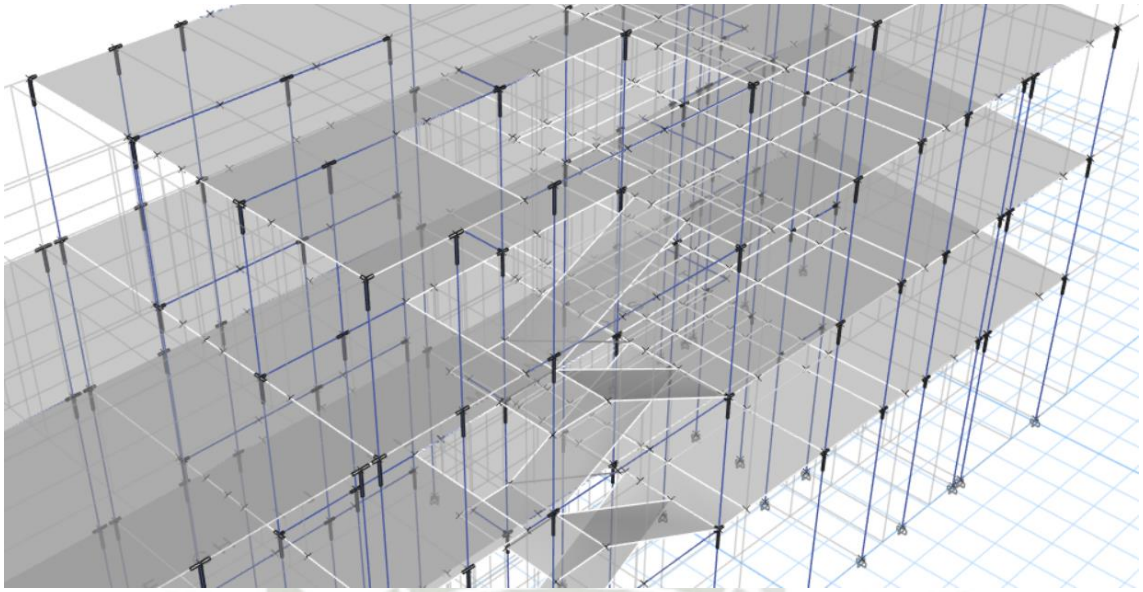


Figura 91 *Asignación de brazos rígidos en estructura*

Fuente: Propia

5.3.3. Estimación del Peso

La norma NTE E 030 establece que, para edificaciones categoría C, se toma el 25% de carga viva. Respecto a la excentricidad accidental, se considera el 5% (0.05 veces la dimensión del edificio) (Norma NTE E 030, 2020).

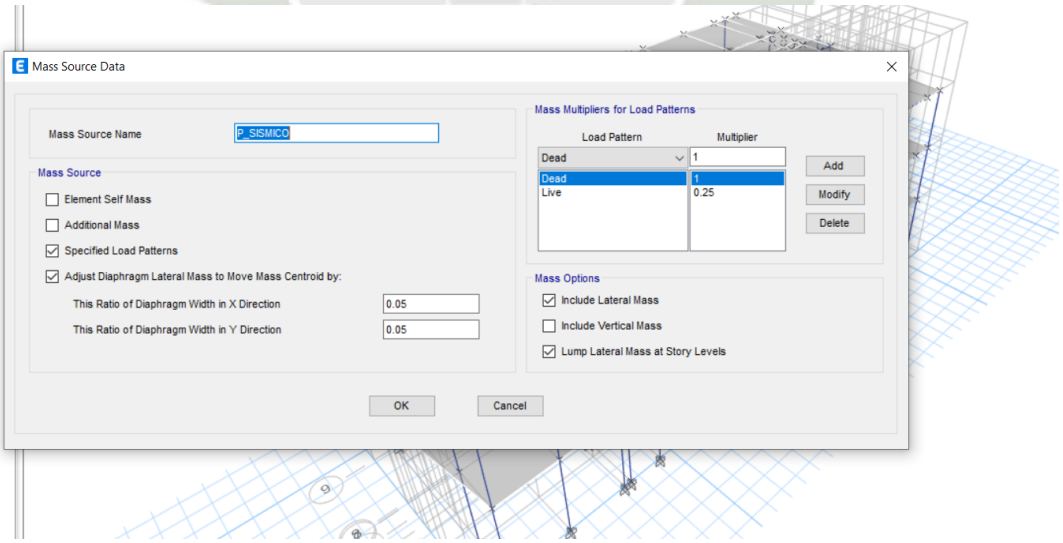


Figura 92 *Consideración del Peso para modelamiento*

Fuente: Propia

Se asigna consecuentemente los Modal Cases y se verifica el modelo. Esa revisión cerciora que las columnas están unidas a las vigas y que no hay superposición de masas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

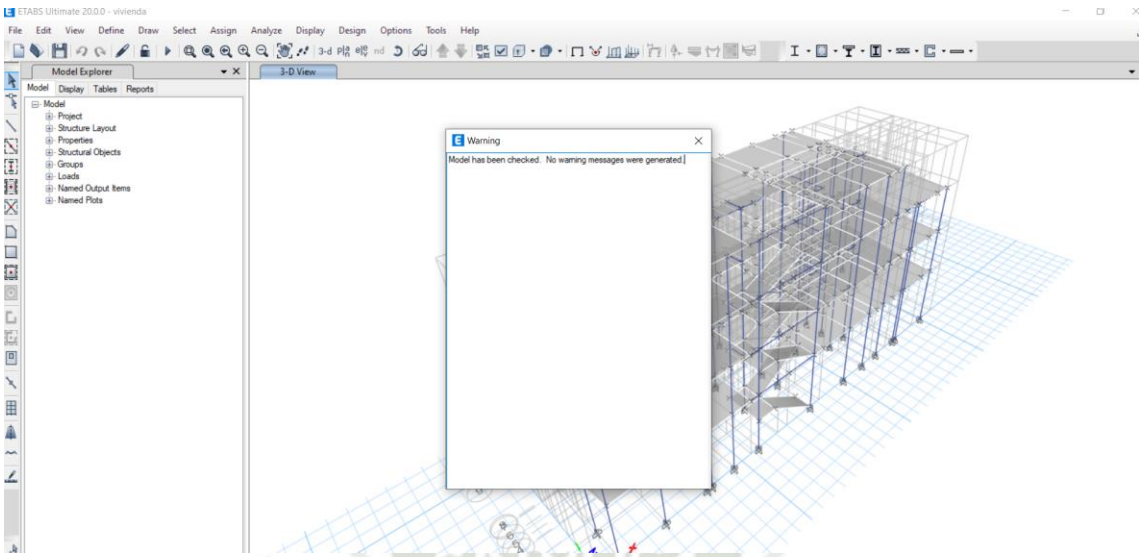


Figura 93 *Verificación del modelo*

Fuente: Propia

Se realiza la modelación de cargas modelas de la edificación.

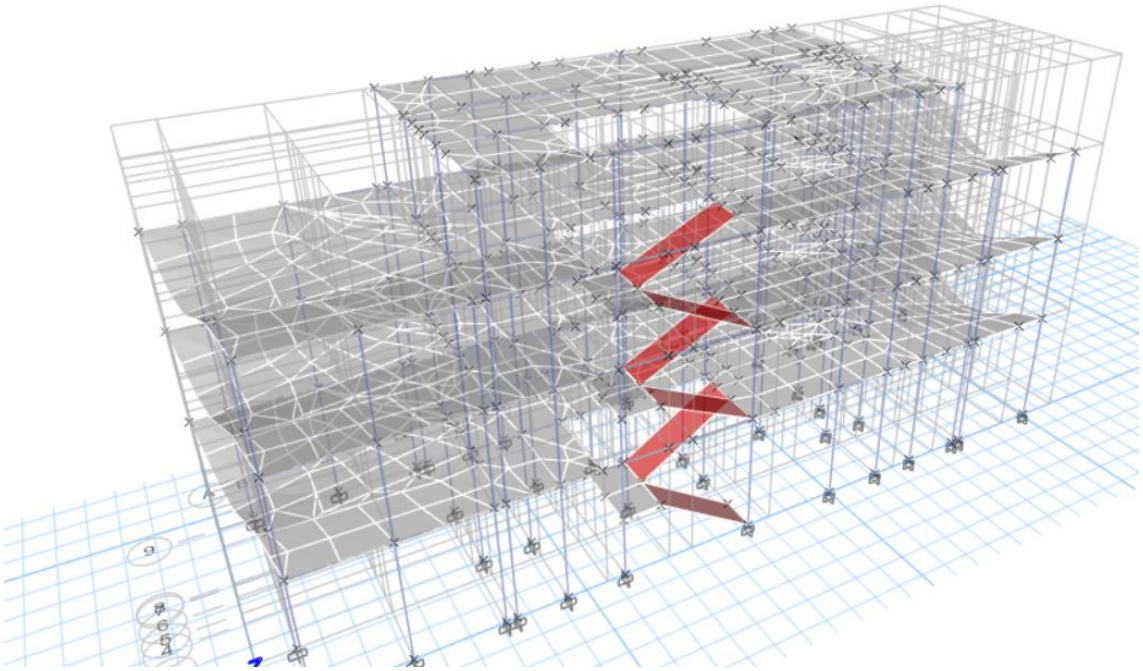


Figura 94 *Modelación de cargas modales de la Estructura*

Fuente: Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.3.4. Masa Participativa

Se verifica la masa participativa de la modelación: Se aprecia un periodo de vibración de 0.847 s y la masa participativa de 0.5792. Con lo cual se aprecia que el modo 1 es de traslación en Y. La rotación del modo tres representa la rotación, con un valor de 0.5726.

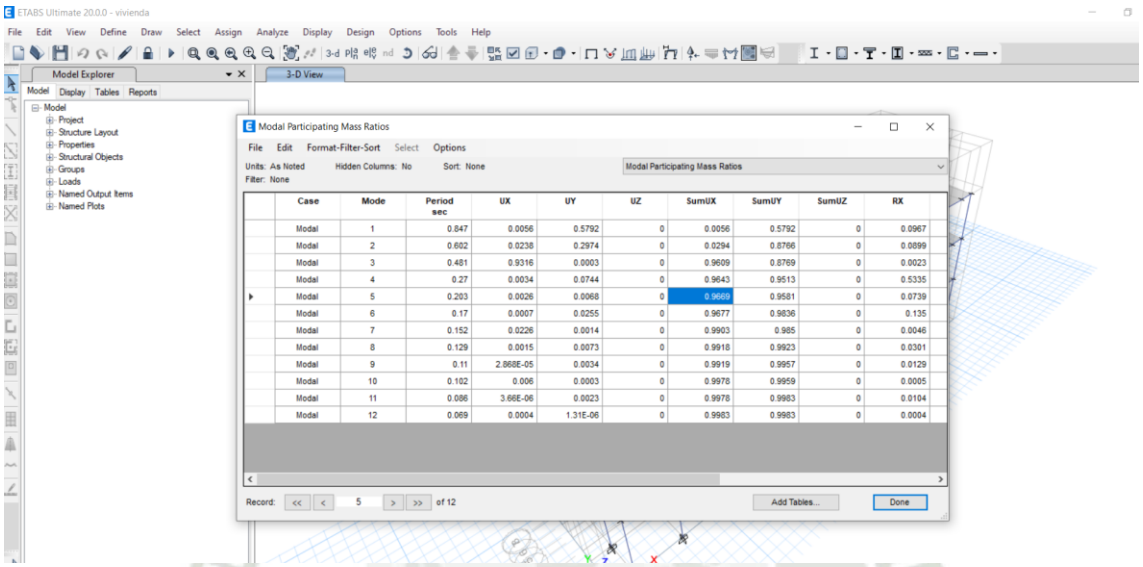


Figura 95 *Masa participativa de la Edificación*

Fuente: Propia

5.3.5. Peso de la Estructuración y Análisis sísmico

Se define combinaciones de masa para estimación del peso en la edificación.

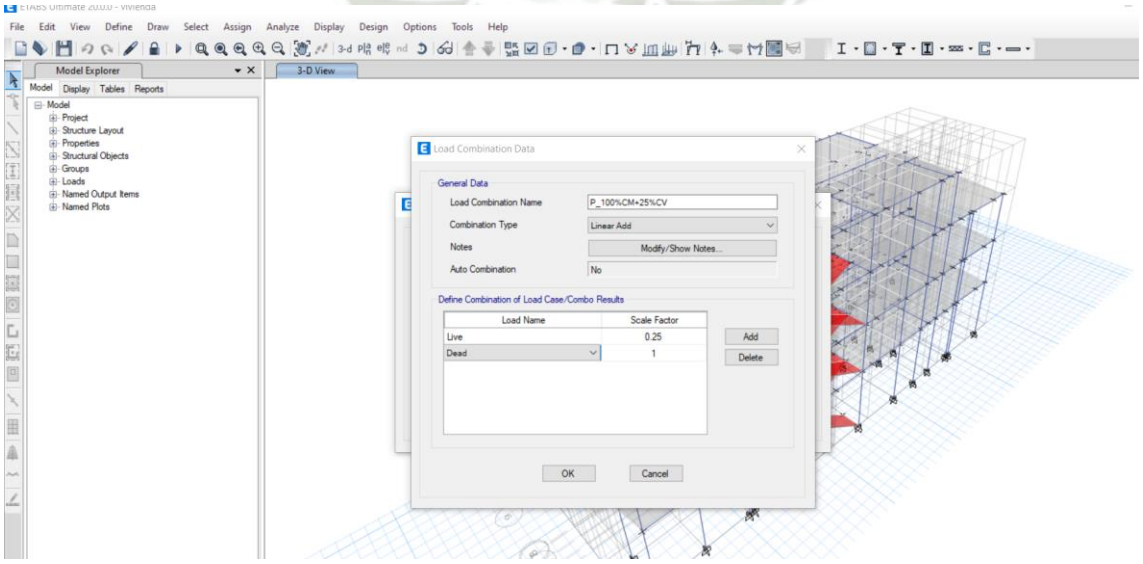


Figura 96 *Asignación de combinación de carga según Modelación*

Fuente: Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Finalmente, con ladrillo hueco- 8 tubos y con Bloques de Poliestireno se obtuvo los siguientes resultados de Carga Estructural:

Tabla 37

Carga Estructural de la Edificación 1

Niveles	Peso de la Estructura	
	Losas con ladrillo hueco 15 8 tubos	Losas con Poliestireno Expandido aligerante
Sótano	141.61 Tn	136 .42. Tn
Primer Nivel	86.07 Tn	82.24 Tn
Segundo Nivel	121.38 Tn	116.72 Tn

Fuente: Propia

Para corroborar los resultados, se verifica la ratio de peso en cada nivel de la estructura, con la formulación (Área Típica=87.23 m2,):

$$Ratio\ [Tn/m^2] = \frac{Peso}{Area}\ \left[\frac{Tn}{m^2}\right]$$

Tabla 38

Chequeo Ratio Área del Peso de la estructura 1

Niveles	Ratio de la Estructura	
	Losas con ladrillo hueco 15 8 tubos	Losas con Poliestireno Expandido aligerante
Sótano	1.62344 Tn/m2	1.56391 Tn/m2
Primer Nivel	1.4345 Tn/m2	1.36666 Tn/m2
Segundo Nivel	1.39149 Tn/m2	1.33807 Tn/m2

Fuente: Propia

Tabla 39.

Carga estructural de la edificación estructura 2

Niveles	Peso de la Estructura	
	Losas con ladrillo hueco 15 8 tubos	Losas con Poliestireno Expandido aligerante
Primer Nivel	154.2423Tn	150.8656 Tn
Segundo Nivel	133.5612Tn	128.3956 Tn
Tercer Nivel	133.5612Tn	128.3956 Tn

Fuente: Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 40

Chequeo Ratio Área del Peso de la estructura 2

Niveles	Ratio de la Estructura	
	Losas con ladrillo hueco 15 8 tubos	Losas con Poliestireno Expandido aligerante
Primer Nivel	1.10171 Tn/m2	1.0775 Tn/m2
Segundo Nivel	0.95458 Tn/m2	0.91711Tn/m2
Tercer Nivel	0.95458Tn/m2	0.91711Tn/m2

Fuente: Propia

Tabla 41

Carga estructural de la edificación estructura 3

Niveles	Peso de la Estructura	
	Losas con ladrillo hueco 15 8 tubos	Losas con Poliestireno Expandido aligerante
Primer Nivel	176.5612 Tn	170.2235Tn
Segundo Nivel	176.5612 Tn	170.2235 Tn
Tercer Nivel	176.5612 Tn	170.2235 Tn

Fuente: Propia

Tabla 42

Chequeo Ratio Área del Peso de la estructura 3

Niveles	Ratio de la Estructura	
	Losas con ladrillo hueco 15 8 tubos	Losas con Poliestireno Expandido aligerante
Primer Nivel	0.88285 Tn/m2	0.85111 Tn/m2
Segundo Nivel	0.88285 Tn/m2	0.85111 Tn/m2
Tercer Nivel	0.88285Tn/m2	0.85111 Tn/m2

Fuente: Propia

La edificación se analizó con un modelo matemático tridimensional, considerando una excentricidad accidental de 5% para cada dirección de análisis, con ubicación en Socabaya (zona 3) y un tipo de suelo S2; con un sistema mixto en X e Y, pórticos y albañilería confinada respectivamente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 43

Parámetros sísmicos, (NTP E.030) Ladrillo hueco 8 tubos para la edificación 1

Descripción	X	Y
Factor de Zona "Z" – Socabaya Z3	0.35	0.35
Factor de Suelo "S" – S2	1.15	1.15
Periodo corto "Tp"	0.6	0.6
Periodo largo "TL"	2	2
Factor de Amplificación Sísmica "C"	2.50	2.50
Factor de Uso "U"	1	1
Coeficiente básico de Reducción: "Ro"	8	3
Factores de Irregularidad en Altura "Ia"	1	1
Factores de Irregularidad en Planta "Ip"	1	1
Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas	8	3
Periodo de la estructura	0.261	0.098

Fuente: Propia

Tabla 44

Parámetros sísmicos, (NTP E.030) Tecnopor acanalado para la edificación 1

Descripción	X	Y
Factor de Zona "Z" – Socabaya Z3	0.35	0.35
Factor de Suelo "S" – S2	1.15	1.15
Periodo corto "Tp"	0.6	0.6
Periodo largo "TL"	2	2
Factor de Amplificación Sísmica "C"	2.50	2.50
Factor de Uso "U"	1	1
Coeficiente básico de Reducción: "Ro"	8	3
Factores de Irregularidad en Altura "Ia"	1	1
Factores de Irregularidad en Planta "Ip"	1	1
Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas	8	3
Periodo de la estructura	0.255	0.095

Fuente: Propia

Tabla 45

Parámetros sísmicos, (NTP E.030) Ladrillo hueco 8 tubos para la edificación 2

Descripción	X	Y
Factor de Zona "Z" – Socabaya Z3	0.35	0.35
Factor de Suelo "S" – S2	1.15	1.15
Periodo corto "Tp"	0.6	0.6
Periodo largo "TL"	2	2
Factor de Amplificación Sísmica "C"	2.50	2.50

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Factor de Uso “U”	1	1
Coeficiente básico de Reducción: “Ro”	8	3
Factores de Irregularidad en Altura "Ia"	1	1
Factores de Irregularidad en Planta "Ip"	1	1
Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas	8	3
Periodo de la estructura	0.149	0.043

Fuente: Propia

Tabla 46

Parámetros sísmicos, (NTP E.030) Tecnopor acanalado para la edificación 2

Descripción	X	Y
Factor de Zona “Z” – Socabaya Z3	0.35	0.35
Factor de Suelo “S” – S2	1.15	1.15
Periodo corto "Tp"	0.6	0.6
Periodo largo "TL"	2	2
Factor de Amplificación Sísmica “C”	2.50	2.50
Factor de Uso “U”	1	1
Coeficiente básico de Reducción: “Ro”	8	3
Factores de Irregularidad en Altura "Ia"	1	1
Factores de Irregularidad en Planta "Ip"	1	1
Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas	8	3
Periodo de la estructura	0.143	0.039

Fuente: Propia

Tabla 47

Parámetros sísmicos, (NTP E.030) Ladrillo hueco 8 tubos para la edificación 3

Descripción	X	Y
Factor de Zona “Z” – Socabaya Z3	0.35	0.35
Factor de Suelo “S” – S2	1.15	1.15
Periodo corto "Tp"	0.6	0.6
Periodo largo "TL"	2	2
Factor de Amplificación Sísmica “C”	2.50	2.50
Factor de Uso “U”	1	1
Coeficiente básico de Reducción: “Ro”	8	3
Factores de Irregularidad en Altura "Ia"	1	1
Factores de Irregularidad en Planta "Ip"	1	1
Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas	8	3
Periodo de la estructura	0.127	0.022

Fuente: Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 48

Parámetros sísmicos, (NTP E.030) Tecnopor acanalado para la edificación 3

Descripción	X	Y
Factor de Zona "Z" – Socabaya Z3	0.35	0.35
Factor de Suelo "S" – S2	1.15	1.15
Periodo corto "Tp"	0.6	0.6
Periodo largo "TL"	2	2
Factor de Amplificación Sísmica "C"	2.50	2.50
Factor de Uso "U"	1	1
Coeficiente básico de Reducción: "Ro"	8	3
Factores de Irregularidad en Altura "Ia"	1	1
Factores de Irregularidad en Planta "Ip"	1	1
Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas	8	3
Periodo de la estructura	0.117	0.013

Fuente: Propia

Tabla 49.

Regularidad estructural

Regularidad estructural	I_a	I_P	Presenta
Regular	1	1	SI
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	0.75		NO
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil	0.75		NO
Irregularidad Extrema de Rigidez	0.50		NO
Irregularidad Extrema de Resistencia	0.50		NO
Irregularidad de Masa o Peso	0.90		NO
Irregularidad Geométrica Vertical	0.90		NO
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	0.80		NO
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	0.60		NO
Irregularidad de Masa o Peso	0.75		NO
Irregularidad Torsional		0.75	NO
Irregularidad Torsional Extrema		0.60	NO
Esquinas Entrantes		0.90	NO
Discontinuidad del Diafragma		0.85	NO
Sistemas no Paralelos		0.90	NO

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 50

Verificación de cortante mínima en la base con ladrillo hueco 8 tubos edificación 1

Dirección	Combinación	Peso Ton	Peso – piso Ton
T 2do Nivel	CP: CM+0.25CV	121.38	121.38
T 1er Nivel	CP: CM+0.25CV	207.45	86.07
T Sotano	CP: CM+0.25CV	349.06	141.61

Tabla 51

Verificación de cortante mínima en la base con ladrillo hueco 8 tubos edificación 1

Dirección	Cortante	V (Ton)
X	Estática	39.09
Y	Estática	104.22

Tabla 52

Desplazamientos y derivas en X e Y con ladrillo hueco 8 tubos edificación 1

Piso	Desplazamiento (mm)		Derivas			
	X	Y	X	< 0.007	Y	< 0.003
T 2do Nivel	4.21	1.21	0.0035	Cumple	0.0003	Cumple
T 1er Nivel	2.69	0.90	0.0040	Cumple	0.0004	Cumple
T Sotano	0.95	0.47	0.0015	Cumple	0.0003	Cumple
Máx.	4.21	1.21	0.0040		0.0004	

Desplazamientos máximos en X e Y

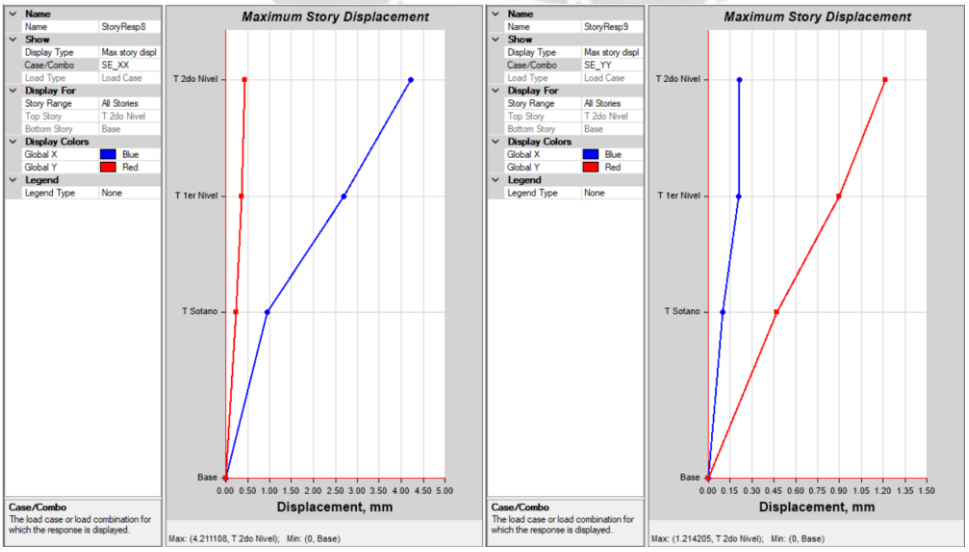


Figura 101 *Desplazamientos máximos en X y Y*

Fuente: Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

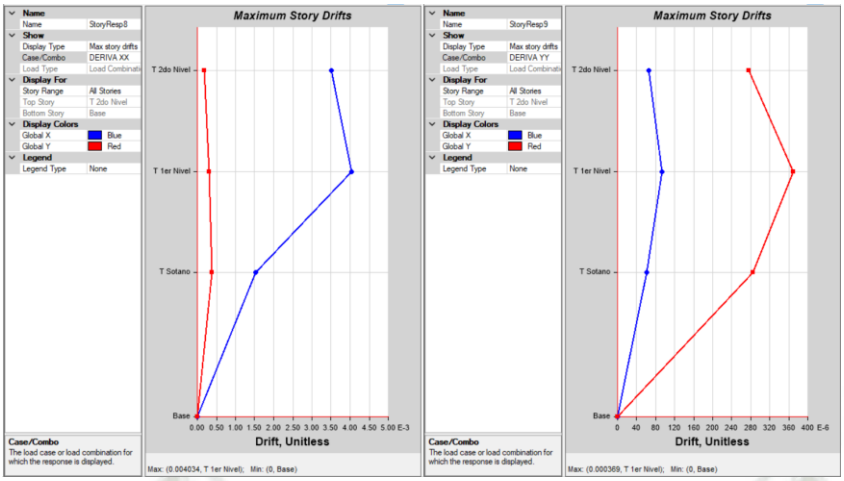


Figura 102 *Desplazamientos máximos en X y Y*

Fuente: Propia

Tabla 53

Verificación de cortante mínima en la base con Tecnopor acanalado edificación 1

Dirección	Combinación	Peso Ton	Peso – piso Ton
T 2do Nivel	CP: CM+0.25CV	116.72	116.72
T 1er Nivel	CP: CM+0.25CV	198.96	82.24
T Sotano	CP: CM+0.25CV	335.38	136.42

Tabla 54

Verificación de cortante mínima en la base con Tecnopor acanalado edificación 1

Dirección	Cortante	V (Ton)
X	Estática	37.37
Y	Estática	99.63

Tabla 55

Desplazamientos y derivas con Tecnopor acanalado edificación 1

Piso	Desplazamiento (mm)		Derivas			
	X	Y	X	< 0.007	Y	< 0.003
T 2do Nivel	4.03	1.16	0.00335	Cumple	0.00027	Cumple
T 1er Nivel	2.58	0.86	0.00386	Cumple	0.00035	Cumple
T Sótano	0.91	0.45	0.00147	Cumple	0.00027	Cumple
Máx.	4.03	1.16	0.00386		0.00035	

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

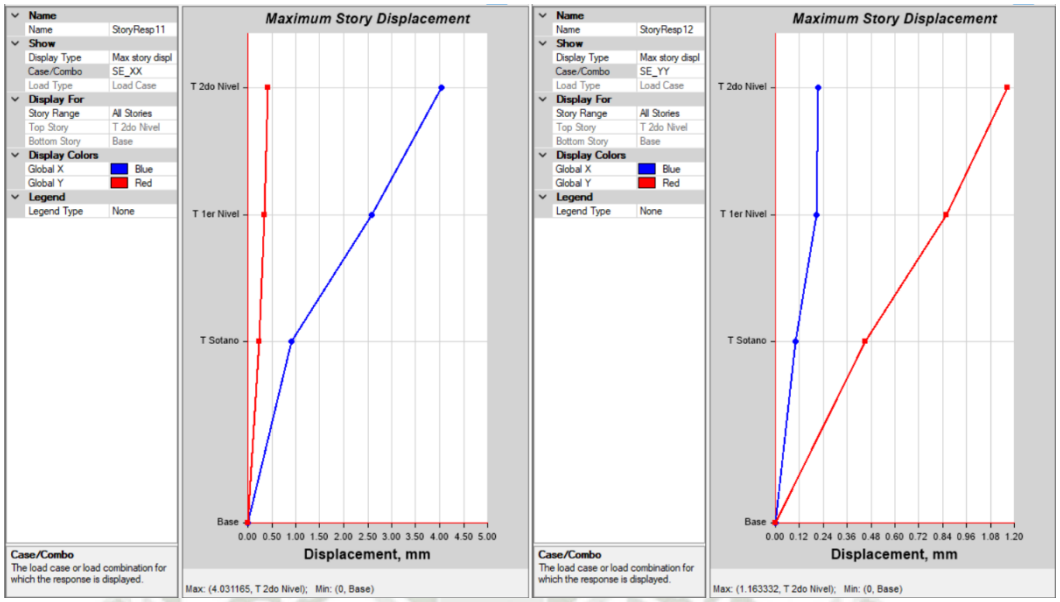


Figura 103 *Desplazamientos máximos en X y Y*

Fuente: Propia

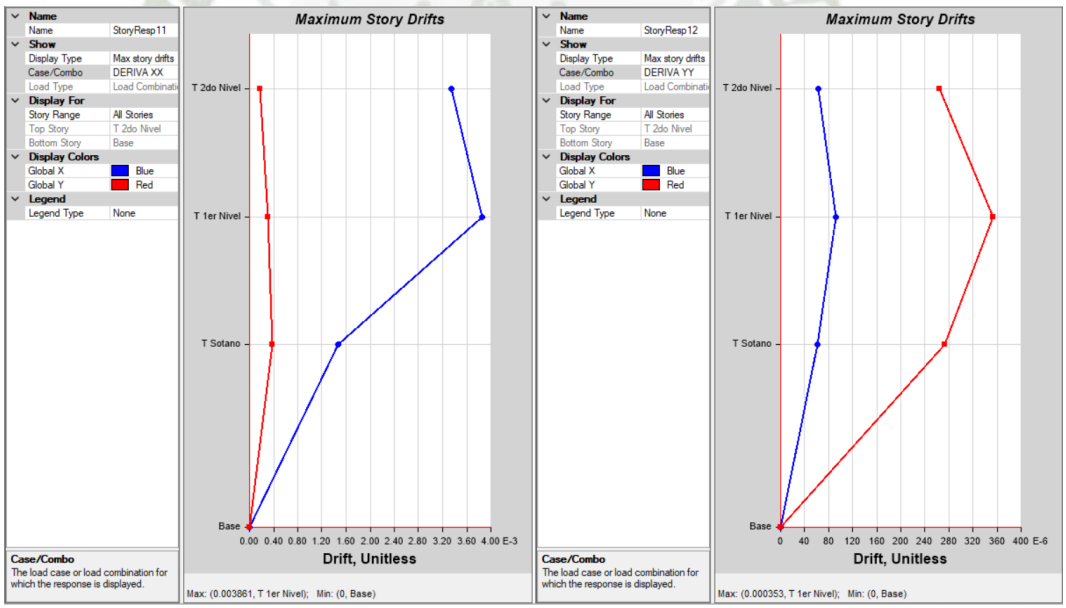


Figura 104 *Desplazamientos máximos en X y Y*

Fuente: Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 56

Verificación de cortante mínima en la base con Ladrillo hueco 8 tubos edificación 2

Dirección	Combinación	Peso Ton	Peso – piso Ton
T 3er Nivel	CP: CM+0.25CV	133.56	133.56
T 2do Nivel	CP: CM+0.25CV	267.12	133.56
T 1er Nivel	CP: CM+0.25CV	421.36	154.24

Tabla 57

Verificación de cortante mínima en la base con Ladrillo hueco 8 tubos edificación 2

Dirección	Cortante	V (Ton)
X	Estática	45.68
Y	Estática	98.54

Tabla 58

Desplazamientos y derivas con ladrillo hueco 8 tubos acanalado edificación 2

Piso	Desplazamiento (mm)		Derivas			
	X	Y	X	< 0.007	Y	< 0.003
T 3er Nivel	4.600	3.75	0.00002	Cumple	0.000009	Cumple
T 2do Nivel	1.16	6.55	0.000248	Cumple	0.000013	Cumple
T 1er Nivel	2.80	0.53	0.000255	Cumple	0.00002	Cumple
Máx.	4.60	6.55	0.000255		0.00002	

Tabla 59

Verificación de cortante mínima en la base con Tecnopor acanalado edificación 2

Dirección	Combinación	Peso Ton	Peso – piso Ton
T 3er Nivel	CP: CM+0.25CV	128.39	128.39
T 2do Nivel	CP: CM+0.25CV	256.78	128.39
T 1er Nivel	CP: CM+0.25CV	407.64	150.86

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 60

Verificación de cortante mínima en la base con Tecnopor acanalado edificación 2

Dirección	Cortante	V (Ton)
X	Estática	41.97
Y	Estática	102.51

Tabla 61

Desplazamientos y derivas con Tecnopor acanalado edificación 2

Piso	Desplazamiento (mm)		Derivas			
	X	Y	X	< 0.007	Y	< 0.003
T 3er Nivel	2.375	1.21	0.00020	Cumple	0.000016	Cumple
T 2do Nivel	4.45	0.90	0.00090	Cumple	0.00012	Cumple
T 1er Nivel	1.15	0.47	0.00080	Cumple	0.00090	Cumple
Máx.	4.45	1.21	0.00090		0.00090	

Tabla 62

Verificación de cortante mínima en la base con Ladrillo hueco 8 tubos edificación 3

Dirección	Combinación	Peso Ton	Peso – piso Ton
T 3er Nivel	CP: CM+0.25CV	176.56	176.56
T 2do Nivel	CP: CM+0.25CV	353.12	176.56
T 1er Nivel	CP: CM+0.25CV	529.68	176.56

Tabla 63

Verificación de cortante mínima en la base con Ladrillo hueco 8 tubos edificación 3

Dirección	Cortante	V (Ton)
X	Estática	36.74
Y	Estática	76.44

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 64

Desplazamientos y derivas con ladrillo hueco 8 tubos acanalado edificación 3

Piso	Desplazamiento (mm)		Derivas			
	X	Y	X	< 0.007	Y	< 0.003
T 3er Nivel	3.76	10.51	0.000170	Cumple	0.000016	Cumple
T 2do Nivel	3.65	7.62	0.000051	Cumple	0.000025	Cumple
T 1er Nivel	3.47	4.35	0.000022	Cumple	0.000018	Cumple
Máx.	3.76	10.51	0.000051		0.000025	

Tabla 65

Verificación de cortante mínima en la base con Tecnopor acanalado edificación 3

Dirección	Combinación	Peso Ton	Peso – piso Ton
T 3er Nivel	CP: CM+0.25CV	170.22	170.22
T 2do Nivel	CP: CM+0.25CV	340.44	170.22
T 1er Nivel	CP: CM+0.25CV	535.29	194.85

Tabla 66

Verificación de cortante mínima en la base con Tecnopor acanalado edificación 3

Dirección	Cortante	V (Ton)
X	Estática	33.56
Y	Estática	72.45

Tabla 67

Desplazamientos y derivas con Tecnopor acanalado edificación 3

Piso	Desplazamiento (mm)		Derivas			
	X	Y	X	< 0.007	Y	< 0.003
T 3er Nivel	3.91	11.10	0.000248	Cumple	0.000017	Cumple
T 2do Nivel	3.56	7.62	0.000190	Cumple	0.00002	Cumple
T 1er Nivel	2	3.47	0.0016	Cumple	0.000018	Cumple
Máx.	3.91	11.10	0.000248		0.00002	

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO VI

6. ANÁLISIS DE COSTO Y TIEMPO

6.1. Proceso constructivo

El proceso constructivo para vaciado de losa es el que se describe a continuación:

Tabla 68

Proceso constructivo losa

Losa
1. Preparación de terreno 2. Trazo y replanteo 3. Habilitado de acero 4. Acero de refuerzo losa 5. Habilitado de unidad aligerante 6. Acero de refuerzo viguetas 7. Acero de temperatura 8. Concreto manual f/c=210

Fuente: Propia

6.2. Especificaciones técnicas de diseño

De la propuesta en diseño, se plantea el detalle de losa y viga chata, mostrado a continuación:

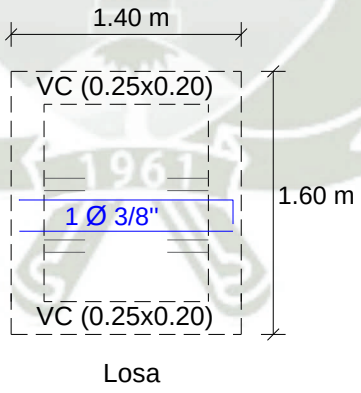


Figura 97 *Detalle losa y viga chata*

Fuente: Propia

6.3. Mano de Obra

Para la construcción de las losas de 1.00 m2 cada una, se ha considerado el siguiente personal técnico de obra:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 69

Mano de Obra

Mano de Obra
01 Operario 01 Peón

Fuente: Propia

Cabe mencionar que en el documento "Costo y Presupuestos en Edificación" publicado por CAPECO,

6.4. Materiales y Herramientas

Es importante precisar la diferencia entre materiales y herramientas. Así mismo, la lista empleada de cada uno de estos para la construcción de las losas.

6.4.1. Materiales de Construcción

Se define a los materiales de construcción como aquellos que se emplean en grandes cantidades, por lo que deben provenir de materias primas abundantes y de bajo costo. Por ello, la mayoría de los materiales de construcción se elaboran a partir de materiales de gran disponibilidad como arena, arcilla o piedra (Ferrovial, s.f.).

Bajo esta premisa, los materiales de construcción empleados, para la construcción de las losas ha sido el siguiente:

Tabla 70

Materiales de construcción

Materiales
Cemento Yura Barras de acero de construcción de 1/4'' y 3/8'' Alambre negro #16 Bloques de poliestireno expandido (Casetón) Unidades de albañilería ladrillo hueco Arena Gruesa Piedra Chancada

Fuente: Propia

6.4.1.1. Aporte unitario - CAPECO

La publicación de CAPECO (2003) establece la siguiente expresión para determinar la cantidad de unidad de ladrillos por metro cuadrado de losa aligerada:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$C = \frac{1}{(A+V)L} = \frac{1}{0.40L}$$

Donde: C = cantidad de ladrillos (pza/ m2), L = longitud de ladrillo hueco (mt.), A = Ancho del ladrillo hueco = 0.30 m (Standard), V = ancho de la vigueta = 0.10 m standard

Tabla 71

Cantidad de ladrillo según tipo por metro cuadrado de losa - CAPECO

Tipo de ladrillo	Dimensiones (cm)	Fórmula C = 1; 0.40L	Cantidad de Ladrillos (pza/m2)
Techo 4 huecos	12x30x30	1:0.40x0.30	8.33
Techo 8 huecos	15x30x30	1:0.40x0.30	8.33
Techo	20x30x30	1:0.40x0.30	8.33

Fuente: CAPECO (2003)

6.4.1.2. Diseño de Mezclas

Se desarrolla el diseño de mezcla bajo la metodología del Comité 211 del ACI. A continuación, se adjunta el detalle del diseño de mezcla de concreto:

- Cálculo de la desviación estándar (s)

Para el presente caso de estudio, no se conoce la desviación estándar.

- Cálculo de resistencia promedio requerida (f'_{cr})

Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizará la tabla 44 para la determinación de la resistencia promedio requerida:

Tabla 72

Resistencia a la compresión promedio

f'_c	f'_{cr}
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Sobre 350	$f'_c + 98$

Fuente: (Laura Huanca, 2006)

- Entre 210 a 350

- $f'_{cr} = f'_c + 84 = 210 + 84 = 294\ kg/cm^2$

- Elección del asentamiento (Slump)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para el presente caso en estudio, no se consignan especificaciones técnicas del concreto un asentamiento de la mezcla. Es por esto que, se determina un valor adecuado según el tipo de construcción.

Tabla 73

Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción

	Revenimiento (cm)	
	Máximo	Mínimo
- Zapatas y muros de cimentación reforzados	8	2
- Zapatas simples, cajones y muros de subestructura	8	2
- Vigas y muros reforzados	10	2
- Columnas	10	2
- Pavimentos y losas	8	2
- Concreto ciclópeo y masivo	5	2

Fuente: (Laura Huanca, 2006)

- Se considera Asentamiento máximo de 8'' y mínimo de 2'' para losa.

- Selección de tamaño máximo del agregado.

En el ítem 3.3.2, la norma E.060 Concreto Armado, estipula que "El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a ninguna de": 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado, 1/3 de la altura de la losa de ser el caso y 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

- Con la premisa anterior, se consigna 1/3 de la altura de losa.

- $\frac{1}{3} * 20 = 6.67\ cm$

- El tamaño máximo del agregado grueso no será mayor que 2''.

- Estimación del agua de mezclado y contenido de aire.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 74

Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados

ASENTAMIENTO O SLUMP (mm)		Agua en lt/m3 de concreto para los tamaños máximos de agregados gruesos y consistencia indicados							
		10 mm (3/8'')	12.5mm (1/2'')	20mm (3/4'')	25mm (1'')	40mm (1 ½'')	50mm (2'')	70mm (3'')	150mm (6'')
CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO									
30 a 50 (1'' A 2'')		205	200	185	180	160	155	145	125
80 a 100 (3'' A 4'')		225	215	200	195	175	170	160	140
150 a 180 (6'' a 7'')		240	230	210	205	185	180	170	--
Cantidad aproximada de aire atrapado (%)		3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concretos con aire incorporado									
30 a 50 (1'' A 2'')		180	175	165	160	145	140	135	120
80 a 100 (3'' A 4'')		200	190	180	175	160	155	150	135
150 a 180 (6'' a 7'')		215	205	190	185	170	165	160	--
Contenido total de aire incorporado (%), en función del grado de exposición	Exposición suave	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5*	1.0*
	Exposición moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5*	3.0*
	Exposición severa	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5*	4.0*

Fuente: (Laura Huanca, 2006)

- Se obtuvo en campo un asentamiento o Slump de 3.5'', y para un Tamaño Máximo de 2'' (50mm), se consigna una cantidad de agua de 170 $lt/m3$. Para estas condiciones, se estima una cantidad aproximada de aire atrapado (%) de 0.5.

- El volumen de agua de la mezcla se calcula con la expresión:

$$Volumen\ de\ agua\ (m^3) = \frac{Contenido\ de\ agua\ de\ mezclado\ (lts/m^3)}{Peso\ específico\ del\ agua\ (1000\ kg/m^3)}$$

$$Volumen\ de\ agua\ (m^3) = \frac{170\ lts/m^3}{997.28\ kg/m^3} = 0.170\ m^3$$

- Relación agua/ cemento

- Por resistencia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 75

Relación agua/ cemento y resistencia a la compresión del concreto

Resistencia a la compresión a los 28 días (f'cr) (kg/cm2)	Relación agua/ cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	--
400	0.43	--
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: (Laura Huanca, 2006)

Para un concreto sin aire incorporado, y para una resistencia a la compresión requerida de 210 a los 28 días, la relación agua/ cemento de diseño en peso es 0.684

- Por durabilidad

Tabla 76

Máxima relación agua/ cemento permisible para concretos sometidos a condiciones especiales de exposición

Condiciones de exposición	Relación agua/ cemento máximo
Concreto de baja permeabilidad	
a) Expuesto a agua dulce	0.50
b) Expuesto a agua de mar o aguas salobres	0.45
c) Expuesto a la acción de aguas cloacales (*)	0.45
Concreto expuesto a procesos de congelación y deshielo en condición húmeda:	
a) Sardineles, cunetas, secciones delgadas	0.45
b) Otros elementos	0.50
Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salobres, neblina o rocío de esta agua.	0.40
Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15 mm	0.45

Fuente: (Laura Huanca, 2006)

El concreto a considerar no estará expuesto a alguna de estas consideraciones indicadas en la norma E.060.

- La relación a/c óptima es, de los resultados obtenidos por resistencia, un valor de 0.684.

- Contenido de Agregado Grueso.

Se determina en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de fineza del agregado fino.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 77

Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto

Tamaño Máximo del Agregado Grueso		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino Módulo de Fineza del Agregado Fino			
mm.	Plg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8''	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2''	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4''	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1''	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2''	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2''	0.78	0.76	074	0.72
70	3''	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6''	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: (Laura Huanca, 2006)

- Para un Tamaño Máximo de 2'', y un Módulo de Fineza de Agregado Fino de 2.4, para material agregados de la cantera Río Socabaya, se consigna un Volumen de agregado grueso de 0.78 (b/b_0)

- La cantidad de agregado grueso por metro cúbico de concreto es:

$$Peso\ seco\ del\ A.grueso\ (kg/m^3) = \frac{b}{b_0} * (Peso\ unitario\ compactado\ del\ A.G.)$$

$$Peso\ seco\ del\ A.grueso\ (kg/m^3) = 0.78 * (1411\ kg/m3)$$

$$Peso\ seco\ del\ A.grueso\ (kg/m^3) = 1100.58\ kg/m3$$

- Los volúmenes de agregado grueso y fino son:

$$Vol.agregado\ grueso\ (m^3) = \frac{Peso\ seco\ del\ A.grueso}{Peso\ específico\ del\ A.grueso}$$

$$Vol.agregado\ grueso\ (m^3) = \frac{1100.58\ kg/m^3}{2490\ kg/m^3}$$

$$Vol.agregado\ grueso\ (m^3) = 0.442\ m^3$$

$$Vol.agregado\ fino\ (m^3)$$

$$= 1 - (Vol.agua + Vol.aire + Vol.cemento + Vol.agregado\ grueso)$$

$$Vol.agregado\ fino\ (m^3) = 1 - (0.170 + 0.170 * 0.05 + 0.170/0.684 + 0.442)$$

$$Vol.agregado\ fino\ (m^3) = 0.131\ m^3$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Peso del agregado fino

$$Pso\ agregado\ fino\ (kg/m^3) = (Vol.agregado\ fino)(Peso\ específico\ del\ agregado\ fino)$$

$$Peso\ agregado\ fino\ (kg/m^3) = (0.131)(2550\ kg/m^3)$$

$$Peso\ agregado\ fino\ (kg/m^3) = 334.05\ kg/m^3$$

- Ajustes por humedad y absorción.

- Peso de los agregados húmedos:

$$Peso\ A.grueso\ húmedo\ (kg) = (Peso\ A.grueso\ seco) * \left(1 + \frac{\%W_g}{100}\right)$$

$$Peso\ A.grueso\ húmedo\ (kg) = (1100.58\ kg/m^3) * \left(1 + \frac{0.2\%}{100}\right)$$

$$Peso\ A.grueso\ húmedo\ (kg) = 1102.78\ kg/m^3$$

$$Peso\ A.fino\ húmedo\ (kg) = (Peso\ A.fino\ seco) * \left(1 + \frac{\%W_f}{100}\right)$$

$$Peso\ A.fino\ húmedo\ (kg) = (334.05\ kg/m^3) * \left(1 + \frac{1.31\%}{100}\right)$$

$$Peso\ A.fino\ húmedo\ (kg) = (334.05\ kg/m^3) * \left(1 + \frac{1.31\%}{100}\right)$$

$$Peso\ A.fino\ húmedo\ (kg) = 338.43\ kg/m^3$$

- Agua efectiva

$$Agua\ en\ agregado\ grueso(kg) = (Peso\ A.grueso\ seco) * \left(\frac{\%W_g - \%a_g}{100}\right)$$

$$Agua\ en\ agregado\ grueso(kg) = (1100.58\ kg/m^3) * \left(\frac{0.2\% - 2.14\%}{100}\right)$$

$$Agua\ en\ agregado\ grueso(kg) = (1100.58\ kg/m^3) * \left(\frac{0.2\% - 2.14\%}{100}\right)$$

$$Agua\ en\ agregado\ grueso(kg) = -21.35\ kg/m^3$$

$$Agua\ en\ agregado\ fino\ (kg) = (Peso\ A.fino\ seco) * \left(\frac{\%W_f - \%a_f}{100}\right)$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$Agua\ en\ agregado\ fino\ (kg) = (334.05\ kg/m^3) * \left(\frac{1.3\% - 2.27\%}{100}\right)$$

$$Agua\ en\ agregado\ fino\ (kg) = -3.24\ kg/m^3$$

$$Agua\ efectiva\ (Lts) = 170 - 21.35 - 3.24$$

$$Agua\ efectiva\ (Lts) = 145.41\ Lts$$

- Cálculo de proporciones en peso

$$Cemento: Agregado\ Fino: Agregado\ Grueso\ /\ Agua$$

$$\frac{Peso\ cemento}{Peso\ cemento} : \frac{Peso\ A.fino\ húmedo}{Peso\ cemento} : \frac{Peso\ A.grueso\ húmedo}{Peso\ cemento} / \frac{Agua\ efectiva}{Peso\ cemento}$$

$$\frac{248.54}{248.54} : \frac{338.43}{248.54} : \frac{1102.78}{248.54} / \frac{145.41}{248.54}$$

$$1 : 1.36 : 4.43 / 0.58$$

- Cálculo de proporciones en volumen

- Volumen en estado suelto

$$Vol.cemento\ (m^3) = \frac{Peso\ cemento\ (kg)}{P.U.cemento\ (1500\ kg/m^3)}$$

$$Vol.cemento\ (m^3) = \frac{248.54\ kg}{1500\ kg/m^3}$$

$$Vol.cemento\ (m^3) = 0.166\ m^3$$

$$Vol.A.Fino\ (m^3) = \frac{Peso\ A.fino\ húmedo\ (kg)}{P.U.A.fino\ húmedo\ (kg/m^3)}$$

$$Vol.A.Fino\ (m^3) = \frac{338.43\ kg}{1538\ kg/m^3}$$

$$Vol.A.Fino\ (m^3) = 0.220\ m^3$$

$$Vol.A.grueso\ (m^3) = \frac{Peso\ A.grueso\ húmedo\ (kg)}{P.U.A.grueso\ húmedo\ (kg/m^3)}$$

$$Vol.A.grueso\ (m^3) = \frac{1102.78\ kg}{1256\ kg/m^3}$$

$$Vol.A.grueso\ (m^3) = 0.878\ m^3$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$Agua\ (Lts/Bls) = \frac{Cantidad\ de\ agua\ por\ m^3\ de\ C°}{\left(\frac{Peso\ cemento\ por\ m^3\ de\ C°}{Peso\ cemento\ por\ bolsa\ (42.5)}\right)}$$

$$Agua\ (Lts/Bls) = \frac{145.41}{\left(\frac{248.54}{42.5}\right)}$$

$$Agua\ (Lts/Bls) = 24.865\ Lts/Bls$$

- Proporción en volumen

- $Cemento: Agregado\ Fino: Agregado\ Grueso\ /\ Agua\ (Lts/Bls)$

$$\frac{Vol.cemento}{Vol.cemento} : \frac{Vol.A.fino}{Vol.cemento} : \frac{Vol.A.grueso}{Vol.cemento} : Agua\ (Lts/Bls)$$

$$C: F: G: A$$

$$\frac{0.166}{0.166} : \frac{0.220}{0.166} : \frac{0.878}{0.166} : 24.865\ (Lts/Bls)$$

$$1: 1.325: 5.289: 24.865\ (Lts/Bls)$$

6.4.2. Herramientas

Se define herramienta como un objeto elaborado que sirve como extensión del cuerpo de quien lo usa, para permitir o facilitar una tarea mecánica que sin ella no se podría realizar, o sería muy difícil, por falta de fuerza, movilidad, dimensiones, etc. (Real Academia Española, 2022). Con esta definición, se adjunta la lista de materiales empleados:

Tabla 78 *Herramientas*

Herramientas
Tablones de madera
Paneles
Tiralínea
Nivel de mano
Martillo
Escuadra
Tortola
Esmeril
Trompo de mezclado (5p3)

Fuente: Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6.4.2.1. Encofrado

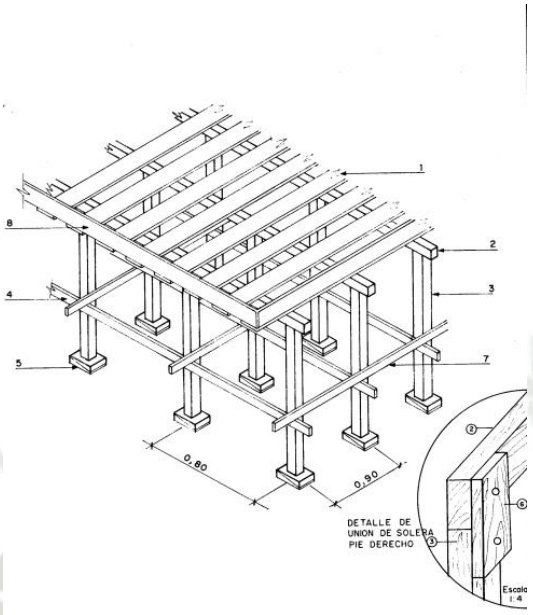


Figura 98 *Esquema encofrado los aligerada*

Fuente: CAPECO (2003)

El libro "Costos y Presupuestos en Edificación" publicado por la Cámara Peruana de Construcción CAPECO, establece la siguiente lista de elementos de encofrado para losa aligerada:

Tabla 79 *Encofrado Losa Aligerada - CAPECO*

Elemento N°	Descripción	Sección (A)	Longitud M.L.	Longitud Pies (B)	Cantidad de elementos (C)	Pies2 ($\emptyset^2$) $\left(\frac{AxBxC}{12} = D\right)$	Desperdicios Madera 10% $(D * 1.10) = E$	N° Usos (G)	$\frac{\emptyset^2}{N° Usos}$ $(H = E/G)$	$\frac{\emptyset^2}{N° Usos}\left(\frac{H}{U.M.}\right)$
1	Tablones	1 ½'' x 8''	0.90	2.95	3	8.85	9.74	7	1.39	1.93
2	Soles	2'' x 4''	0.80	2.62	1	1.75	1.93	7	0.28	0.39
3	Pies derechos	2'' x 3''	2.35	7.71	2	7.71	8.48	7	1.21	1.68
4	Arriostres	1 ½'' x 4''	0.80	2.62	1	1.31	1.44	7	0.21	0.29
5	Cuñas	2'' x 4''	0.30	0.98	2	1.31	1.44	4	0.36	0.50
6	Uniones Solera – Pie	1'' x 3''	0.30	0.98	2	0.49	0.54	4	0.14	0.19
7	Refuerzo lateral adicional	1'' x 3''	0.90	2.95	1	0.74	0.81	7	0.12	0.17
									Total	5.15

Fuente: CAPECO (2003)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La lista de unidades de encofrado disponibles para construcción de las propuestas, han sido las siguientes:

Tabla 80

Unidades de encofrado

Herramientas
Tablones de madera
Paneles

Fuente: Propia

6.4.2.2. Concreto Losas

Se adjunta lista de materiales empleados para ejecución del área tributaria de losa propuesta:

Tabla 81

Materiales - Concreto

Materiales
5 bolsas cemento Yura
14 unidades de acero ¼''
8 unidades de acero 3/8''
3 kg de alambre Nro. 16
1 casetón 3.00m x 0.30m x 0.15m
9 ladrillos hueco 15
17 bolsas de arena gruesa
17 bolsas de piedra chancada

Fuente: Propia

6.5. Metrado de losas

El metrado contemplado para la ejecución de unidades aligerantes, es el siguiente:

Tabla 82 *Metrado de losas*

Metrado de losas
Encofrado: 1.00 m^2
Concreto: 0.326 m^3
Acero ¼'': 7 var
Acero 3/8'': 4 var

Fuente: Propia

6.6. Tiempo de ejecución:

A continuación, se adjunta los tiempos empleados para ejecución de áreas tributarias de losa con unidades de ladrillo hueco y ladrillo Tecnopor.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 83

Tiempos losa de ladrillo hueco

Tiempo de ejecución – Ladrillo hueco
Encofrado: 6 minutos Colocado de ladrillo: 4 minutos Armado de viguetas: 7 minutos Colocado de acero de temperatura: 15 minutos Vaciado de losa: 22 minutos

Fuente: Propia

Tabla 84

Tiempos losa con unidades aligerantes Tecnopor

Tiempo de ejecución – Tecnopor
Encofrado: 6 minutos Colocado de Tecnopor: 2 minutos Armado de viguetas: 7 minutos Colocado de acero de temperatura: 15 minutos Vaciado de losa: 22 minutos

Fuente: Propia

Tabla 85

Productividad

	TIEMPO TOTAL	HH	PRODUCCION M2	RENDIMIENTO M2/HH
TIEMPO TOTAL CON LADRILLO HUECO 8 TUBOS	54 MIN	0.90	1	1.11

	TIEMPO TOTAL	HH	PRODUCCION M2	RENDIMIENTO M2/HH
TIEMPO TOTAL CON TECNOPOR	52 MIN	0.87	1	1.15

Fuente : Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO VII

7. ANÁLISIS DE PRESUPUESTOS

7.1. Materiales

Se adjunta presupuesto de materiales empleados:

Tabla 86

Presupuesto de materiales – Losa con ladrillo hueco

Ítem	Descripción	Und	Cantidad	P.U	P. Parcial
1	Cemento Yura	Bls	5.00	24.50	122.50
2	Barra de construcción 3/8''	Var	4.00	21.70	86.60
3	Barra de construcción ¼''	Var	0.5	8.80	4.40
4	Alambre Nro. 16	Kg	3.00	5.00	15.00
6	Ladrillo hueco 15 x 30	Und	9.00	3.00	27.00
7	Arena gruesa	M3	0.60	55.00	33.00
8	Piedra chancada ½''	M3	0.60	90.00	54.00

Fuente: Propia

Tabla 87

Presupuesto de materiales - Losa con Tecnopor

Ítem	Descripción	Und	Cantidad	P.U	P. Parcial
1	Cemento Yura	Bls	5.00	24.50	122.50
2	Barra de construcción 3/8''	Var	4.00	21.70	86.60
3	Barra de construcción ¼''	Var	0.5	8.80	4.40
4	Alambre Nro. 16	Kg	3.00	5.00	15.00
5	Casetones	Und	0.8	23.00	18.40
7	Arena gruesa	M3	0.6	55.00	33.00
8	Piedra chancada ½''	M3	0.6	90.00	54.00

Fuente: Propia

7.2. Mano de Obra

Los costos por mano de obra, son extraídos del convenio colectivo 2022 – 2023 del Régimen Especial de Construcción Civil.

Tabla 88

Presupuesto - Mano de obra

Ítem	Descripción	Und	Cantidad	P.U	P. Parcial
1	Operario	HH	1.1.00	23.44	70.32
2	Peón	HH	1.1.00	17.29	51.87

Fuente: Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 89

Análisis de presupuesto con ladrillo hueco 8 tubos

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
PARTIDA :LOSA ALIGERADA CON LADRILLO HUECO 8 TUBOS				
RENDIMIENTO :	1.1 M2/HH			
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL
MATERIALES				
CEMENTO PORTLAND	BLS	5	24.50	122.50
ARENA GRUESA	M3	0.6	70.00	42.00
PIEDRA CHANCADA	M3	0.6	90.00	54.00
LADRILLO	UND	8.33	3.00	24.99
ACERO DE 1/4	KG	1.41	4.40	6.20
AGUA	M3	0.18	15.00	2.70
ALAMBRE N°16	KG	3	4.50	13.5
		COSTO DE MATERIAL		265.89
MANO DE OBRA				
OPERARIO	HH	0.90	23.44	21.096
PEON	HH	0.90	17.29	15.561
		COSTO DE MANO DE OBRA		36.657
EQUIPO Y HERRAMIENTAS				
MEZCLADORA DE 9-11 P3	hm	1	5.75	5.75
VIBRADOR DE 2.0 "	hm	1	18.14	18.14
HERRAMIENTA 3% M.OBRA		0.03	36.357	1.09
		COSTO DE HERRAMIENTAS		24.89
		TOTAL		327.52

Fuente: Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 90

Análisis de precios con Tecnopor acanalados

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
PARTIDA :LOSA ALIGERADA CON TECNOPOR				
RENDIMIENTO :	1.15 M2/HH			
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	PARCIAL
MATERIALES				
CEMENTO PORTLAND	BLS	5	24.50	122.50
ARENA GRUESA	M3	0.6	70.00	42.00
PIEDRA CHANCADA	M3	0.6	90.00	54.00
TECNOPOR	UND	0.833	23.00	19.16
ACERO DE 1/4	KG	1.41	4.40	6.20
AGUA	M3	0.18	15.00	2.70
ALAMBRE N°16	KG	3	4.50	13.5
		COSTO DE MATERIAL		260.06
MANO DE OBRA				
OPERARIO	HH	0.87	23.44	20.392
PEON	HH	0.87	17.29	15.042
		COSTO DE MANO DE OBRA		35.434
EQUIPO Y HERRAMIENTAS				
MEZCLADORA DE 9-11 P3	hm	1	5.75	5.75
VIBRADOR DE 2.0 "	hm	1	18.14	18.14
HERRAMIENTA 3% M.OBRA		0.03	35.434	1.06
		COSTO DE HERRAMIENTAS		24.95
		TOTAL		320.440

Fuente : Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CONCLUSIONES

En términos de costos, se observa que la ejecución de losas aligerantes con Tecnopor acanalado conlleva un menor costo siendo específicos un promedio de siete soles menos por m2 con respecto a las losas con ladrillo hueco 8 tubos y un menor tiempo de ejecución en comparación con las losas de ladrillo hueco aumentando la productividad un 4.5 % y en el punto de carga estructural reduce un 5% la fuerza sísmica en la estructura y reduce en peso 65 kg/m2 a comparación del ladrillo.. En este contexto, se destaca la importancia del uso de losas con Poliestireno Expandido aligerante como una alternativa económica y funcional para la construcción y diseño de viviendas comunes en Arequipa. Además, su capacidad para brindar una respuesta estructural adecuada junto con su bajo peso lo convierten en una opción altamente competitiva y prometedora para satisfacer las necesidades de la industria de la construcción en la región, garantizando así la viabilidad y sostenibilidad de los proyectos de vivienda en el área. No obstante, es imperativo reconocer y abordar sus desventajas, como su limitada resistencia estructural, inflamabilidad, susceptibilidad a daños mecánicos y preocupaciones ambientales. Al considerar su implementación en proyectos de construcción, se requiere una evaluación minuciosa de las necesidades específicas del proyecto y la consideración cuidadosa de alternativas disponibles. Esta evaluación integral es esencial para tomar decisiones informadas que garanticen la seguridad, durabilidad y sostenibilidad de las estructuras construidas con Tecnopor.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

RECOMENDACIONES

*__Investigación comparativa de diferentes materiales aligerantes__: Se recomienda realizar una investigación comparativa exhaustiva que aborde no solo el comportamiento estructural, costos y tiempos de construcción, sino también las propiedades físicas, térmicas y de sostenibilidad de una variedad de materiales aligerantes disponibles en el mercado, como ladrillo hueco de arcilla cocida, bloques de Tecnopor y bloques de hormigón curado en autoclave (HCCA). Este estudio permitiría identificar las ventajas y desventajas de cada material en diferentes contextos de construcción en Arequipa, contribuyendo a la toma de decisiones informadas en el diseño y la ejecución de proyectos de construcción.

*__Análisis integral de riesgos ergonómicos y medidas de prevención__: Es esencial realizar un análisis detallado de los riesgos ergonómicos asociados con el uso de unidades aligerantes en la construcción de proyectos edilicios en Arequipa, teniendo en cuenta las características específicas del entorno laboral y las tareas realizadas por los trabajadores de la construcción. Este análisis debería ir acompañado de la identificación de medidas de prevención y mitigación de riesgos, así como de la evaluación de su efectividad en la reducción de lesiones y accidentes laborales.

*__Optimización del diseño y desempeño estructural__: Se propone integrar el análisis de la capacidad de carga de las losas aligerantes con consideraciones detalladas sobre el diseño estructural, incluyendo el espesor de la losa, las propiedades mecánicas del material y las condiciones de carga específicas para cada proyecto. Además, se sugiere explorar en profundidad la influencia de factores como la geometría de la estructura, los sistemas de refuerzo y las conexiones entre elementos estructurales en el desempeño global de la construcción, con el objetivo de optimizar la seguridad, eficiencia y durabilidad de las edificaciones en Arequipa.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

REFERENCIAS

Diario el Peruano. (2008). *Decreto legislativo de promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables.* Lima: Editora Perú.

Diario El Peruano. (2011). *Reglamento de la Generación de electricidad con energías renovables.* Lima: Editora Perú.

F-Chart Software. (2022). *EES Overview*. Obtenido de https://fchartsoftware.com/ees/index.php/

Fine Software España. (s.f.). *finesoftware.es*. Obtenido de https://www.finesoftware.es/ayuda-en-linea/geo5/es/modelo-cam-clay-modificado-mcc-01/

Fundación Endesa. (2022). *Central térmica convencional*. Obtenido de https://www.fundacionendesa.org/es/fundacion

Fundación Endesa. (2022). *Central térmica de Ciclo Combinado*. Obtenido de https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/centrales-electricas-convencionales/central-termica-convencional-ciclo-combinado

Gordillo Andia, C. A. (2019). *Análisis termodinámico de una central termoeléctrica de ciclo combinado gas - vapor con el programa EES.* Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.

Hernández Ávila, C. E. (2019). Introducción a los tipos de muestreo. *Alerta - Revista científica del Instituto Nacional de Salud*, 1.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Hernández Téllez, A. (15 de abril de 2020). *Panorama de la situación enetgética en América Latina*. Obtenido de https://co.boell.org/es/2020/04/15/panorama-de-la-situacion-energetica-en-america-latina

IAEA.org. (2022). *Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA)*. Obtenido de https://www.iaea.org/es/el-oiea/agencia-internacional-de-energias-renovables-irena

Iniciativa Energía. (2022). *Norma ISO 50001*. Obtenido de https://www.iniciativaenergia.mx/eficiencia-energetica/norma-iso-50001#:~:text=La%20ISO%2050001%20es%20una,Uso%20y%20consumo%20de%20energ%C3%ADa.

Lallana Santos, M. (2019). *Análisis termodinámico de una planta termoeléctrica de receptor central*. Leganés: Universidad Carlos III de Madrid.

López Correa, D. A., & Quillupangui Collaguazo, A. J. (2021). *Análisis de viabilidad técnica y financiera para la implementación de una central termo eléctrica de 400 MW basada en el ciclo combinado en Ecuador*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.

MINEM. (s.f.). *Normas Relevantes*. Obtenido de https://www.minem.gob.pe/_detalle.php?idSector=6&idTitular=126&idMenu=sub114&idCateg=126

Pajares Chiclot's, C. E. (2021). *Análisis de la generación de energía eléctrica y el impacto económico en la empresa agroindustrial Danper Trujillo SAC*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.

Peru Energía 2022. (5 de abril de 2022). *Inactividad del gobierno pone en peligro el sector energético del país*. Obtenido de https://peruenergia.com.pe/inactividad-del-gobierno-pone-en-peligro-el-sector-energetico-del-

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

pais/#:~:text=El%20excesivo%20incremento%20del%20petr%C3%B3leo,manifest%C3%B3%20la%20Asociaci%C3%B3n%20Peruana%20de

Plaza Zumba, E. I., & Coronel Coronel, W. M. (2017). *Viabilidad de generación termo - solar para la central termoeléctrica El Descanso, perteneciente a electro generadora del Austro Elecaustro S.A.* Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.

QuestionPro. (2022). *Diseño de Investigación. Elementos y características*. Obtenido de https://www.questionpro.com/blog/es/diseno-de-investigacion/#:~:text=El%20dise%C3%B1o%20de%20investigaci%C3%B3n%20se,sea%20manejado%20de%20manera%20eficiente.

Quiñonez Gutierrez, E. M., & Saldaña Castillo, E. A. (2020). *Diseño de una central termoeléctrica de cogeneración de 5 MW para la planta Backus - Motupe.* Pimentel: Universidad Señor de Sipán.

Ramos Franco, L. A. (2014). *Diseño de una central termoeléctrica de ciclo combinado de 500MW.* Arequipa: Universidad Católica de Santa María.

Revista Científica del Instituto Nacional de Salud. (2019). Introducción a los tipos de muestreo. *ALERTA.*

Revista Tinta Verde. (25 de abril de 2019). *Urge diversificación energética para Arequipa*. Obtenido de http://www.revistatintaverde.com/hidrocarburos/urge-diversificacion-energetica-para-arequipa/#:~:text=El%20problema%20se%20origina%20porque,los%20recursos%20naturales%20para%20hacerlo.

Tesis y Másters. (2021). *Instrumentos de recolección de datos: Definición, características y tipos*. Obtenido de https://tesisymasters.mx/instrumentos-de-recoleccion-de-datos/

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Universidad de Colima. (2014). *Investigación cuantitativa, cualitativa y mixta*. Obtenido de https://recursos.ucol.mx/tesis/investigacion.php#:~:text=Enfoques%20de%20investigaciones,la%20realidad%20y%20el%20conocimiento.

Universidad La Concordia. (28 de julio de 2020). *Conoce 4 técnicas de investigación ideales* . Obtenido de https://universidadlaconcordia.edu.mx/blog/index.php/tecnicas-de-investigacion/#:~:text=Las%20t%C3%A9cnicas%20de%20investigaci%C3%B3n%20son,conocimiento%20para%20resolver%20nuestras%20preguntas.

Davila, J. M., Fortes, J. C., Jaramillo-Morilla, A., De La Torre, M., & Pancho, R. (2019). Behavior of expanded polystyrene as lightweight filler in retaining walls with intermediate slabs. *Latin American Journal of Solids and Structures*, *16*(2). https://doi.org/10.1590/1679-78254776

Bishnoi, D., Patil, V., & Dasaka, S. M. (2024). EPS as an Inclusion Material: An Instrumented Field Study on Retaining Wall. In *Lecture notes in civil engineering* (pp. 107–116). https://doi.org/10.1007/978-981-99-9227-0_10

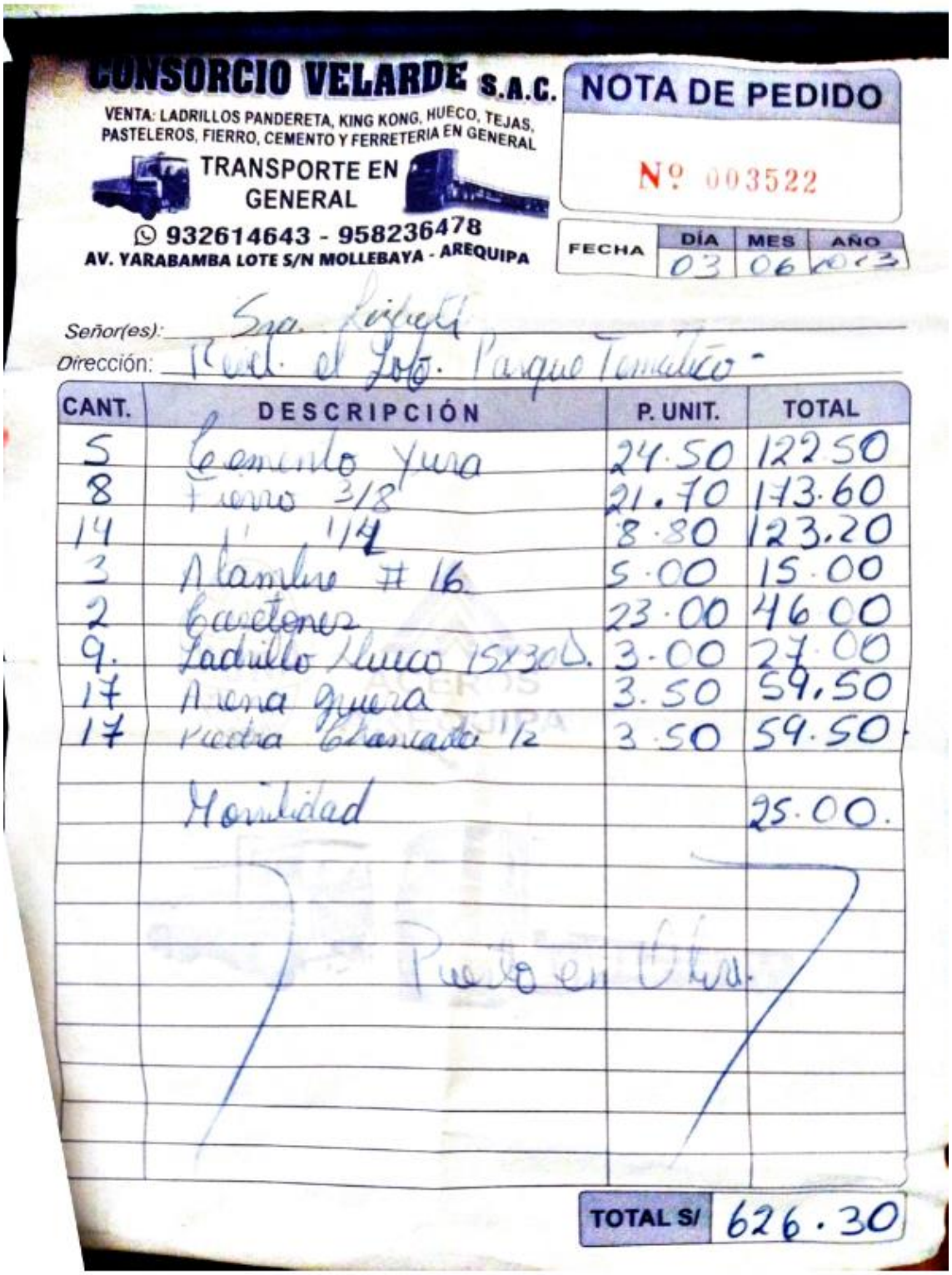
Dávila, J.M., Jaramillo-Morilla, A., Mascort-Albea, E., Grande, J.A. (2018)

Experimental analysis of slabs foundation by scale models: Lightweight slabs by expanded polystyrene blocks opposite solid slabs . *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales, 38 (1*), (pp. 75-86).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

ANEXOS

- Boleta – Compra de materiales



CONSORCIO VELARDE S.A.C.

VENTA: LADRILLOS PANDERETA, KING KONG, HUECO, TEJAS, PASTELEROS, FIERRO, CEMENTO Y FERRETERIA EN GENERAL

TRANSPORTE EN GENERAL

932614643 - 958236478

AV. YARABAMBA LOTE S/N MOLLEBAYA - AREQUIPA

NOTA DE PEDIDO

Nº 003522

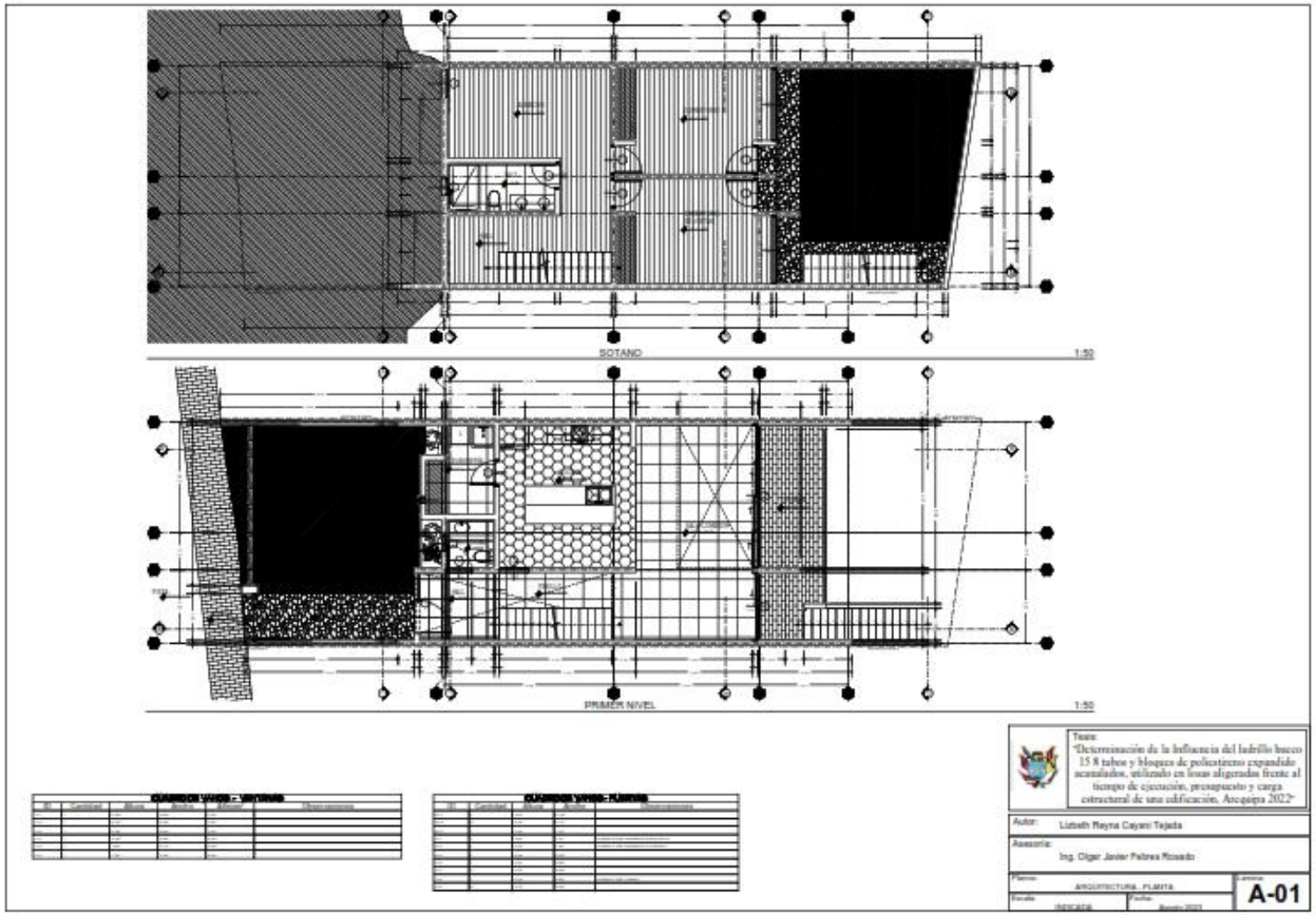
FECHA	DÍA	MES	AÑO
	03	06	23

Señor(es): Sra. Roberta

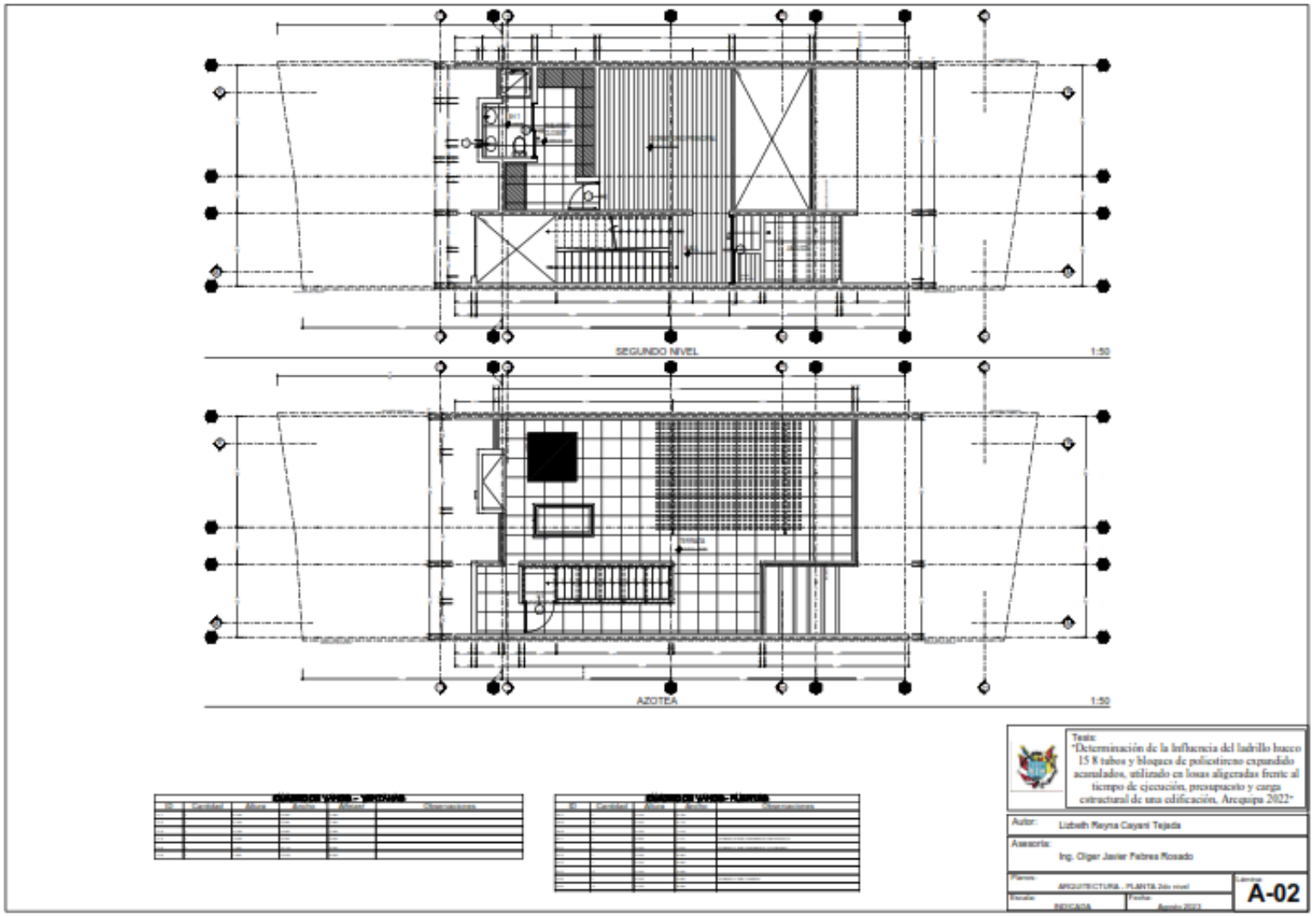
Dirección: Resd. el Lote. Parque Tomatico -

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	TOTAL
5	Cemento Yura	24.50	122.50
8	Fierro 3/8	21.70	173.60
14	" 1/4	8.80	123.20
3	Alambre # 16	5.00	15.00
2	Cartones	23.00	46.00
9.	Ladrillo Hueco 15x30x.	3.00	27.00
17	Arena Gruesa	3.50	59.50
17	Piedra Chancada 1/2	3.50	59.50
	Movilidad		25.00.
	Puesto en Obra.		
		TOTAL S/	626.30

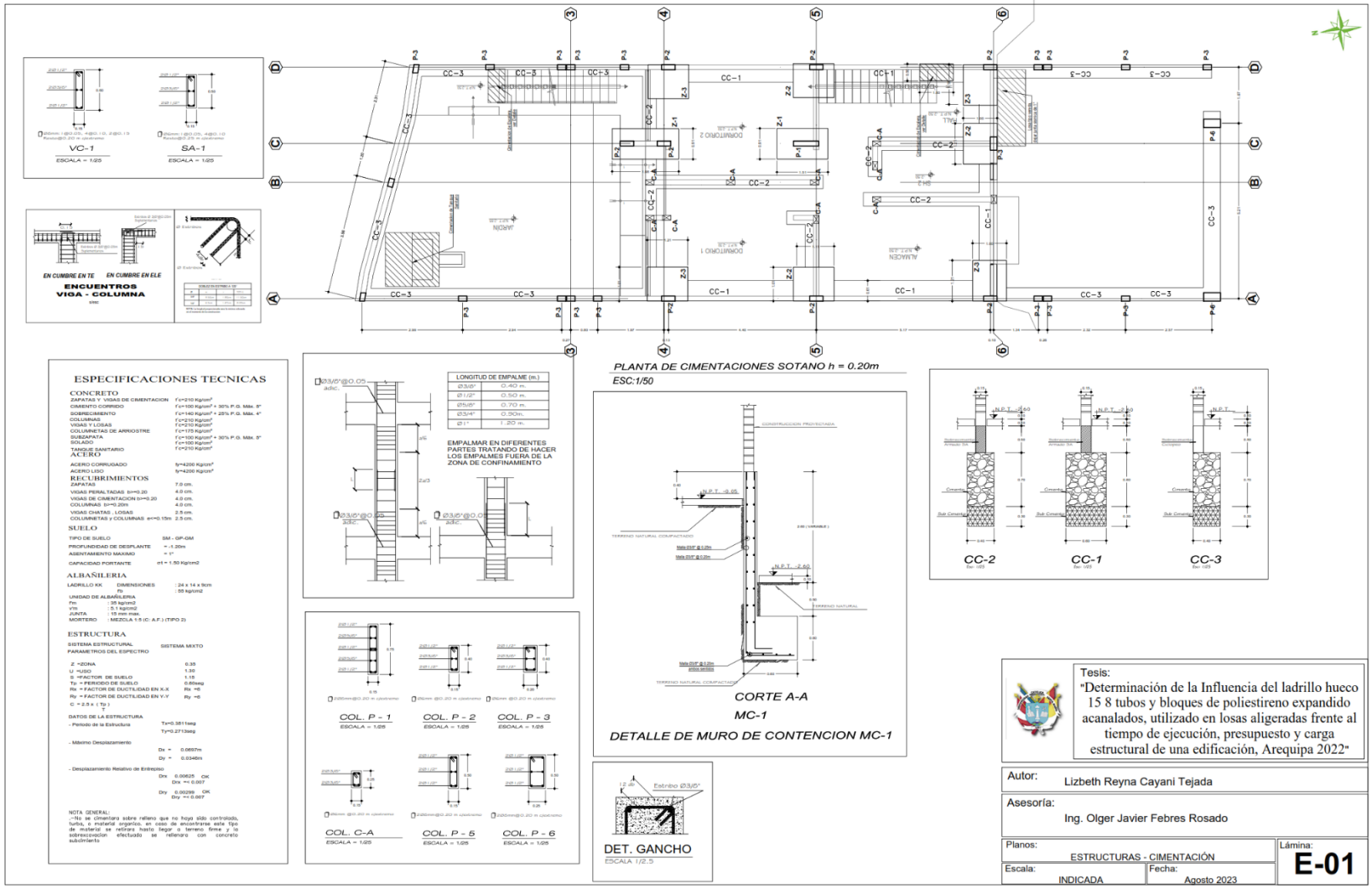
- Plano de Arquitectura



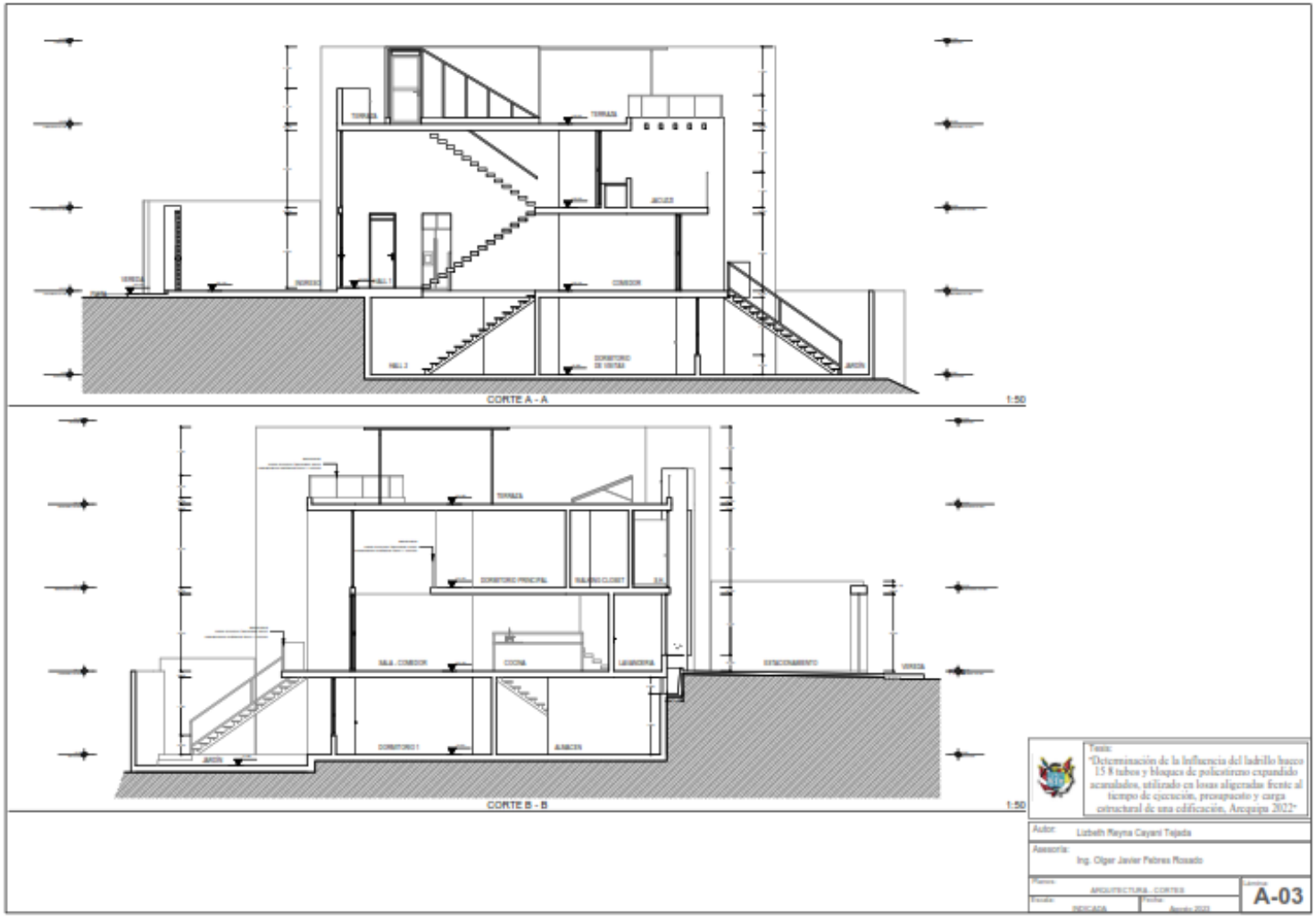
- Plano de Arquitectura – 2do nivel



- Plano de Cimentaciones



- Arquitectura - Cortes

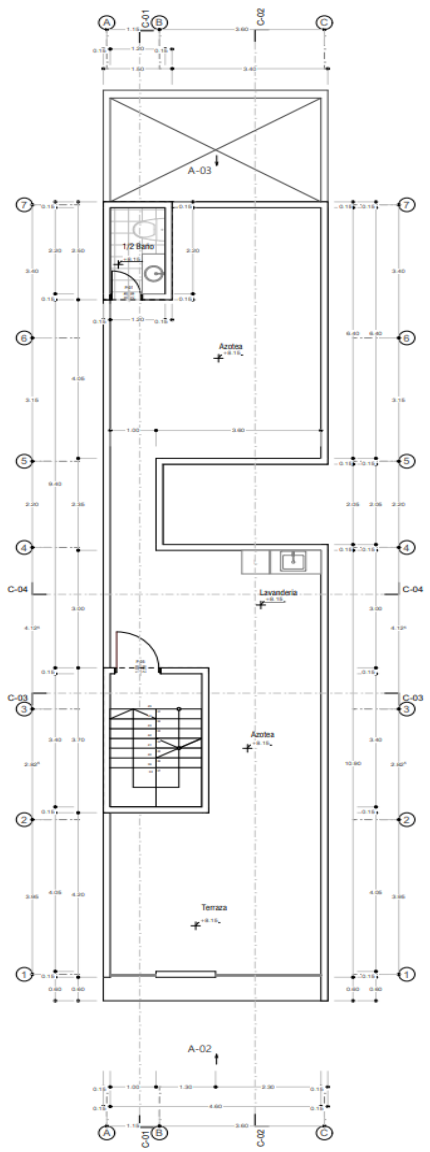


- Arquitectura - Elevaciones



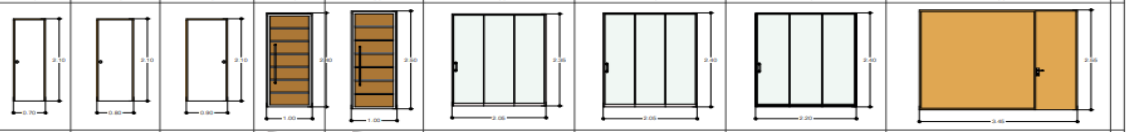
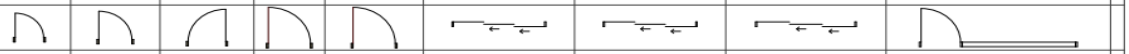
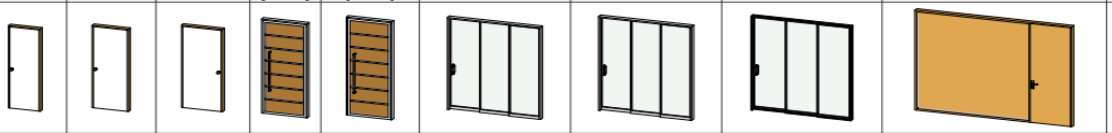
PLANO ARQUITECTÓNICO- VIVIENDA 2





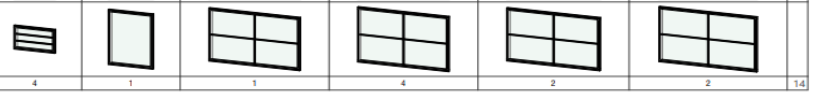
3. AZOTEA 1:50

CUADRO DE PUERTAS

ID de Elemento	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06	P-07	P-08	P-09	
Ancho	0.70	0.80	0.90	1.00	1.00	2.05	2.05	2.20	3.45	
Alto	2.10	2.10	2.10	2.40	2.50	2.35	2.40	2.40	2.55	
Elevación										
Planta 2D										
Axonometría 3D										
Cantidad	7	1	8	1	3	1	1	2	1	25

01 CUADRO DE PUERTAS 1:1

CUADRO DE VENTANAS

ID de Elemento	V-01	V-02	V-03	V-04	V-05	V-06	
Ancho	0.90	0.98	2.00	2.00	2.05	2.15	
Alto	0.60	1.40	1.35	1.40	1.35	1.40	
Alfeizar	1.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Elevación							
Planta 2D							
Axonometría 3D							
Cantidad	4	1	1	4	2	2	14

02 CUADRO DE VENTANAS 1:1

TIPO:
VIVIENDA MULTIFAMILIAR

UBICACIÓN:
Apiay señor de los milagros avenida sur zona B mz 66 lt 9, Distrito de Cayma, Provincia y departamento de Arequipa.

PROPIETARIO (S):
MAGALY JAIDY LOPEZ HUARCA

PROYECTO:
RESIDENCIAL LOPEZ

PLANO:
ARQUITECTURA - DISTRIBUCIÓN
ESC.: 1/50

ARQUITECTURA
D´SALARQ

EQUIPO DE DISEÑO - ARQUITECTURA

INGENIERIA

EQUIPO DE DISEÑO - INGENIERIA

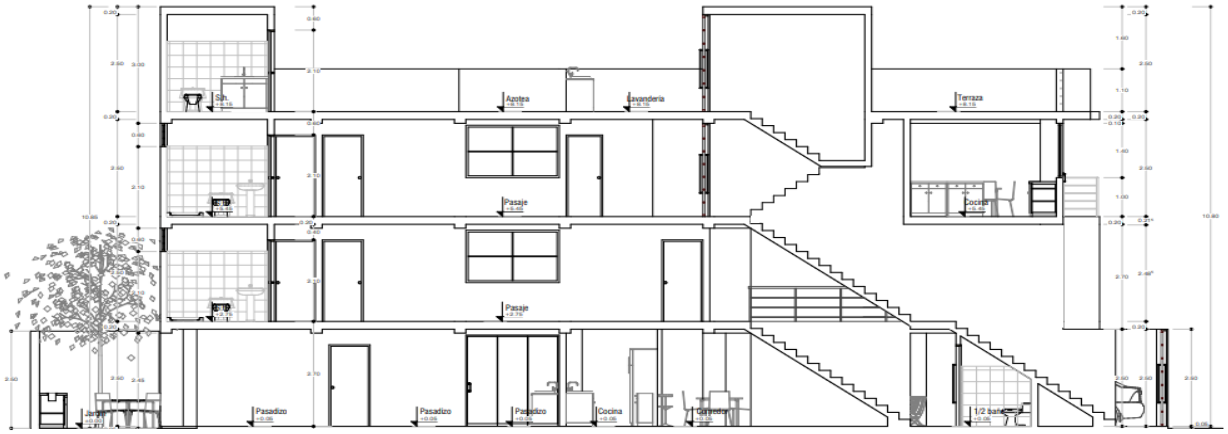
CAD - ARQUITECTURA CAD - INGENIERIA
D´SALARQ

FIRMA DEL PROYECTISTA

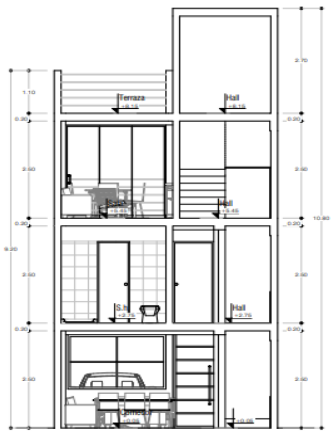
PLANO DE: PLANTAS

A-002

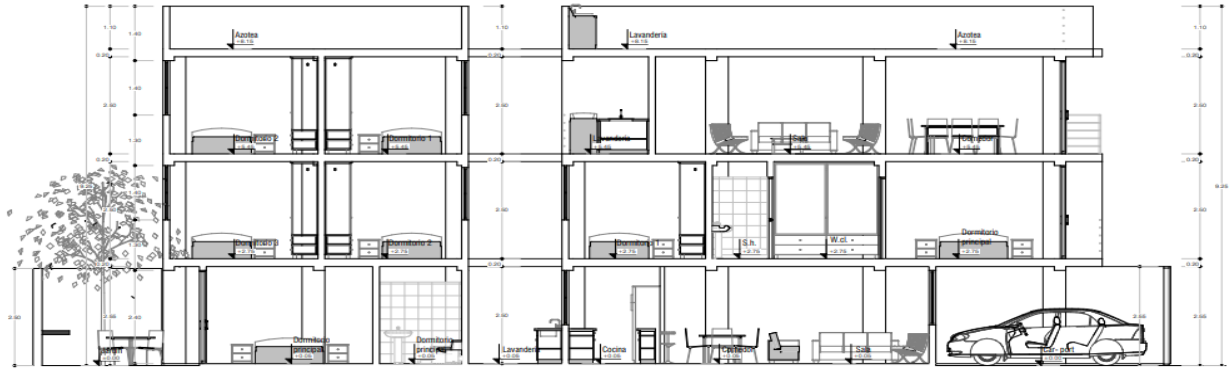
2022 - ADP - 06
DISEÑO, ARQ Y CONSTRUCCION



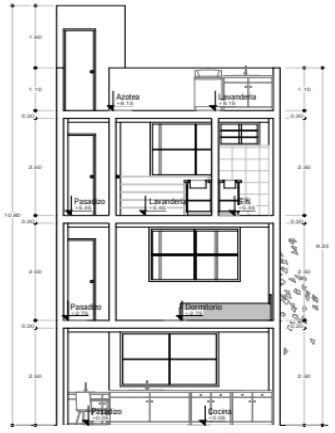
C-01 Corte C-01 1:50



C-03 Corte C-03 1:50



C-02 Corte C-02 1:50



C-04 Corte C-04 1:50

TIPO
VIVIENDA MULTIFAMILIAR

UBICACIÓN
Apav señor de los milagros avenida sol zona B mz 16 ó 2, Distrito de Cayma, Provincia y departamento de Arequipa

PROPIETARIO (S)
MAGALY JAIDY LOPEZ HUARCA

PROYECTO
RESIDENCIAL LOPEZ

PLANO
ARQUITECTURA - CORTES
ESC.: 1/50

ARQUITECTURA
D SALARQ

EQUIPO DE DISEÑO - ARQUITECTURA

INGENIERIA

EQUIPO DE DISEÑO - INGENIERIA

CAD - ARQUITECTURA
D SALARQ

CAD - INGENIERIA

FIRMA DEL PROYECTISTA

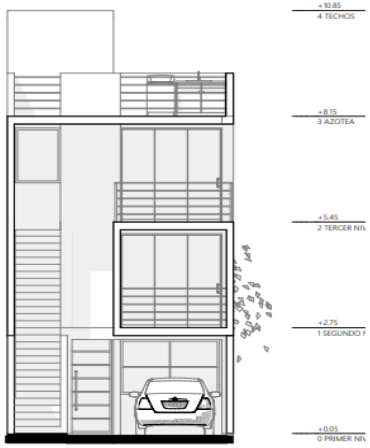
PLANO DE: CORTES

A-003

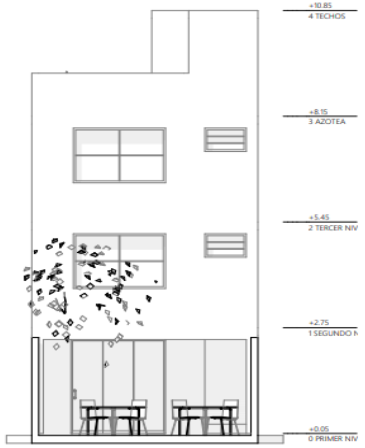
2022 - AQP - 06



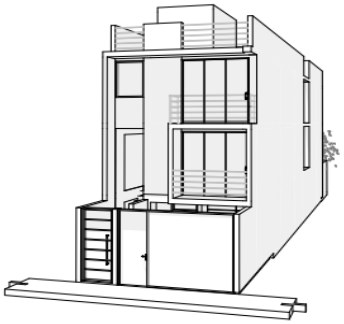
A-01 ELEVACION 1 1:50



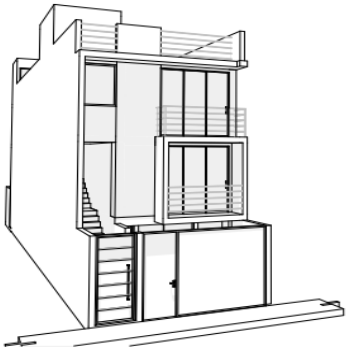
A-02 ELEVACION 2 1:50



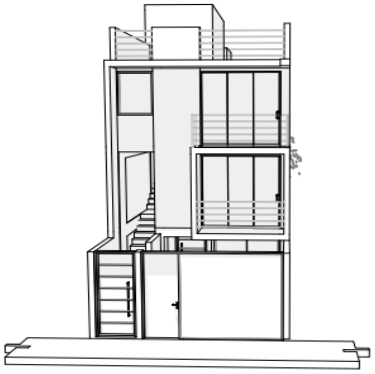
A-03 ELEVACION 3 1:50



01 Perspectiva 1 1:50



02 Perspectiva 2 1:50



03 Perspectiva 3 1:50

TIPO
VIVIENDA MULTIFAMILIAR

UBICACIÓN
Apiay señor de los milagros avenida sur zona B mz EE lt 9, Distrito de Cayma, Provincia y departamento de Arequipa

PROPIETARIO (S)
MAGALY JAIDY LOPEZ HUARCA

PROYECTO
RESIDENCIAL LOPEZ

PLANO
ARQUITECTURA - ELEVACIONES Y PERSPECTIVAS
ESC.: 1/50

ARQUITECTURA
D´SALARQ

EQUIPO DE DISEÑO - ARQUITECTURA

INGENIERIA

EQUIPO DE DISEÑO - INGENIERIA

CAD - ARQUITECTURA | CAD - INGENIERIA
D´SALARQ | ---

FIRMA DEL PROYECTISTA

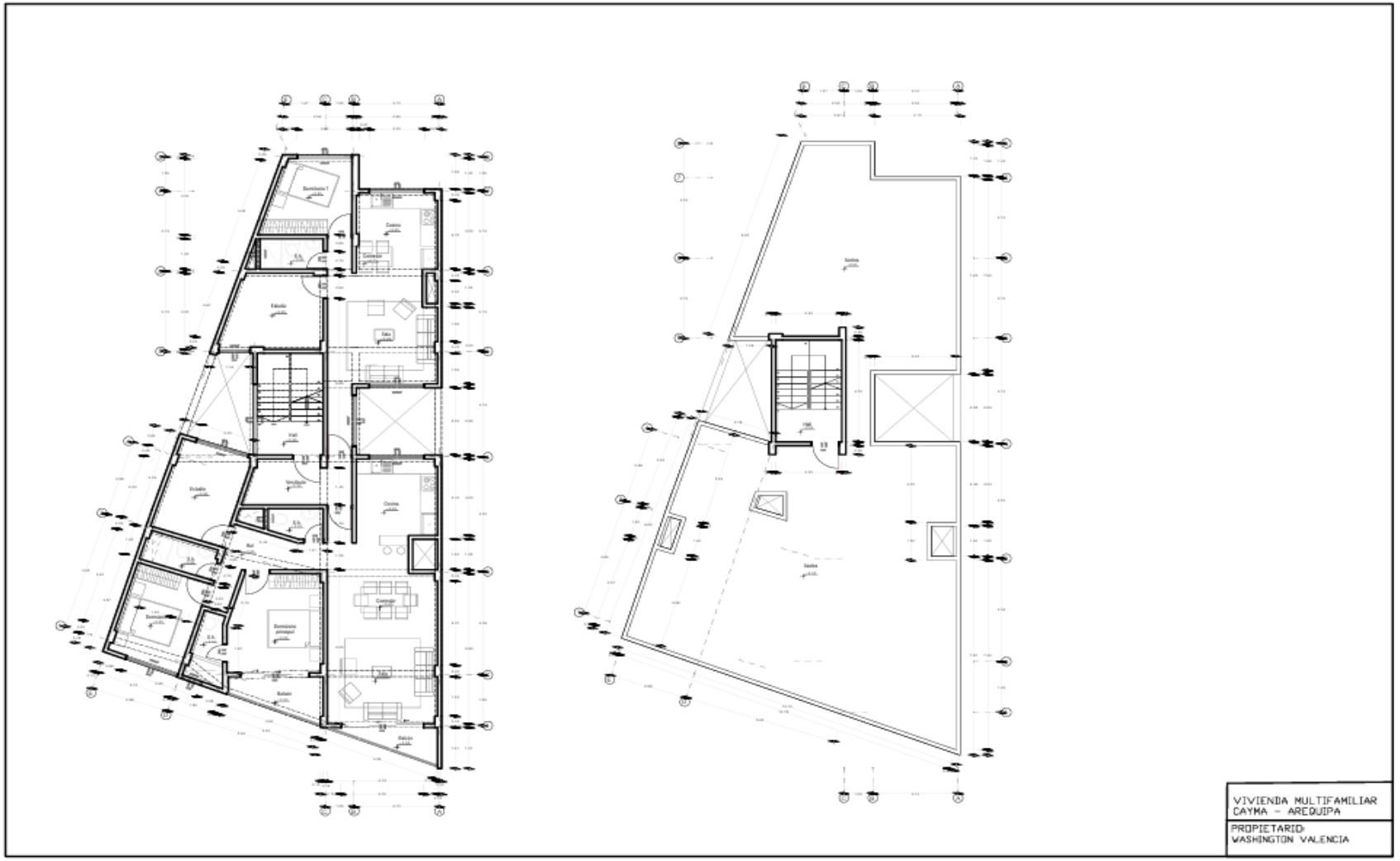
PLANO DE: **ELEVACIONES**

A-004

2022 - AOP - 05
DISEÑO, GESTIÓN Y CONSTRUCCIÓN

PLANO ARQUITECTÓNICO- VIVIENDA 3




VIVIENDA MULTIFAMILIAR
CAYMA - AREQUIPA
PROPIETARIO:
WASHINGTON VALENCIA

PANEL FOTOGRÁFICO



Foto Nº 01: Corte de Casetón para habilitado de unidades aligerantes acanaladas.



Foto Nº 02: Habilitado de unidades aligerantes de Poliestireno Expandido Acanaladas.



Foto Nº 03: Habilitado de acero para losa E=0.20m



Foto Nº 04: Conformado de acero para losas aligerantes



Foto Nº 05: Colocado de unidades aligerantes



Foto Nº 06: Encofrado de unidades aligerantes



Foto Nº 07: Armado final – losa aligerante



Foto Nº 08: Vaciado de losas aligerantes con concreto manual



Foto Nº 09: Solaqueo de losa aligerante



Foto Nº 10: Curado de losas aligerantes